



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura

CAMBIO CLIMÁTICO Y SOSTENIBILIDAD DEL BANANO EN EL **ECUADOR**

*Evaluación de impacto y
directrices de política*





CAMBIO CLIMÁTICO Y SOSTENIBILIDAD DEL BANANO EN EL ECUADOR:

Evaluación de impacto y directrices de política

Editado por:

Aziz Elbehri

Autores Principales

Aziz Elbehri; Germán Calberto; Charles Staver,
Almudena Hospido; David Skully

Autores secundarios

Laura Roibás; Pablo Siles; Jessenia Arguello;
Ignacio Sotomayor; Antonio Bustamante

Cita requerida:

Elbehri, A., G. Calberto, C. Staver, A. Hospido, L. Roibas, D. Skully, P. Siles, J. Arguello, I. Sotomayor, y A. Bustamante. 2015. *Cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador: Evaluación de impacto y directrices de política*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma, Italia.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-308952-9

© FAO, 2015

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

© Créditos de las fotos:

Foto de cubierta: ©/FAO Aziz ElBehri

Índice

Prólogo y reconocimientos	xii
Abreviaturas y acrónimos	xiv

CAPÍTULO 1: TEA PANORAMA GENERAL DEL MARCO METODOLÓGICO: INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SOSTENIBILIDAD EN LOS SECTORES AGRÍCOLAS

1.	Introducción	2
2.	Análisis del impacto climático en la agricultura: la cuestión del ámbito	2
3.	Marco específico al sector para la adaptación al cambio climático	5
3.1	Panorama general del Marco	6
3.2	Descripción del marco propuesto	6
4.	Fase 1: Marco analítico tridimensional	7
4.1	Análisis económico	7
4.2	Análisis biofísico	9
4.3	Análisis socioinstitucional	9
4.4	Interconexión de las tres dimensiones	10
5.	Fase 2: Formulación de políticas	11
6.	Fase 3: Aplicación de la estrategia de adaptación	11
7.	Aplicación a tres sistemas agrícolas: Ecuador, Kenya y Marruecos	11
7.1	El sector del té de Kenya y el cambio climático	11
7.2	Árboles frutales de Marruecos: incorporación de la adaptación en el Plan Marruecos Verde	13
7.3	El sector del banano en el Ecuador y el cambio climático	14

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS ECONÓMICO Y DE POLÍTICAS DEL SECTOR DEL BANANO EN EL ECUADOR Y CONSECUENCIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIAL Y AMBIENTAL

1.	Introducción	18
2.	Introducción al sector bananero en el Ecuador	19
2.1	Ecología y enfermedades del banano	19
2.2	Evolución de la industria bananera en el Ecuador	20
2.3	El banano en el Ecuador: geografía y estructura de las explotaciones	23
2.3.1	<i>Localizaciones geográficas</i>	21
2.3.2	<i>Tamaño de las explotaciones</i>	22

3.	Análisis de la cadena de valor del banano en el Ecuador: fases clave y protagonistas principales	23
3.1	Producción bananera	23
	3.1.1 Manejo del banano en el campo y prácticas de embalaje	23
	3.1.2 Costos de producción	24
	3.1.3 Rendimientos del banano	27
3.2	Exportaciones de banano	28
	3.2.1 Exportadores	31
	3.2.2 Otros proveedores de la industria bananera	32
3.3	Transporte marítimo	32
3.4	Minoristas	33
3.5	La distribución desigual del valor a lo largo de la cadena bananera: impacto del poder de mercado	35
4.	Análisis de la política bananera del Ecuador	37
4.1	Precio mínimo y cumplimiento del contrato entre productores y exportadores	38
4.2	Gestión del exceso de oferta y la variabilidad del banano	40
4.3	Apoyo a la productividad para los agricultores	41
4.4	Políticas en materia de protección social y derechos de los trabajadores	42
4.5	Normas ambientales para el banano	42
4.6	Política comercial: diversificación de los mercados de exportación	43
5.	Examen y conclusión general: consecuencias para la sostenibilidad económica, ambiental y social	44
5.1	Sostenibilidad económica	44
5.2	Sostenibilidad ambiental: la larga sombra de las plagas y el empleo de plaguicidas	46
	5.2.1 El impacto agravante del cambio climático	48
5.3	Sostenibilidad social	49
5.4	Hacia un sector bananero sostenible: por una mejora de la gobernanza	51

CAPÍTULO 3: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS EN EL SECTOR DEL BANANO EN EL ECUADOR **53**

1.	Tendencias mundiales del cambio climático	54
2.	Cambio climático regional (Región amazónica)	54
	2.1 Temperatura	54
	2.2 Ciclones tropicales	55
	2.3 El Niño	56
3.	El cambio climático y sus crecientes efectos en el Ecuador	57
	3.1 El retroceso de los glaciares	58
	3.2 La agricultura y la amenaza del cambio climático en el Ecuador	59
	3.3 La mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) relacionados con el cambio climático en el Ecuador	59

4.	Consecuencias del cambio climático para el banano en el Ecuador	60
4.1	Consecuencias del cambio climático mundial para el banano	60
4.1.1	<i>Enfermedades</i>	60
4.1.2	<i>Otros países productores de banano</i>	60
4.1.3	<i>Ciclones tropicales y El Niño</i>	60
4.2	Consecuencias del cambio climático para el banano en el Ecuador	62
4.2.1	<i>Temperatura</i>	62
4.2.2	<i>Precipitaciones</i>	63
4.2.3	<i>Enfermedades</i>	64
5.	Resumen	65

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN E IDONEIDAD DEL BANANO EN EL ECUADOR **69**

1.	Introducción	70
2.	Impacto previsto del cambio climático y la variabilidad del clima en la productividad y los niveles de enfermedad	71
2.1	Zonas de producción de banano de exportación en el Ecuador	72
2.2	Cambios previstos del clima en las principales zonas de producción de banano para exportación hasta 2070	75
2.2.1	<i>Estimación de los GDC y las UTD para el banano</i>	78
2.2.2	<i>Estimación del déficit del agua para el banano</i>	79
2.2.3	<i>Evapotranspiración potencial mensual (ETP)</i>	79
2.2.4	<i>Evapotranspiración real (ETR)</i>	79
2.2.5	<i>Precipitación efectiva (Pe)</i>	79
2.3	Estimación de las condiciones climáticas en el desarrollo de la sigatoka negra y el picudo del banano	81
2.3.1	<i>La sigatoka negra</i>	82
2.3.2	<i>El picudo del banano</i>	85
2.4	Historia reciente de la variabilidad climática moderada y extrema en las zonas de producción de banano de exportación e implicaciones para el futuro	90
2.5.	Cambios previstos en el clima en las cuencas altas que alimentan los ríos usados en las zonas productoras de banano	95
2.6.	Implicaciones del cambio climático y la variabilidad del clima en la producción de banano de exportación	95
2.6.1	<i>Condiciones abióticas – temperatura y precipitaciones</i>	97
2.6.2	<i>Condiciones bióticas – plagas y enfermedades</i>	97
2.6.3	<i>Variabilidad del clima</i>	98
2.6.4	<i>Enfoques para afrontar al cambio climático y la variabilidad del clima</i>	98
3.	Estrategias de manejo actuales de los productores frente a eventos climáticos de variabilidad moderada y extrema	99

3.1	Documentación de las estrategias de los productores	99
3.2	Implicaciones de los resultados de los grupos focales para el cambio climático	105
4.	Revisión de efectos perturbadores de los eventos climáticos moderados y extremos en las exportaciones de banano del Ecuador	105

CAPÍTULO 5: HUELLA DE CARBONO DEL BANANO ECUATORIANO **109**

1.	Introducción	110
2.	El ciclo de vida del banano: Datos de inventario y supuestos	110
2.1	Cultivo de banano en la finca (plantación)	110
2.2	Transporte fuera de la plantación	116
2.3	Maduración y transporte al minorista	120
2.4	Consumo	126
2.5	Factores de emisión de GEI	127
3.	Interpretación y discusión de los resultados	131
3.1	La huella de carbono de la producción de banano ecuatoriano	131
3.2	Comparación de resultados con la literatura	132
3.3	Análisis detallado de las principales contribuciones	134
3.3.1	<i>Cultivo del banano – plantación</i>	134
3.3.2	<i>Consumo</i>	136
3.3.3	<i>Transporte marítimo</i>	137
3.3.4	<i>Transporte del puerto de destino a las instalaciones de maduración</i>	139
4.	Conclusiones	139

CAPÍTULO 6: POLÍTICAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO POTENCIAL EN EL SECTOR BANANERO DEL ECUADOR – UN ANÁLISIS ECONÓMICO **141**

1.	Introducción	142
2.	El costo social del CO ₂	142
2.1	La demanda de banano	144
3.	Emisiones después de la compra	148
4.	La cadena de suministro del banano desde la explotación a la venta al por menor	149
4.1	Transporte marítimo	151
4.2	Transporte doméstico	155
5.	Políticas nacionales para controlar las emisiones de GEI en las explotaciones	155

5.1	Embalaje	156
5.2	Emisiones relacionadas con los combustibles fósiles	157
5.3	Emisiones de fertilizantes y de óxido nitroso (N ₂ O)	157
5.4	Producción orgánica frente a producción convencional de banano	160
6.	Resumen	162

BIBLIOGRAPHY

163

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1:	Producción de banano en el Ecuador, por provincia	22
Cuadro 2:	Distribución por tamaño de las explotaciones bananeras y rendimientos promedios en el Ecuador	22
Cuadro 3:	Principales operaciones de campo y en la planta empacadora del banano	24
Cuadro 4:	El uso de insumos por las plantaciones orgánicas y convencionales de banano en Ecuador	25
Cuadro 5:	Costo de producción para tres tamaños de explotaciones bananeras convencionales en el ecuador	26
Cuadro 6:	Cuotas de exportación de los 10 principales exportadores de banano en el Ecuador	31
Cuadro 7:	Industrias de apoyo clave y sus cuotas de mercado	32
Cuadro 8:	Favorabilidad climática para la sigatoka negra	65
Cuadro 9:	Parámetros de temperatura clave para crecimiento de banano	73
Cuadro 10:	Zonas agroclimáticas	73
Cuadro 11:	Seis puntos representativos de las principales zonas de producción de banano en el Ecuador	74
Cuadro 12:	Zonas agroclimáticas actuales y futuras del Ecuador en km ² con climas importantes para el banano en amarillo	76
Cuadro 13:	Coefficientes de cultivo de banano (Kc) encontrados en la literatura para diferentes cultivares	80
Cuadro 14:	Emisión anual total de hojas basada en la temperatura (GDC), y la temperatura y el agua (UTD)	81
Cuadro 15:	Demanda de agua del cultivo de banano y necesidades de irrigación en seis sitios en el Ecuador en 2070	82
Cuadro 16:	Puntos representativos para determinar la variabilidad estacional	92
Cuadro 17:	Respuestas más comunes de los cinco grupos focales (Tomado de las hojas de inscripción)	101

Cuadro 18: Respuesta de 5 grupos focales a un sondeo sobre la variabilidad de las condiciones meteorológicas de un año a otro. Valores en porcentaje (%)	102
Cuadro 19: Eventos meteorológicos perturbadores de la producción y el manejo del banano – respuestas abiertas de los productores. (Porcentajes de respuesta de un total de cinco grupos focales)	102
Cuadro 20: Promedio de producción (cajas)/mes por temporada y por zona)	103
Cuadro 21: Eventos moderados por temporada	103
Cuadro 22: Eventos extremos por temporada	103
Cuadro 23: Ajuste en manejos como respuesta a cambios estacionales – resultados de grupos focales	104
Cuadro 24: Principales causas de las disminuciones en las exportaciones de banano del Ecuador	108
Cuadro 25: Características generales de las plantaciones inventariadas	115
Cuadro 26: Datos de inventario relativos al transporte de la plantación al centro de acopio	116
Cuadro 27: Fuentes empleadas para la estimación de uso de energía en el centro de acopio	117
Cuadro 28: Datos de inventario del centro de acopio	117
Cuadro 29: Datos de inventario desde centro de acopio hasta el puerto de salida	118
Cuadro 30: Distancias cubiertas desde la plantación hasta el puerto de salida	118
Cuadro 31: Datos de inventario del puerto de salida (por tonelada)	119
Cuadro 32: Distribución de la exportación y distancias recorridas	119
Cuadro 33: Datos de inventario del puerto de destino (por tonelada de banano que entra en el puerto)	120
Cuadro 34: Datos de inventario de las instalaciones de maduración (por tonelada de banano entrante)	121
Cuadro 35: Escenario de gestión de residuos en España	121
Cuadro 36: Distancias de transporte de las instalaciones de maduración a los centros de distribución regionales	123
Cuadro 37: Datos de inventario del centro de distribución regional	123
Cuadro 38: Resumen de las distancias aproximadas de la red de distribución	124
Cuadro 39: Consumo de electricidad y gas natural en el punto de venta	125
Cuadro 40: Datos de inventario de la venta al por menor	126
Cuadro 41: Datos de inventario del consumo	126
Cuadro 42: Distancias y tipo de transporte de residuos usados en la gestión de residuo en la etapa de consumo	127
Cuadro 43: Datos de inventario del puerto de salida (por tonelada)	128

Cuadro 44:	Factores de emisión empleados para los plaguicidas usados durante el cultivo	129
Cuadro 45:	Factores de emisión empleados para algunos de los fertilizantes usados durante el cultivo	130
Cuadro 46:	Distribución porcentual de la huella de carbono a lo largo de la cadena de valor del banano	132
Cuadro 47:	Distribución entre el cultivo del banano y el embalaje en las plantaciones	134
Cuadro 48:	Costo social de CO ₂ actualizado, 2010 – 2050 (dólares EE.UU. por tonelada métrica de CO ₂ en 2007)	143
Cuadro 49:	Huella ecológica del CO ₂ eq de gastos por dólar EE.UU., quintil medio. Hogares de los Estados Unidos (por categoría de gastos)	146
Cuadro 50:	Cambio en el precio relativo del banano debido a un impuesto sobre emisiones de CO ₂ a 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO ₂ eq.	147
Cuadro 51:	Equivalencia de huella ecológica del CO ₂ del banano en puntos de venta (en kilogramos de CO ₂ eq por tonelada)	150
Cuadro 52:	Transporte marítimo del banano y la huella del carbono	152
Cuadro 53:	Equivalencia de huella del CO ₂ derivada de la producción del banano ecuatoriano, en kilogramo de CO ₂ eq por tonelada	156
Cuadro 54:	Emisiones de GEI derivadas de las explotaciones bananeras ecuatorianas, en kilogramos de CO ₂ eq por tonelada	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Cuatro ámbitos del análisis del impacto y la acción climáticos	3
Figura 2:	Enunciado del problema: de un sector no sostenible otro compatible con el clima	7
Figura 3:	Enfoque de tres fases para la adaptación al cambio climático a nivel de sector	7
Figura 4:	Marco conceptual tridimensional para el análisis de la adaptación al cambio climático a nivel de sector	8
Figura 5:	Aplicación del marco multidisciplinario para la adaptación al cambio climático en el Ecuador, Kenya y Marruecos	12
Figura 6:	Proporción de la mano de obra y los productos agroquímicos en el costo total de producción de las pequeñas, medianas y grandes explotaciones de banano convencional	27
Figura 7:	Evolución del rendimiento del banano en el Ecuador y otros importantes exportadores	28
Figura 8:	Precio semanal del banano en el mercado al contado (promedio 2006-2012)	29
Figura 9:	Principales exportadores de banano (porcentaje total; 2012)	30

Figura 10:	Principales destino de exportación del banano del Ecuador (2012)	30
Figura 11:	Porcentaje del valor retenido a lo largo de la cadena de valor del banano)	36
Figura 12:	Distribución del valor del banano en dos supermercados del Reino Unido (2006)	36
Figura 13:	Previsiones de temperaturas de la 'Amazonía' del IPCC	55
Figura 14:	Aumento de incertidumbre	57
Figura 15:	Temperaturas mensuales en Guayaquil	63
Figura 16:	Zonas de producción de banano en el Ecuador por provincia	72
Figura 17:	Zonas agroclimáticas del Ecuador, principales zonas de producción de banano y 6 puntos escogidos para representar las diferentes condiciones climáticas de la industria ecuatoriana de exportación de bananos y plátanos	74
Figura 18:	Precipitación y temperatura medias mensuales para los 6 puntos representativos del sector ecuatoriano de exportación de banano y plátano	77
Figura 19:	Distribución proyectada comparada con distribución diaria de la estación meteorológica de Pichilingue	83
Figura 20:	Sumas de la velocidad de evolución de la sigatoka negra basada en la temperatura	84
Figura 21:	Estado de evolución de la sigatoka negra basado en la precipitación y laevapotranspiración para Pichilingue	85
Figura 22:	Índice de generación (GI) para las condiciones actuales y previsiones para los años 2030, 2050 y 2070 para el <i>C. Sordidus</i>	87
Figura 23:	Índice de actividad(AI) para las condiciones actuales y previsiones para los años 2030, 2050 y 2070 para el <i>C. Sordidus</i>	88
Figura 24:	Índice de establecimiento (ERI) para las condiciones actuales y previsiones para los años 2030, 2050 y 2070 para el <i>C. Sordidus</i>	89
Figura 25:	Variabilidad histórica Pichilingue. Precipitación y temperatura promedio (1960-1990): 2000 milímetros y 22 °C, respectivamente)	91
Figura 26:	Variabilidad anual de la precipitación (2000 milímetros) y la temperatura (22 °C) en Pichilingue	91
Figura 27:	Variabilidad histórica (precipitación anual y temperatura anual promedio, respectivamente)	93
Figura 28:	Variabilidad histórica para las temporadas lluviosa (enero – abril) y seca (julio – agosto) (precipitación anual y temperatura promedio anual para cada temporada, respectivamente)	94
Figura 29:	Las proyecciones del cambio climático para la cuenca superior del Babahoyo	96
Figura 30:	Variabilidad de la parte alta de la cuenca de Babahoyo. Precipitación y temperatura promedio (1960-1990): 2.300 milímetros y 20°C, respectivamente	96

Figura 31:	Precipitación (2.300 milímetros) y temperatura promedio (20°C) para el período 1960-1990	96
Figura 32:	Caída de las exportaciones de banano del Ecuador en el período 1961– 2011	107
Figura 33:	La cadena de valor del banano, sus etapas y los límites del sistema	111
Figura 34:	Llegada de los racimos a la zona de procesado, mediante cablevía	112
Figura 35:	Instalaciones de embalaje	113
Figura 36:	Llenando el cambi6n para su expedici6n al centro de acopio	113
Figura 37:	Localizaci6n de las plantaciones evaluadas, de los centros de acopio y los puertos de salida	114
Figura 38:	Trayecto marítimo (línea azul) y por carretera (línea verde) hasta el destino final en España	120
Figura 39:	Distribuci6n geográfica de los CDR considerados	122
Figura 40:	El banano ecuatoriano en un supermercado espaol	125
Figura 41:	Resultados de huella de carbono individual y promedio de la cadena de valor del banano	131
Figura 42:	Huella de carbono de la cadena de valor de banano obtenida por varios autores	134
Figura 43:	Contribuciones individuales a la huella de carbono del banano promedio orgánico y convencional ecuatoriano	135
Figura 44:	Distribuci6n de los distintos elementos considerados en la etapa Consumo	137
Figura 45:	Corrientes de residuos generada a lo largo de la cadena de valor del banano	138
Figura 46:	Emisiones de GEI por kilogramo de productos alimenticios seleccionados	144
Figura 47:	Emisiones de GEI por d6lar EE.UU. de productos alimenticios seleccionados	145
Figura 48:	Eficiencia y escala de los GEI del transporte marítimo	153
Figura 49:	Huella del carbono del transporte nacional	154

Prólogo y reconocimientos

El sector bananero del Ecuador es crucial para la economía nacional, el empleo y la balanza comercial del país. Las implicaciones económicas, sociales y ambientales de las cadenas de valor del banano cuestionan las opciones de políticas y los costos de oportunidad actuales en el Ecuador. El aumento de la productividad del sector, la distribución más justa del valor añadido entre los actores privados (obreros, agricultores y exportadores), y la mejora de las prácticas fitosanitarias sostenibles encabezan las prioridades del Gobierno. Además, el cambio climático suscita temores adicionales sobre la viabilidad a largo plazo del banano y su sostenibilidad en el Ecuador. La cuestión del cambio climático se manifiesta de muchas maneras a través de la reducción de la disponibilidad de agua, desde la disminución de los glaciares andinos y los cambios en los regímenes de lluvias hasta el aumento de las temperaturas y el consiguiente posible incremento de la incidencia o gravedad de las enfermedades.

A petición del Gobierno ecuatoriano, la FAO emprendió un proyecto de asistencia técnica que proporcionó una evaluación de los efectos del cambio climático en la cadena de valor bananera en apoyo de las iniciativas ecuatorianas encaminadas a promover estrategias sostenibles y adaptadas al cambio climático. La evaluación sectorial comprendió un análisis biofísico y otro socioeconómico dentro de un marco integrado concebido específicamente para el análisis sectorial o a nivel de mercado de los efectos del cambio climático en la agricultura. El marco integrado de evaluación se aplicó en otros países y cultivos (como el té en Kenia y los árboles frutales en Marruecos). El análisis biofísico abarcó: i) una evaluación de la sostenibilidad del banano ante el cambio climático en el Ecuador y en otras partes; ii) los efectos del cambio climático en los rendimientos y en la incidencia de enfermedades; iii) la cuantificación de la huella del carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con la producción del banano, incluyendo desde la fase de transporte hasta la de consumo. El análisis socioeconómico examinó las políticas sociales nacionales para garantizar una distribución más justa de los beneficios a los interesados a lo largo de toda la cadena de valor del banano, en especial en lo que se refiere a los pequeños agricultores y los trabajadores de las plantaciones bananeras, que desempeñan un papel importante como integrantes de la principal industria agrícola del Ecuador. El análisis también incluyó la cuestión de la gobernanza, en relación con la cadena de valor del banano en el Ecuador (mano de obra, productores, exportadores) y más allá (consumidores). Estos estudios se realizaron entre septiembre de 2012 y diciembre de 2013. Sus conclusiones se presentaron en un taller nacional dirigido a múltiples partes interesadas celebrado en enero de 2014 en Guayaquil, Ecuador.

El proyecto se ejecutó bajo la supervisión técnica general de Aziz Elbehri, Economista Superior de la División de Comercio y Mercados de la FAO, y la supervisión sobre el terreno del Sr. Pedro Pablo Pena, Representante de la FAO en el Ecuador. La coordinación en el país y del trabajo sobre el terreno se llevó a cabo a través de la activa intervención del Sr. Jorge Samaniego y la

Sra. María José Alvear de la oficina de la FAO en Quito y de Aicha Delleró, de la Sede de la FAO. Para los análisis normativos, la FAO movilizó a un equipo de la Organización y a expertos internacionales, apoyados por dos consultores nacionales, el Sr. Gustavo Novillo y el Sr. Trossky Maldonado. La exitosa terminación de la evaluación sectorial fue posible gracias al firme empeño y la eficaz ayuda de los asociados nacionales y de sus representantes, quienes manifestaron un alto grado de entusiasmo e interés por el trabajo de la FAO. Un reconocimiento especial, por su valiosa ayuda a lo largo de todo el proyecto, va a la Sra. Lisseth Moreira, Directora de Cooperación Internacional del Ministerio de Agricultura, al Sr. Marco Antonio Oviedo Cajas, coordinador del proyecto en el Ministerio de Agricultura, y al Sr. Ignacio Sotomayor del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Este informe se divide en 6 capítulos. En el capítulo 1 (Aziz Elbehri) se describe el marco conceptual general que orientó el proyecto. En el Capítulo 2 (Aziz Elbehri) se facilita información sobre el análisis económico y político de la cadena de valor del banano en el Ecuador y las consecuencias en la sostenibilidad social y ambiental. En el Capítulo 3 (David Skully y Aziz Elbehri) se presentan un panorama general de las cuestiones específicas relacionadas con el cambio climático a las que probablemente haga frente el Ecuador y la industria bananera. En el Capítulo 4 (German Calberto y colegas) se presenta un profundo análisis cuantitativo de la idoneidad del banano en el Ecuador en el contexto del cambio climático, realizado por un equipo de investigadores de la organización Diversity International dirigido por Charles Staver. En el Capítulo 5 (Almudena Hospido y Laura Roibas) se presenta un análisis del ciclo vital y de la huella del carbono del banano en el Ecuador. En el Capítulo 6 (David Skully) se ofrece un análisis económico de la política en materia de carbono y sus consecuencias en la demanda, la oferta y el comercio bananeros.

Los fondos para el proyecto se proporcionaron a través del mecanismo de apoyo a programas multiasociados de la FAO, con el respaldo financiero de la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

El apoyo administrativo estuvo a cargo de Nadia Laouini y Patricia Taylor de la División de Comercio y Mercados de la FAO. Pedro Soussa se encargó de la asistencia técnica complementaria y el examen de la literatura. El manuscrito fue editado por Margie Peters-Fawcett, mientras que el diseño artístico y la presentación final estuvieron a cargo de Rita Ashton y Ettore Vecchione.



Abreviaturas y acrónimos

AEBE	Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador
AGMIP	Agricultural Model Intercomparison
C.I.F.	Costo, seguro y flete
CBI	Chiquita Brands International
CCAFS	Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria
CGIAR	Del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
CIP	Centro Internacional de la Papa
CIRAD	Centro de cooperación internacional en investigación agrícola para el desarrollo
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO²	Dióxido de carbono
CRU	Climate Research Unit
CSC	Costo social del carbón
EE.UU.	Estados Unidos
ENSO	El fenómeno de oscilación austral/El Niño
ETP	Evapotranspiración potencial mensual
ETR	Evapotranspiración real
F.O.B.	Franco a bordo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GDC	Grados días de crecimiento
GEI	Gases de efecto invernadero
ILCYM	El programa informático de Modelado de Ciclos de Vida de Insectos
IMANHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
MARPOL	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques
MCG	Circulación general de la atmósfera
MIPP	Manejo integrado de productos y plagas
N₂O	óxido de nitrógeno
OACI	Organización de la Aviación Civil Internacional
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMI	Organización Marítima Internacional
ONG	Las organizaciones no gubernamentales
PE	Precipitación efectiva
PIB	Producto interno bruto

SN
UE
UTD
WRI
ZAEM

Sigatoka negra
Unión Europea
Unidades térmicas de desarrollo
Instituto de Recursos Mundiales
Zona agroecológica mundial





©FAO/Aziz Elbehri



CAPÍTULO 1:

PANORAMA GENERAL DEL MARCO METODOLÓGICO: INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SOSTENIBILIDAD EN LOS SECTORES AGRÍCOLAS

Por Aziz Elbehri¹

¹ División de Comercio y Mercados, Departamento de Desarrollo Económico y Social, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.



1. Introducción

Se prevé que el cambio climático empeore la sostenibilidad de la mayoría de los sistemas agropecuarios y amenace a largo plazo la productividad agrícola, el suministro de alimentos y la seguridad alimentaria futura. Hacer frente al cambio climático y asegurar que la agricultura se ajuste a prácticas compatibles con el clima es una cuestión de máxima urgencia. Se deben desplegar esfuerzos concertados tanto a nivel de las explotaciones como comunitario y nacional para poner en práctica una variedad de soluciones, intervenciones e instrumentos a fin de hacer frente a las consecuencias del cambio climático en la agricultura. La amenaza del cambio climático para la agricultura requiere soluciones de adaptación que trasciendan el alcance de las actuales técnicas y sistemas agrícolas. La incorporación de la adaptación a la agricultura es un proceso dinámico que no se limita a la introducción de nuevas técnicas agrícolas. Debe abarcar también las reformas institucionales, las políticas, las herramientas de regulación, así como el aprovechamiento de los instrumentos de mercado.

