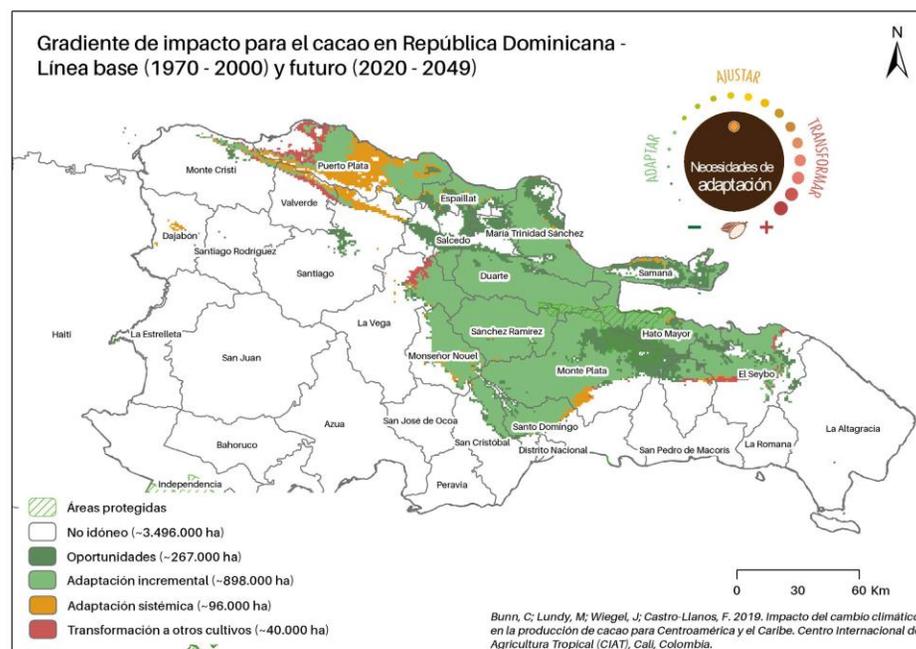


Las propuestas de las acciones específicas para construir
los Sistemas Agroforestales Cacao Climáticamente Inteligente y resiliente
Directrices Técnicas para diseñar SAF-Cacao Climáticamente Inteligentes-República Dominicana



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

Índice

Situaciones identificadas en República Dominicana	3
Premisas de las directrices técnicas	4
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 1	6
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 2	10
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 3	14
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 4	18
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 5	22
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 6	26
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 7	30
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 8	34
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 9	38
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 10	42
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 11	46
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 12	50
Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana-Situación # 13	52

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

Situación	Línea base	Futuro	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación requerido para 2030		
	ZAC actual (2010)	ZAC 2030	2030	Incremental	Sistémica	Transformacional
1	Templado - Muy seco	Templado - Muy seco	Adaptar	X		
2	Aptitud incierta	Templado - Muy seco	Ajustar		X	
3	Aptitud incierta	Aptitud incierta	Ajustar		X	
4	Limitaciones	Templado - Muy seco	Oportunidad	X		
5	Muy caliente - Seco	Aptitud incierta	Ajustar		X	
6	Limitaciones	Muy caliente - Seco	Oportunidad	X		
7	Muy caliente - Seco	Muy caliente - Seco	Adaptar	X		
8	Aptitud incierta	Muy caliente - Seco	Ajustar		X	
9	No idóneo	Muy caliente - Seco	Oportunidad	X		
10	Limitaciones	Aptitud incierta	Oportunidad	X		
11	Aptitud incierta	Muy caliente - Seco	Oportunidad	X		
12	Templado - Muy seco	Limitaciones	Transformar			X
13	Muy caliente - Seco	Limitaciones	Transformar			X
14	Muy caliente - Seco	Limitaciones	No idóneo			X
15	No idóneo	Muy caliente - Seco	No idóneo			X
16	Limitaciones	Limitaciones	No idóneo			X
17	Limitaciones	Aptitud incierta	No idóneo			X
18	No idóneo	Limitaciones	No idóneo			X
19	No idóneo	No idóneo	No idóneo			X
20	No idóneo	Aptitud incierta	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 (monilia y marzoca negra) y perfil de calidad del grano (% de grasa, tamaño de grano \geq 1 gr, sabores básicos: acidez, astringencia y amargor) aceptados por la industria. Los clones y arreglos de siembra se basan en la experiencia de fincas comerciales como 12Tree-RD y CONACADO y se incluyen materiales genéticos disponibles en Puerto Rico: <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>.
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. Las bases técnicas para los arreglos agroforestales provienen de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>. Las densidades finales de cacao oscilan entre 625 hasta 1200.
3. **Sombra temporal:** se sugieren especies, espaciamentos, 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, COBACADO 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 República Dominicana.
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 relevantes.
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, INTA, LWR 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 repositario del material consultado.
13. **Estimación de rendimiento:** para cada diseño de SAF-Cacao se hace una estimación de cosecha del cacao, musáceas y frutales con base en la experiencia de FHIA, CATIE, WCF, CIAT, CONACADO y consultas de la colección de esquinas técnicas de cacao de Rikolto.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 1