Para una transición efectiva hacia una agricultura climáticamente inteligente en la que la adaptación y la mitigación se integren en una intensificación agrícola sostenible se requiere un enfoque sistémico que vincule el cambio climático con el desarrollo agrícola sostenible. Una acción climática eficaz ha de basarse en evaluaciones con base empírica para contribuir a la planificación de políticas y proponer opciones e intervenciones concretas y pertinentes al contexto. Las evaluaciones de impacto y la determinación de las respuestas de adaptación adecuadas, entre ellas la formulación y aplicación de políticas, variarán según la escala considerara, que va del nivel de las explotaciones a los ámbitos sectorial, nacional y mundial. La formulación de políticas agrícolas compatibles con el clima también requiere un mayor grado de coordinación activa por parte de los interesados y los responsables de la toma de decisiones.

2. Análisis del impacto climático en la agricultura: la cuestión del ámbito

Tendiendo en cuenta la índole específica de los sistemas agrícolas según su localización, la selección de una ámbito para el análisis y la acción climática es fundamental. La elección de una escala adecuada depende del objetivo de la evaluación del impacto y de la naturaleza de las medidas climáticas requeridas. La escala también determina los instrumentos metodológicos adecuados para la evaluación del impacto y las respuestas de seguimiento. En la Figura 1 se muestran los cuatro ámbitos clave que se deben tener en cuenta en la evaluación del impacto climático y las medidas de política.

En el ámbito mundial, el objetivo de la acción climática es evaluar las tendencias generales en cuanto a efectos en la productividad agrícola, la disponibilidad y utilización futura de recursos, las probable consecuencias del cambio climático y la magnitud relativa del mismo. En este ámbito, las evaluaciones se basan en modelo mundiales agregados relativos al clima,



Figura 1 Cuatro ámbitos del análisis del impacto y la acción climáticos



Fuente: A. Elbehri

los cultivos y la economía, que usan las tendencias climáticas, biofísicas y socioeconómicas. El objetivo es obtener la magnitud relativa de los cambios en las regiones y los sistemas agrícolas. Modelos mundiales como el de la Zona agroecológica mundial (ZAEM) de la FAO y el Agricultural Model Intercomparison (AgMIP) se han aplicado para estimar la magnitud del impacto del cambio climático en las tendencias futuras de la productividad de los principales cultivos, los sistemas de cría de animales, la silvicultura y la pesca. Las evaluaciones mundiales proporcionan la evidencia utilizada en el marco de gobernanza mundial del cambio climático de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que procura promover acuerdos comunes entre países para llevar adelante una acción conjunta, movilizar recursos y desarrollar la gobernanza mundial necesaria para aplicar las medidas de adaptación y mitigación.





En el ámbito regional, y dentro de regiones homogéneas y contiguas, el objetivo es evaluar las amenazas, los retos y las cuestiones comunes relacionados con el cambio climático y su impacto en la agricultura, los recursos (suelos, agua) y la seguridad alimentaria regional. El análisis debe combinar modelos regionales y modelos específicos a cada lugar para generar las evidencias pertinentes necesarias para la elaboración de medidas de política conjuntas. Las medidas de seguimiento a nivel regional pueden suponer el establecimiento de estrategias comunes, el intercambio de las mejores prácticas en cuanto a políticas e intervenciones, y la búsqueda de la integración económica, inclusive mediante el aumento del comercio regional. Además, es esencial establecer instituciones regionales para el seguimiento, la gestión y el intercambio de información a fin de mejorar la eficacia en el uso de los recursos (por ejemplo, el agua) y aplicar planes de adaptación nacionales. Como ejemplos de intervenciones compatibles con el clima a esta escala se puede citar la gestión eficaz de recursos comunes fundamentales como el agua, o la lucha contra otras amenazas relacionadas con el clima para la agricultura.

En el ámbito nacional, la adaptación al cambio climático para la agricultura comienza desde las políticas macroeconómicas, las reglamentaciones y la reforma institucional. Se hace hincapié en estrategias de adaptación para áreas intersectoriales, como la energía, el agua y la infraestructura. Las decisiones de adaptación para la agricultura se centran en las inversiones intersectoriales en materia de investigación, infraestructura (por ejemplo, riego) y servicios rurales (servicios bancarios). La aplicación de planes de adaptación nacionales también requiere un mayor grado de coordinación entre sectores, reformas institucionales y estructuras de gobernanza mejoradas para decisiones multidimensionales de adaptación con miras a una transición hacia una agricultura climáticamente inteligente.

Sin embargo, la mejor manera de llevar a cabo la planificación, las evaluaciones y las propuestas de acción concretas es a nivel de subsector (cultivos, ganadería, agrosilvicultura, entre otros) con agroecología o incluso territorialidad específicas. La formulación de una estrategia sectorial climáticamente inteligente requiere un análisis de sistemas que abarque la economía del sector, las implicaciones biofísicas de las consecuencias climáticas, y los aspectos socioinstitucionales, entre ellos las dimensiones de la gobernanza y el género. El análisis biofísico sectorial permite la identificación de los puntos vulnerables del sector ante el cambio climático en términos de rendimientos, enfermedades y disponibilidad de recursos. La economía del sector cubre el entorno normativo y regulador, la estructura del mercado, los factores impulsores de la oferta y la demanda (incluido el comercio) y la competitividad del sector, así como el uso eficaz de los recursos y la probable evolución frente al cambio climático. El análisis socioinstitucional genera una comprensión de las posibilidades de mejora de la participación de los interesados en la toma de decisiones (gobernanza), y de aprovechamiento de los incentivos económicos y normativos por parte de los responsables de la toma de decisiones. La evaluación a nivel sectorial/territorial es el ámbito adecuado para elaborar un plan de acción preciso respaldado por un programa de inversiones,



reformas institucionales, actividades de investigación y extensión agrícolas, reglamentaciones a nivel de mercado, comercio y otros incentivos económicos para inducir a los agricultores, silvicultores y pescadores a adoptar tecnologías y prácticas compatibles con el clima. El análisis a nivel sectorial y/o territorial de una agricultura climáticamente inteligente es un puente necesario entre las intervenciones normativas intersectoriales en el ámbito nacional y las decisiones de adaptación a nivel de las explotaciones.

En el ámbito de las explotaciones, las decisiones de adaptación se toman basándose en las dotaciones y limitaciones internas y en los incentivos externos. Las explotaciones y los hogares disponen de recursos internos para hacer frente al cambio climático y adaptarse a través de diferentes medios, entre otros modificando los planes de cultivo, adoptando nuevas técnicas de producción o reasignando mano de obra a otros usos, inclusive fuera de la agricultura. Las explotaciones también pueden tener dificultades para la adaptación debido a la carencia de recursos hídricos o la disminución de los mismos, la falta de información y la escasez del crédito. Los pequeños agricultores a menudo tienen más limitaciones para adaptarse que los grandes agricultores. Las explotaciones también responden a las señales o los incentivos externos para cambiar las prácticas con miras a mejorar la productividad y la resiliencia. El análisis de los factores internos y externos que afectan a las decisiones de los agricultores para adaptarse es una fase importante. Sin embargo, no es suficiente y ha de complementarse con un amplio análisis del sector o el territorio para identificar y recomendar los incentivos y medidas macroeconómicas o a nivel de todo el sector necesarios para inducir a los agricultores a cambiar de prácticas y encaminarse hacia una agricultura más compatible con el clima.

Cada una de los ámbitos anteriores son necesarios en algún nivel, pero ninguno es suficiente por sí mismo. Se necesita un enfoque integrado, que vincule a menudo dos o más ámbitos. El análisis a nivel de explotación requiere una evaluación paralela del sector y/o el mercado para proporcionar los incentivos macroeconómicos básicos (precios, factores de la oferta y demanda, comercio, regulaciones sectoriales, entre otros) necesarios para comprender la mejor manera de inducir la transición hacia prácticas climáticamente inteligentes en el sector o el territorio. Del mismo modo, la evaluación del sector debe complementarse con un análisis nacional e intersectorial para alinear los aspectos específicos al sector con las políticas e instituciones nacionales pertinentes y la planificación de la gestión de los recursos y las decisiones relativas a las inversiones. Se necesitan soluciones a nivel sectorial para identificar los vínculos entre las evidencias y la formulación de políticas. Estos pueden servir de orientación en la formulación de las intervenciones o estrategias a nivel nacional o intersectorial. Igualmente, las políticas nacionales en materia de seguridad alimentaria y de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos pueden verse facilitadas al integrarse en un marco estratégico regional para hacer frente a los retos y objetivos comunes.





3. Marco específico al sector para la adaptación al cambio climático

En esta sección se describe un marco metodológico concebido para organizar el enfoque de la evaluación del impacto climático necesario para generar la evidencia requerida para las adopción de las medidas de políticas a nivel de una industria agrícola o un territorio agroecológico. Este marco se aplicó con buenos resultados en tres casos nacionales, a saber, al sector del té en Kenya, al sector del banano en el Ecuador y al sector de los árboles frutales en Marruecos. En todos estos casos, la aplicación consistió en realizar una evaluación interdisciplinaria (económica, biofísica y socioinstitucional), seguida de un proceso dirigido por los interesados para favorecer la transición hacia las mejores prácticas compatibles con el clima facilitada por una nueva estrategia, una nueva política o la mejora de la política existente. Los tres estudios de casos nacionales confirmaron la idoneidad del enfoque centrado en la demanda dirigido a un sector estratégico. En Kenya, se elaboró una nueva estrategia compatible con el clima en relación con el té y se emprendió una nueva reforma de política para este cultivo. En el Ecuador, el único análisis del impacto climático sobre el banano ha orientado al Gobierno en el fomento de controles ambientalmente racionales de enfermedades, ha promovido nuevas iniciativas encaminadas a aumentar la productividad utilizando técnicas más adaptadas al clima, y ha sensibilizado acerca de los futuros desafíos para la viabilidad del banano mediante la preparación para un mejor control de los brotes de plagas en el contexto del cambio climático. En Marruecos, los enfoques relativos a los instrumentos biofísicos de decisión y el diagnóstico socioinstitucional elaborados con la aplicación del marco metodológico han mejorado la capacidad de incorporar medidas de adaptación innovadoras que trascienden las técnicas de producción, y han ayudado a fortalecer la capacidad nacional de integrar mejor la adaptación al clima en un programa nacional de inversiones para la intensificación y la adición de valor en la agricultura.

3.1 Panorama general del marco

La integración de la adaptación y la sostenibilidad climáticas en la agricultura exige un enfoque sectorial. Además, es necesario desarrollar un marco adecuado que pueda abordar eficazmente las dimensiones económica, social y ambiental de manera coherente, complementaria e interrelacionada. Para evaluar correctamente las posibilidades de adaptación al cambio climático y de aumento de la sostenibilidad de un sistema agrícola particular, se debe llevar a cabo un análisis económico que separe claramente las características que impulsan la eficacia de aquellas que afectan a la falta de sostenibilidad. El análisis debe abarcar los aspectos clave del mercado, las instituciones y la gobernanza.

Se debe realizar una evaluación biofísica del sistema agrícola para comprender las consecuencias agronómicas, agroecológicas y geoespaciales (o territoriales) del cambio climático y valorar las posibilidades de adaptación. En las evaluaciones económica y biofísica se determinarán las causas actuales de insostenibilidad y los incentivos y desincentivos económicos



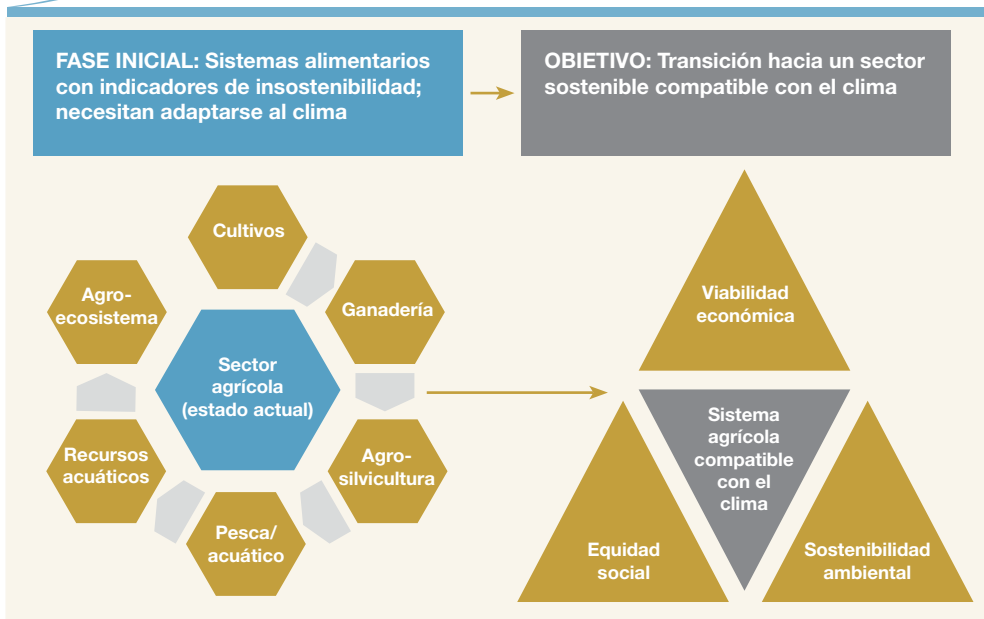
subyacentes. Esta evaluación establecerá las opciones técnicas disponibles en términos de adaptación, así como los incentivos económicos necesarios. Esta evaluación establecerá las opciones técnicas disponibles en lo que se refiere a la adaptación, así como los incentivos económicos esenciales. Sin embargo, para una transición hacia un sistema agrícola más sostenible, se requiere un análisis socio institucional que aborde las cuestiones críticas relativas a las estructuras sociales, las organizaciones, las relaciones de poder y la gobernanza. Este análisis socioinstitucional también se requiere a fin de garantizar la aceptación social y las decisiones normativas inclusivas.

3.2 Descripción del marco propuesto

El marco metodológico propuesto se ha concebido para examinar un subsector agrícola específico (por ejemplo, basados en la producción de cultivos, ganadero, mixto, agroforestal) o un ecosistema geoespacial que comparten un conjunto común de factores biofísicos y socioinstitucionales. El marco se centra en las implicaciones del sistema para la sostenibilidad y las consecuencias agravantes del cambio climático. El objetivo del análisis es determinar las posibilidades de adaptación al cambio climático y mejorar la resiliencia y, al mismo tiempo, garantizar su continua viabilidad económica y equidad social (Figura 2).

Para permitir la transición hacia una agricultura compatible con el clima o agricultura climáticamente inteligente, el marco se aplica en tres fases (Figura 3).

Figura 2 Enunciado del problema: de un sector no sostenible otro compatible con el clima



Fuente: A. Elbehri





Figura 3 Enfoque de tres fases para la adaptación al cambio climático a nivel de sector



Fuente: A. Elbehri

4. Fase 1: Marco analítico tridimensional

Esta fase comprende la recolección de pruebas y se compone de tres dimensiones de evaluación: biofísica, económica y socioinstitucional. En la siguiente Figura 4 se describe esquemáticamente el marco.

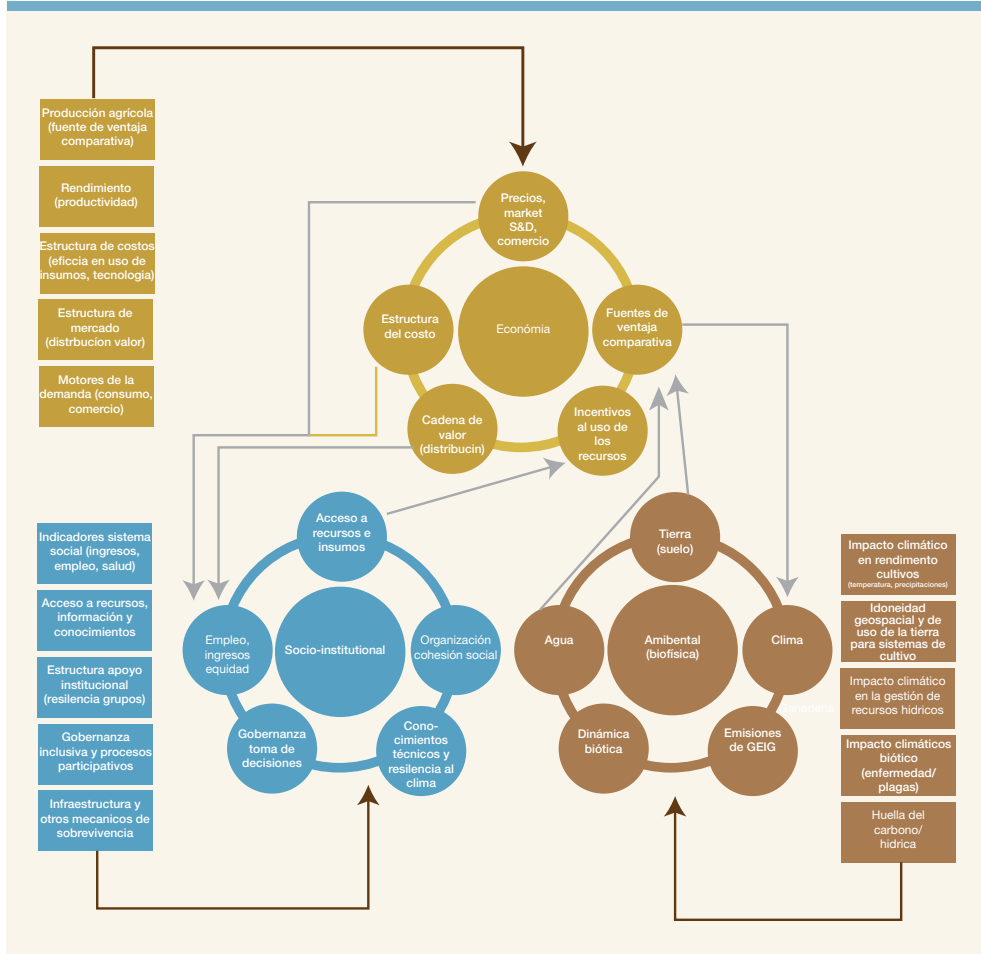
4.1 Análisis económico

El análisis biofísico del sector agrícola debe comprender la evaluación del impacto climático del cultivo específico y ha de basarse en los análisis existentes en distintos niveles (nacional, regional y local). Lo ideal sería que este análisis utilizara parámetros sobre el cambio climático disponibles localmente aplicables, en lo posible, al cultivo objeto del análisis. El enfoque de esta evaluación de impacto climático dependerá tanto de la localización regional del sistema agrícola, como de la agronomía y agroecología del cultivo. El análisis biofísico también puede resaltar cuestiones específicas que son críticas para el sistema de producción, como la hidrología del agua (en términos de demanda y oferta futura de agua) y la clasificación de la tierra. Cuando corresponda, el análisis también puede destacar la dinámica biótica del cambio climático sobre el cultivo, especialmente en aquellas situaciones en que las plagas y enfermedades son rasgos importantes del sistema de cultivo o en que se estima que el cambio del clima introducirá una nueva dinámica biótica en el futuro, que alterará la gestión y la productividad del sistema.

Por último, el análisis biofísico del sistema agrícola debe comprender una evaluación ambiental que cubra el ciclo del carbono y la huella de carbono del actual sistema de producción y las consecuencias para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con miras a su mitigación. Es importante reconocer que el enfoque específico del análisis biofísico debe depender del clima local, la agronomía del cultivo y el sistema de gestión asociado, así como de la ubicación agroecológica, incluidos los aspectos bióticos y abióticos. Los sistemas y la gestión (esta última vinculada a la economía) existentes en materia de cultivos son factores al igual que las consideraciones ambientales y ecológicas puras.



Figura 4 Marco conceptual tridimensional para el análisis de la adaptación al cambio climático a nivel de sector



Fuente: A. Elbehri

4.2 Análisis biofísico

El análisis económico debe incluir una valoración de la producción, la productividad y el nivel de uso de insumos (intensificación). La agronomía y la agroecología son factores determinantes puesto que son los motores económicos (incentivos y desincentivos). El análisis económico debe tener un doble objetivo: valorar i) la eficacia económica y sus motores, incluidas las fuentes de ventaja comparativa, y ii) las externalidades negativas que contribuyen al estado actual de insostenibilidad del sistema. Esto puede relacionarse con la presencia de incentivos que impulsan el uso excesivo de insumos y recursos (agua, suelos, nutrientes) o la presencia de desincentivos económicos para la conservación de los recursos. Esto debe dar lugar a una valoración de las





externalidades negativas vinculadas con el sistema agrícola, definido por sus factores agronómicos y agroecológicos, así como a establecer incentivos y desincentivos económicos que impulsen el proceso de producción. Por último, el análisis económico debe proporcionar las bases para determinar el alcance para ajustar los factores de impulso económico necesarios para hacer frente a las actuales limitaciones de insostenibilidad y los retos futuros derivados del cambio del clima.

4.3 Análisis socioinstitucional

Las opciones de adaptación pueden ser técnicamente posibles y económicamente viables; sin embargo, deben ser también socialmente viables y aceptables. El análisis socioinstitucional es la tercera dimensión crítica que asegura el vínculo con los procesos normativos. Sin embargo, es muy específico a cada contexto. El análisis económico del sistema agrícola ya ofrece indicadores de las dimensiones críticas para el enfoque. El análisis de costos y la distribución del valor sugerirán las implicaciones sociales de los sistemas económicos en relación con los beneficios para la mano de obra, el empleo y los ingresos. Los sistemas de gestión también pondrán de relieve las cuestiones sociales relacionadas con el acceso a los insumos, el papel del género y la importancia de los jóvenes en el sistema de producción. Las consideraciones relativas a la tierra y el agua, que son insumos para el análisis económico, tendrán implicaciones sociales en lo que se refiere al acceso, la gestión y las inversiones. Al examinar las posibilidades de adaptación y fortalecimiento de la resiliencia, es necesario tomar en consideración la realización de un examen de la coherencia social, las modalidades de toma de decisiones y las estructuras orgánicas.

Por último, se debe hacer un análisis del entorno propicio en términos de infraestructura, inversiones y capacidad. Para ello, se requerirá una evaluación de los sistemas de gobernanza, el proceso participativo y la extensión de la toma de decisiones inclusiva para facilitar la adaptación de técnicas mejoradas para el aumento de la productividad, así como la adaptación al cambio climático y el ahorro de emisiones cuando corresponda. En la medida en que se introducen o facilitan las estrategias y políticas de adaptación, los hombres y mujeres agricultores, los principales responsables de la toma de decisiones, deberá adherirse en mayor grado a las tecnologías de adaptación. Esto requerirá un exhaustivo análisis socioinstitucional del sistema agrícola en sus entornos físico, económico e institucional locales.

4.4 Interconexión de las tres dimensiones

Aunque cada uno de los tres principales análisis (económico, biofísico y socioinstitucional) tiene un conjunto básico de cuestiones por examinar en relación con el sector objeto de estudio, existen importantes relaciones que afectan a las tres dimensiones y que hacen las veces de circuitos de alimentación. Por ejemplo, un análisis biofísico del impacto del cambio climático en los recursos hídricos, la temperatura y las condiciones (biofísicas) del suelo contribuye directamente a la utilización de los recursos que, a su vez, afecta a la eficiencia en el uso de los insumos que, a su vez, afectará a la estructura de los



costos (económico), los cuales, en última instancia, afectarán a los beneficios de la mano de obra y a los ingresos (social). Del mismo modo, cuando se prevea que el cambio climático reduzca la disponibilidad de agua, esto modificará la economía del sistema agrícola (a través de la productividad, la eficacia en el uso del agua y los costos conexos), lo que puede exigir decisiones de política para la gestión de los recursos hídricos y la reasignación a través de usos (social).

Otro ejemplo es cuando el cambio climático (a través de los cambios en la temperatura y las precipitaciones) altera la dinámica de las plagas (biofísico), afectando así la productividad del sistema. Esto, modificará la intensidad del uso de insumos y, por tanto, la estructura costo-beneficios (económico) con consecuencias sociales en términos de ingresos y salud (uso de sustancias químicas y plaguicidas). También afectará a la política y la gobernanza (socioinstitucional). Claramente, la identificación de los relaciones entre las tres dimensiones es fundamental para una evaluación coherente e interconectada. Es necesario proporcionar las evidencias sobre las cuales basar la estrategia de adaptación.

Existen dos requisitos previos para la aplicación exitosa de este marco analítico. Primero, es necesario contar con la mayor cantidad posible de expertos locales en todos los niveles y en todo momento. Segundo, es fundamental utilizar los datos, la información y los conocimientos disponibles localmente. Esto no solo garantizará resultados más pertinentes, sino que facilitará la apropiación local del proceso, que es factor esencial para emprender y lograr finalmente la transformación. Sin embargo, en el contexto de los países en desarrollo, en los que a menudo no se disponen de datos o no es fácil acceder a ellos o utilizarlos, es posible que no siempre se pueda proceder sin problemas. Además, puede que a menudo falten investigaciones nacionales, por lo que el desarrollo de capacidad deberá realizarse a partir de fuentes externas. Sin embargo, los dos requisitos previos antes mencionados son importantes y se deben seguir siempre que sea posible.

5. Fase 2: Formulación de políticas

La descripción anterior del marco analítico propuesto proporciona la prueba de que es necesario iniciar la segunda fase (formulación de políticas). Esta, por definición, es un proceso que ha de ser dirigido por múltiples partes interesadas para centrarse en las cuestiones y enmarcarlas utilizando los conocimientos y las pruebas obtenidos a partir de los análisis iniciales. Se ha de prestar atención a la identificación e introducción de una estrategia o una política compatible con el clima adaptada al sector agrícola objeto de la evaluación, pero que esté en consonancia con la política nacional más amplia y con una estrategia climática intersectorial. El proceso de adaptación al cambio climático también requiere sinergias horizontales (entre ministerios y organismos gubernamentales) y verticales (entre los sectores público y privado, en especial entre el gobierno y las partes interesadas vulnerables, entre ellas los pequeños agricultores, las mujeres y los grupos de jóvenes).





6. Fase 3: Aplicación de la estrategia de adaptación

Esta fase abarca un variedad de posibles medidas e intervenciones, según cuáles sean los resultados de las dos primeras fases. La naturaleza exacta de las medidas de aplicación por adoptar son específicas al contexto y dependen de la naturaleza de las constataciones, los procesos de políticas existentes, la magnitud de la conciencia e identificación nacionales y el estado de la capacidad nacional. La aplicación puede suponer nuevos desarrollos para la formulación de una estrategia, incluido el establecimiento de opciones y mecanismos de inversión para adoptar medidas de adaptación prioritarias, perfeccionar las mejores prácticas comprobadas o apoyar el desarrollo de capacidad para aumentar la identificación nacional en la planificación, el diseño y aplicación de las medidas de adaptación. Las intervenciones necesarias también pueden requerir el establecimiento de mecanismos basados en el mercado o incentivos económicos regidos por políticas para alentar la aceptación de las mejores prácticas de adaptación. La aplicación también puede requerir un diálogo normativo que de lugar a reformas institucionales y a las nuevas estructuras de gobernanza necesarias para lograr la adaptación y sostenibilidad climáticas.

7. Aplicación a tres sistemas agrícolas: Ecuador, Kenya y Marruecos

El marco metodológico descrito anteriormente se aplicó en tres países en el ámbito de tres proyectos pilotos de la FAO relativos a: i) la cadena del valor del banano en el Ecuador; ii) el sector del té en Kenya, y iii) los árboles frutales en Marruecos (Figura 4) En cada uno de los tres proyectos pilotos se previó una evaluación completa de la adaptación al cambio climático, seguida de un proceso participativo de formulación de políticas en el que intervinieron las partes interesadas gubernamentales, sectoriales y nacionales.