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: Cultivar entre 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugieren:

- Arreglo 1: ICS-95, ICS-39, ICS-40, ICS-60, ICS-1, UF-221, UF-613, UF-667.
- Arreglo 2: UF-29, UF- 221, UF-677, EET-395, EET397, EET- 399, EET-400.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 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. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: en estos sitios se sugiere cultivar cacao una densidad 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 800-943 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más detalles técnicos 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: Se utilizan coberturas vegetales como el mulch, producto de la poda sombra de cacao y residuos de malezas secas. Las leguminosas de cobertura como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) se pueden sembrar en el área entre los surcos de cacao. Otras especies útiles son maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*). *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 seca¹ foliar y de raíces, respectivamente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra permanente: Plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables útiles son: Laurel (*Cordia allodora*), Acacia (*Acacia ataxacantha*), Palo amargo (*Trichilia pallida*) y Eucalipto (*Eucalyptus deglupta*). Especies frutales útiles son Coco (*Cocos nucifera*) y Aguacate (*Persea americana*) y guaba (*Inga edulis*). 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 medias y ralas en estratos bajos. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/5/>

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. 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 se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, anillado, 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: 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 integrado de plagas y enfermedades: Hay cinco acciones clave: a) Podas adecuadas, eliminando toda rama enferma y desinfectando las herramientas con de cloro y fungicida; b) Evitar encharcamiento para reducir la humedad relativa dentro de plantación, c) durante las labores de poda y cosecha las herramientas deben ser desinfectadas con cloro y fungicida, d) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto y e) **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. Ver mas en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/cacao-1.pdf>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Aplicar al menos 2 kg de abono orgánico y/o químico 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. 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/comunicacionesalianzacaoperu/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). Regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/planta/día/. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 L/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. **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. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/8/>. 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, 670 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 para proyectar la cosecha de frutales sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 2

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: Cultivar entre 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugieren:

- Arreglo 1: UF-296, ML- 22, ML-105, ML-106, IML-44, IML-11, AE-1, AE-2 y TSH-565.
- Arreglo 2: UF-29, UF- 221, UF-613, UF-677, EET-395, EET397, EET- 399, EET-400.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 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. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: en estos sitios se sugiere cultivar cacao una densidad 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 800-943 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. Ver más detalles técnicos 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 pintoi*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, retienen humedad y reducen la temperatura del suelo. 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 seca² foliar y de raíces, respectivamente. 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 más en: <http://cacaomovil.com/guia/7/>.

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables útiles son: Laurel (*Cordia allodora*), Acacia (*Acacia ataxacantha*) y Palo amargo (*Trichilia pallida*) y Piñón cubano (*Gliricidia sepium*). Especies frutales útiles son Coco (*Cocos nucifera*) y Aguacate (*Persea americana*) 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 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://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. 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 se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, anillado, etc. Ver más sobre especies para sombra en: http://www.fhia.org/hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

² 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: 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 cinco acciones clave: a) Podas adecuadas, eliminando toda rama enferma y desinfectando las herramientas con de cloro y fungicida; b) Evitar encharcamiento para reducir la humedad relativa dentro de plantación, c) durante las labores de poda y cosecha las herramientas deben ser desinfectadas con cloro y fungicida, d) **Corte las malezas**, particularmente las de hoja larga y porte alto y e) **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. Ver mas en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/cacao-1.pdf>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Aplicar al menos 2 kg de abono orgánico y/o químico 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. El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. 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: Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día (unos 1825 mm de agua/ año). Regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/planta/día/. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 L/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. **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. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/8/>. 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, 670 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 para proyectar la cosecha de frutales sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 3

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: Cultivar entre 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere:

- Arreglo 1: TSH-565, UF-296, ML- 22, ML-105, ML-106, IML-44, IML-11, Criollo-28 y Criollo-32.
- Arreglo 2: SPA-10, UF-29, UF- 221, UF-613, UF-677, EET-395, EET397, EET- 399, EET-400.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>

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

Diseño de siembra: En estos sitios se sugiere plantar cacao a 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, respectivamente. Para más detalles técnicos ver <http://cacaomovil.com/guia/2/> y <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5288e/A5288e.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 pintoii*) o camelia (*Callisia repens*), los cuales controlan malezas, retienen humedad y reducen la temperatura del suelo. 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. 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 más en: <http://cacaomovil.com/guia/7/>.

Sombra permanente: Plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables son: Acacia (*Acacia ataxacantha*), Palo amargo (*Trichilia pallida*) y guaba (*Inga edulis*). Especies frutales son: Coco (*Cocos nucifera*), Fruta de pan (*Artocarpus altitis*) y Aguacate (*Persea americana*). 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 puntos de siembra 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://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. 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 se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, anillado, 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: La planta de cacao debe tener una altura no mayor de 2.5 m y entre 20-22 m de ramas cosecheras, esto facilita las labores sanitarias y de cosecha. Podar en función del 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 a cada lado, toda rama que traspase ese espacio será podada. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Hay tres reglas 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, c) **Eliminación de los frutos enfermos**, 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 cal o urea en agua al 15% y se cubren con hojas de plátano. Ver más <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. 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. 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-Plátano-Maderable son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 300, 345, 400, 485 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 suficientes datos para proyectar la cosecha de los frutales sugeridos como sombra.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 4

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

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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere cultivar:

- Arreglo 1: ICS-1, ICS-10, ICS-39, ICS-40, ICS-95, UF-29, UF- 221, y RIM-52
- Arreglo 2: UF-296, SPA-10, TSH-565-, EET-400, EET, 339, UF-676 y SPA-10.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: se sugiere plantar el 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. Las densidades finales van entre 800-943 plantas/ha en terreno plano y al tresbolillo. 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: Se sugiere evitar la pérdida de humedad del suelo sembrando hierbas como maní o camelia (*Callisia repens*). Se utilizan coberturas vegetales como el mulch, producto de la poda sombra de cacao y residuos de malezas secas. Las leguminosas de cobertura como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) o maní forrajero (*Arachis pintoï*) se pueden sembrar en el área entre los surcos de cacao manteniendo un círculo limpio (rueda) alrededor del árbol. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Sombra temporal: Se utilizan especies de rápido crecimiento como: el Gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), Higuera (*Ricinus communis*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del árbol de cacao. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. Especies leguminosas y maderables sugeridas son madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), Eucalipto Arco iris (*Eucaliptus deglupta*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son esapote (*Manilkara sapota*), Aguacate (*Persea americana*) y coco (*Cocos nucifera*). 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 traslapa de puntos de siembra 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://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. Cultivar 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. 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 (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, 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. Ver más detalles en http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf.