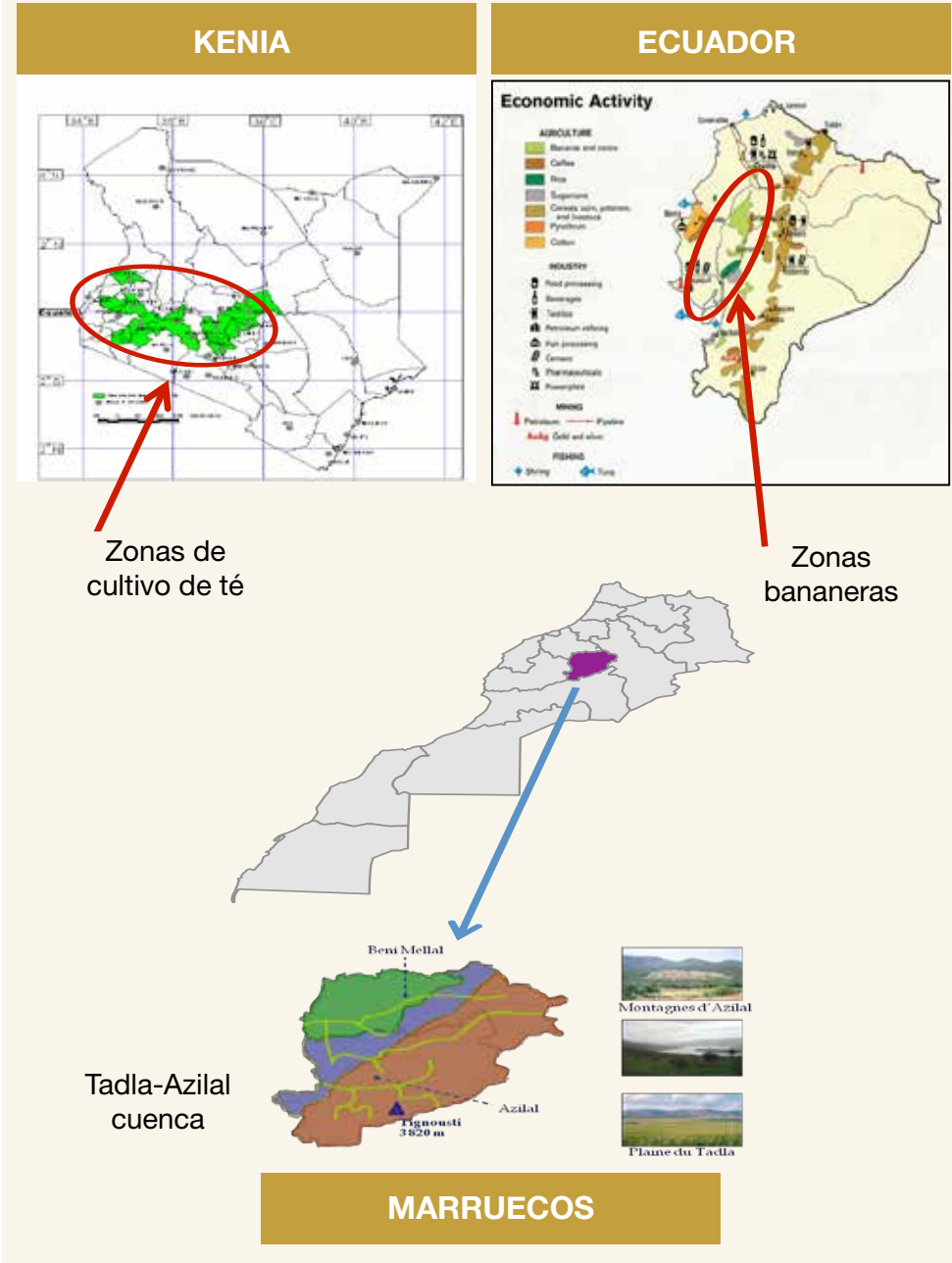
7.1 El sector del té de Kenya y el cambio climático

El cultivo del té es la principal industria agrícola de Kenya y proporciona empleo a más de 2 millones de personas. Se aplicó un enfoque de dos fases, encabezado por una evaluación de impacto multidisciplinaria, seguida por un proceso inclusivo en el que participaron las distintas partes interesadas, en cuyo marco se elaboró una nueva estrategia climáticamente inteligente para el sector del té en Kenya. El marco multidisciplinario comprendió un estudio biofísico de la relación entre el clima y los rendimientos del té, un análisis del ciclo vital del té, y la elaboración de un modelo para la gestión del cultivo del té en varios escenarios climáticos (modelo Aquacrop). El examen económico abarcó la estructura de costo de producción y el análisis de la cadena de valor del té, así como las fuentes de productividad y las ventajas comparativas de Kenya, que le garantizaron su posición como el principal país productor de té en el mundo.

Los análisis socioeconómicos también incluyeron estudios en las explotaciones de té y los hogares que examinaron la percepción que los agricultores tienen actualmente del cambio climático y las pruebas de cambios



Figura 5 Aplicación del marco multidisciplinario para la adaptación al cambio climático en el Ecuador, Kenya y Marruecos



Fuente: A. Elbehri





de adaptación (mediante cambios en las técnicas de cultivo y la diversificación de estos) ante la reciente variabilidad climática observada. Los estudios también examinaron las respuestas de los hogares a la variabilidad de ingresos provocada por el cambio climático y observaron ajustes en la seguridad alimentaria y el comportamiento nutricional de los hogares.

Una vez obtenidas las pruebas acumulativas de los estudios, se emprendió un proceso que contó con la participación de múltiples partes interesadas encaminado a elaborar una estrategia compatible con el clima para el sector del té en Kenya. Se organizó un taller nacional de divulgación, en el que participaron los organismos gubernamentales, la empresa privada y representantes de la sociedad civil, en el que se dieron a conocer y se examinaron las constataciones de los estudios. Este taller fue seguido por la reunión de una Comité Técnico para formular conjuntamente una nuevas estrategia de adaptación al cambio climático para el té en Kenya. El Comité estuvo integrado por representantes de varios ministerios y organismos gubernamentales especializados y representantes de la industria del té y productores.

7.2 Árboles frutales de Marruecos: incorporación de la adaptación en el Plan Marruecos Verde

En el caso de Marruecos, el marco metodológico antes descrito se aplicó al desarrollo de las herramientas necesarias para incorporar la adaptación al cambio climático en la agricultura en pequeña escala en el contexto del programa nacional de inversiones agrícolas, conocido como el Plan Marruecos Verde. A diferencia de los casos del Ecuador y Kenya, en los que la atención se dirigió a un único sector estratégico, el caso de estudio de Marruecos se basó en un enfoque territorial en el que el centro del análisis es la cuenca de Tadla-Azilal. Dentro de la zona seleccionada, se hizo hincapié en la utilización del agua para los cultivos agrícolas de árboles frutales por parte de los pequeños productores, seleccionado para las inversiones dentro del Plan Marruecos Verde (pilar 2).

La escasez de agua es un problema fundamental para Marruecos. El estudio biofísico se centró en la sostenibilidad de los cultivos en diferentes escenarios climáticos, teniendo en cuenta los tipos de suelos locales y la demanda de agua. Mediante un modelo hidrológico, elaborado especialmente para la zona de Tadla-Azilal, se examinó la demanda y el suministro de agua y la idoneidad futura de los cultivos con niveles de suministro de agua cambiantes debido, en gran parte, al cambio climático. El análisis económico cubrió los dos problemas principales relacionados con las consecuencias del cambio climático en la agricultura de Marruecos, a saber: i) el impacto del cambio climático en la variabilidad del suministro de alimento y la seguridad alimentaria en el futuro a la luz de las prioridades de inversión y de la cadena de valor del Plan Marruecos Verde, y ii) las compensaciones entre la intensificación agrícola en el marco del Plan Marruecos Verde y el uso, la conservación y la sostenibilidad de los recursos hídricos. Los análisis económico y biofísico convergieron en la cuestión central del uso óptimo del agua, dado las cambiantes condiciones climáticas.



La evaluación socioinstitucional incluyó estudios de diagnóstico centrados en los pequeños agricultores para evaluar su grado de participación en los programas de inversión que cuentan con apoyo nacional y las posibilidades de integrar la adaptación al cambio climático en sus sistemas agrícolas.

Se realizó un análisis socioinstitucional centrado la gobernanza para examinar la estructura de gobernanza por la que se rigen las relaciones de los oficiales gubernamentales con los pequeños agricultores en la iniciación, diseño y ejecución de los proyectos financiados por el Gobierno para mejorar la productividad y el valor añadido de las cadenas de valor seleccionadas en el ámbito del Pilar 2 del Plan Marruecos Verde.

El análisis se diseñó con miras a desarrollar una herramienta de diagnóstico participativa destinada a promover una aplicación inclusiva de los proyectos de inversiones en el marco del Plan Marruecos Verde y garantizar una mayor aceptación por parte de los pequeños agricultores y, por tanto, mejorar las condiciones para una mayor adopción de prácticas de producción climáticamente inteligentes y resilientes.

7.3 El sector del banano en el Ecuador y el cambio climático

La industria bananera es el principal sector agrícola del Ecuador pues casi el 10 por ciento de la población vive directamente de este cultivo. En términos de efectos del cambio climático, una preocupación clave para la producción bananera son las probables consecuencias del aumento de la incidencia de plagas y enfermedades provocadas por el clima y sus consecuencias en los rendimientos futuros del banano y su viabilidad a largo plazo.

En 2013, se realizó un estudio en el Ecuador para examinar la sostenibilidad del sector bananero en el contexto del cambio climático utilizando el marco metodológico descrito anteriormente. En la generación de pruebas, los estudios biofísico y económico se llevaron a cabo simultáneamente. El análisis económico se centró en las estructuras de los costos (impulsados por la mano de obra y los plaguicidas) y del mercado, así como en la distribución desigual a lo largo de la cadena de valor, que está creando considerables desigualdades sociales. El análisis biofísico hizo hincapié en i) el impacto del cambio climático en la idoneidad del banano en el Ecuador; ii) las consecuencias del cambio de los parámetros climáticos en la dinámica de las plagas y enfermedades, y iii) los probables cambios a los que habrá que prestar atención inmediatamente y en el futuro para garantizar viabilidad económica futura de un sistema que es de vital importancia para la economía agrícola del Ecuador.

En el marco de esta análisis biofísico también se examinó la huella del carbono y las emisiones de GEI asociadas a la producción de banano, desde la fase del transporte hasta la del consumo. Desde una perspectiva socioinstitucional, se realizó un estudio de las políticas sociales nacionales para garantizar una distribución más justa de los rendimientos entre las partes interesadas a través de la cadena de valor del banano, en especial en lo que se refiere a los pequeños agricultores y los trabajadores de las plantaciones bananeras, que desempeñan un importante papel como integrantes de la principal industria agrícola ecuatoriana. El análisis socioinstitucional abarcó la cuestión de la gobernanza,





en relación con la cadena de valor del banano, no sólo dentro del Ecuador (trabajadores, productores, exportadores) sino también fuera de sus fronteras (consumidores).

Se ha constatado que el impacto del cambio climático en la idoneidad futura del la producción de banano en el Ecuador ha sido consistente, a diferencia de otros principales países productores de banano. Sin embargo, los efectos del impacto del cambio climático en la dinámica de las plagas y enfermedades en el Ecuador fueron menos consistentes, y apuntan a posibles consecuencias negativas en el análisis global preliminar de la dinámica de las enfermedades en el contexto del cambio climático. Sin embargo, todavía se necesitan realizar nuevas investigaciones y análisis más detallados para reducir las posibilidades de incertidumbre en el conocimiento actual.

Las conclusiones de los análisis biofísico y socioeconómico se dieron a conocer a los interesados nacionales a través de un taller nacional y un diálogo de política complementario para una mayor colaboración de los asociados nacionales. El objetivo era facilitar y orientar la aplicación de la recién promulgada ley sobre el banano a la luz de las conclusiones de los estudios, especialmente en relación con el manejo ambientalmente responsable de los plaguicidas.

El presente informe se centra en el caso del Ecuador. Describe los diferentes estudios emprendidos en relación con los efectos del cambio climático en la industria del banano ecuatoriana.



©FAO/Aziz Elbehri



CAPÍTULO 2:

ANÁLISIS ECONÓMICO Y DE POLÍTICAS DEL SECTOR DEL BANANO EN EL ECUADOR Y CONSECUENCIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD SOCIAL Y AMBIENTAL

Por Aziz Elbehri ¹

¹ División de Comercio y Mercados, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.



1. Introducción

El banano es uno de los cuatro cultivos principales del mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. Se produce generalmente en países en desarrollo con climas tropicales y se consume en mercados industriales de altos ingresos y entre las crecientes clases medias de los países emergentes. Por consiguiente, es objeto de un intenso comercio y constituye una cadena de valor mundial muy integrada. En la mayoría de los países tropicales, los sistemas modernos de producción de banano tienen un doble costo muy alto: la larga sombra del problema de los plaguicidas y sus efectos ambientales, y las persistentes injusticias sociales asociadas a las prácticas laborales y la distribución desigual de los beneficios. Las modernas cadenas de valor del banano, aunque pueden ser eficientes económicamente, se caracterizan por un problema de sostenibilidad, tanto desde el punto de vista ambiental como social.

Sin embargo, no se trata de un problema nuevo. Los debates acerca de las externalidades negativas ambientales y sociales del banano se han sucedido desde el decenio de 1990, cuando los minoristas reemplazaron a las empresas multinacionales y se transformaron en los líderes del mercado. Al estar más cerca de los consumidores y ser más sensibles a sus demandas, los minoristas respondieron a su manera a las clamorosas quejas de las ONG y grupos ambientalistas sobre los impactos ambientales y sociales negativos de los sistemas de producción bananera. Para aliviar las preocupaciones de los consumidores, la industria, en un proceso de autorregulación, ideó estándares, normas, protocolos y planes de certificación “voluntarios”. En términos de una transición tangible hacia un sistema más sostenible y equitativo, estos impactos son, en el mejor de los casos, limitados. Además, el problema de la sostenibilidad se ha vuelto más apremiante debido al creciente desafío planteado por el cambio climático y la necesidad urgente de hacer frente a sus efectos ya visibles.

Dada la mayor complejidad del problema del cambio climático, se requiere un enfoque integrado que pueda combinar coherentemente las dimensiones económicas, ambientales y sociales. Un punto lógico de partida es comenzar por un análisis económico exhaustivo de la cadena de valor del banano y, luego, proceder con las implicaciones ambientales y sociales pertinentes. El análisis económico ha de abarcar los aspectos comerciales, institucionales y normativos. El análisis de las estructuras de gobernanza a lo largo de la cadena de valor es otro elemento esencial para llegar a formular recomendaciones tangibles para una exitosa transición hacia un sistema más sostenible.

En el presente documento se examina la economía de las cadenas bananeras y las implicaciones para la sostenibilidad en el caso del Ecuador. El documento es parte de un estudio más amplio sobre la sostenibilidad del banano ecuatoriano a la luz del cambio climático realizado por la FAO en representación del Gobierno del Ecuador. Este estudio se emprendió con el fin de apoyar la capacidad del Gobierno ecuatoriano de incorporar la adaptación al cambio climático en sus políticas y estrategias agrícolas. El Ecuador es uno de los principales países productores y exportadores de banano. Este cultivo es sumamente importante para la economía ecuatoriana, pues representa más del 22 Por ciento del total



de las exportaciones mundiales, el 27 Por ciento del total de sus exportaciones agrícolas y el 8 Por ciento del valor de todas sus exportaciones (incluido el petróleo). Además, da empleo a una importante parte de la fuerza de trabajo, y más de un décimo de la población se beneficia económicamente de la producción bananera y de sus industrias conexas (PROECUADOR, 2013).

El documento está estructurado de la siguiente manera. En la sección 1 se presenta una introducción general a la industria del banano en el Ecuador, incluida la ecología, la evolución de la industria y la geografía de la producción bananera. En la sección 2 se ofrece un análisis económico detallado de la cadena de valor del banano, que abarca todas las fases y protagonistas principales hasta el consumidor final. En la sección 3 se examina la actual política bananera ecuatoriana, sus objetivos primordiales y los problemas relativos a su aplicación. En la sección 4 se presenta un debate general en el que se determinan los aspectos económicos, ambientales, sociales y de gobernanza más directos e importantes para la sostenibilidad.

2. Introducción al sector bananero en el Ecuador

2.1 Ecología y enfermedades del banano

Las plantas de banano pertenecen al género *Musa*, concretamente *Musa acuminata* (genoma A) y *Musa balbisiana* (genoma B) y se manifiestan en una amplia variedad de razas nativas y cultivares.¹ Los bananos se producen en regiones tropicales y requieren temperaturas relativamente altas, que varían de 18°C a 30°C, y un gran suministro de agua durante todo el año, comprendido entre 100 milímetros y 180 milímetros por mes. Además, requieren suelos profundos con buen drenaje. Los bananos extraen grandes cantidades de nutrientes del suelo con la cosecha del fruto.

Como el banano es un cultivo permanente y se puede cultivar hasta 30 años de forma continuada, la fertilidad del suelo disminuye rápidamente después de los primeros años, con la consecuente reducción de los rendimientos a partir del tercer al quinto año después de la plantación, y una reducción ulterior después de diez a quince años (Chambron). La disminución de la fertilidad del suelo es una importante causa de insostenibilidad. Las tierras abandonadas después de una producción continua de bananos dejan a menudo tras sí suelos muy agotados que no ofrecen casi ningún uso alternativo viable, lo que pueden ocasionar graves pérdidas de ingresos y empleo para las comunidades cercanas. Esto ocurrió en el pasado en Costa Rica, donde las compañías bananeras abandonaron sus plantaciones en la zona atlántica meridional después de que los suelos se volvieran inadecuados y trasladaron la producción a la costa del

¹ La mayoría de los bananos comestibles provienen de dos especies silvestres del género *Musa*, a saber, *Musa acuminata* (genoma A) y *Musa balbisiana* (genoma B) (Simmonds y Shepherd, 1955). Existen más de 500 cultivares de bananos (Stover y Simmonds, 1987; Perrier y Tezenas du Montcel, 1990) que se cultivan con múltiples fines diversos: los tipos para postres, los tipos para cocción o los cultivares con doble uso. El presente informe se centra únicamente en los tipos para postres, en especial en la variedad Cavendish.





Pacífico. Cuando los suelos de esta zona se agotaron, las compañías trasladaron la producción a la zona atlántica central (Chambron). En el Ecuador, donde la mayoría de las plantaciones bananeras operan desde hace más de 20 años, se señala que muchas han sido abandonadas y se han convertido en incubadoras de enfermedades que se propagan a las plantaciones vecinas.

La gran mayoría de los bananos exportados pertenece a la variedad Cavendish y se produce en plantaciones de monocultivo con alta densidad de plantas, lo que hace que sean muy susceptibles a infestaciones de plagas y enfermedades. Otro de los motivos de la elevada susceptibilidad a las enfermedades es que los bananos producidos comercialmente se obtienen de un número limitado de razas nativas que se reproducen asexualmente, lo que da a los bananos un reducido acervo genético y hace que sean vulnerables a plagas y enfermedades (WBE, 2003). Por consiguiente, el control de plagas con productos agroquímicos se ha convertido en la piedra angular de la actual producción comercial de bananos, con graves consecuencias negativas para el medio ambiente.

Entre las más importantes enfermedades que actualmente afectan a los bananos figuran la sigatoka negra, el mal de Panamá y los nematodos. La más grave de estas es la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), una enfermedad micótica que disminuye la fotosíntesis, reduce el tamaño de los frutos y provoca una maduración prematura, con la consiguiente reducción de los rendimientos y rechazo de la fruta exportada (WBE, 2003). En el Ecuador, la sigatoka negra ha afectado a las plantaciones de banano desde finales del decenio de 1980. En 2012, la infestación fue particularmente grave, ayudada por las intensas lluvias de abril y mayo y por la presencia de muchas plantaciones abandonadas en las provincias de Los Ríos y Guayas. La infestación afectó económicamente a más de 70.000 hectáreas (Sopisco).

2.2 Evolución de la industria bananera en el Ecuador

La industria del banano se expandió en el Ecuador después de la segunda Guerra Mundial, cuando el país necesitaba reemplazar la industria del cacao colapsada en el decenio de 1920.² En 1948, el entonces Presidente Galo Plaza emprendió un programa de desarrollo con miras a fomentar la producción bananera. El programa preveía la concesión de créditos agrícolas gubernamentales, la construcción de puertos y una carretera costera, la regulación de precios y la prestación de asistencia para la lucha contra las enfermedades. Ayudado por un clima ideal para el cultivo, el Ecuador no tardó en alcanzar a América central, la principal región productora en los años anteriores a la guerra. Además del apoyo gubernamental y de los salarios considerablemente menores de los trabajadores, favorecieron al Ecuador factores ambientales propicios, como la ausencia de huracanes, ciclones y enfermedades que eran frecuentes en América Central. En 1952, el Ecuador se había convertido en el mayor exportador de bananos y en 1964 el país representó el 25 por ciento de las exportaciones mundiales de este producto, es decir, más que las

² Banco Central del Ecuador (1992)



exportaciones de todos los países productores de banano de América Central juntos. (Maldonado).

Hasta el decenio de 1960, el banano predominante entre los producidos para la exportación era el “Gros Michel”. Esta variedad se cultivaba en un régimen agrícola intensivo pero migratorio de baja productividad (alrededor de 20 toneladas por hectárea), un elevado nivel de deforestación y reducido empleo de productos agroquímicos. En el decenio de 1960, una infestación del mal de Panamá exterminó casi completamente la variedad “Gros Michel”, que fue reemplazada por la variedad Cavendish. Esta última era más resistente a la enfermedad de Panamá y a los huracanes, aunque era más susceptible a sufrir daños durante la manipulación (WBE, 2003). La introducción de la variedad Cavendish exigía que los bananos se embalaran en cajas (en lugar de colgarlos por el tallo bajo cubierta). El banano Cavendish, si bien se adoptó más rápidamente en América Central, no tardó en convertirse en la variedad predominante en todo el mundo. Sin embargo, fue víctima de una nueva enfermedad, la sigatoka negra, que con el pasar de los años se ha vuelto más feroz y perjudicial.

El banano para la exportación se produce en países en desarrollo con clima tropical, y la fruta se consume en gran medida en países de ingresos elevados del hemisferio norte, lo que hace de la exportación comercial una cadena de valor mundial desde el inicio. Además, el carácter sumamente perecedero de la fruta exigía una estrecha coordinación de las actividades desde las plantaciones hasta el consumidor final, lo que favoreció una cadena de suministro muy integrada verticalmente dominada por empresas multinacionales. Hasta los años noventa, las compañías multinacionales controlaban todas las fases clave de la cadena de suministro, desde la producción y el transporte hasta la venta final a los minoristas. Además, adoptaron claras estrategias de suministro basadas en la minimización de los riesgos, la diversificación de la base de la oferta y el mantenimiento al mínimo de los costos de producción, mediante el recorte de los gastos en concepto de salario. La dinámica de las enfermedades y las condiciones económicas y políticas fueron factores primordiales que impulsaron a las empresas multinacionales a elegir en qué país invertir y de qué país retirarse. En el Ecuador, la reforma agraria de los años sesenta, que limitó la propiedad directa de la tierra por parte de las compañías multinacionales, hizo que éstas abandonaran el país, con la excepción de Dole, que mantuvo su producción y suministro de bananos (HRW). Durante el decenio de 1970, las compañías multinacionales regresaron al Ecuador en respuesta a la infestación de sigatoka negra en América Central y Colombia, y en reacción a la imposición por parte de estos países de tasas a la exportación y a la mayor organización sindical que dio lugar a un aumento de los salarios (HRW).

2.3 El banano en el Ecuador: geografía y estructura de las explotaciones

2.3.1 Localizaciones geográficas

El Ecuador tiene casi 12 millones de hectáreas de tierra cultivada, de las cuales más del 11 por ciento corresponden a cultivos permanentes, especialmente





banano, caña de azúcar y palma oleaginosa. Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), el cultivo del banano representa el 10 por ciento de la superficie agrícola total del país y ocupa más de 165.000 hectáreas (MAGAP).

Casi todo el banano producido en el Ecuador se concentra en tres provincias de las tierras bajas de la costa del Pacífico (El Oro, Guayas y Los Ríos), caracterizadas por un clima húmedo tropical y suelos fértiles, que constituyen condiciones ideales para el cultivo de banano (HRW). La principal provincia productora es El Oro, situada en la costa sudoccidental. La zona es llana, seca y cubierta en parte por montañas bajas. La temperatura media es de 23°C y el nivel de precipitaciones varía de 200 a 1.500 milímetros anuales. Guayas es la segunda provincia más importante en cuanto a superficie agrícola (810.000 hectáreas) y está dominada por dos cultivos permanentes, el banano y la caña de azúcar. El banano ocupa más de 41,700 hectáreas y en el período 2009-2012 su producción media anual fue de alrededor de 1,6 millones de toneladas (MAGAP). En el Cuadro 1 se muestra la producción de banano por provincia en los últimos años.

Cuadro 1 Producción de banano en el Ecuador, por provincia

	Los Ríos	El oro	Guayas	Nacional
2009	3 744.6	1 861.7	1 554.7	7 637.3
2010	3 887.1	1 892.6	1 719.4	7 391.1
2011	3 670.1	2 443.7	1 692.7	7 427.8
2012	2 753.7	2 269.9	1 585.1	7 012.2

Fuente: INEC, (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2012

Cuadro 2 Distribución por tamaño de las explotaciones bananeras y rendimientos promedios en el Ecuador

Tamaño de la plantación	Productores (%)	Superficie (%)	Rendimiento (tonelada/año)*
Pequeña (0 a 30 ha)	79	25	28.9
Media (30 a 100 ha)	16	36	38.5
Grande (más de 100 ha)	5	38	57.7

Fuente: Catastro del Banano 2013, MAGAP Elaborado por: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, PRO ECUADOR; *: Sistema de Información Nacional (MAGAP)

2.3.2 Tamaño de las explotaciones

La industria bananera ecuatoriana es muy diversa en lo que se refiere al tamaño de las explotaciones, la multiplicidad de empresas exportadoras y la industria de apoyo conexas. En el Ecuador, la estructura de la plantación bananera se caracteriza por un gran número de pequeños y medianos productores



(Cuadro 2). Alrededor del 79 por ciento de todos los productores nacionales tienen explotaciones que no superan las 30 hectáreas; sin embargo, no les pertenece más que el 25 por ciento de la superficie total sembrada de bananos. Más del 60 por ciento de las explotaciones bananeras de estos pequeños productores opera en plantaciones de menos de 10 hectáreas (el tamaño medio es de 6,8 hectáreas) y el 10 por ciento de todas las explotaciones abarca menos de 2 hectáreas (MAGAP). Alrededor del 5 por ciento de todos los productores posee más de 100 hectáreas, pero controla el 38 por ciento del total de la superficie plantada. El tamaño medio de una explotación bananera es de 23,3 hectáreas.

3. Análisis de la cadena de valor del banano en el Ecuador: fases clave y protagonistas principales

3.1 Producción bananera

3.1.1 Manejo del banano en el campo y prácticas de embalaje

Las plantaciones de banano son cultivos perennes. En el Ecuador, las plantas pertenecen en general a la variedad Cavendish y se propagan a partir de vástagos de una planta madre. Los primeros bananos pueden recogerse al cabo de nueve meses de plantados. Los vástagos de la planta se cortan, lo que permite el crecimiento de nuevos vástagos de la misma planta, que puede utilizarse de manera continuada durante muchos años. Como el banano requiere mucha agua, a veces necesita riego suplementario, ya sea mediante bombeo desde ríos cercanos o bien por gravedad. Además, necesita un buen sistema de drenaje para evacuar el exceso de agua. Asimismo, requiere fertilización dado que tiene una elevada necesidad de nitrógeno y potasio; por consiguiente, la fertilización se aplica mediante un plan detallado en el que se especifican las dosis y los ciclos de aplicación. La fertilización también puede aplicarse durante el riego (fertirrigación) (WBE).

La lucha contra las plagas y enfermedades es un elemento esencial en el manejo del banano. En el Ecuador se utilizan frecuentemente las aplicaciones aéreas y terrestres, con grandes variaciones en cuanto a tipos y porcentajes de sustancias aplicadas en las plantaciones. Generalmente, el fruto del banano se cubre con plástico para protegerlo de los insectos y las aplicaciones de insecticidas.

Una vez recogido, el fruto se transporta a la zona de elaboración ya sea manualmente o mediante cablevía. Los bananos se cosechan semanalmente durante todo el año. El proceso de producción comienza cuando una planta de banano brota de la raíz donde se cortó la planta madre y termina aproximadamente un año después, cuando el fruto se recoge y se carga en un camión (HRW, 2002).

En el Cuadro 3 se resumen las principales operaciones de campo y en la planta empacadora.

En el Cuadro 3 se muestra la importancia decisiva de la mano de obra en la producción del banano. Hasta los agricultores más pequeños contratan





Cuadro 3 Principales operaciones de campo y en la planta empaquetadora del banano

Operaciones de campo	Operaciones en la planta empaquetadora
<ul style="list-style-type: none"> • Corte de las malas hierbas 	<ul style="list-style-type: none"> • Extraer los plásticos de los tallos de banano cosechados
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de herbicidas e insecticida 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las flores que quedan en el fruto
<ul style="list-style-type: none"> • Tender grandes hojas de plástico entre los bananos para evitar que se dañen entre sí 	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar los bananos del tallo
<ul style="list-style-type: none"> • Cubrir los bananos con bolsas de plástico tratadas con insecticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de racimos
<ul style="list-style-type: none"> • Atar tiras de plástico tratado con insecticida entorno a los tallos de la planta 	<ul style="list-style-type: none"> • Desechar los bananos que no cumplen con las normas de calidad la compañía
<ul style="list-style-type: none"> • Corta las hojas del banano amarillentas 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar y pesar el fruto
<ul style="list-style-type: none"> • Amarrar las plantas entre sí o apuntalarlas con palos de madera para garantizar la estabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Pegar etiquetas de la compañía en cada racimo de bananos
<ul style="list-style-type: none"> • Amarrar tiras de color entorno a los tallos de la planta para indicar las fases de crecimiento y seguirlas de cerca 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar pesticida posterior a la cosecha
<ul style="list-style-type: none"> • Recoger los tallos cargados de frutos y transportarlos a la planta empaquetadora¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Embalar el fruto
<ul style="list-style-type: none"> • Cortar los tallos restantes después de la recolección 	<ul style="list-style-type: none"> • Cargar las cajas en un camión
	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar los desechos del proceso de producción bananera

Fuente: Human Rights Watch (2002)

trabajadores permanentes (Roquigny y Vagneron). Según las estimaciones del MAGAP, el número medio nacional de trabajadores en las plantaciones bananeras es de 1,1 persona por hectárea para la mano de obra directa y de 1,5 para la mano de obra directa e indirecta. Teniendo en cuenta que la superficie total estimada dedicada al cultivo del banano fue ligeramente superior a las 165.000 hectáreas en 2012, la mano de obra directa e indirecta que trabaja en las plantaciones bananeras es de 250.000 trabajadores aproximadamente.

Existen dos tipos de sistemas de producción del banano en el Ecuador: orgánico y convencional. Las explotaciones orgánicas no utilizan productos químicos sintéticos como fertilizantes o plaguicidas, sino que usan extractos de plantas naturales, estiércol u otros productos aprobados para la producción orgánica. Las explotaciones orgánicas también utilizan fórmulas de fertilizante diferentes a las de las explotaciones convencionales. En el Cuadro 4 se facilitan datos sobre el uso de fertilizantes y plaguicidas para una muestra de explotaciones orgánicas y convencionales recopilados en el Ecuador en el marco de un análisis del ciclo de vida (Hospido et al, 2014). En general, la agricultura orgánica utiliza menos insumos para la fertilización.

En general, las grangas organicas utilizan menos insumos para la fertilizacion y la lucha contra las plagas. Todos los insumos utilizados por las explotaciones



Cuadro 4 El uso de insumos por las plantaciones orgánicas y convencionales de banano en Ecuador

Insumos	Artículo	Aplicaciones insumos	Aplicaciones insumos
Categoría		Orgánico (/ha)	Tradicional (/ha)
Fincas encuestadas		9	8
Tamaño medio		34,4	83,7
Rendimiento promedio (t/ha)		33,0	39,9
Plaguicidas*	Funguicida (l)	15,9	7,1
	Herbicida (l)		2,9
	Regulador del crecimiento (l)	4,7	0,6
	Insecticida (l)	3,6	1,5
	Plaguicida no especificado (l)	6,7	
	Plaguicida: compuestos N cíclico (kg)		11,5
	Plaguicida: compuestos acetamida-anillida (kg)		0,4
	Plaguicid: compuestos benzimidazol (kg)		1,9
	Plaguicidas: compuestos ditiocarbimatos (kg)		11,1
	Fertilizantes	Fertilizante mediodo algas (kg)	3,9
Cal (de carbonatación) (kg)		445,6	83,7
Cloruro de potasio (kg)			522,8
Compost (kg)		988,7	
Nitrato amónico (kg)			376,0
Fosfato monoamónico (kg)			50,0
Fosfato diamónico (kg)			305,9
Sulfato amónico (kg)			236,5
Sulfato de calcio (kg)		224,2	193,5
Sulfato de potasio (mineral) (kg)		1049,7	130,7
Zeolito (kg)		140,0	
Estiércol de aves (kg)		945,1	
Nitrato de potasio (kg)			900,0
Fosforita (kg)		179,3	
Silicato de potasio (kg)			475,0
Sulfato magnésico (kg)		40,6	13,3
Sulfato de zinc (kg)		91,7	200,0
Nitrato de calcio (kg)			100,0
Triple superfosfato (kg)			150,0
Ácido bórico (kg)		87,0	
Bórax (kg)	19,0		
Melazas (kg)	5,2		
Harina de semilla de ricino (kg)	365,1		
Urea (kg)		393,6	
Ureate (nitrato amónico) (kg)		225,0	

Fuente: Cálculos del autor basados en datos de Hospido *et al.* (2014)

* Las plantaciones orgánicas no usan productos químicos sintéticos para luchar contra los plaguicidas sino extractos de plantas aprobados para plantaciones orgánicas (como Timorex gold)





orgánicas provienen de fuentes naturales, entre ellos el compost, la cal, el sulfato de potasio mineral, el estiércol de aves y la fosforita como fuentes de fertilizantes, y extractos vegetales como Timorex Gold y otros productos aprobados. Los rendimientos medios del banano son menores en el caso de las plantaciones orgánicas (33 frente a 39,9 toneladas por hectárea), pero no tan marcadamente como se informaba en la literatura anterior.

3.1.2 Costos de producción

El costo de la producción bananera por hectárea varía según el tamaño y el nivel de rendimiento de la explotación, las tecnologías aplicadas y el nivel de insumos. En el Cuadro 5 se presenta el costo detallado de producción de banano convencional en pequeñas medianas y grandes explotaciones.

Cuadro 5 Costo de producción para tres tamaños de explotaciones bananeras convencionales en el Ecuador

Partida de costo	Explotación pequeño		Explotación media		Explotación grande	
	Costo/ha	% total	Costo/ha	% total	Costo/ha	% total
Numero promedio de cajas/ha/año (caja = 18.5kg)	1 148.5		1 584.6		2 136.6	
Mano de obra directa (/ha)	922.1	13.5	922.1	11.9	922.1	10.3
Mano de obra indirecta (/ha)	2 395.7	35.0	2 534.9	32.7	2 681.2	29.9
Cosecha y empaque (/ha)	1 070.7	15.6	1 329.3	17.2	1 804.4	20.1
Insumos (/ha)	1 928.3	28.1	2 419.4	31.3	3 037.2	33.8
<i>De los cuales: Fertilizantes</i>	<i>336.0</i>	<i>4.9</i>	<i>588.0</i>	<i>7.6</i>	<i>857.2</i>	<i>9.5</i>
<i>Agroquímicos</i>	<i>1302.7</i>	<i>19.0</i>	<i>1281.6</i>	<i>16.6</i>	<i>1294.5</i>	<i>14.4</i>
<i>Otros insumos</i>	<i>289.6</i>	<i>4.2</i>	<i>549.8</i>	<i>7.1</i>	<i>885.5</i>	<i>9.9</i>
Amortización de equipo y locales (/ha)	338	4.9	338	4.4	338	3.8
Materiales varios (/ha)	70.9	1.0	70.9	0.9	70.9	0.8
Impuestos y servicios varios (/ha)	127.9	1.9	127.9	1.7	127.9	1.4
Costo total de producción (/ha)	6 853.7	100	7 742.6	100	8 981.7	100
Costo total de producción por caja (18.5 kg)	5.97		4.89		4.2	
Ganancia para el productor (23 por ciento)	1.37		1.12		0.97	
Precio de venta	7.34		6.01		5.17	

Fuente: MAGAP



Figura 6 Proporción de la mano de obra y los productos agroquímicos en el costo total de producción de las pequeñas, medianas y grandes explotaciones de banano convencional



Fuente: MAGAP

El primer aspecto que sorprende es el la elevada proporción de la mano de obra en el costo total. La mano de obra representó el 48,5 por ciento del costo total de producción de las pequeñas explotaciones, en comparación con el 44,6 por ciento relativo a las explotaciones medianas y el 40,2 por ciento a las grandes explotaciones. Estos elevados porcentajes muestran el carácter intensivo en el uso de la mano de obra de la producción bananera y por qué el mantenimiento en niveles bajos de los gastos en concepto de salario de la mano de obra ha ocasionado la mayor parte de las tumultuosas relaciones entre las compañías multinacionales y los sindicatos de trabajadores, los gobiernos nacionales y las organizaciones un gubernamentales (ONG).

La segunda categoría de costo principal en la producción del banano son los productos agroquímicos, lo que ha de atribuirse al alto grado de dependencia, en la gestión del banano, de las abundantes aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas para reforzar la fertilidad del suelo y luchar contra las enfermedades. Sólo los gastos en plaguicidas varían del 15 por ciento al 20 por ciento del costo total y son mayores en el caso de los pequeños productores que no pueden recurrir a la pulverización aérea y a aplicaciones manuales más costosas. Los gastos en concepto de fertilizantes aumentan con el tamaño de la explotación, desde el 4,9 por ciento para las pequeñas explotaciones hasta el 9,5 por ciento para las grandes explotaciones, como resultado de la mayor tasa de reemplazo de los nutrientes dado el promedio más alto de frutos recogidos por hectárea.

3.1.3 Rendimientos del banano

En el Cuadro 1 figuran los rendimientos medios del banano en el Ecuador por tamaño de la explotación en 2012. Las explotaciones pequeñas (menos de 30 hectáreas) tienen un rendimiento medio de 28,9 toneladas por hectárea, cifra que se eleva a 38,5 toneladas por hectárea en el caso de las explotaciones medias (de 30 a 100 hectáreas) y a 57,7 toneladas por hectárea en el caso de las grandes explotaciones (más de 100 hectáreas) El rendimiento medio nacional

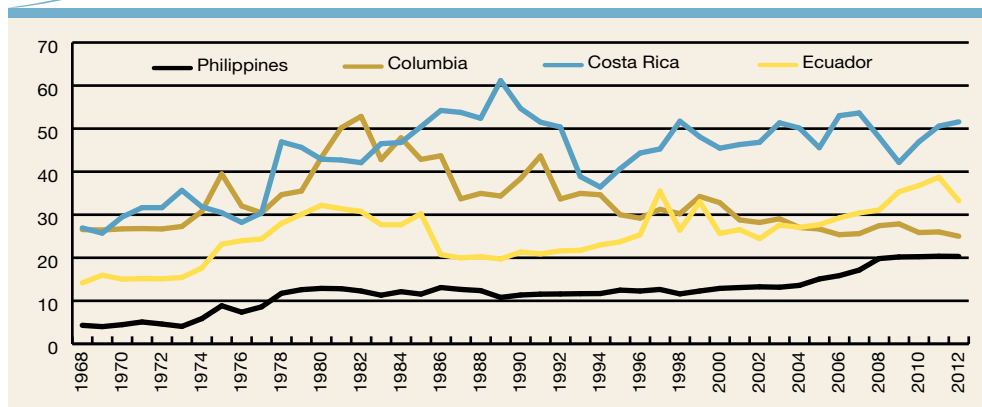




del Ecuador en 2012 fue de 31,7 toneladas por hectárea. Esta media es inferior a la de Costa Rica, que se estima en 46,9 toneladas por hectárea (según la CORBANA). En el Ecuador, la media nacional más baja refleja la importancia de los pequeños agricultores, mientras que en Costa Rica predominan las grandes plantaciones. Los bajos rendimientos medios de las pequeñas plantaciones en el Ecuador se deben a la falta de inversiones en tecnologías mejoradas. Parte del problema con los rendimientos medios bajos reside en la inseguridad y variabilidad de los ingresos generados por los pequeños productores, quienes a menudo venden sus productos en mercados al contado y están sujetos a la variabilidad de los precios de mercado. Esto se debe en parte a su débil posición en la negociación de precios, habida cuenta de que los exportadores más fuertes están en mejores condiciones para imponer precios de oferta más bajos. Los menores y más variables ingresos reducen los incentivos para la reinversión en tecnologías que mejoren la productividad.

Un examen de la evolución de los rendimientos del banano a lo largo de los años muestra una mejora constante de los rendimientos, excepto en 2012, cuando se redujeron como consecuencia de la grave infestación de sigatoka negra (Figura 7). Si se compara al Ecuador con sus competidores, se observa que en Costa Rica los rendimientos han experimentado una notable mejora a lo largo del tiempo, alcanzando su nivel máximo entorno a 1990, seguido de un descenso en el decenio de 1990 y luego de una recuperación a partir de 2000, fluctuando en torno a la media de 50 toneladas por hectárea. Filipinas, otro importante exportador bananero de Asia, también ha experimentado un crecimiento constante de los rendimientos, pero a partir de un nivel inferior, alcanzando las 20 toneladas por hectárea en 2012. En cambio, los rendimientos del banano en Colombia han ido disminuyendo constantemente desde el nivel máximo alcanzado a comienzos del decenio de 1980 (alrededor de 50 toneladas por hectárea), reduciéndose a 25 toneladas por hectárea en 2012.

Figura 7 Evolución del rendimiento del banano en el Ecuador y otros importantes exportadores



Fuente: FAOSTAT

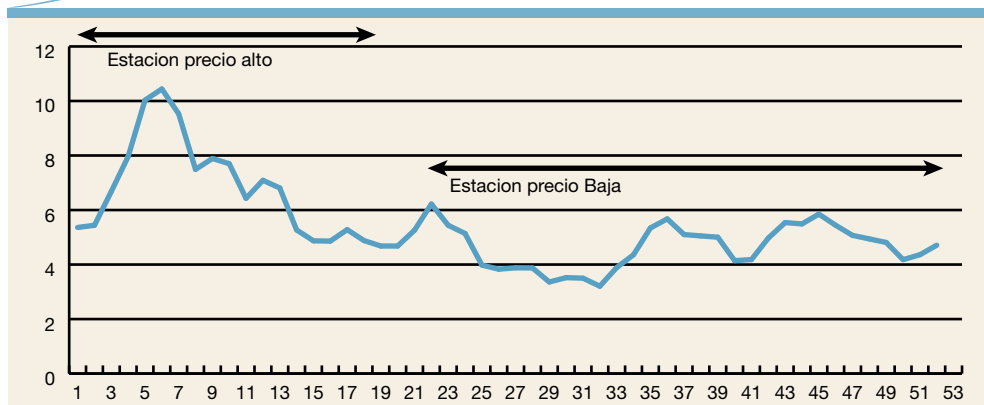


3.2 Exportaciones de banano

El banano Cavendish se produce principalmente para la exportación, con la excepción de dos países productores muy poblados, la India y China, que atienden en su mayor parte a la demanda de sus grandes mercados internos. La demanda en el interior de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) impulsa los precios del banano y por consiguiente la oferta. En los mercados de altos ingresos consumidores de banano existen en general dos estaciones que se corresponden con la alta y la baja demanda y, por tanto, con una subida o bajada de los precios. En la Figura 8 se pueden observar los precios semanales franco a bordo (f.o.b) relativos a las exportaciones del Ecuador a lo largo de todo el año (promedio de cinco años) y la distinción de la estación de alta demanda/precios altos (primeras 22 semanas del año) y las estaciones de baja demanda/precios bajos (el resto del año). Una de las causas fundamentales de la ventaja comparativa del Ecuador es su capacidad para producir la mayor parte de la fruta durante la estación de alta demanda (invierno), a diferencia de los países de América Central que producen más fruta durante las estaciones de menor demanda/menores precios.

Desde el decenio de 1960, el Ecuador ha pasado a ser el mayor exportador de banano del mundo. Entre sus numerosas ventajas competitivas figura un clima favorable todo el año en las zonas costeras que permite una oferta ininterrumpida, las adecuadas capacidades de empaque y sistemas de expedición, y el costo relativamente menor de la mano de obra. Dos de los competidores del Ecuador, concretamente Colombia y Costa Rica, han suscrito recientemente un acuerdo comercial con la Unión Europea (UE), y ahora tienen un acceso ligeramente mejor al mercado de la UE gracias a los menores aranceles (124 euros por tonelada a Europa, frente a los 132 que paga el Ecuador). Además, estos países se benefician de rutas de tránsito más cortas en comparación con el Ecuador (cuatro días más a través del canal de Panamá) (Sospico).

Figura 8 Precio semanal del banano en el mercado al contado (promedio 2006-2012)



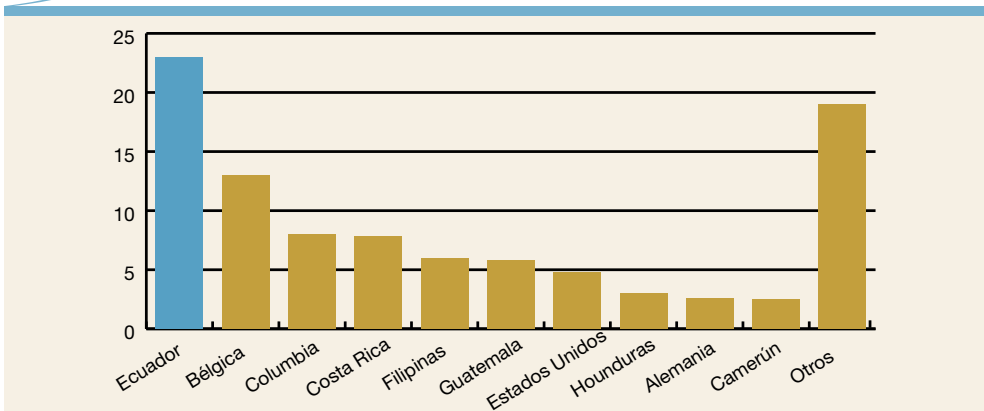
Fuente: Los cálculos del autor se basan en los datos del MAGAP





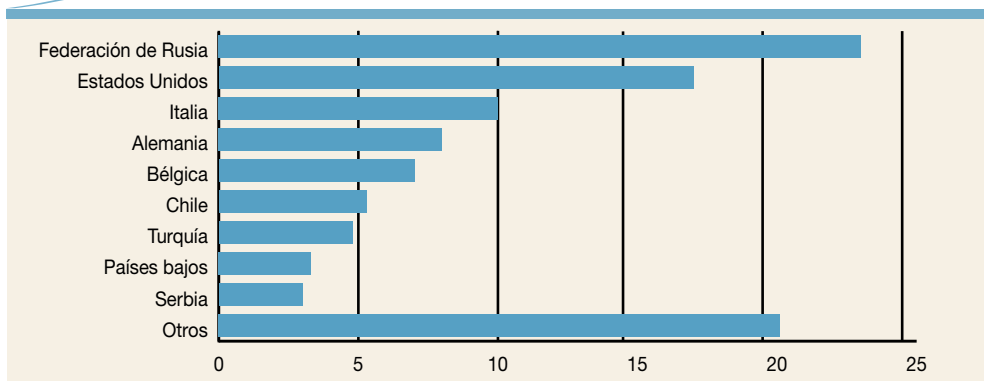
Las exportaciones del Ecuador representan casi el 95 por ciento de su producción, y su participación en el comercio bananero mundial ascendió al 22 por ciento en 2012 (Figura 9). El Ecuador exporta tanto como los otros tres principales exportadores de América Latina juntos, esto es, Costa Rica, Colombia y Guatemala. Algunos países europeos, como Bélgica y Alemania, vuelven a exportar los bananos importados y en las estadísticas de la FAO figuran como importantes exportadores bananeros. En la Figura 10 aparecen los principales destinos de exportación del banano ecuatoriano. En 2012, el Ecuador exportó bananos a 43 países. En 2012, Rusia fue el principal destino, con el 22 por ciento de las exportaciones totales, seguido por los Estados Unidos de América y los mercados tradicionales de Europa, entre ellos Italia, Alemania, Bélgica y Holanda (MAGAP). En los últimos años, el Ecuador también ha ampliado sus

Figura 9 Principales exportadores de banano (porcentaje total; 2012)



Fuente: PRO ECUADOR (2013)

Figura 10 Principales destino de exportación del banano del Ecuador (2012)



Fuente: Banco Central del Ecuador (BCE), tomado de PRO ECUADOR (2013)



exportaciones hacia mercados relativamente nuevos, como Chile y Turquía y otros mercados más pequeños de Europa oriental y el Oriente Medio. La diversificación de las exportaciones es una preocupación clave para el Ecuador.

Los productores de banano orgánico reciben precios más altos que los productores convencionales; sin embargo, venden a los mismos exportadores que manejan los bananos convencionales y hacen frente al mismo mecanismo de negociación de precios que los bananos convencionales. A diferencia de los bananos certificados con la etiqueta de Comercio Justo, los bananos orgánicos no tienen precios fijos y están sujetos a las negociaciones entre compradores y vendedores, de ahí el riesgo de que se mercantilicen. Este hecho crea incertidumbre en el mercado orgánico y da lugar a una gran variación en las condiciones de la oferta y la demanda. Ello explica en parte por qué las exportaciones orgánicas del Ecuador han descendido considerablemente durante los últimos cinco años, pasando de 25.000 cajas exportadas semanalmente hace cinco años a 13.000 cajas semanales en 2012. (Sospico).

3.2.1 Exportadores

El número total de compañías exportadoras registradas en el Ecuador en 2012 era de 224, incluidas las compañías que no exportan más que durante la estación de precios elevados. En 2013, existían 172 exportadores activos y los 20 principales exportadores representaron el 62 por ciento del total de las exportaciones de banano. En el Cuadro 6 se presenta de manera resumida las cuotas de exportación de los diez principales exportadores de banano en 2013. Entre estos, las compañías multinacionales están representadas a través de filiales locales. Dole, junto con su filial UBESA S.A., tenían la cuota de exportación más elevada, con un 10,5 por ciento del total. Chiquita está representada por Brundicorpi S.A. (3,5 por ciento de la cuota total), mientras Del Monte está

Cuadro 6 Cuotas de exportación de los 10 principales exportadores de banano en el Ecuador

Exportador	Cuota del mercado de exportación (del total de las exportaciones de Ecuador)
UBESA S.A. (filial de Dole)	10.5
Trusfruit S.A.	7.3
A C Pacific Reybanano	5.2
OBESA ORO Banana S.A.	4.2
COMERSUR CIA LTDA	4.1
BRUNDI CORPI S.A. (filial de Chiquita)	3.5
Asociación de Agricultores Bananeros del Litoral	3.4
Ecuagreenprodex S.A.	2.7
Baguilasa S.A.	2.2
Caragrofrut S.A.	2.1

Fuente: Unibanao (Eco. M. Ramírez)





representada por Bandecua S.A. La empresa ecuatoriana Noboa es una de las cinco compañías bananeras más importantes del mundo y también figura entre los diez más importantes exportadores de bananos del Ecuador.³ Entre las compañías internacionales, solo Dole mantuvo la producción directa, y posee 900 hectáreas en el país. Las corporaciones multinacionales tiende a utilizar al Ecuador como reserva y le compran bananos cuando hay escasez en otras fuentes (HRW).

Generalmente, las compañías exportadoras (locales o multinacionales) obtienen los bananos mediante una variedad de arreglos contractuales con productores independientes, que van desde relaciones de productores asociados exclusivos hasta contratos periódicos a través de mercados al contado libres. Aunque los exportadores de bananos controlan parcialmente la producción mediante contratos con los proveedores o con los propietarios directos de las plantaciones bananeras, su intervención termina en la frontera (Roquigny and Vagneron, 2008).

Antes que el Ecuador reformara su ley del banano en 2011 (véase sección 3), los exportadores determinaban los precios pagados a los productores y tenían un alto nivel de control de la gestión de las explotaciones (por ejemplo, uso de insumos, control de enfermedades). Además, las compañías exportadoras proporcionan a los proveedores cajas, etiquetas y equipo para la manipulación de los palés, entre otros materiales. Los costos de equipo se deducen luego del precio de las cajas que pagan a los proveedores (Roquigny y Vagneron, 2008).

3.2.2 Otros proveedores de la industria bananera

Además de productores y exportadores, existen varios proveedores de servicios esenciales que también contribuyen a la cadena de suministro bananero en el Ecuador, entre ellos los fabricantes de cartón, el transporte terrestre, los proveedores de plástico, los insumos agrícolas y la inspección del transporte marítimo, los ensayos y la certificación, los servicios de fumigación aérea, la fitogenética y los bancos y compañías de seguro. En el Cuadro 7 se detalla el valor de las ventas brutas por parte de los proveedores de servicios en 2012.

3.3 Transporte marítimo

Tres importantes innovaciones han hecho posible el transporte de larga distancia de bananos, esto es, la refrigeración, el envío en contenedores y el uso de palés. La refrigeración durante el transporte se desarrolló a finales del decenio de 1960 (WBE). La atmósfera controlada en las naves (buques frigoríferos) tuvo inicio a comienzos del decenio de 1990, y los sistemas automatizados para la vigilancia de las condiciones atmosféricas se introdujeron a finales de dicho decenio. Estos adelantos, más la introducción de un proceso de maduración con etileno, hicieron posible el transporte de bananos verdes (“en estado latente”) y permitieron entregar un fruto plenamente maduro en el punto de venta (WBE).

³ Las principales compañías, por orden de importancia, son:: DOLE (USA), Chiquita (USA), Del Monte (con sede en Estados Unidos) Fyffes (Irlanda), Noboa (Ecuador).



Cuadro 7 Industrias de apoyo clave y sus cuotas de mercado

Industria de servicios	Ventas anuales (millones de dólares EE.UU.)
Fabricantes de cartón (el sector bananero absorbe el 90 por ciento de la producción)	260
Transporte terrestre (alrededor de 275.000 viajes por años)	70
Transporte marítimo	1.500
Plásticos	130
Insumos agrícolas (la cuota del sector bananero representa el 60 por ciento),	600
Servicios de inspección, ensayos, certificación y verificación	
Proveedores de servicios de fumigación aérea	40
Fitomejoradores	
Bancos y compañías financieras, seguro	

Fuente: Venzetti *et al* (2005)

Otra innovación tecnológica fue la introducción de contenedores refrigerados, que permitieron que los agricultores cosecharan continuamente, en lugar de hacerlo en los días de expedición, y redujeron los costos de manipulación en los puertos. Los palés también se están utilizando de manera creciente en los contenedores, debido a que pueden acelerar la descarga y reducir los costos de distribución al permitir que la carga se divida en unidades más pequeñas (WBE). En el Ecuador, el uso de contenedores pasó del 20 por ciento en 2007 al 80 por ciento en 2012 (Sopisco).

3.4 Minoristas

El creciente uso de sistemas multimedia y de Internet ha tenido un efecto transformador en el sistema alimentario en general, mejorando enormemente la logística de la cadena de distribución, facilitando inclusive la preparación de contratos y agilizando el acceso a la información de mercado. Estas innovaciones han contribuido a reducir los costos de comunicación y transacción. Además, han facilitado el arbitraje de precios y han relajado la integración vertical de las compañías multinacionales, provocando un desplazamiento del poder de mercado hacia el sector de venta al por menor, que logró una mayor concentración gracias a la aparición de los supermercados, y asumió un papel más preponderante en las cadenas de valor alimentarias mundiales, entre ellas la del banano.