Manejo de la fertilidad: Fertilizar a razón de 3 kg de abono/planta/año (orgánico o químico). 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 120 N, 60 P, 150 K, 150 S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. Ver más en: <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. En la medida de lo posible, 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, 405, 550, 608, 650, 700 y 750 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 7500-800 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 sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 5

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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere cultivar:

- Arreglo 1: UF-296, SPA-10, RIM-52, ICS-45, Criollo-28 y Criollo-32, MC-67 y TSH-565.
- Arreglo 2: ICS-1, ICS-10, ICS-39, ICS-40, ICS-95, UF-29, UF- 221, EET-399 y EET-400.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de->



cacao-recomendados-para-puerto-rico.html. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<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 arreglo y marco de siembra va entre 3 x 3 m y 3.5 x 3.5 m en cuadro en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Las densidades finales son entre 800-1200 plantas/ha. 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: Se sugiere evitar la pérdida de humedad del suelo sembrando hierbas como maní o camelia (*Callisia repens*). Se utilizan coberturas vegetales como el mulch, producto de la poda sombra de cacao y residuos de malezas secas. Las leguminosas de cobertura como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) o maní forrajero (*Arachis pintoi*) se pueden sembrar en el área entre los surcos de cacao manteniendo un círculo limpio (rueda) alrededor del árbol. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Sombra temporal: Se utilizan especies de rápido crecimiento como: el Gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), Higuera (*Ricinus communis*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del árbol de cacao. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles en 1 ha de especies con copas ralas y porte medio, entre ellas: roble de sabana (*Tabebuia rosea*), aceituno (*Simarouba glauca*) y guaba (*Inga edulis*). Especies frutales útiles son Jocote (*Spondias mombin*), Guayaba (*Psidium guajava*) y Aguacate (*Persea americana*). 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 y 4) y especies de copas ralas en estratos bajos (menor a 10 m).

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. Cultivar 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.

Manejo de arquitectura del cacao: 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. Ver: <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 =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de integrado de plagas y enfermedades: Se sugieren 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: Para lograr una producción de 1000 kg de cacao seco/ha/año se fertilizar con al menos 3 kg de abono (ya sea abono orgánico o químico) en dos momentos: al inicio de las lluvias y antes de la cosecha principal. Aplicar 250 gr de cal dolomita por árbol. En cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. 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 para crecer y producir bien. Regar semanalmente durante el verano a razón de 1.5 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: 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 son: **Cacao**-producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 345, 485, 528, 670, 700 y 750 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 15 se esperan 800-900 kg/ha. Entre el año 15 hasta los 25 años se esperan rendimientos por el orden 900-1000 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 sugeridos como sombra. Mas detalles ver <http://cacaomovil.com/guia/8/>.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - 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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugieren cultivar:

- Arreglo 1: ICS-95, ICS-39, ICS-40, ICS-60, ICS-1, UF-221, UF-613, UF-667 y TSH-565.
- Arreglo 2: IMC-67, UF-613, UF-677, EET-395, EET397, EET- 399, EET-400 y RIM-52.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa ≥ 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: 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. La densidad final es de 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	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Se utilizan coberturas vegetales como el mulch, producto de la poda sombra de cacao y residuos de malezas secas. Las leguminosas de cobertura como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) se pueden sembrar en el área entre los surcos de cacao. Otras especies útiles son maní forrajero (*Arachis pintoi*) o camelia (*Callisia repens*). 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 seca⁴ foliar y de raíces, respectivamente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra permanente: Plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables útiles son: Laurel (*Cordia allodora*), Acacia (*Acacia ataxacantha*), Palo amargo (*Trichilia pallida*) y guaba (*Inga edulis*). Especies frutales útiles son Coco (*Cocos nucifera*), Fruta de pan (*Artocarpus altitis*) y Aguacate (*Persea americana*). 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 puntos de siembra 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://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. 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 se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, anillado, 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: Podar de tres a cuatro veces al año, repartidas entre podas formación, mantenimiento de altura y sanitarias. Se podan las ramas que cruzan en la calle o entre planta. Con el fin de facilitar las labores fitosanitarias y la de cosecha, 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: En estos sitios se alteran los ciclos de las plagas como el chinche o minador de la mazorca (*Monalonium* spp.). Se sugiere a) purgar el cacaotal (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 b) regular la sombra del cacaotal. La mazorca negra y la moniliasis, serán menos severas, se controlan mediante la eliminación semanal de frutos enfermos. Ver más en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/cacao-1.pdf>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Aplicar al menos 2 kg de abono orgánico y/o químico y 200 gr de cal dolomita por árbol. En suelos ácidos, se recomienda aplicar cal dolomita 1 mes antes de la fertilización. 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. 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. Regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/planta/día/. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 L/planta/día. 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.

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. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/8/>. 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 700-800 kg/ha. **Plátano.** El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos para proyectar la cosecha de frutales sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 7

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

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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere cultivar:

- Arreglo 1: SPA-10, UF-296, SPA-10, RIM-52, ICS-45, TSH-565, ICS-1, ICS-10, IMC-67 y Criollo-32.
- Arreglo 2: EET-395, EET-397, EET- 399, EET-400, ICS-39, ICS-40, ICS-95, UF-613 y UF-677.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa ≥ 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: 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. Las densidades finales van 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	810	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de piso y coberturas: Se utilizan coberturas vegetales como el mulch, producto de la poda sombra de cacao y residuos de malezas secas. Las leguminosas de cobertura como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) o maní forrajero (*Arachis pintoii*) se pueden sembrar en el área entre los surcos de cacao manteniendo un círculo limpio (rueda) alrededor del árbol. Ver más en <http://cacaomovil.com/guia/4/>

Sombra temporal: Se utilizan especies de rápido crecimiento como: el Gandul (*Cajanus cajan*), Crotalaria (*Crotalaria spp*), Higuera (*Ricinus communis*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del árbol de cacao. Ver mas en: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 50-60 árboles de sombra en 1 ha. Especies leguminosas y maderables sugeridas son madero negro o madre cacao (*Gliricidia sepium*), Laurel (*Cordia alliodora*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son zapote (*Manilkara sapota*), Aguacate (*Persea americana*) y coco (*Cocos nucifera*). 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 puntos de siembra 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://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de la sombra: Mantener un nivel de sombra de 60% para planta jóvenes, luego se reduce a un 40% cuando la plantación alcanza el 5to año. Cultivar 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.

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*, dentro y alrededor de los cacaotales, b) Purga total de mazorcas, antes de que inicien las lluvias eliminando todas las mazorcas enfermas y sanas que quedaron del ciclo de producción anterior, c) Eliminación de los frutos enfermos (poda sanitaria), corte todos los frutos enfermos durante las mañanas para evitar que las esporas estén secas y se desprendan. Los frutos cortados se cubren con hojarasca, se agrupan en sitios abiertos y se rocían con cal o urea en agua al 15%.

Manejo de la fertilidad: Fertilizar a razón de 3 kg de abono/planta/año (orgánico o químico). En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. 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 aplica de hasta 120 N, 60 P, 150 K, 150 S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha. 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. Regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 L/planta/día. Ver: <http://www.simbiotik.com/riego-drenaje-en-el-cultivo-de-cacao/>.