El desplazamiento del poder de mercado de las compañías multinacionales al sector alimentario de venta al por menor durante el decenio de 1990 ha transformado el banano mundial en “cadenas impulsadas por los compradores”. Los nuevos líderes del mercado (supermercados) comenzaron a establecer las reglas del juego basándose en una estructura de mercado coordinada horizontalmente regulada mediante estándares y normas. Los arreglos





contractuales con los proveedores determinaron las condiciones para la producción y distribución de bananos sin asumir la propiedad directa (Roquigny y Vagneron, 2008). En el marco de la nueva estructura de mercado, los supermercados impusieron requisitos específicos para los productos (origen, clase, tamaño y empaque); los proveedores debían cumplir con tales requisitos y sufragar los costos que implicaran. Las compañías multinacionales también modificaron sus estrategias de suministro de bananos al introducir contratos de suministro a largo plazo con grandes y medianos productores independientes. Esto debilitó en gran medida el papel de las compañías multinacionales, que debieron ajustarse a una nueva realidad, alejarse de los controles directos de la producción y elaborar nuevas estrategias para reducir el riesgo de exposición (a las condiciones meteorológicas, el activismo político), y reducir al mismo tiempo sus obligaciones sociales respecto de los trabajadores de las plantaciones. Al recurrir a proveedores independientes a través del uso de contratos, las compañías multinacionales lograron mantener un sólido control sobre la producción, estableciendo los términos y condiciones en sus contratos con los propietarios de las plantaciones y los proveedores.

El sector de venta al por menor de la cadena de suministro afirmó su dominio de mercado a través de la ayuda de órganos de certificación independientes seleccionados por los vendedores al por menor para hacer cumplir los estándares y normas. En el decenio de 1990, los planes de certificación por terceras partes no tardaron en convertirse en el mecanismo preferido para asegurar el cumplimiento de los estándares y normas privadas. Estos estándares no se limitaron a las cuestiones de la inocuidad y la calidad, y abarcaron atributos de los productos y normas concebidas para asegurar su cumplimiento por los operadores subsiguientes de la cadena y para la obtención de ingresos por parte de los minoristas y los órganos de certificación independientes. El carácter perecedero del banano y el alto grado de concentración del sector de venta al por menor dio a este último una poderosa influencia para hacer cumplir los estándares “voluntarios” a los operadores subsiguientes de la cadena (Robinson, 2010).

En virtud de este sistema de control de calidad y trazabilidad, los exportadores y productores asumen todos los riesgos. En caso de bananos rechazados, los exportadores y productores están obligados por contrato a pagar los daños al precio c.i.f. (costo, seguro y flete). Dado que los exportadores corren el riesgo de arruinar su reputación y perder sus clientes, establecen estrictos sistemas de gestión y control de calidad de la cadena bananera con los productores. Los agricultores, a su vez, se ven obligados a cumplir o corren el riesgo de que se les excluya del mercado de exportación. Los productores o grupos o asociaciones de productores invierten en el control de calidad interno. Una organización de productores de banano generalmente contratará un técnico para 30 miembros; el técnico visita a los agricultores regularmente, les ayuda con la producción y el empaque, y les asesora sobre la calidad y cuestiones relativas a los estándares. El personal de los exportadores también realizan un control de calidad en el centro de empaque (Roquigny y Vagneron, 2008).

Los órganos de certificación acreditados están ubicados fuera del país productor y están estrechamente relacionados con los minoristas, que son



sus clientes principales. Los países productores como el Ecuador se están esforzando por internalizar esta prestación de servicio esencial, así como los ingresos derivados. Aunque el Ecuador y otros países de América Latina prefieren potenciar órganos de certificación locales que cumplan las normas internacionales, todavía tienen que ser aceptados por la industria de venta al por menor, que prefiere seleccionar proveedores de certificación cercanos al mercado de los consumidores.

Para obtener la certificación de orgánicos o de Comercio Justo, los productores deben ser objeto de al menos una inspección al año por parte del certificador y la certificación se hace en la explotación. El órgano de certificación transfiere la mayor parte del costo del cumplimiento de las normas al productor. Esto quiere decir que el establecimiento por parte de los productores de un sistema de control interno es una condición previa para poder obtener la certificación orgánica como grupo de producción. Solo un porcentaje de productores certificados (10-20 por ciento) son inspeccionados. Esta forma de control de calidad se parece mucho a las aplicadas por los exportadores de bananos convencionales. Además, las organizaciones de productores no pueden escoger el organismo de certificación, que generalmente se le impone al exportador (comprador) de banano orgánico. Como consecuencia, no es raro que los productores y sus organizaciones sean objeto de control por varios certificadores en el caso de que abastezcan a diferentes compradores, con el consiguiente aumento de los costos de los productores. (Roquigny y Vagneron, 2008).

A pesar de la certificación de Comercio Justo y el sobreprecio o prima de los bananos de comercio justo y orgánicos, el sector de venta al por menor trata las cadenas bananeras alternativas (comercio justo u orgánico) con las mismas estrategias y los requisitos que aplican al banano convencional. Las cadenas de venta al por menor deciden el tipo, la forma y la cantidad de los bananos convencionales, orgánicos o de comercio justo que quieren vender. Aunque la certificación orgánica o de comercio justo puede propiciar el establecimiento de contratos y relaciones a largo plazo entre importadores y productores, los importadores generalmente adoptan las mismas estrategias y aplican los mismos criterios de precio que en la cadena de valor bananera convencional (Roquigny y Vagneron, 2008).

3.5 La distribución desigual del valor a lo largo de la cadena bananera: impacto del poder de mercado

Dado el dominio de mercado del sector de venta al por menor en la cadena bananera mundial y su habilidad para establecer las reglas del juego para la cadena de suministro, no sorprende que la distribución del valor esté sesgada a favor de el sector minorista de la cadena. Además, dado que los bananos no se transforman después de la cosecha, resulta fácil analizar la distribución del valor sin las complicaciones impuestas por las consideraciones relativas a la elaboración y el valor añadido. Esta distribución desigual del valor entre protagonistas clave de la cadena ha sido demostrada repetidamente por varios análisis y estudios de mercado.



Chambron (2000) examinó el valor de retorno a lo largo de la cadena de valor para el banano convencional en el Ecuador y la República Dominicana y mostró que los trabajadores no reciben más que el 1-3 por ciento del valor final en las plantaciones de dimensiones medias y grandes (Figura 11), mientras que los productores reciben el 7-10 por ciento. Por otro lado, el minorista y el supermercado retienen la mayor parte del valor total, esto es entre el 34 por ciento y el 40 por ciento, mientras que el resto se divide entre exportadores, empresas transportadoras e importadores, que juntos retienen de un tercio a dos quintos del valor total generado. En esta distribución, la parte del precio final del banano que permanece en el país productor varía del 12 por ciento (Ecuador) al 25 por ciento (República Dominicana). El porcentaje mayor de la República Dominicana refleja la ausencia de grandes corporaciones y la limitada importancia de la integración vertical (Vorley, 2003).

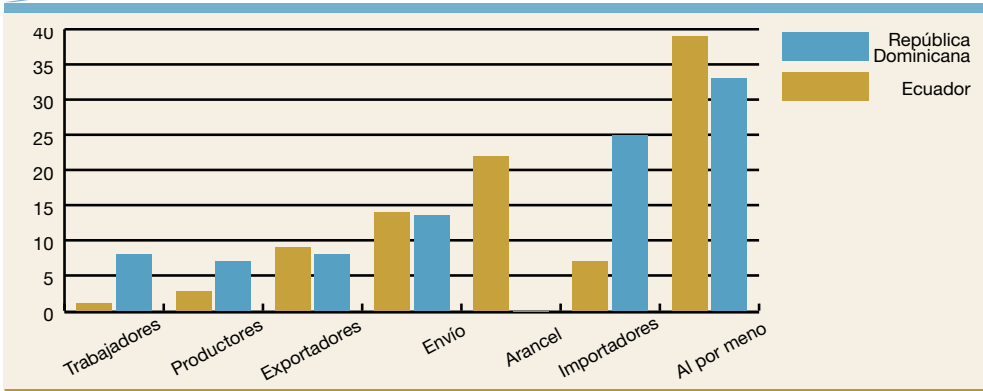
Esta distribución desigual del valor del banano es bastante similar en muchos estudios. Roquigny y Vagneron (2008) demuestran que menos de un cuarto del precio final del banano permanece en la República Dominicana, con los agricultores que reciben alrededor del 13 por ciento del valor final de venta al por menor, mientras los exportadores y las empresas transportadoras retienen el 5 por ciento y el 9 por ciento respectivamente. Un estudio de 2006 sobre el banano costarricense convencional vendido en el Reino Unido (Figura 12) muestra la misma distribución de márgenes a lo largo de la cadena de valor. De los 22,4 euros pagados por el consumidor por una caja grande de bananos, el minorista retiene el 38 por ciento, mientras que la parte restante se divide entre importadores/maduradores (9,5 por ciento), aranceles de la UE (14,5 por ciento), empresas transportadoras (14,5 por ciento), propietarios de plantaciones y exportadores (20,5 por ciento) y trabajadores de las plantaciones (3 por ciento). El mismo estudio en un segundo supermercado puso de manifiesto que el minorista retiene el 38 por ciento, los importadores/maduradores el 12 por ciento, el arancel de la UE el 14,5 por ciento, los transportadores el 14,5 por ciento, los propietarios de las plantaciones y los exportadores el 18,5 por ciento y los trabajadores de las plantaciones el 2,5 por ciento (Banana link).

Esta distribución desigual y bastante uniforme del valor del banano también se observa en el caso de los bananos orgánicos o de Comercio Justo, pese a los elevados precios de venta al por menor que llegan a alcanzar. En 2006, una encuesta realizada en la República Dominicana puso de manifiesto que el precio de venta al por menor de los bananos de Comercio Justo era un 12 por ciento superior al de los bananos convencionales. Examinando solo la porción de la cadena en el interior del país productor (precio f.o.b.), las cadenas bananeras alternativas (orgánico y de Comercio Justo) generan valores retenidos por los exportadores ligeramente superiores y porcentajes menores retenidos por los importadores, pero la proporción del valor retenido por los minoristas difícilmente cambia para estos mercados especializados en comparación con los bananos convencionales (Roquigny y Vagneron, 2008).

Un estudio realizado en 2007 sobre la distribución del valor para el banano de Comercio Justo y orgánico arroja más o menos los mismos resultados (Roquigny y Vagneron, 2008). Esto se debe a que en estas cadenas bananeras alternativas

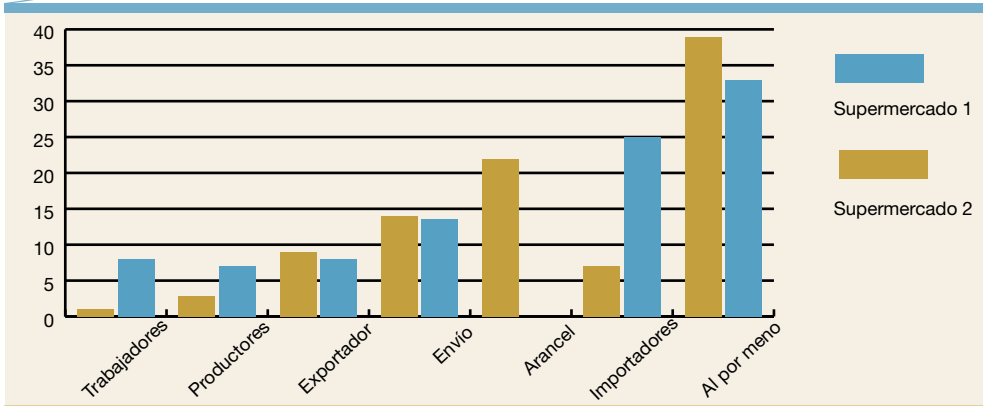


Figura 11 Porcentaje del valor retenido a lo largo de la cadena de valor del banano)



Fuente: Chambron (2000)

Figura 12 Distribución del valor del banano en dos supermercados del Reino Unido (2006)



Fuente: Banana link

intervienen los mismos protagonistas y se utilizan la misma logística y relaciones comerciales que en sus contrapartes tradicionales. Esto quiere decir que las cadenas bananeras alternativas no difieren fundamentalmente de las cadenas convencionales. Solo a través de relaciones más directas entre productores y consumidores podría haber un aumento significativo en el valor relativo retenido por los productores y trabajadores con respecto a la situación actual.

4. Análisis de la política bananera del Ecuador

Desde la elección del nuevo Gobierno en 2008, el Ecuador ha atribuido elevada prioridad al Artículo 334 de la Constitución, en el que se dispone que “*El Estado promoverá el acceso equitativo a los factores de producción, para lo*





cual le corresponderá [...] evitar la concentración o acaparamiento de factores y recursos productivos, promover su redistribución y eliminar privilegios o desigualdades en el acceso a ellos. [...] Además, deberá] impulsar y apoyar el desarrollo y la difusión de conocimientos y tecnologías orientados a los procesos de producción.”⁴

La industria bananera, que engloba a cerca del 10 por ciento del total de la población, es uno de los sectores que el Gobierno ha previsto someter a una importante revisión. El Gobierno ha atribuido elevada prioridad a reducir la disparidad de ingresos entre pequeños productores y propietarios de grandes plantaciones y exportadores, nacionales y multinacionales. Según un estudio realizado por el Banco Centra del Ecuador, el sector bananero hace frente a varios desafíos como la sobreproducción mundial, la dependencia de las compañías multinacionales de comercialización para las exportaciones, y la falta de mecanismos adecuados para hacer cumplir la Ley del Banano. Un objetivo clave para la revisión era propiciar una relación más equilibrada entre productores y exportadores (dos protagonistas principales de la industria bananera ecuatoriana), y entre los propietarios de plantaciones y los trabajadores/jornaleros. Además, en la Ley del Banano reformada se atribuye gran importancia a estabilizar las actuales tierras bananeras; mejorar la productividad de los pequeños productores, quienes resultan perjudicados por los bajos rendimientos medios, y alentar a aquellas fincas en que el cultivo del banano es poco apropiado a optar por otros cultivos.

La Ley del Banano reformada N° 99-48, conocida formalmente como la “Ley de Producción y Comercialización del Banano destinado a la Exportación”, entró en vigor en julio de 2011 y contiene varios componentes:

- (a) Reglamentar las relaciones jurídicas entre los productores y exportadores de banano mediante el establecimiento de precios acordados mutuamente que los exportadores pagarán a los productores a través de la ejecución de contratos;
- (b) Formalizar en mayor medida las relaciones entre los propietarios de plantaciones y los trabajadores asalariados y garantizar mejores salarios y condiciones laborales.
- (c) Manejar el exceso de oferta del banano y sus repercusiones en los precios.
- (d) Mejorar los rendimientos y la productividad del banano entre los pequeños productores.
- (e) Aplicar las reglamentaciones ambientales relativas al banano.
- (f) Poner en práctica una política comercial activa para mantener los mercados actuales y conquistar otros nuevos.

⁴ Fuente: Legal Ecuador Decreto 818 Expídese el Reglamento a la Ley para Estimular y Controlar la Producción y Comercialización del Banano, Plátano (Barraganete) y otras musáceas afines destinadas a la exportación.



4.1 Precio mínimo y cumplimiento del contrato entre productores y exportadores

La ley del banano reformada establece que se fije un precio mínimo para el banano mediante negociaciones entre productores y exportadores. De no llegarse a un acuerdo, el MAGAP y el Ministerio de Comercio Exterior establecen el precio mínimo. No se pueden exportar frutas de banano sin un contrato con los productores y se deben pagar los precios mínimos. El Gobierno establece periódicamente el precio mínimo “justo previo al embarque” que los cultivadores de banano deben recibir y los precios mínimos f.o.b. de referencia que los exportadores han de declarar. Para establecer el precio mínimo, el MAGAP organiza mesas de negociaciones entre productores y exportadores cada tres meses a fin de llegar a un consenso respecto a los precios. De no lograr un acuerdo, el MAGAP y el Ministerio de Comercio Exterior proceden a establecer los precios basándose en el costo promedio de la producción nacional más una utilidad. A finales de 2013, el precio mínimo oficial era de 6 dólares EE.UU. por caja (de 18,5 kilogramos de banano) aplicados con arreglo a dos precios estacionales: 6.75 dólares EE.UU. por caja en la estación de precios altos (22 semanas del año) y 5,40 dólares EE.UU. para la estación de precios bajos (las restantes 30 semanas del año). Generalmente, el país exporta alrededor del 52 por ciento del total de los bananos durante las primeras 22 semanas y el 48 por ciento durante las 30 semanas restantes (Sopisco).

Además, la ley exige la suscripción de contratos para la compra de la fruta con el precio de apoyo. Existen diferentes tipos de contrato. Primero, hay el contrato para todas las frutas, en virtud del cual el exportador compra toda la fruta producida a lo largo del año. También existe el contrato basado en la superficie, en el que se especifica la superficie de la plantación bananera dentro de la cual el exportador reclama la fruta cosechada. El contrato por cajas fija el número promedio de cajas semanales que hay que entregar al exportador; estas cajas pueden prever variaciones del 5 por ciento al 20 por ciento en función de la estación. Todos los contratos son válidos por un año y obligan al exportador a comprar el 100 por ciento de la producción durante las 52 semanas del año. De lo contrario, el exportador estará obligado a pagar al productor el valor de las cajas no vendidas. Los exportadores están obligados también a pagar por las cajas de frutas mediante el Sistema de pagos interbancario del Banco Central de Ecuador.

En caso de incumplimiento por parte de los exportadores se aplicará una multa equivalente al monto de la evasión. Además, el contrato obliga a los productores a registrar la fruta o no podrán venderla. En el Ecuador, la proporción de bananos vendidos por medio de contratos ha aumentado pero sigue siendo inferior al 100 por ciento. A diciembre de 2013, de los 5,9 millones de cajas de banano vendidas cada semana, alrededor de 5,7 millones se vendieron por medio de contratos (Sopisco).

De conformidad con la ley del banano reformada, el establecimiento del precio del banano es un proceso de negociación en el cual los exportadores abogan por reducir los precios establecidos que han de pagar a los productores a fin de





alinean los precios f.o.b. con los precios de los competidores, mientras que los productores insisten en establecer precios que cubran sus costos de producción y les den una utilidad razonable. Los grupos de productores, al ser la parte más débil en la fijación de precios en el mercado libre, ejercen presión sobre el Gobierno para hacer más estricta la normativa y obligar a los exportadores a pagar el precio oficial, así como impedir que los costos sufragados normalmente por los exportadores se transfieran a los agricultores. Los productores proponen precios mínimos teniendo en cuenta los costos de producción calculados, utilidades razonables y un sueldo básico unificado para los trabajadores.⁵ Entre los desafíos que afronta el Gobierno para la aplicación del precio mínimo y la imposición de contratos figura la necesidad de hacer más estricta la normativa en relación con los exportadores estacionales y las compañías fantasma a fin de que no compren frutas solo en la estación alta (de enero a marzo) y luego desaparezcan, no dejando ninguna posibilidad de colocar la fruta en la estación baja.

Generalizar el uso de contratos en un país en el que los exportadores estaban acostumbrado a operar en mercados libres al contado no es fácil. Algunos exportadores son reacios a suscribir contratos con los productores durante la estación de precios bajos, mientras que algunos productores se muestran poco dispuestos a firmar contratos durante la estación de precios altos, cuando pueden obtener precios al contado más altos. Como consecuencia, a menudo se presenta un problema de venta, cuando los productores se niegan a entregar el producto a precios contratados en períodos en que los precios de mercado son más elevados. El Gobierno también sigue de cerca a los exportadores que venden fuera de los contratos y/o que aumentan injustificadamente los costos a los productores con el pretexto de servicios de “asistencia técnica”.

Medidas para promover el cumplimiento de los precios mínimos y los contratos

En abril de 2013, el Ecuador estableció un control automatizado de los contratos y las exportaciones, que debía fortalecer la capacidad del país de vigilar y reglamentar los contratos entre exportadores y productores e imponer sanciones en caso de incumplimiento.

Otra opción considerada por el Gobierno desde 2011 era establecer una compañía exportadora dirigida por el Estado con objeto de comprar en masa bananos vendidos fuera de contratos con la esperanza de resolver el problema de incumplimiento por parte de algunos exportadores (Sopisco). Sin embargo, no todos los productores son favorables a la idea, y algunos expresan preocupación por la posibilidad de que se produzcan retrasos en los pagos debidos a las ineficacias burocráticas. Aunque esta iniciativa no se ha aplicado, tampoco se le ha descartado.

⁵ A finales de 2013, los grupos de productores proponían un precio mínimo de 7,50 dólares EE.UU., mientras los exportadores abogaban por un precio de 5,15 dólares EE.UU. Al final, el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Comercio Exterior decidieron establecer un precio de 6 dólares EE.UU. por caja. (Sopisco)



Otra medida encaminada a facilitar el cumplimiento de los sistemas de precios mínimos fue la creación de un fondo de estabilización, con contribuciones de los productores durante la estación de precios altos, para utilizarse en la estación de precios bajos. Al mismo tiempo, se extendió una línea de crédito a los exportadores para ayudarlos a cumplir con sus arreglos contractuales en materia de precios con los productores durante los períodos en que los precios bajan. La línea de crédito, que será administrada por la Corporación Financiera Nacional y supervisada por el MAGAP, compensa a los exportadores por el pago de la diferencia entre el precio de mercado menor y el precio mínimo oficial.⁶

Ante las críticas de los exportadores de que el establecimiento de un precio mínimo ha puesto al Ecuador en situación de desventaja competitiva en una cadena mundial de valor del banano no regulada, el Gobierno ha contestado utilizando el código impositivo para fortalecer la competitividad del sector. Por ejemplo, el Ecuador eliminó el impuesto especial al banano⁷ y la tarifa especial de 9 dólares EE.UU. por 1000 cajas utilizada por la Agencia para el Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad) del Ecuador para la inspección efectuada en cada 1000 cajas de banano exportadas.

4.2 Gestión del exceso de oferta y la variabilidad del banano

En el marco de los esfuerzos del Ecuador por revisar el sector del banano, mejorar la productividad y garantizar el cumplimiento de la política oficial del precio mínimo, el Gobierno ha realizado un amplio censo de las plantaciones de banano del país. El MAGAP y Agrocalidad participan en la validación de los datos del censo ya recopilados. El censo se realizó para efectuar una zonificación estratégica con miras al uso óptimo de la tierra, el agua y los recursos, y para distinguir mejor cuáles plantaciones o zonas agroecológicas son adecuadas para el aumento de la productividad y cuáles son más adecuadas a la reconversión de cultivos. Además, el censo de las plantaciones es muy importante para hacer frente a la cuestión del abandono de las plantaciones bananeras, que está provocando la propagación de enfermedades a las plantaciones vecinas, incluidas aquellas que no se explotan más que a tiempo parcial durante la estación de precios altos.

Según datos de 2012, el Ecuador tiene un total de 165.132 hectáreas de cultivos de banano explotadas por 12.000 agricultores (MAGAP). Alrededor del 25 por ciento de las plantaciones carecen de las licencias necesarias. Se han realizado nuevas plantaciones en varias zonas de las regiones productoras de banano, pero sobre todo en la provincia de Santa Elena, una nueva zona para la expansión del banano debido al clima más seco y las menores lluvias, que constituyen condiciones adecuadas contra la sigatoka negra.

⁶ El interés del préstamo se fija en 8,5 por ciento y el reembolso con intereses se efectúa durante el período de precios elevados (diciembre o enero). Los exportadores pueden solicitar el préstamo hasta noviembre y utilizar el dinero para pagar a los agricultores dentro del plazo de 8 días establecido por la Ley del (Sopisco).

⁷ 0,7 por ciento creado por el Programa Nacional del Banano a fin de transferir recursos a Corpecuador para la reconstrucción de carreteras tras el fenómeno de El Niño.





Otra manera de hacer frente al exceso de oferta de banano en el mercado es poner en práctica un plan de reconversión de cultivos para plantaciones de baja producción situadas en zonas no idóneas. Se están desplegando esfuerzos para convertir algunas plantaciones bananeras en cultivos de caña de azúcar, café o cacao, palma oleaginosas y madera. A partir de 2012, el Gobierno identificó 15.000-18.000 plantaciones de banano para la reconversión de cultivos. El MAGAP estableció un programa voluntario que prevé la concesión de préstamos para los productores que desean sustituir el banano por otros cultivos. En el marco del programa, el Gobierno ofrece líneas de crédito pagadas a través de la Corporación Financiera Nacional para los primeros cuatro años, que cubren el 100 por ciento de los costos de producción de los agricultores con menos de 25 hectáreas y el 7 por ciento de las superficies adicionales. (Sopisco).

Ampliación del consumo interno de banano

El consumo interno de banano es reducido en el Ecuador habida cuenta de que el 95 por ciento de la producción se exporta. El Gobierno está tratando de hacer frente al problema del exceso de oferta mediante la creación de nuevos canales de comercialización. Un ejemplo es el fomento del uso de la harina de banano como posible sustituto del trigo, que ha de mezclarse con este último en pequeñas porciones. Otra idea es la introducción de la fruta del banano en el marco de los programas de comidas escolares. Según el Ministerio de Educación, el Gobierno atiende a 1,7 millones de alumnos con el programa de desayuno escolar, que abarca a 1600 unidades educativas y beneficia a alumnos de entre 4 y 12 años de edad (Sopisco). Para incorporar el banano en el menú del desayuno se necesitarán al menos 145.000 cajas de banano por día para distribuir entre los alumnos, o 2,9 millones de cajas de fruta por mes en el caso de ponerse en marcha la iniciativa. El MAGAP también está viendo la posibilidad de extender el consumo de banano a las instituciones militares y hospitales públicos.

4.3 Apoyo a la productividad para los agricultores

Oficialmente, el plan para mejorar la productividad de las pequeñas explotaciones bananeras se basa en cuatro tipos de intervenciones de apoyo: i) fortalecimiento de las asociaciones y los negocios; ii) asistencia técnica; iii) financiación mediante préstamos, e iv) investigación. Al hacer frente a la cuestión de la baja productividad de las pequeñas plantaciones, el Ministerio de Agricultura tiene en cuenta de que no todas las plantaciones están ubicadas en zonas de producción adecuadas y que en alguna que otra finca quizá sea necesaria alguna sustitución con otros cultivos.⁸ Además, el acceso a la tecnología y la mejora de las técnicas de gestión dependen de la estabilidad de los ingresos de los pequeños productores. La estabilización de estos ingresos es un problema que el Gobierno está afrontando en parte mediante la aplicación del precio mínimo y la ejecución de contratos. Otra medida de apoyo del Gobierno consiste en fomentar la formación de asociaciones de productores y facilitar canales de comercialización alternativos.

⁸ Comunicación personal del autor con funcionarios del Ministerio.



Existen además técnicas de gestión básica que los pequeños agricultores simplemente no han dominado, como buenos programas de fertilización. Los programas de capacitación encaminados a fortalecer la capacidad de gestión de los agricultores se señalan también como medios para mejorar la productividad bananera.

4.4 Políticas en materia de protección social y derechos de los trabajadores

Otro importante pilar de la Ley del banano consiste en formalizar el estatus de los trabajadores bananeros en las plantaciones, garantizar mejores condiciones laborales mediante contratos oficiales, y hacer cumplir las disposiciones relativas al salario mínimo, la seguridad social y las prestaciones del seguro médico. Se trata de una política social importante dado que casi el 10 por ciento del total de la población obtiene sus medios de subsistencia económica directa o indirectamente de la industria bananera. Para cumplir con este objetivo de política social, el Gobierno está tratando de registrar a todos los productores y de asegurarse de que cumplan con sus obligaciones de empleadores al garantizar que “todos los trabajadores” tengan un contrato, disfruten de las prestaciones del seguro médico y reciban al menos la paga mínima y por horas extraordinarias.

Desde la aprobación de la ley del banano reformada en julio de 2011, se esperaba que todas las plantaciones bananeras se registraran antes de finales de 2013 y que el estatus de sus trabajadores se ratificara mediante contratos regulares. Para fijar el precio mínimo para los productores, las autoridades deben establecer el costo de producción, de acuerdo con el tamaño de la plantación y el volumen de las exportaciones, y calcular las utilidades y los impuestos que se han de pagar. Además, el Gobierno efectúa el seguimiento de los empleadores para garantizar que paguen el sueldo mínimo y los impuestos sobre sueldos y salarios. En 2013, el salario mínimo mensual en el Ecuador se mantenía en 437 dólares EE.UU. (Sopisco). La obligación de los productores de no vender más que mediante contratos ha forzado a más de 3700 de los 4000 productores, no registrados en el Ministerio de Agricultura, a legalizar sus actividades, entre ellas a cumplir con las obligaciones de empleador ante el sistema de seguridad social.

4.5 Normas ambientales para el banano

Entre las prioridades del Gobierno relativas al sector bananero figura la necesidad de formular una estrategia de adaptación para mejorar las prácticas fitosanitarias dentro del sector. El marco jurídico para la nueva estrategia fitosanitaria está incorporado en la ley del banano reformada. En virtud de esta ley, las explotaciones de hasta 20 hectáreas requieren tarjetas de registro, mientras que las plantaciones de mayor tamaño requieren permisos o licencias ambientales. Estas tarjetas se conceden después de que el MAGAP compruebe de que todo riesgo para la salud de las poblaciones vecinas y los trabajadores de las plantaciones se haya reducido al mínimo. Otros requisitos son los planes correctivos en caso de emergencia en las plantaciones bananeras (como inundaciones y brotes de enfermedades, entre otros). Una de las tareas consiste





en hacer que todas las regiones productoras de banano tengan el mismo grado de cumplimiento de las normas ambientales, que actualmente varía mucho entre provincias. Por ejemplo, los residentes de Los Ríos tienen mejores indicadores ambientales, con el 47 por ciento de las explotaciones registradas y el 37 por ciento en proceso de hacerlo. En cambio, en las provincias bananeras de El Oro y Guayas las tasas de cumplimiento de las normas ambientales son mucho menores. Según el Ministerio del Ambiente, en la región de Guayas solo el 2 por ciento de las plantaciones bananeras cuentan con las licencias adecuadas y el 4 por ciento está en proceso de obtenerlas. En El Oro, estos porcentajes son del 1 por ciento y el 9 por ciento respectivamente (Sopisco).

El Gobierno también reglamenta la pulverización aérea con productos químicos y fija sus límites. Las aplicaciones aéreas no pueden utilizarse a menos de 100 metros de las riberas de los ríos y de las escuelas y centros de salud de las aldeas. Para la aplicación manual de productos agroquímicos, la franja de protección es de 50 metros de estas zonas.

El Gobierno está aplicando una amplia política impositiva para la protección del medio ambiente en la forma de impuesto ecológico a fin de influir en el comportamiento del consumidor y reducir la contaminación vehicular y el uso de botellas de plástico. De conformidad con la Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, los grandes productores y los exportadores deben pagar un impuesto a la renta del 2 por ciento por cada caja de banano. El impuesto se aplica al precio oficial y no a los costos de producción. Además, existe un tributo aplicado a la tierra de cultivo de banano como parte del paquete fiscal.⁹

4.6 Política comercial: diversificación de los mercados de exportación

Dado que la mayoría del banano producido en el Ecuador se exporta, la necesidad de mantener los mercados existentes y conquistar otros nuevos es fundamental para la viabilidad del sector. De ahí que una política comercial activa sea un elemento muy importante para la estrategia bananera ecuatoriana. Uno de los mecanismos para facilitar el acceso a los mercados es la negociación y suscripción de acuerdos comerciales. En 2014, el Ecuador oficialmente entabló negociaciones con la UE encaminadas a lograr un acuerdo comercial. Estas negociaciones comenzaron en la época en que el Ecuador había perdido recién el acceso preferencial contemplado por el Sistema Generalizado de Preferencias (SGP) Plus a finales de 2013, después de que la UE determinara que el Ecuador no había reunido las condiciones necesarias desde 2010 cuando alcanzó a la condición de país de ingresos medianos.¹⁰ La pérdida del estatus del SGP Plus es importante para el comercio del Ecuador con la UE, dado que nueve de los 10 principales productos exportados por el Ecuador a la UE (el banano está

⁹ En 2012, los impuestos ecológicos generaron 360 millones de dólares EE.UU., de los cuales 200 millones de dólares EE.UU. se asignaron a la mejora de la calidad del combustible, mientras la parte restante se destinará al sector sanitario (Sopisco).

¹⁰ Lo que quiere decir que el PIB del país es superior al 1 por ciento del PIB mundial, según la clasificación del Banco Mundial.



excluido del SGP) están sujetos a aranceles preferenciales de conformidad con el sistema SGP Plus. A partir de 2014, la UE introdujo aranceles a los productos ecuatorianos con un promedio del 24 por ciento frente al 0 por ciento bajo el SGP PLUS (Sopisco). Esta pérdida del estatus preferencial puede haber dado un mayor impulso para lograr un nuevo acuerdo comercial con la UE.

La posición inicial del Ecuador en sus negociaciones con la UE es trabajar hacia un acuerdo comercial que mejore el acceso a los mercados de sus principales productos y, al mismo tiempo, tenga en cuenta las necesidades de desarrollo del país y proteja sus objetivos en materia de soberanía alimentaria. Por su parte, la UE, a cambio de las concesiones arancelarias, quiere que el Ecuador otorgue concesiones para el acceso al mercado a empresas europeas a través de contratos en los sectores manufacturero y de servicios asignados mediante licitaciones gubernamentales. Durante la primera ronda de negociaciones, celebrada en Bruselas en enero de 2014, el Ecuador presentó su lista positiva de los productos (productos petroquímicos, banano, café, cacao, camarones, flores y atún) para los que trata de obtener una reducción arancelaria de la UE. Por otro lado, el Ecuador también presentó su lista negativa de productos (para bienes importables) – leche, pollo, salchicha, carne y alimentos elaborados – que han de excluirse de la liberalización comercial por motivos de soberanía alimentaria. Estas posiciones iniciales recíprocas sugieren que las negociaciones probablemente sean un proceso prolongado. Al mismo tiempo, el Ecuador está buscando acuerdos comerciales con otros países para mejorar su estrategia de diversificación de las exportaciones. Entre estos figuran los acuerdos con países de América Latina como Chile, pero también con Turquía y países de Oriente Medio y Europa oriental.

5. Examen y conclusión general: consecuencias para la sostenibilidad económica, ambiental y social

5.1 Sostenibilidad económica

El sector bananero tiene una importancia vital para el Ecuador debido a sus dimensiones y al gran porcentaje de la población (10 por ciento) que obtiene sus medios de subsistencia económicos de dicho sector. Su estado de salud, vitalidad y sostenibilidad tienen una importancia estratégica para el país. En la presente sección se examina los problemas de sostenibilidad a que hace frente la industria del banano del Ecuador y los complicados desafíos planteados por el cambio climático.

La sostenibilidad económica es el resultado de una gestión óptima de la oferta, de una capacidad continua para satisfacer la demanda mundial y una distribución equitativa de los beneficios entre los principales protagonistas, especialmente los pequeños productores y los trabajadores, factores que afectan a la estabilidad de los ingresos. También proviene de la capacidad continua de realizar las inversiones necesarias para aumentar los rendimientos y la productividad.

Desde 2011 el Gobierno del Ecuador ha emprendido una importante revisión de la industria bananera, estableciendo una política que hace frente a los





problemas de la oferta y la demanda y que ejerce presión para conseguir una distribución más equitativa de los beneficios entre los principales protagonistas de la cadena de valor, estos es, trabajadores, propietarios de plantaciones (productores) y exportadores. Dado que el sector bananero es una cadena de valor mundial fuertemente integrada, la política bananera se detiene en la frontera. Más allá de ella, el Ecuador ha tomado medidas para hacer frente a la evolución de la demanda, incluida la competencia, el exceso de oferta y los crecientes exigencias en cuanto a estándares y normas por parte de los compradores en representación de los consumidores. Como el comercio es fundamental para la economía del sector bananero, el Ecuador también ha emprendido varias iniciativas encaminadas a diversificar los mercados de exportación y a mantener los mercados actuales, entre otros mediante acuerdos comerciales, como el suscrito con la UE.

La sostenibilidad económica del sector bananero en el Ecuador depende de cómo se haga frente a los cuatro siguientes desafíos:

- 1. Estabilizar los ingresos de los pequeños productores y trabajadores, en parte mediante una distribución más equitativa de los beneficios a lo largo de la cadena.** Este objetivo se está realizando gracias la aplicación del precio mínimo para el banano mediante la suscripción de contratos. Se trata de un elemento importante de la política del banano que no es fácil de conseguir dado que depende de la reconciliación de intereses económicos opuestos entre exportadores y productores por un lado, y entre productores y trabajadores por el otro. En ambos casos, el Gobierno se ve obligado a cumplir una función de árbitro y a ejercer su influencia política para encontrar un resultado social deseado interviniendo en un proceso de mercado impulsado por elevados niveles de competencia y un poder de negociación desigual entre los protagonistas (los pequeños productores son más débiles ante los exportadores, pero más fuertes ante los trabajadores). En este caso, el Gobierno debe ir más allá de la aplicación de su poder coercitivo y utilizar una variedad de incentivos (por ejemplo, líneas de crédito, fondos de estabilización) para inducir a los protagonistas a una colaboración máxima, en el caso de que se quiera estabilizar y mantener en el tiempo un nuevo *modus operandi*.
- 2. Racionalizar el uso de la tierra de cultivo de banano y reglamentar las nuevas plantaciones bananeras.** Para impedir una injustificada expansión de tierras, el Gobierno debe garantizar una mejor gestión de la oferta (evitar el problema del exceso de oferta de bananos). Esta estrategia de gestión de la oferta debe también facilitar la identificación de las plantaciones adecuadas para la aplicación de medidas de aumento de la productividad y de las plantaciones seleccionadas para la reconversión a otros usos. Estas medidas forman parte de una estrategia general que prevé la realización de una encuesta en todas las plantaciones bananeras y el registro de las mismas, lo que facilitará las normas sociales y ambientales y permitirá manejar mejor el precio mínimo y la aplicación de los contratos.



3. **Mejorar la productividad mediante un programa que difunda técnicas mejoradas, programas de fertilización y una mejora del manejo de la lucha contra las plagas**, incluidos métodos de lucha aprobados para la agricultura orgánica. La mayoría de estas medidas de apoyo exigen que los productores se organicen en asociaciones y reciban el apoyo necesario a la capacidad técnica y de gestión. Esto no debería constituir un problema mayor dado que la comercialización del banano a menudo exige que los productores se organicen y trabajen en grupos, especialmente cuando se necesita la certificación del producto. Sin embargo, estas medidas requieren suficiente capacidad en investigación aplicada, adaptación tecnológica y extensión. Se necesita realizar una evaluación de la capacidad actual del país en materia de investigación, desarrollo tecnológico y extensión para determinar las necesidades esenciales, identificar las deficiencias y establecer un programa de acción adecuado para subsanarlas.
4. **Aumentar las oportunidades de la demanda para controlar mejor los equilibrios entre la oferta y la demanda y, en consecuencia, estabilizar los precios**. Esto supone mantener el acceso a los mercados actuales (UE) y extender las exportaciones a mercados emergentes en los que aumentan los consumidores de clase media. Otro elemento de esta estrategia consiste en diversificar el valor del banano mediante el fomento de otros usos (harina de banano) o la promoción del consumo interno (compradores institucionales como escuelas, hospitales y el ejército).

De aplicarse de manera integrada, estas cuatro medidas deberían contribuir a mejorar los rendimientos, reducir el costo de producción, estabilizar la oferta y mejorar los equilibrios entre la oferta y la demanda. Esto, a su vez, mejorará y dará mayor estabilidad a los ingresos de los productores y trabajadores – condición *sine qua non* para la viabilidad a largo plazo de la industria bananera. Pero para lograr la plena sostenibilidad, también se debe hacer frente a las importantes dimensiones ambiental y social del sector bananero en el Ecuador.

5.2 Sostenibilidad ambiental: la larga sombra de las plagas y el empleo de plaguicidas

El banano figura entre los más importantes cultivos alimentarios del mundo, pero acarrea un gran costo debido a las grandes cantidades de productos agroquímicos que necesita, que tienen importantes efectos secundarios negativos en el medio ambiente y la salud. Se sabe que la aplicación de productos químicos es perjudicial para la salud de los trabajadores desprotegidos y las personas que viven alrededor de las plantaciones, y que contaminan los abastecimientos de agua cercanos con consecuencias a menudo duraderas (FAO, 2003).

El problema mayor es cómo mitigar y minimizar estos efectos secundarios. La estrategia para hacer frente a este problema debe prever una combinación de normas estrictas, incentivos económicos para el uso de tecnologías mejoradas y mayor empleo de métodos que prescindan del uso de productos químicos.





La primera línea de actuación consiste en elaborar un plan normativo nacional para el uso de plaguicidas que pueda manifiestamente minimizar los efectos negativos de los plaguicidas y mantener la viabilidad económica de la producción de banano. Sin embargo, no se trata de una tarea fácil. Entre las posibles medidas que han de considerarse figuran:

- (a) aplicar normas estrictas para la pulverización aérea sobre la base de evidencias e impactos cuantificados (en caso de que se dispongan);
- (b) introducir y promover la adopción de tecnologías mejoradas conocidas por minimizar los riesgos, como el uso de la tecnología GSP mediante chorros a presión y otras técnicas de aplicación de precisión;
- (c) ampliar el uso de técnicas de manejo integrado de plagas mediante la divulgación de un protocolo de implementación del manejo integrado de productos y plagas apoyado por actividades de capacitación de los productores e incentivos económicos;
- (d) adoptar un plan claro de zonificación y delimitar zonas prohibidas para la producción de banano basándose en una evaluación de riesgos para el medio ambiente.

Además de reglamentar la aplicación de productos químicos, existen varias medidas complementarias o técnicas de producción que contribuyen a minimizar los efectos secundarios en el medio ambiente; entre ellas, la adopción de técnicas mejoradas de manejo del agua, la fertirrigación, la replantación frecuente de plantas de banano para evitar asiduas pulverizaciones y, cuando resulte económicamente viable, la producción orgánica. Esta última plantea problemas adicionales para combatir las principales enfermedades como la sigatoka negra, debido a que la producción orgánica requiere más manejo intensivo y conocimientos técnicos. Requiere, asimismo, una base de investigación más sólida para elaborar métodos de control de plagas que no usen productos químicos y adoptar protocolos para el seguimiento de los insumos orgánicos, que garanticen que las zonas protegidas se destinen a los bananos orgánicos e impidan la contaminación debida el uso productos químicos por las plantaciones cercanas. Odas estas propuestas necesita un fuerte respaldo público y medidas normativas de apoyo. Una reforma institucional clave que puede facilitar en gran medida estos procesos es la creación de una organización coordinadora nacional para los productores orgánicos que pueda servir de enlace entre los productores orgánicos, por un lado, y el gobierno y otros actores del sector privado, por el otro. Esta organización coordinadora debe poder expresar los intereses y necesidades de los productores orgánicos y contribuir a la formulación de medidas normativas o de apoyo para hacerles frente.

Los pequeños productores también aplican métodos de lucha contra las plagas que prescinden del uso de productos químicos, como eliminar las hojas infestadas, intercalar cultivos con otros resistentes a enfermedades y plantar en zonas de sombra parcial, lo que debilita el avance de la enfermedad (Ploetz, 2001). Otra técnica de lucha contra la sigatoka negra que no utiliza productos químicos es el uso de fundas de plástico que separan las manos de cada racimo



durante el período de crecimiento, reducen la cantidad de frutos marcados y de desecho, y aceleran la maduración antes de la cosecha (FAO, 2003). Las técnicas de manejo integrado de productos y plagas (MIPP) se basan en una combinación de medios mecánicos, biológicos y químicos de control de plagas. El MIPP no trata de erradicar las plagas sino de limitar su presencia a un nivel económicamente razonable. Además, utilizan prudentemente la fertilización para limitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (Vargas, 2002). La aplicación generalizada más exitosa del MIPP se realizó en la República Dominicana. Su aplicación promovió en gran medida la adopción generalizada de la producción de banano orgánico, que transformó al país en el primer productor y exportador de este mercado especializado de banano (Roquigny y Vagneron, 2008).

5.2.1 El impacto agravante del cambio climático

En el Ecuador, el cambio climático se manifiesta en gran medida en el aumento de las temperaturas, en los cambios en la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos (sequías, inundaciones), el retroceso de los glaciares y los consiguientes cambios en el régimen hidrológico. *El impacto previsto del cambio climático y la variabilidad sobre la idoneidad del banano sigue siendo muy favorable hasta 2070.* Según un estudio realizado por Machovina (2013), la idoneidad de las actuales tierras para el banano en América Central y América Latina experimentará cambios significativos antes de finales de 2060, con limitados efectos en el Ecuador. De acuerdo con el estudio, alrededor del 41 por ciento de las nuevas tierras, que actualmente no se consideran idóneas, pasarán a ser idóneas para el banano, el 58 por ciento de las tierras actualmente idóneas pasarán a ser menos idóneas, y el 39 por ciento no experimentará ningún cambio. En relación con el Ecuador, las evaluaciones del cambio climático en otros importantes países productores de banano indican que, en general, América Central y Filipinas resultarán más perjudicados que el Ecuador. Entra las nuevas zonas favorables para el banano figurarán Brasil (de Sao Paulo a Porto Alegre) y la parte meridional no costera de China (interior de Guangdong).

Para el Ecuador, el escenario previsto es favorable a una idoneidad general del banano; sin embargo, dicho escenario se complica por los efectos bióticos y por las consecuencias en las dinámicas de las enfermedades y plagas. Aunque se necesita más información para vincular el aumento de las temperaturas con la dinámica de las plagas y la duración del ciclo de vida reproductiva, las indicaciones preliminares sugieren que la agresividad y los posibles daños de las plagas del banano, como los nematodos y los gorgojos del tallo del banano, pueden aumentar.

A mediano y largo plazo, el cambio climático probablemente exija ajustes en algunas prácticas de producción de banano. El aumento de la variabilidad del clima de un año a otro y la mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos moderados y extremos representan un problema adicional para los científicos, productores, comercializadores y compañías exportadoras de banano. En general, las temperaturas más elevadas son menos favorables para la sigatoka negra, pero no el aumento de las precipitaciones y la humedad. El aumento





de las precipitaciones probablemente ocasionen un incremento del riesgo de inundaciones, mientras que la reducción de los glaciares asociada al aumento de las temperaturas pondrá a dura prueba a los sistemas existentes de manejo del agua, ocasionará un aumento de las sequías y posiblemente aumente la susceptibilidad de las plantas a la enfermedad de Panamá.

5.3 Sostenibilidad social

El banano es una cadena de valor muy eficiente, con un valor de mercado enorme de más 17.000 millones de dólares EE.UU. a nivel mundial y más de 2.000 millones de dólares EE.UU. de valor añadido para el Ecuador. Sin embargo, el sector es celebre por el injusto tratamiento laboral y los escasos beneficios para los trabajadores. Además del costo ambiental de los plaguicidas, la injusticia social ha afectado a este sector desde comienzos del siglo XX. La producción de banano es intensiva en trabajo y el costo de la mano de obra representa del 40 por ciento al 50 por ciento del total de los costos de producción; por consiguiente, la reducción de los gastos en concepto de salarios ha sido desde hace mucho tiempo uno de los principales objetivos para la minimización de los costos por parte de los propietarios de las plantaciones (ya sean nacionales o multinacionales).

No se trata de un problema nuevo. Desde el decenio de 1990, muchas ONG (en su mayor parte europeas) han expresado preocupación por las condiciones de los trabajadores y los costos ambientales derivados de los plaguicidas, y han ejercido presión sobre los minoristas a fin de que utilicen su creciente poder de mercado para corregir estas externalidades. La respuesta fue la aparición de mercados especializados, como el del banano orgánico o de Comercio Justo, que incorporaron algunas medidas de protección de la mano de obra. Además, los minoristas establecieron sus propias normas voluntarias de autodisciplina en materia ambiental o social, pero con escasos efectos debido a que se vieron atrapados en un conflicto de intereses entre ejercer presión a favor normas sociales y ambientales más estrictas, y evitar que estas normas eleven sus costos y reduzcan sus márgenes de ganancia. Al final, el sector minorista entregó la verificación y seguimiento del cumplimiento de sus propias normas a órganos de certificación independientes (GLOBALGAP, EUROPGAP) que trabajaron en representación de los minoristas como sus principales clientes (puesto que los estos escogieron el órgano de certificación con el cual trabajar). Aunque el banano de Comercio Justo puede dar lugar a precios ligeramente mayores para los propietarios y los trabajadores de las plantaciones, hasta la fecha las pruebas señalan que ninguno de los dos bananos, el orgánico y el de Comercio Justo, ha tenido un impacto significativo en la gran mayoría de los trabajadores bananeros de los países en desarrollo debido a la participación constantemente limitada del banano de Comercio Justo u orgánico en el mercado total. En el mejor de los casos, estos mercados especializados han tenido un efecto positivo marginal, debido a que siguen pasando por los mismos canales de comercialización que el banano convencional y están sujetos a las mismas condiciones de mercado y de fijación de precios impuestas por el concentrado sector minorista, lo que da lugar a una distribución del valor enormemente



sesgada a favor de los minoristas (35 por ciento a 40 por ciento), mientras que los trabajadores bananeros no reciben más que una pequeña parte (menos del 3 por ciento).

En 2002, *Human Rights Watch* publicó un estudio detallado en el que se documenta el trato dado a los trabajadores bananeros en el Ecuador. Aunque un poco desactualizado, el estudio representa uno de los mejores análisis del trato que reciben los trabajadores bananeros en el Ecuador. Puede ser que desde entonces la situación haya cambiado en lo que se refiere a la remuneración de los trabajadores y la extensión del trabajo infantil, especialmente después de que el Ecuador promulgara su ambiciosa ley reformada del banano en 2011. Entra sus disposiciones figura la obligación por parte de todos los propietarios de plantaciones de inscribir a sus trabajadores en la seguridad social y, por consiguiente, formalizar sus contratos de empleo; además, el Gobierno ha insistido en garantizar unos salarios mínimos y otros beneficios (seguridad social y salud) para los trabajadores. Sin embargo, hasta ahora no existe una evaluación oficial o independiente de las condiciones actuales, ni una manera rigurosa de estimar cuánto han cambiado desde el estudio de *Human Rights Watch*. Para evaluar plenamente las actuales condiciones laborales, sería importante saber cuál es el jornal mínimo legal vigente de un trabajador bananero en el Ecuador, el costo básico mensual de mercado (en dólares EE.UU.) de una canasta de alimentos más otras necesidades básicas de los hogares en las zonas rurales del Ecuador y, en consecuencia, determinar si un hogar de cuatro personas puede vivir con el salario mínimo, aún con dos adultos que trabajan.

Otra condición fundamental para garantizar un salario justo para los trabajadores consiste en promover y proteger los derechos de los trabajadores a organizarse y formar sindicatos y, de este modo, participar en negociaciones salariales transparentes con los propietarios de las plantaciones. Actualmente, en el marco de la ley del banano reformada, las plantaciones deben inscribir a sus trabajadores y garantizar que tenga contratos formales. Es importante que estas medidas protejan igualmente los derechos de los trabajadores a organizarse y establecer sindicatos y adherirse al Convenio sobre la fijación de salarios mínimos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Durante mucho tiempo, las condiciones de los trabajadores del banano para organizarse y conseguir salarios más altos se vieron frustradas en el Ecuador, como se documenta en el estudio de *Human Rights Watch*. En el pasado, cuando las leyes laborales eran ignoradas en el país, los empleadores disponían de una fuerza laboral “temporal permanente” en las plantaciones y mantenían a los trabajadores con reiterados contratos a corto plazo, para eludir las leyes laborales que se aplicaban sólo a los trabajadores con contratos oficiales. Además, los empleadores podían bloquear la organización de sindicatos simplemente despidiendo a los trabajadores y pagando una pequeña suma de dinero, lo que estaba permitido por la legislación vigente. Además, los propietarios de las plantaciones bananeras solían rotar la fuerza laboral que manipulaba productos químicos peligrosos mediante el uso de contratos a corto plazo, en lugar de mejorar las condiciones de trabajo o proporcionar protección contra los plaguicidas. No sorprende, por tanto, que en estas condiciones fuese





muy difícil que la actividad sindical progresara. El estudio no halló más que una mínima parte de trabajadores que pudo formar sindicatos.¹¹ Corregir estas prácticas es un requisito previo para la sostenibilidad social.

5.4 Hacia un sector bananero sostenible: por una mejora de la gobernanza

Mejorar la sostenibilidad de la producción bananera, especialmente en lo referente al empleo de plaguicidas y la minimización de riesgos, exige introducir innovaciones en la gobernanza. Algunas de estas innovaciones adoptan la forma cambios moderados en las instituciones y políticas, incentivos, o información y tecnología, que pueden influir directamente en los productores o lograr sus impactos indirectamente influyendo en las decisiones del consumidor, el vendedor al por menor y el elaborador. Una condición previa para una transición exitosa hacia sistemas sostenibles es lograr un consenso sobre los mecanismos de gobernanza y arreglos institucionales que respalden mejor estas intervenciones.

La gobernanza, en su complejidad, debe basarse en un enfoque pluridimensional que tenga en cuenta los procesos políticos (política), las estructuras institucionales (sistema de gobierno) y el contenido normativo (normas) (Lange *et al*). Al examinar la gobernanza a lo largo de la cadena de valor, es importante reconocer el grado de influencia que tienen algunos protagonistas a lo largo de la cadena para comprender el grado de influencia que tienen en la producción agrícola. Además, las instituciones complementarias, los incentivos y la información a menudo se combinan, mientras que es deseable la colaboración de múltiples interesados entre diferentes grupos de protagonistas.

En el caso del banana, se necesitan múltiples formas de gobernanza que operen en diferentes niveles (local, nacional e internacional) para garantizar la transición a sistemas ambientalmente más sostenibles desde la dimensión social (distribución equitativa de beneficios y protección de los derechos de los trabajadores y de la salud y el bienestar económico de las comunidades afectadas), así como desde la dimensión ambiental (reducir al mínimo los riesgos de plaguicidas, hacer frente al creciente problema del cambio climático y la consiguiente gestión de los recursos hídricos, y manejar fenómenos meteorológicos extremos).

A nivel nacional, la política bananera nacional ofrece un marco para aportar muchas mejoras esenciales en las esferas de la equidad social y la mejora de los derechos de los trabajadores. Lo que hace falta es un mecanismo para el seguimiento, la aplicación y el cumplimiento de las normas y derechos laborales con impactos sociales. En cuanto a la protección ambiental, quizá se deba mejorar aún la legislación actual y asegurar su cumplimiento. En la aplicación

¹¹ El estudio encontró solamente cinco grupos debidamente organizados en más de 5.000 plantaciones bananeras registradas en el Ecuador, y solo unos 1.650 de los aproximadamente 120.000-148.000 trabajadores bananeros estaban afiliados a organizaciones de trabajadores, es decir, alrededor del 1 por ciento de la fuerza de trabajo.



de la política ambiental tiene una importancia fundamental la capacidad técnica y de investigación para realizar las evaluaciones ambientales necesarias para la adopción de normas y la aplicación de las mismas.

En la esfera del cambio climático, se está recién formando la gobernanza propiamente dicha. Todavía no se ha establecido una estructura y mecanismos coordinados a fin de atender las claras prioridades para hacer frente al impacto del cambio climático. Dada la necesidad apremiante de pruebas sobre las posibles consecuencias del cambio climático en las enfermedades, es fundamental reforzar la investigación agrícola en el país, especialmente en relación con el desarrollo y experimentación de clones resistentes a las plagas para afrontar las amenazas existentes y nuevas, especialmente teniendo en cuenta su estrecha relación con los efectos del cambio climático. Esto exige reforzar las redes mundiales de instituciones de investigación especializadas en el banano y el cambio climático. También es muy importante para la adaptación y mitigación la necesidad de promover mecanismos más sólidos de seguimiento de la información meteorológica y la mejora del registro de las condiciones climáticas.