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. En la medida de lo posible, 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 150, 257, 300, 405, 550, 608, 650 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 datos suficientes para proyectar la producción de los frutales sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 8

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 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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugieren cultivar:

- Arreglo 1: UF-221, UF-613, UF-667, ICS-95, ICS-39, ICS-40, ICS-60, ICS-1, SPA-10, RIM-52.
- Arreglo 2: UF-677, EET-395, EET-397, EET- 399, EET-400, IMC-67, EET-400 y TSH-565.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: 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. La densidad final es de 625-722 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: Se utilizan coberturas vegetales como el mulch, producto de la poda sombra de cacao y residuos de malezas secas. Las leguminosas de cobertura como el Kudzu (*Pueraria phaseoloides* L.) se pueden sembrar en el área entre los surcos de cacao. Otras especies útiles son maní forrajero (*Arachis pintoii*) o camelia (*Callisia repens*). 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 seca⁵ foliar y de raíces, respectivamente. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/7/>

Sombra permanente: Plantar entre 40-50 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables útiles son: Acacia (*Acacia ataxacantha*), Palo amargo (*Trichilia pallida*) y guaba (*Inga edulis*). Especies frutales útiles son Coco (*Cocos nucifera*), Fruta de pan (*Artocarpus altitis*) 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 puntos de siembra 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://cacaomovil.com/guia/5/>.

Manejo de la sombra: Típicamente el cacao necesita más luz durante la floración, cuaje, llenado y maduración de frutos. Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables de sombra. 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 se logra 1) manejando densidades de árboles y 2) regulando la sombra con podas, descope, descentrado, anillado, 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: Podar de tres a cuatro veces al año, repartidas entre podas formación, mantenimiento de altura y sanitarias. Se podan las ramas que cruzan en la calle o entre planta. Con el fin de facilitar las labores fitosanitarias y la de cosecha, 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: En estos sitios se alteran los ciclos de las plagas como el chinche o minador de la mazorca (*Monalonium* spp.). Se sugiere a) purgar el cacaotal (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 b) regular la sombra del cacaotal. La mazorca negra y la monilia, serán menos severas, se controlan mediante la eliminación semanal de frutos enfermos. Ver más en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/cacao-1.pdf>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: Aplicar biocarbon para reducir la acidez y aportar nutrientes como el potasio a razón de cantidad de 2 a 5 kilos por planta. Fertilizar con al menos al menos 4 kg de abono (orgánico y/o químico) y 200 gr de cal dolomita por árbol/ año. En suelos ácidos, se recomienda aplicar cal dolomita 1 mes antes de la fertilización. El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos.

Riego: Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día. Regar dos veces por semana a razón de 1.5 L/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 2 L/planta/día. 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.

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. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/8/>. Los rendimientos esperados con este tipo de SAF-Cacao son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 220, 290, 345, 485, 528, 600 y 670 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 datos para proyectar la cosecha de frutales sugeridos.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 9

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
No idóneo	Muy caliente - Seco	Oportunidad	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

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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere cultivar:

- Arreglo 1: ICS-1, ICS-10, ICS-39, UF-29, UF- 221, EET-395, SPA-10 y EET-397.
- Arreglo 2: ICS-40, ICS-95, UF-613, UF-677, TSH-656, RIM-52, EET- 399 y EET-400.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa ≥ 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: cultivar cacao a una densidad entre baja y media. El marco de plantación sugerido es en cuadro tanto en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Las densidades finales van entre 800-1200 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 Malezas: Se recomienda al menos tres desyerbas anuales y una aplicación racional de herbicida para las malezas de hoja ancha. Controle también las malezas en las áreas que bordean el cacaotal. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

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 y entre las calles al doble de la distancia del cacao. Otras especies como sombra temporal 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/>

Sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables y leguminosas sugeridas son: Laurel (*Cordia alliodora*), Almendro (*Terminalia oblonga*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son Fruta de pan (*Artocarpus altitis*), cas (*Psidium friedrichsthalianum*) 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 marco del cacao para evitar traslape de puntos de siembra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas medias y ralas en estratos bajos. Ver: 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 las plantas jóvenes, luego regular a un 40% cuando la plantación alcanza el quinto año. 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.