A nivel mundial, se puede hacer mucho para garantizar una transición más rápida a un manejo sostenible de las cadenas de valor del banano. Las estructuras de gobernanza existentes a lo largo de la cadena mundial del banano han de mejorarse para acelerar la transición a prácticas más sostenibles, entre ellas medidas de protección sólidas y aplicables para minimizar los daños ambientales ocasionados por las abundantes aplicaciones de productos agroquímicos. Uno de los canales para mejorar la gobernanza es informar y sensibilizar al consumidor respecto a que el banano barato, que externaliza el verdadero costo ambiental y social de la producción de bananos, no es sostenible y que hay que buscar alternativas. Se deben encontrar nuevas formas de internalizar el costo total de la producción de banano, incluido el costo para el medio ambiente, que actualmente se externaliza y se excluye de la economía de la producción, la distribución y el consumo. Evidentemente, estos resultados, en la medida en que pueden dar lugar a un aumento de los precios, determinarán una disminución de la demanda mundial, favoreciendo una sustitución parcial con otros productos alimentarios. Sin embargo, este debe ser el precio que se ha de pagar en el caso de que todos estén de acuerdo en que un sistema bananero ambientalmente sostenible y socialmente equitativo, con una distribución más justa de los beneficios, es un objetivo mundial que merece la pena alcanzar.





©FAO/Aziz Elbehri



CAPÍTULO 3:

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS EN EL SECTOR DEL BANANO EN EL ECUADOR

Por David Skully¹ y Aziz Elbehri²

¹ Consultor de la FAO, División de Comercio y Mercados, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Pedro Sousa proporcionó asistencia en la investigación para el estudio.

² División de Comercio y Mercados, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.



1. Tendencias mundiales del cambio climático

La fuente fidedigna para el examen del cambio climático mundial es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), organización intergubernamental afiliada al sistema de las Naciones Unidas establecida en 1988 para evaluar los riesgos relacionados con el cambio climático. En septiembre de 2013, el IPCC publicó su quinto informe de evaluación. Los pronósticos ahí formulados constituyen la base para el análisis en esta parte del documento.¹²

El pronóstico del IPCC relativo al aumento de la temperatura mundial para 2080-2099 con respecto a 1980-1999 es de 3,4 °C para su escenario sin cambios (A2), en el cual se despliegan esfuerzos relativamente menores. Con esfuerzos de mitigación concertados (B2, A1T) el aumento del pronóstico es de 2,4 °C.¹³ Se trata de promedios mundiales; el pronóstico se vuelve menos preciso a medida que se centra en zonas más pequeñas del planeta. En general, el aumento de la temperatura es menor cerca de la línea ecuatorial y mayor cerca de los polos.¹⁴ Las superficies de los océanos se calentarán menos que las superficies terrestres. Las zonas internas de los continentes, al estar más distantes de la moderada influencia de los océanos, suelen calentarse más. Por último, el aumento de la temperatura es mayor cuanto mayor sea la altitud. Aunque esto no tiene un efecto directo en el banano, la reducción de los glaciares y campos de nieve altera la descarga estacional de agua en los sistemas fluviales y puede representar un problema para los sistemas de gestión de agua existentes en las zonas productoras de banano.

2. Cambio climático regional (Región amazónica)

2.1 Temperatura

El IPCC formula pronósticos regionales. El Ecuador pertenece a la región 'amazónica', que abarca toda América del Sur al norte de los 20° de latitud Sur.¹⁵ El aumento medio de la temperatura previsto en la Amazonía para 2080-2099 en relación con 1980-1999 es de 3,3 °C, véase el Gráfico 2.1 (la barra del medio representa el pronóstico promedio). La mitad de los modelos climáticos incluidos en la evaluación del IPCC prevén aumentos del orden de 2,6 °C a 3,7 °C, representados en el Figura 13 por el recuadro sombreado; los pronósticos más bajos y más altos son de 1,8 °C y 5,1 °C representados por los 'bigotes' que se extienden por debajo y por arriba del recuadro sombreado.

¹² Específicamente IPCC (2012, 2013a, 2013b).

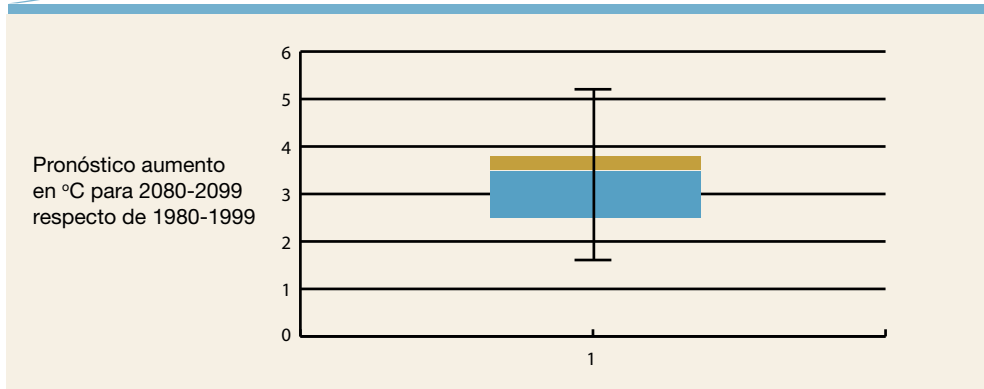
¹³ La escala de variación del pronóstico es de 2,0 a 5,4 °C y de 1,4 a 3,8 °C respectivamente.

¹⁴ En el Ecuador la variación estacional es mínima: en Guayaquil (2°11'S) la cantidad de luz del día (desde el amanecer hasta el ocaso) varía de 12.00 horas el 20 de junio a 12.14 horas el 21 de diciembre, es decir, una diferencia de 14 minutos. En el círculo polar ártico (66°34'N) la variación anual de luz del día es de 24 horas, de 0 minutos a mediados verano a 24 horas a mediados invierno.

¹⁵ La latitud 20° Sur pasa a 200 kilómetros aproximadamente por el sur de la frontera entre Perú y Chile, y abarca la mayor parte de Bolivia y la parte del Brasil situada al norte de Belo Horizonte.



Figura 13 Previsiones de temperaturas de la 'Amazonía' del IPCC



Fuente: IPCC (2007), P894

El IPCC considera probable el pronóstico para finales de siglo, es decir, considera que tiene una posibilidad de ser correcto del 66 por ciento. El cumplimiento del pronóstico de las temperaturas futuras dependerá en parte de los esfuerzos de mitigación mundiales y de factores físicos desconocidos o imposibles de conocer. Los pronósticos a corto plazo, para las próximas dos décadas, se consideran muy probables y prevén aumentos de al menos 0,2 °C en cada década.

2.2 Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales son un peligro para la producción bananera. El Ecuador no está expuesto a ciclones tropicales, al igual que el resto de la costa occidental de América del Sur. Se trata de una ventaja del Ecuador con respecto a América Central, el Caribe y Filipinas, que son propensos a tormentas y ciclones temporales.

Determinar si el cambio climático mundial aumenta el riesgo de ciclones tropicales es un tema constante de debate popular y científico. Con los ciclones tropicales no es fácil distinguir el tiempo del clima: el clima es la tendencia normal a largo plazo del tiempo; el tiempo es la realización hora tras hora, día tras día y año tras año del clima; el tiempo varía entorno a la media del clima. A diferencia del largo historial de información disponible sobre las temperaturas y concentraciones de CO², las observaciones precisas sobre las tormentas tropicales no se remontan más que a unas cuantas décadas; las primeras observaciones se limitan a las principales tormentas que asolaron zonas pobladas, sin que se evaluara sistemáticamente la fuerza de las tormentas. Por consiguiente, no se dispone más que de una serie breve de observaciones de un fenómeno relativamente infrecuente y variable. El número de tormentas tropicales de fuerte intensidad (categoría 5) ocurridas últimamente (por ejemplo, 1998: Mitch; 2005: Katrina, Rita y Wilma; 2012: tifón Bopha-Pablo) produce la sensación de que la fuerza y frecuencia de las tormentas tropicales han





umentado.¹⁶ Pero los datos de que se disponen no respaldan esta conclusión: la reciente racha de tormentas destructoras no es inconsistente con la frecuencia a largo plazo de los ciclones tropicales.¹⁷

Mirando hacia el futuro, los modelos climáticos físicos prevén que el aumento de las temperaturas mundiales posiblemente reduzca la probabilidad de que se formen ciclones tropicales; sin embargo, los que se forme serán, por término medio, más fuertes.¹⁸

2.3 El Niño

Las relaciones entre el aumento de las temperaturas mundiales y el fenómeno de oscilación austral/El Niño (ENSO) no son claras. La siguiente es la conclusión a la que llegó un reciente examen de la bibliografía especializada sobre el ENSO y el cambio climático.

Pese a los avances considerable en nuestra comprensión del impacto del cambio climático en muchos de los procesos que contribuyen a la variabilidad de El Niño, todavía no es posible afirmar si la actividad del ENSO se intensificará o se amortiguará, o si la frecuencia de los fenómenos cambiará. – Collins *et al* 2010: 391.

El informe del IPCC (2012) sobre los riesgos de fenómenos extremos confirma esta conclusión: el ENSO puede cambiar con un aumento de las temperaturas, pero los resultados de las simulaciones del modelo climático son tan variados con respecto al ENSO que no es posible llegar a una conclusión sobre el modo en que cambiará.¹⁹ A primera vista, estas conclusiones no parecen ser terminantes y facilitan poca información positiva. Pero, hay un importante hallazgo positivo: existe una creciente incertidumbre; la variación prevista de la actividad futura del ENSO es necesariamente más amplia que la anterior, aunque no existen motivos para insinuar que la media futura será mayor o menor que la media actual. En el

¹⁶ El impacto del huracán Sandy en la costa oriental de los Estados Unidos en 2012 también contribuyó a la percepción de una tendencia al fortalecimiento; pero Sandy fue una tormenta relativamente débil (categoría 2) que se ajustó perfectamente a los límites normales de las tormentas tropicales del Atlántico Norte. Fue muy destructora porque en su recorrido cruzó zonas costeras densamente pobladas. Existe una tendencia al alza en cuanto a las pérdidas económicas ocasionadas por las tormentas tropicales, pero ello se ha debido principalmente a la mayor urbanización de las zonas costeras y no a un aumento de la intensidad de las tormentas. La subida del nivel del mar también contribuye al riesgo asociado a las tormentas tropicales de que se produzcan daños por inundaciones.

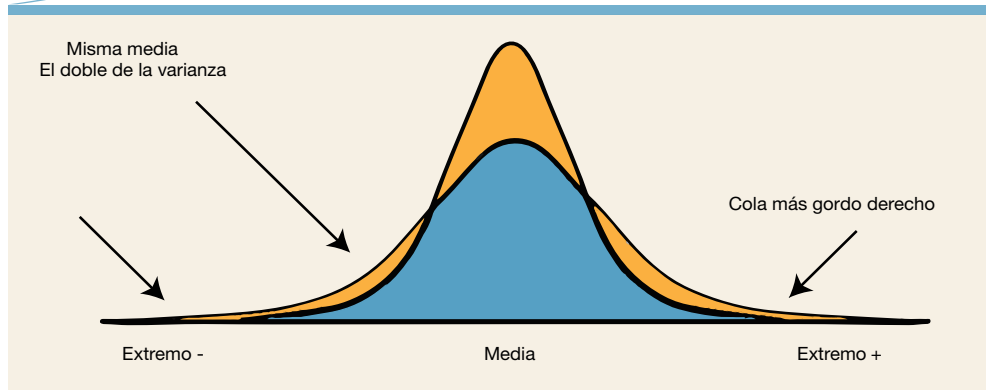
¹⁷ Solow y Moore (2002), Peduzzi *et al.* (2012).

¹⁸ La evaluación definitiva es IPCC (2012): 158-163. Véase también Knutson *et al.* (2010) y Banco Mundial (2013): 74-75, y 93-94.

¹⁹ Es particularmente difícil elaborar modelos de ENSO debido a que es una composición de varios sistemas oscilantes. Katz (2002) explica el descubrimiento de la circulación de Walker y cómo el análisis de ENSO exija nuevos métodos estadísticos. La elaboración de modelos de ENSO es una esfera activa de investigación, entre las contribuciones fundamentales recientes figuran las de Emile-Geay *et al.* (2013a,b) y Li *et al.* (2013).



Figura 14 Aumento de incertidumbre



Fuente: IPCC (2007). P894

Figura 14 se presenta una figura para indicar un aumento de la incertidumbre. Representa dos funciones de densidad de probabilidad normales (curvas campanas) que tienen la misma media pero diferentes varianzas. La distribución más baja y ancha tiene una varianza dos veces mayor que la distribución más alta y estrecha. La distribución más ancha tiene colas más largas y gruesas.

El economista Robert Pindyck sostiene que, en general, en el análisis del cambio climático no se llega a destacar suficientemente que las colas de la distribución futura del cambio climático se están engrosando. El IPCC otorga más confianza a los resultados para los cuales existe un gran acuerdo entre modelos climáticos. Cuando los resultados de los modelos son muy dispersos, como ocurre con el ENSO, se les atribuye menos confianza y se les presta menor atención. Sin embargo, la probabilidad de que se produzcan fenómenos extremos va en aumento: siguen siendo poco probables pero menos de lo que eran antes. Pindyck afirma que el engrosamiento de las colas debe llevar a las personas y los gobiernos a pensar en cómo asegurarse contra el mayor riesgo de cambios climáticos extremos.

3. El cambio climático y sus crecientes efectos en el Ecuador

En las condiciones climáticas del Ecuador influyen su ubicación en el ecuador, la presencia de los Andes, la Amazonía y el Océano Pacífico. Los efectos combinados de estos factores determinan acentuadas variaciones climáticas espaciales y estacionales en las diferentes regiones naturales del país. Según la política ambiental nacional, el país ha experimentado aumentos considerables de temperatura, cambios en la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos (sequías, inundaciones), cambios en el régimen hidrológico y retrocesos de los glaciares.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) efectuó el seguimiento de las temperaturas nacionales en 1998, 2002 y 2007 y constató





un aumento de las temperaturas media, mínima y máxima en todo el país, con algunas excepciones en determinadas zonas geográficas. La magnitud de los cambios de temperatura variaba de acuerdo con las características climáticas locales, la proximidad al mar y la topografía, entre otros factores (MFA, 2011a). En cuanto a las lluvias, el INAMHI informó que el volumen anual de precipitaciones entre 1960 y 2006 había variado de manera diferente según las regiones, con una tendencia al alza en las zonas de la Sierra y la Costa, especialmente en las zonas costeras de las provincias El Oro, Guayas, Santa Elena y Manabí. Sin embargo, existe poca información sobre la región amazónica. En promedio, las precipitaciones anuales aumentaron en un 33 por ciento en la región de la Costa y en un 8 por ciento en la región Interandina (Ontaneda, 2007).

En los últimos años se han intensificado los fenómenos extremos, con inundaciones y sequías de corta y larga duración que han ocasionado daños económicos y ambientales. En el estudio “Información Climática de Amenazas Hidrometeorológicas en las Provincias Costeras del Ecuador” se calcularon diferentes índices climáticos (RClimDex) en 72 estaciones y se observó una tendencia al aumento del número de días secos consecutivos en las regiones centrales, y períodos persistentes de precipitaciones en la costa septentrional y las estribaciones de los Andes. El estudio también mostró que la zona de Manabí es propensa a una escasez o un exceso de precipitaciones (MFA, 2011a).

Las pérdidas económicas anuales debidas a fenómenos relacionados con el cambio climático ponen de manifiesto la vulnerabilidad del Ecuador al cambio climático. En el decenio anterior, el Ecuador sufrió pérdidas económicas por más de 4.000 millones de dólares EE.UU. debido únicamente a las sequías. Esta elevada exposición ha aumentado la vulnerabilidad de sectores fundamentales de la economía, como al agricultura, los recursos hídricos, la pesca, la infraestructura y el turismo. Los efectos del cambio climático, entre ellos la mayor frecuencia e intensidad de El Niño y La Niña, asociados a grandes focos de inseguridad alimentaria y pobreza, exigen que el Ecuador implemente una planificación racional y modelos de ejecución reproducibles para hacer frente a las amenazas del cambio climático. Aunque el Ecuador es un país exportador de petróleo, existen grandes desigualdades en las condiciones de vida y el acceso a las oportunidades.

3.1 El retroceso de los glaciares

En los últimos años, los glaciares han retrocedido considerablemente, con un 20 por ciento a 30 por ciento de pérdida de masa de hielo en los últimos 30 años. En el Ecuador, los agroecosistemas de alta montaña están expuestos a sequías cíclicas, por lo que la escorrentía glaciar es esencial para proporcionar a las comunidades de montaña fuentes de agua fiables y mantener los medios de vida. Igualmente, los ecosistemas del litoral y de los estuarios de la costa del Pacífico y del estuario del río Guayas están particularmente expuestos al aumento del nivel del mar y de los asentamientos en las tierras bajas del litoral. Estas zonas resultan afectadas por el aumento de la erosión costera, marejadas gigantes e inundaciones. Son particularmente propensas a infiltración de agua salada, y los acuíferos son especialmente vulnerables a los cambios en la calidad de las aguas subterráneas.



Durante los últimos años, el aumento de los conflictos sociales relacionados con la gestión de los recursos hídricos y las cuencas hidrográficas en el Ecuador ha dado lugar a un creciente debate público sobre la necesidad de una reforma de política en el sector de los recursos hídricos. El punto de partida actual se caracteriza por:

1. un arreglo disperso de gobernanza del agua que genera mayor competencia y conflictos por los escasos recursos;
2. falta de coherencia entre la información climática nacional y los usuarios finales locales/regionales, dado que la mayoría de las licencias de uso de agua se entregan sin tener en cuenta el estado de los recursos hídricos;
3. falta de recursos (financieros y técnicos) para los usuarios comunitarios a fin de que mejoren sus capacidades de adaptación o apliquen enfoques innovadores de gestión del agua;
4. insuficiente generación y divulgación de conocimientos sobre los riesgos o amenazas relacionadas con el clima.

3.2 La agricultura y la amenaza del cambio climático en el Ecuador

A diferencia de los países de altitud media, el Ecuador tiene dos estaciones al año: una seca y otra húmeda. Una variedad de catástrofes naturales, como inundaciones, sequías, terremotos y erupciones volcánicas, están afectando de manera creciente al país. Además, la gravedad de las inundaciones y sequías recurrentes se está intensificando.

La agricultura ecuatoriana afronta dos problemas relacionados con el clima. El primero es disponer de agua en cantidad y calidad adecuadas para la producción y los procesos posteriores a la cosecha, como el lavado, que también requieren agua. El cultivo del banano depende fundamentalmente del agua de regadío debido a que la intensidad de las precipitaciones en la zona de producción no satisface las necesidades del cultivo. Asimismo, requiere propuestas de políticas sobre la mejor manera de gestionar la distribución de este recurso primordial en períodos de escasez y de crisis, que se producirán probablemente debido a la disminución de las precipitaciones en las zonas de donde proviene el agua de regadío. El segundo problema es la presencia de la mancha roja que reduce el valor comercial de la fruta. Se teme que los cambios del clima están aumentando la gravedad de la enfermedad. De momento, la mejor opción consiste en afrontar la enfermedad mediante las buenas prácticas agrícolas o el manejo integrado de productos y plagas (MIPP). En general, es necesario promover una agricultura eficiente desde el punto de vista ecológico, esto es, establecer sistemas de producción ecológicamente sostenibles y equitativos para todas las partes interesadas de la cadena.

3.3 La mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) relacionados con el cambio climático en el Ecuador

Aunque la contribución del Ecuador a las emisiones de GEI es marginal, el país se ha comprometido a reducir las emisiones de GEI y hacer frente a la





adaptación al cambio climático. En el Artículo 414 de la Constitución de la República del Ecuador se afirma que “el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo”. El Plan Nacional para el Buen Vivir se propone en el objetivo 4 “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”. El Ecuador también ha formulado una Estrategia Nacional de Cambio Climático en la que se estipulan compromisos políticos y técnicos para la gestión ambiental mediante procesos sostenibles e iniciativas innovadoras. Además, ha reconocido la necesidad de fomentar la resiliencia y mitigar los riesgos asociados a los efectos adversos del cambio climático, las catástrofes naturales y otras crisis, por medio de la mejora de la capacidad de adaptación de las comunidades vulnerables y el fortalecimiento de las capacidades de preparación e intervención en casos de emergencia, incluida la logística y el almacenamiento de alimentos. El Ecuador, además, hace frente al problema cada vez mayor de la reglamentación del abastecimiento de agua de los ecosistemas.

4. Consecuencias del cambio climático para el banano en el Ecuador

4.1 Consecuencias del cambio climático mundial para el banano

4.1.1 Enfermedades

El cambio climático mundial también influirá en la incidencia y gravedad de las enfermedades de las plantas. Las dos enfermedades más importantes del banano son la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y la enfermedad de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*).²⁰ Jesus Júnior *et al.* (2008) han examinado el modo en que el cambio climático probablemente influya en la favorabilidad del desarrollo de la sigatoka negra (SN). Los pronósticos basados en el IPCC de la temperatura y las precipitaciones por zona y mes se combinan con niveles de favorabilidad respecto a la SN (véase el Cuadro el 8) para generar puntuaciones de favorabilidad a la SN por zona y por mes. Debido a que la sigatoka negra está adaptada al banano, no resulta sorprendente que la favorabilidad a esta enfermedad esté estrechamente relacionada con la idoneidad del banano. Cuando el cambio climático genera condiciones menos idóneas para la producción del banano, estas condiciones también son menos favorables para la sigatoka negra; y cuando la idoneidad del banano mejora, el riesgo de la sigatoka negra aumenta.

²⁰ Ploetz, Thomaz, y Slabaugh (2003). Ghini, Bettiol, y Hamada (2011) examina las nuevas publicaciones que elaboran modelos sobre la influencia del cambio climático y la distribución de las fitopatologías tropicales y en las plantaciones.



4.1.2 Otros países productores de banano

Dos estudios reciente han utilizado los pronósticos climáticos del IPCC para calcular el modo en que probablemente el cambio climático altere la producción bananera en el mundo [Ramírez, *et al.* (2011) y Van den Bergh, *et al.* (2010)]. Sus análisis indican que, en general, el cambio climático hace que el mundo sea menos idóneo para la producción de banano. Las mayores temperaturas medias aumentan el riesgo de que las plantas de banano sufran estrés térmico y daños en varias importantes zonas productoras de banano, como las islas del Caribe, América Central, la costa atlántica de Colombia y Venezuela, África occidental y la parte continental de Asia sudoriental.

La previsión a la baja de las precipitaciones es otro factor limitante para la producción bananera en América Central y Filipinas. Esta disminución de las lluvias se relaciona directamente con el tipo de clima asociado a El Niño que se examina más adelante. El aumento de las lluvias en el Pacífico ecuatorial oriental (en su mayor parte sobre el océano) implica una disminución de las lluvias en el Pacífico ecuatorial occidental (Filipinas) y en México y América Central.²¹ De esta manera, el cambio climático previsto afecta negativamente a América Central y Filipinas, los dos principales competidores de Ecuador en la exportación de bananos, y en proporción mayor que al Ecuador.

La subida de las temperaturas mejora la idoneidad de la producción de banano en las zonas subtropicales, definidas aproximadamente en este artículo como aquellas situadas entre los 20° y 30° Norte y Sur. En esta zona el factor limitante actual de la producción de banano es el elevado riesgo de que se registren temperaturas frías (mínimas por debajo de 10 °C y medias por debajo de 16 °C). Temperaturas mínimas medias más elevadas reducen este riesgo y aumentan la idoneidad para el banano. Van den Bergh, *et al.* (2010) calculan que la idoneidad mejora en Brasil meridional (de São Paulo a Pôrto Alegre) y en las zonas no costeras de China meridional (interior de Guangdong). La demanda interna probablemente absorba el aumento de la producción china, pero en Brasil se puede registrar un aumento de los excedentes exportables.

La subida de las temperaturas aumentará la altitud máxima a la cual se pueden producir bananos. Dado que la producción de banano de montaña generalmente se destina al consumo local y familiar, es muy difícil que esto influya de manera directa y significativa en el comercio bananero, pero es probable que tenga un impacto considerable en la seguridad alimentaria en las zonas en que los bananos y plátanos desempeñan una importante función alimenticia.

4.1.3 Ciclones tropicales y El Niño

Un ciclón tropical débil puede derribar o desfoliar las plantas de banano, con la consiguiente pérdida de ingresos en ese ciclo, pero deja intacto el sistema radical para que pueda iniciar el siguiente ciclo. Las tormentas de mayor intensidad probablemente ocasionen pérdidas permanentes de capital, con la destrucción de los sistemas radicales, estructuras, equipos y las infraestructuras de riego,

²¹ IPCC (2007: 778): “Se prevé que las precipitaciones monzónicas en México y América Central disminuyan junto con un aumento de las precipitaciones sobre el Pacífico ecuatorial oriental que afecta a la circulación Walker y los cambios locales de la circulación Hadley.”





drenaje y transporte. Por tanto, el cambio de previsión relativo a la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales tiene como impacto neto el aumento del riesgo a largo plazo de que los ciclones tropicales produzcan daños en muchas importantes zonas productoras de banano, específicamente en América Central, el Caribe, Filipinas y la parte continental de Asia sudoriental.²² El aumento del riesgo puede reducir o modificar la forma de inversión en la producción de banano en estas zonas; además, probablemente ocasione un aumento de la atracción relativa de la producción de banano en zonas en que el riesgo de que se registren ciclones tropicales sea poco o nulo, como la costa del Pacífico del Ecuador, Perú y Colombia. En el Atlántico meridional la incidencia de tormentas tropicales es muy baja, lo que aumenta el atractivo del Brasil para la producción bananera. Igualmente, Angola presenta un clima adecuado para el banano, que según las previsiones perdurará, y un riesgo mínimo de ciclones tropicales. Angola tuvo un auge bananero en el decenio de 1960, pero las exportaciones se hundieron tras el comienzo de la guerra civil angoleña (1975-2002). El fomento de la producción bananera en Angola exigirá importantes inversiones en infraestructura.

4.2 Consecuencias del cambio climático para el banano en el Ecuador

4.2.1 Temperatura

La producción de banano comercial en el Ecuador está concentrada en la costa del Pacífico y a bajas altitudes. La influencia atenuante de la menor temperatura de la superficie oceánica probablemente reduzca el aumento de la temperatura.