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 3-4 ramas con una longitud productiva entre 20-22 m y 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, 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. Cubrir los frutos cortados con hojarasca, o bien, se agrupan en sitios abiertos dentro del cacaotal y rociarles cal o urea en agua al 15%, tras lo cual se cubren con hojas de plátano. Para más detalles técnicos ver: <http://cacaomovil.com/guia/6/>.

Riego: Un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 6 mm de agua/día para crecer y producir bien. Se sugiere regar dos veces por semana a razón de 1.5-2.0 L/planta/día. Ver más en: <http://www.simbiotik.com/riego-drenaie-en-el-cultivo-de-cacao/>.

Manejo de la fertilidad del cacaotal: En estos sitios 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 suelos de baja fertilidad en 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/>

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 son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 250, 345, 485, 528, 670 y 740 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.

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 10

ZAC actual (2010)	ZAC futuro (2030)	Gradiente de impacto	Tipo de adaptación
Limitaciones	Aptitud incierta	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.

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

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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere cultivar:

- Arreglo 1: SPA-10, ICS-10, ICS-39, Criollo-32, UF-29, UF- 221, EET-395 y EET-397.
- Arreglo 2: RIM-52, ICS-45, Criollo-28, UF-613, UF-677, EET- 399, EET-400 y TSH-565.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa ≥ 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: cultivar cacao a una densidad media. El distanciamiento y marco de plantación sugeridos es 3x 4 en cuadro tanto en terreno plano o en tresbolillo en terreno con pendiente. Las densidades finales van entre 1111-1200 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	820	943
Media	3 x 3	1111	1283
Alta	2.5 x 2.5	1600	1848

Manejo de malezas: Se recomienda al menos tres desyerbas anuales y una aplicación racional de herbicida para las malezas de hoja ancha. Controle también las malezas en las áreas que bordean el cacaotal. Ver más en: <http://cacaomovil.com/guia/5/>.

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, regulan la erosión y reducen la temperatura del suelo. Se sabe que *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 seca⁶ foliar y de raíces, respectivamente.

Sombra temporal: Se utilizan especies de rápido crecimiento como: el Gandul (*Cajanus cajan* L.), Crotalaria (*Crotalaria spp*), Higuierilla (*Ricinus communis* L.) y se siembran entre los surcos del cacao a una distancia de 75 cm entre planta a hileras dobles y a 1 m del árbol de cacao. Otras especies útiles son la leucanea (*Leucaena leucocephala*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Ralea el 50% de la sombra temporal a los 3-4 años. Ver: <http://cacaomovil.com/guia/2/>

Sombra permanente: Plantar entre 70-80 árboles de sombra en 1 ha. Especies maderables y leguminosas útiles son: Laurel (*Cordia alliodora*), Carao (*Cassia grandis*) y la guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son Fruta pan (*Arthocarpus altitis*), Zapote (*Pouteria sapota*) 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 puntos de siembra y 3) especies de copas densas y anchas en estratos altos y especies de copas medias y ralas en estratos bajos. Ver: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_marzo_2019.pdf.

Manejo de la sombra: Al final de la época de mayor cosecha regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. Manejar el cacao con 40% de sombra, significa que, del total de la parcela, digamos 1 ha

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

(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 3-4 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 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. Cubrir los frutos cortados con hojarasca, o bien, agruparlos 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 del cacaotal: Aplicar biocarbon para reducir la acidez y aportar nutrientes como el potasio a razón de cantidad de 2 a 5 kilos por planta. Fertilizar con al menos al menos 3 kg de abono (orgánico y/o químico) y 200 gr de cal dolomita por árbol/ año. El cacao cosechero requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos. 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. 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-Maderable son: **Cacao**-una producción a partir del año 3 al 10 de 157, 200, 345, 485, 528, 670, 740 y 800 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

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 11

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

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 4-6 clones o variedades auto o inter-compatibles y en arreglos policlonales. Con base el catálogo de clones de CONACADO (https://equalexchange.coop/sites/default/files/CATALOGO_CLONES_FINAL_Enero25018.pdf) se sugiere cultivar:

- Arreglo 1: ICS-39, ICS-6, ICS-1, TSH-565, ICS-60, UF613, IMC-67, UF-221, UF-667 y TSH-565.
- Arreglo 2: IML- 3, ML-4, ML-22, ML-71, SPA-10, ML-102, ML-103, ICS-95, UF-29, UF- 221 y EET-400.
- Arreglo 3: IML-104, IML-106, ML-107, RIM-52, IML-11, IML-44, UF-677, EET-395, EET-397 y EET- 399.

Todos estos clones son moderadamente tolerantes a enfermedades, producen más de 1kg/planta, tienen granos de 1 gr y un contenido de grasa \geq 50%. En Puerto Rico existen unos 10 clones potencialmente adaptables a estas condiciones de sitio. <https://docplayer.es/44384450-Clones-de-cacao-recomendados-para-puerto-rico.html>. CATIE también ofrece un set de 6 clones productivos, tolerantes a enfermedades y de buena calidad de grano. Ver (<http://www.aprocacaho.com/wp-content/uploads/2013/07/Poster-clones-CATIE-VF.pdf>).

Diseño de siembra: Plantar el 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: <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 pintoí*) 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 seca⁷ 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 entre las calles y 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/>

Sombra permanente: Plantar entre 60-70 árboles de sombra en 1 ha. 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*). Leguminosas útiles son Gallinazo (*Shizolobium parahyba*) y guaba (*Inga edulis*). Frutales útiles son el Jocote (*Spondias mombin*), mamon (*Melicoccus bijugatus*) y maranon (*Anacardium occidentale*). Tres reglas generales son: 1) distanciar los árboles 1.5 veces el ancho

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

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.

Manejo de la sombra: Regule el nivel de sombra (hasta 30% a 40% de sombra) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao. 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. Ver más 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 =10 m y 20 m, respectivamente. Diámetro de las musáceas= 5 m.

Manejo de arquitectura del cacao: La altura de la planta de cacao debe ser igual o menor a 2.5 m para facilitar las labores sanitarias y la cosecha. Se sugiere manejar 3-4 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 cuatro acciones clave: a) **Desyerbas**, al menos 4 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; 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 (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. Agrupe los frutos cortados y cúbralos con hojarasca, o bien, agruparlos 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 a razón de 3 kg de abono/planta/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 60 N-30 P-60 K 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 150S, 340 C a y 15 Mg Kg/Ha. 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 y <http://cacaomovil.com/guia/4/>.

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, 445, 585, 628, 700, 850 y 900 kg/ha, respectivamente. Del año 11 al 25 se esperan 1000-1100 kg/ha. **Plátano**. El primer año 15 kg/cepa; el segundo año 10-12 kg/cepa. No hay datos suficientes para proyectar el rendimiento de las especies frutales sugeridas como sombra (maranon, jocotes, mamon, etc).

Directrices técnicas para diseñar SAF-Cacao climáticamente-República Dominicana - Situación # 12

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 aguacate (*Persea americana*), coco (*Cocos nucifera*) 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 laurel (*Cordia alliodora*), piñón cubano (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga spp.*). Frutales útiles son guanábana cimarron (*Annona muricanta*) y cítricos (*Citrus spp.*).

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-República Dominicana - Situación # 13

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

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.

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 secos como achiote (*Bixa orellana*), coco (*Cocos nucifera*) y Caimito (*Chrysophyllum cainito*). 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 siempre plátano o banano y plantar 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 Acacia (*Acacia ataxacantha*), piñón cubano (*Gliricidia sepium*) y Eucalipto (*Eucalyptus spp.*) Frutales útiles son cítricos (*Citrus spp.*) y coco.

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.