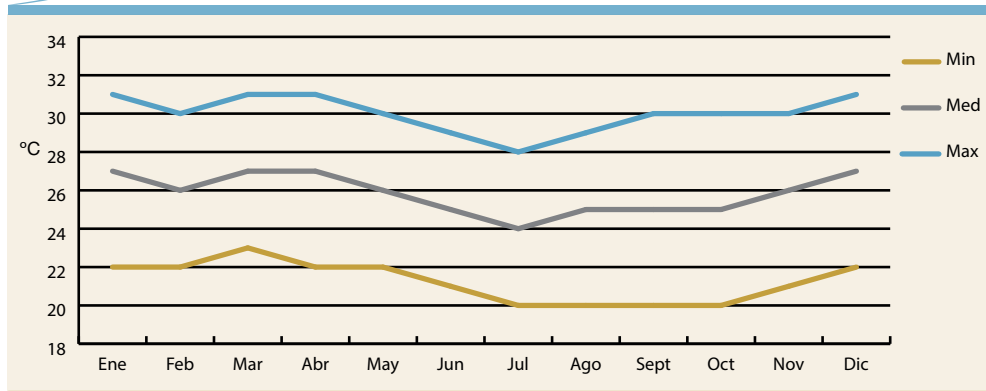
En el Figura 15 se traza el promedio de las temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales relativas a Guayaquil, que es la variable sustitutiva para la mayoría de las zonas productoras de banano comercial en el Ecuador.²³ En el Gráfico se observa claramente la estabilidad del clima ecuatorial, su mínima variación estacional: la temperatura es relativamente constante todo el año. Esta estabilidad es favorable para la producción de un cultivo como el banano, que también se produce todo el año. ¿El aumento previsto de las temperaturas medias hará que el Ecuador deje de estar en esta zona climática ideal? Para contestar a esta pregunta, los constructores de modelos elaboran una puntuación para la idoneidad climática de los lugares de producción de banano utilizando niveles críticos de temperatura y precipitaciones para dicho cultivo. Para el banano comercial la temperatura media óptima diaria se sitúa entre 26 °C y 28 °C, pero las plantas pueden tolerar temperaturas medias comprendidas entre 24 °C y 31 °C; por encima y por debajo de estos márgenes, la idoneidad

²² El riesgo de ciclones tropicales no se incluye explícitamente en las mediciones de idoneidad realizadas por Ramírez *et al.* (2011) y Van den Bergh *et al.* (2010); ellos se centran de modo adecuado en los dos factores determinantes clave de la idoneidad, esto es, temperatura y precipitaciones.

²³ Guayaquil tiene una altitud de 4 metros, es decir, inferior a la mayoría de las zonas de producción de banano en el Ecuador, por tanto, la temperatura aumenta ligeramente. Para una atmósfera estándar, la temperatura disminuye en un 0,65 °C por cada 100 metros de aumento de la altitud.



Figura 15 Temperaturas mensuales en Guayaquil



Fuente: Ramirez, et. al. (2011)

disminuye.²⁴ En general, unas temperaturas medias inferiores a 16 °C y superiores a 33 °C hacen inviable la producción de banano comercial. Las plantas de banano se ven afectadas efectivamente por temperaturas superiores a 34 °C y sufren daños permanentes por encima de los 40 °C.

Análogamente, sufren daños permanentes por debajo de 10 °C. La costa del Ecuador tiene un clima ideal para la producción de banano y la magnitud de los aumentos de temperatura previstos para 2030 y 2050 no afectará seriamente a su idoneidad. En el Figura 15 se presentan solo las medias mensuales de las temperaturas máximas diarias; se registran tardes excepcionalmente calurosas o frescas, pero el 90 por ciento de la variación de la temperatura máxima diaria queda comprendida dentro de los 2 °C aproximadamente de la media mensual. En otras palabras, se prevé que la temperatura máxima diaria supere en más de 2 °C la media máxima aproximadamente el 5 por ciento del tiempo. Las temperaturas que superan el punto crítico de 34 °C son actualmente poco frecuentes; a temperaturas más elevadas, aumenta el riesgo de superar los 34 °C, pero no tanto como para perjudicar la capacidad de producción comercial. Pero temperaturas más elevadas reducirán el tiempo de maduración y darán lugar a frutos más pequeños de los producidos con el clima actual. [Véase más adelante la incidencia y gravedad de las enfermedades]

El aumento previsto de la temperatura para finales de siglo de 3 °C por encima de los valores actuales representará una grave amenaza para la producción de banano comercial. La temperatura media máxima diaria superará los 34 °C casi la mitad del tiempo en marzo y abril, y presenta un riesgo del 5 por ciento hasta en los meses relativamente frescos de julio y agosto.

²⁴ Estos valores se han tomado del estudio de Robinson y Gálan Saúco (2010) orientado a la producción de banano comercial; véase el Capítulo 4 Necesidades climáticas y problemas específicos, págs. 67-88. Ramirez et al. (2011) utilizan una escala de temperatura ligeramente inferior para permitir un variedad más amplia de bananos y plátanos y un variedad ambiental más amplia (por ejemplo, a mayores elevaciones). Igualmente, Van den Bergh et al. (2010) utilizan una escala de temperatura aún más baja porque se centran en variedades adaptadas a las zonas subtropicales.





4.2.2 Precipitaciones

La mayoría de los modelos climáticos del IPCC prevén que las temperaturas de la superficie del mar aumenten más en el Pacífico ecuatorial oriental que en el Pacífico occidental. Por tanto, el clima será ligeramente más semejante al asociado a El Niño.²⁵ El resultado neto consistirá en mayores precipitaciones a lo largo de la costa del Ecuador y del Perú septentrional. El pronóstico central del IPCC para la costa del Ecuador en 2080-2099 (en comparación con 1980-1999) es de un aumento de alrededor de 0,5-0,7 milímetros por día de precipitaciones en los meses de diciembre, enero, y febrero, y de un incremento de alrededor de 0,7 a 0,9 milímetros por día en los meses de junio, julio y agosto. En la costa del Ecuador, la estación de lluvias va actualmente de finales de diciembre a mediados de mayo; en los otros meses casi no se registran precipitaciones. La precipitación media mensual para diciembre-febrero es de 160 milímetros y para junio-agosto de 4 milímetros. Los cambios previstos para finales de siglo darán lugar a un aumento de las medias actuales a 178 milímetros y 28 milímetros (utilizando los puntos medios de los rangos previstos y meses de 30 días).²⁶ El aumento de las precipitaciones probablemente sea más beneficioso que perjudicial para la producción de banano en el Ecuador. Si el aumento se manifiesta en forma de violentos aguaceros ocasionales, es probable que sea perjudicial. Si el aumento se distribuye de manera relativamente uniforme en forma de lluvias ligeramente más fuertes que las actuales, entonces es probable que sea beneficioso porque reducirá ligeramente la dependencia del riego en los meses más secos.²⁷

La reducción de los glaciares y los campos de nieves andinos implica que un volumen menor de precipitaciones se almacenará en forma de hielo o nieve. La reducción de la zona de amortiguación de los glaciares ocasiona un aumento de las descargas de agua durante la estación de lluvias, que causa estrés en los actuales sistemas fluviales y de gestión del agua. Un aumento de la descarga en la estación de lluvias implica una menor descarga en la estación seca; este hecho representa una amenaza importante para el abastecimiento de agua en la Sierra. La región de la Costa no está expuesta a estos riesgos de la estación seca, pero un aumento de las descargas durante la estación de lluvias probablemente exija que se preste mayor atención a la gestión del agua, especialmente en lo que se refiere a asegurar el drenaje y control de las inundaciones.²⁸

²⁵ “Estos cambios básicos del Pacífico tropical se puede denominar un cambio de estado medio semejante al asociado a El Niño [en el cual ocurren fenómenos individuales Oscilación Sur El Niño (ENSO)].” IPCC (2007: 779)

²⁶ El IPCC considera estos pronóstico como probables; es decir, que la posibilidad de que sean correctos es del 66 por ciento El pronóstico relativo a diciembre-febrero es más probable que el de junio-agosto, pero todavía no es suficientemente probable como para merecer la puntuación de “muy probable” con un 90 por ciento de posibilidades de ser correcto.

²⁷ Pero puede que requiera el empleo de más funguicidas, véase más adelante.

²⁸ Sobre los glaciares y los recursos hídricos andinos, véase Chevallier *et al.* (2011), Rabatel *et al.* (2013) y Bradley *et al.* (2006). Arias-Hidalgo *et al.* (2013) se centran en los problemas a que hace frente la cuenca del río Guayas.



4.2.3 Enfermedades

Para el Ecuador, el aumento de las temperaturas probablemente haga que las condiciones sean ligeramente menos favorables para la sigatoka negra, pero el aumento de las precipitaciones y de la humedad relativa puede contrarrestar esta ventaja. El aumento previsto de las precipitaciones en la favorabilidad para la SN puede prolongar la duración de la estación de lluvias, lo que daría lugar a un número mayor de meses con una humedad media relativa superior al 80 por ciento. En todos los escenarios del IPCC, el Ecuador se mantendrá al menos relativamente favorable a la SN.²⁹

La probable incidencia e intensidad de la enfermedad de Panamá todavía no se ha examinado junto con los pronósticos del IPCC. Gasparotto y Pereira (2008) sostienen que la subida de las temperaturas y el estrés ocasionado por las sequías pueden aumentar la susceptibilidad de la planta a la enfermedad de Panamá. Se trata de un patrón diferente al de la favorabilidad a la SN. Para el Ecuador, unas temperaturas medias más elevadas apuntan a una mayor susceptibilidad, pero esto se compensa parcialmente mediante la disminución del riesgo de estrés ocasionado por la sequía.

Cuadro 8 Favorabilidad climática para la sigatoka negra

Favorabilidad para sigatoka negra	Intervalos temperatura °C	Intervalos de humedad relativa, %
Muy favorable	25 a 28	> 90
Favorable	25 a 28	80 a 90
Relativamente favorable	20 a 25 ó 28 a 35	> 80
Poco favorable	20 a 35	70 a 80
Desfavorable	< 20 ó > 35	< 70

Fuente: Unibanao (Eco. M. Ramirez)

5. Resumen

En suma, es poco probable que, de aquí a mediados de siglo, el cambio climático represente un problema importante para la capacidad de producción bananera del Ecuador, aunque las condiciones climáticas serán cada vez menos favorables a la producción del banano. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo, el aumento de las temperaturas medias comenzará a perjudicar a las plantas de banano y obligará a introducir cambios importantes en la producción. Las mayores precipitaciones y la disminución de las zonas de amortiguación de los glaciares pueden dar lugar a un aumento del riesgo de inundaciones y crear problemas a los sistemas de gestión del agua existentes. Una adaptación

²⁹ Ghini *et al.* (2007) examina la favorabilidad a la SN en el Brasil; dada las imágenes de alta resolución relativas a las proyecciones climáticas se podría realizar un estudio similar para el Ecuador.





posible es trasladar la producción de banano a mayores altitudes, pero se deberá aumentar la altitud de 500 metros para compensar plenamente el incremento medio de 3,3 °C previsto por el IPCC. Una preocupación relacionada con el traslado de las plantaciones cuesta arriba es la deforestación; desde una perspectiva de mitigación del cambio climático, será importante reforestar las antiguas zonas de producción de banano.³⁰ Una segunda adaptación posible es el desarrollo y adopción de variedades adaptadas a altas temperaturas.³¹

Para el Ecuador, la mayor incertidumbre sobre el ENSO indica que medidas como la de pequeñas primas de seguro contra fenómenos extremos del ENSO tendrán una rentabilidad mayor en el futuro de la que tuvieron en el pasado. Es más probable que la pérdida de bananos ocasionada por fenómenos extremos del ENSO se deba a lluvias extremas. El riesgo resulta agravado por la reducción de las zonas de amortiguación de los glaciares y campos de nieve; esto justifica que se preste mayor atención a las inundaciones, los drenajes y los sistemas de emergencia para una variedad más amplia de situaciones adversas ocasionadas por las lluvias.

³⁰ Véase Wunder (2001).

³¹ Véase Van den Bergh, Amorim y Johnson (2013), y Pillay, Ude y Kole (2012).



Marcos 1

Estrategia, políticas e intervenciones prioritarias en materia de cambio climático en el Ecuador

La orientación para el desarrollo del Ecuador se formula en la estrategia del ‘Buen Vivir’ cuyo objetivo es asegurar una población y un medio ambiente sanos. Para lograrlo, se necesita mejorar la calidad de los servicios de atención social, para que garanticen la salud de la población mediante prácticas ambientales y sanitarias y la gestión de la tierra.

Entre las esferas prioritarias propuestas en el marco de la estrategia del Buen Vivir figuran las medidas encaminadas a mitigar el cambio climático y adaptarse al mismo para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental, con énfasis en los grupos de atención prioritarios.

En la estrategia del “Buen Vivir”, las medidas prioritarias en relación con el cambio climático son las siguientes:

- Incorporar los criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en la planificación e inversión de los diferentes niveles y sectores del Estado de una manera coordinada y articulada
- Implementar programas de prevención, mitigación y adaptación, así como evaluación de impacto, vulnerabilidad y riesgo en el territorio para los diferentes sectores productivos y asentamientos humanos, con énfasis en los sectores prioritarios, los grupos de atención prioritarios y los ecosistemas frágiles.
- Minimizar el impacto del cambio climático en el patrimonio natural, el funcionamiento de los ciclos vitales y la oferta de bienes y servicios que proporcionan los diversos ecosistemas.
- Incorporar criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en la formulación y evaluación de planes y proyectos estratégicos, así como en los planes de contingencia que puedan afectar a la infraestructura y la provisión de servicios.
- Desarrollar actividades dirigidas a aumentar el conocimiento, la concienciación y la participación ciudadana en actividades relacionadas con la gestión del cambio climático.
- Fortalecer el Sistema Nacional de Información con estadística geoespacial y documental, con énfasis en hidrometeorología y agroclimatología, para el monitoreo permanente del cambio climático, considerando factores de riesgo y vulnerabilidad.
- Fortalecer la formación del talento humano a fin de consolidar las capacidades técnicas, las capacidades de negociación y la aplicación de políticas para la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Promover la investigación aplicada, el desarrollo, la transferencia y la desagregación de tecnología, valorando el conocimiento y las prácticas ancestrales sustentables para la prevención, mitigación y adaptación al cambio climático.
- Promover la eliminación de incentivos perversos para la reducción de las emisiones





Marcos 1

Estrategia, políticas e intervenciones prioritarias en materia de cambio climático en el Ecuador (continuado)

de gases de efecto invernadero en los sectores dependientes de combustibles fósiles.

- Diseñar mecanismos e incentivos para los sistemas productivos agropecuarios e industriales, basados en principios agroecológicos y el uso de tecnologías y energía limpias que disminuyan la huella ecológica.
- Fortalecer la participación nacional en las negociaciones internacionales de cambio climático para lograr mayor efectividad en la gobernanza ambiental y en el cumplimiento de los compromisos para la transferencia de tecnología, la consolidación de una nueva arquitectura financiera y la transferencia de recursos financieros por parte de los países industrializados, , como compensación a los efectos negativos del cambio climático en los países no industrializados.
- Profundizar el manejo sustentable y equitativo de los bienes comunes globales mediante la incidencia en las negociaciones internacionales y la adhesión internacional a iniciativas nacionales innovadoras, como las emisiones netas evitadas, los derechos especiales de giro y el impuesto Daly-Correa, con criterios de justicia política e intergeneracional.



©FAO/Aziz Elbehri



CAPÍTULO 4:

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN Y APTITUD DEL BANANO EN EL ECUADOR

Por: Germán Calberto¹; Patricia Alvarez Toro¹; Pablo Siles²; Jessenia Arguello¹; Charles Staver¹; Ignacio Sotomayor³; Antonio Bustamante³ *

* Autores afiliaciones: ¹ Bioversity International (CCAFS); ² Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Nicaragua; ³ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP – Ecuador).



1. Introducción

La extensión y el ritmo del cambio climático y sus posibles implicaciones para la naturaleza y la sociedad son motivo de creciente preocupación en la comunidad científica y los sectores público y privado. Se ha alertado de sus posibles consecuencias en la agricultura, que pueden llegar a repercutir en la economía y el bienestar general de la sociedad, tanto a nivel mundial como local. Se ha propuesto hacer frente a los efectos previstos del cambio climático mediante la planificación y el seguimiento nacional y sectorial. También los medios de comunicación se han hecho eco de estas alertas y han puesto de relieve la mayor incidencia de plagas y enfermedades y de infestaciones por nuevos organismos, que afectarán a cultivos de importancia económica. El sector bananero mundial no ha sido ajeno a estos debates. En el marco del V Congreso Internacional sobre Banano, celebrado en el mes de febrero de 2014 en Costa Rica, se señalaron tres principales retos para la industria bananera: 1) la adopción de medidas de adaptación para minimizar los efectos del cambio climático; 2) el incremento de la sostenibilidad ambiental, y 3) la atención de las exigencias del consumidor en cuanto a calidad y etiquetado.

Los efectos del cambio climático en la agricultura se han planteado en términos de productividad y de riesgo de alteraciones en la producción con consecuencias para la seguridad alimentaria y los ingresos de miles de millones de hogares en América Latina. Con el aumento de las temperaturas medias es muy probable que se registre también un aumento de la frecuencia y severidad de eventos climáticos moderados y extremos, con la consiguiente reducción de los rendimientos de los cultivos y el incremento de la incidencia de plagas y enfermedades. Esta situación supone un aumento de la variabilidad en la agricultura a medio y largo plazo, a menos que se tomen medidas para fortalecer la resiliencia de los sistemas de producción.

El banano es el producto básico más importante del Ecuador. Además, el país es el primer exportador de banano del mundo y el quinto en términos de producción, con un porcentaje que va del 6 por ciento al 7 por ciento de la producción mundial. Los ingresos generados por la actividad bananera representan aproximadamente el 4 por ciento del producto interno bruto (PIB) total, el 50 por ciento del PIB agrícola y el 20 por ciento de los ingresos en concepto de exportación (AEBE, 2010). Además, el cultivo de banano y la industria conexas generan empleo para más de un millón de familias, aproximadamente el 17 por ciento de la población nacional, que dependen de una u otra forma de la industria bananera; por lo tanto, las variaciones climáticas que amenazan la producción de banano afectan directamente a la economía ecuatoriana, así como al bienestar y la seguridad alimentaria de los hogares relacionados directa o indirectamente con el cultivo.

La División de Comercio y Mercados de la FAO, en sus esfuerzos por reforzar la capacidad de respuesta en relación con los productos básicos de importancia mundial, emprendió un programa de estudios de caso y asistencia técnica. El estudio propuesto sobre el banano en el Ecuador no aborda solamente la naturaleza del cambio climático y las necesidades de adaptación, sino también las



posibilidades de adoptar medidas de mitigación y reducir la huella de carbono. A continuación figuran los resultados, presentados por Bioversity International, de un estudio sobre el cambio climático y la variabilidad del clima y sus implicaciones para la producción, el rendimiento y aptitud del banano en el Ecuador.

El estudio comprendió los siguientes puntos:

1. entender el papel potencial del cambio climático y variabilidad en la productividad y enfermedades del banano en las principales zonas productoras del Ecuador, aprovechando la información existente en programas de investigación sobre el banano realizados por Bioversity, el Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro de cooperación internacional en investigación agrícola para el desarrollo (CIRAD). El análisis cubre las condiciones actuales y previsiones futuras, usando modelos de circulación global, para los años 2030, 2050 y 2075;
2. estimar los indicadores e identificación de los tipos de variabilidad climática en términos de eventos moderados y extremos – lluvias, sequías, olas de calor y períodos de baja temperatura para las principales zonas productoras de banano y plátano en el Ecuador. El análisis aplicará Worldclim y datos históricos sobre el clima de 3-4 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) y cercanas a zonas de de producción de banano y vinculadas con cuencas altas en el Ecuador, las cuales son las fuentes de riego;
3. documentar a través de grupos focales, con productores de banano y técnicos seleccionados en áreas clave de producción, los efectos de eventos moderados y extremos en la productividad del banano e identificar estrategias de manejo y costos para prevenir, amortiguar y recuperarse de sus efectos;
4. examinar los efectos perturbadores de los eventos climáticos moderados y extremos en el Ecuador y su relación con los volúmenes exportados de banano usando datos históricos.

2. Impacto previsto del cambio climático y la variabilidad del clima en la productividad y los niveles de enfermedad

Para abordar el Producto de Investigación 1, se identifican las zonas de producción y luego se les clasifica en zonas agroclimáticas basándose en los parámetros específicos para el banano. Se proyectan los cambios climáticos promedios relativos a las zonas y a seis lugares representativos. Estas previsiones proporcionan la base para examinar los cambios en las zonas, los cambios en la aptitud del cultivo, los cambios en el clima relacionados con la severidad de enfermedades y los efectos en las cuencas altas.





2.1 Zonas de producción de banano de exportación en el Ecuador

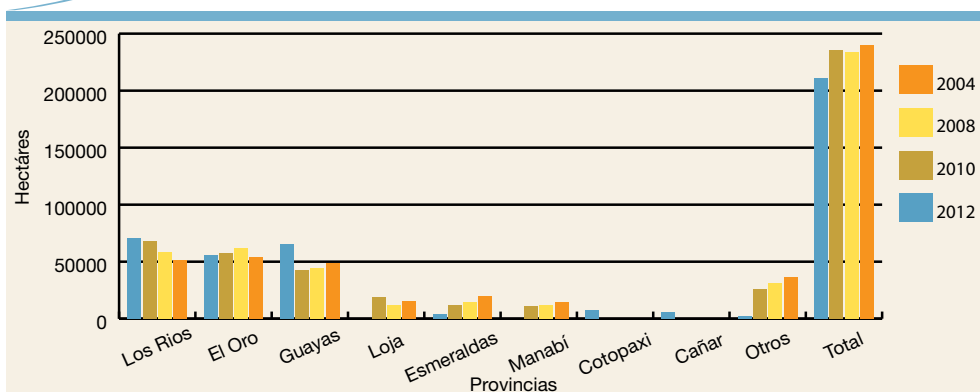
Las zonas productoras de banano abarcan alrededor de 210.000 hectáreas y están concentradas principalmente en las provincias costeras de Guayas, Los Ríos y El Oro. Estas provincias representan cerca del 91 por ciento de la zona de producción y el 89 por ciento de los productores (Figura 16) (AEBE, 2014). También se produce en la Sierra a altitudes más bajas en las provincias de Cañar (3,8 por ciento de la producción nacional), Bolívar (1,8 por ciento), Pichincha, Santo Domingo de los Tsachilas (1,4 por ciento) y Loja (0,8 por ciento). En otras provincias existen zonas de producción más pequeñas. Los rendimientos dependen de las prácticas de manejo y los insumos, el tamaño de las fincas y las características de producción como el suelo y los factores climáticos.

Para la clasificación de zonas que cumplen con una gama de criterios de aptitud para la producción de banano en el Ecuador, se elaboró y aplicó un procedimiento de modelado espacial en ArcGIS (ESRI Inc.) utilizando la aplicación ESRI Model Builder. Para el análisis de la clasificación mundial se utilizaron los siguientes conjuntos de datos geoespaciales globales y ambientales :

- Temperatura media mensual efectiva (Resolución espacial: 5 kilómetros – 2.5 arc-min)
- Precipitación media mensual efectiva (Resolución espacial: 5 kilómetros – 2.5 arc-min)

Estos conjuntos de datos pueden consultarse en el portal WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005). Las zonas no aptas para la producción de banano se definieron como aquellas que presentan tres o más meses de temperaturas inferiores a 13°C o uno o más meses con temperaturas superiores a 35 °C (véase el Cuadro 9 para los parámetros clave de temperatura para el crecimiento del banano). Se excluyeron del análisis todas las zonas que probablemente no son aptas para la producción de banano debido a las bajas o altas temperaturas. Las

Figura 16 Zonas de producción de banano en el Ecuador por provincia



Fuente: AEBE, 2014



Cuadro 9 Parámetros de temperatura clave para crecimiento de banano

Temperatura (°C)	Efecto de la temperatura en el crecimiento del banana
47	Punto de daño térmico, las hojas mueren
38	Se detiene el crecimiento
34	Comienza el estrés térmico fisiológico
27	Temperatura media óptima para producción
13	Temperatura Media mínima para crecimiento; enfriamiento del terreno
6	Destrucción de la clorofila de la hoja
0	Daño por heladas, las hojas mueren

Cuadro 10 Zonas Agroclimáticas

	<900 mm (1)			900- 1500mm (2)			1500-2500 mm (3)			>2500 mm (4)		
>3 meses secos	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)
(1)	111	121	131	211	221	231	311	321	331	411	421	431

	<900 mm (1)			900- 1500mm (2)			1500-2500 mm (3)			>2500 mm (4)		
>3 meses secos	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)	13-8°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)	13-18°C (1)	18-24 °C (2)	>24°C (3)
(2)	112	122	132	212	222	232	312	322	332	412	422	432

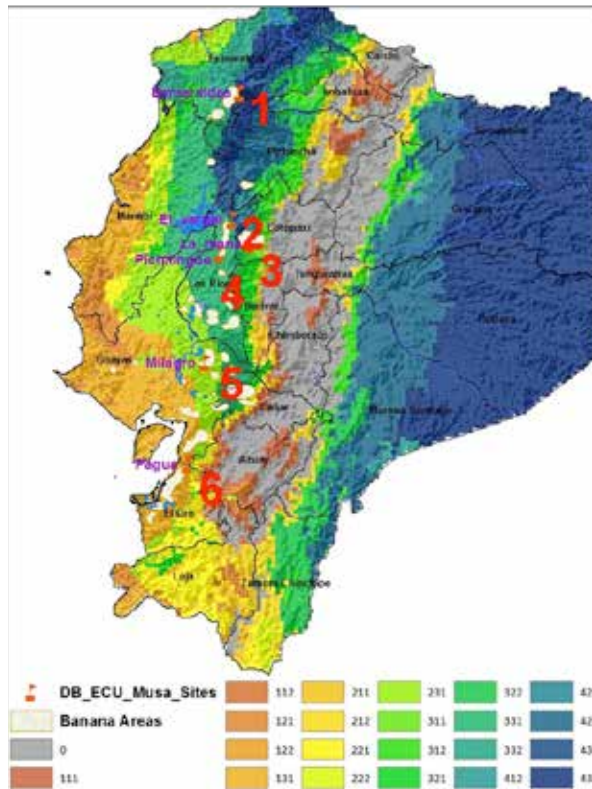
zonas óptimas se categorizaron en zonas de producción de banano tropicales y subtropicales. Para el Ecuador, sólo se encontraron mas zonas de producción tropicales, que fueron clasificadas en categorías de temperatura, precipitación y meses secos (Cuadro 10). Las zonas de producción de banano se obtuvieron de <http://www.crop-mapper.org/banana/>.

Esta superposición de zonas de producción de banano actuales en el mapa agroclimático (Figura 17) muestra que la producción de banano tiene lugar en cuatro zonas principales con temperaturas mayores a 24°C y estaciones secas de más de 3 meses, aunque la precipitación anual varía de <900 milímetros a 2.500 milímetros. La distribución mensual de la precipitación sigue los mismos patrones para todas las zonas de producción de banano con lluvias altamente estacionales. Cinco a seis meses secos con poca lluvia de junio a noviembre son seguidos por seis a siete meses húmedos. En julio y agosto se registra un período de bajas temperaturas, mientras que los restantes meses del año las temperaturas suben unos cuantos grados. También se produce banano hacia el norte, donde la temporada seca es más breve, y hacia el este con temperaturas ligeramente más bajas. Se seleccionaron seis puntos para representar la





Figura 17 Zonas agroclimáticas del Ecuador, principales zonas de producción de banano y 6 puntos escogidos para representar las diferentes condiciones climáticas de la industria ecuatoriana de exportación de bananos y plátanos



Fuente: AEBE, 2014

distribución de las zonas de producción de banano en las zonas agroclimáticas importantes (Figura 17, Cuadro 11). Se trata también de lugares con estaciones meteorológicas del INAMHI, las cuales se proponen para facilitar el análisis usando registros climáticos históricos.

2.2 Cambios previstos del clima en las principales zonas de producción de banano para exportación hasta 2070

Basándose en esta información, se proyectaron los efectos del cambio en la temperatura media y las precipitaciones anuales para 2030, 2050 y 2070, usando datos de las bases de datos del portal del CCAFS (Ramírez & Jarvis, 2008) con la misma resolución de 5 kilómetros. Las proyecciones asumen



Cuadro 11 Seis puntos representativos de las principales zonas de producción de banano en el Ecuador

Ubicación	Zona Agroclimática	Descripción
1. Esmeraldas	432	>2500 mm, >24 °C, <3 meses secos
2. El Vergel (Los Ríos)	431	>2500 mm, >24 °C, >3 meses secos
3. La Mana (Cotopaxi)	321	1500 – 2500 mm, 18-24 °C, >3 meses secos
4. Pichiingue (los Ríos)	231	1500 – 2500 mm, >24 °C, >3 meses secos
5. Milagro (Guayas)	131	900 – 1500 mm, >24 °C, >3 meses secos
6. Pagua (E Oro)	131	<900 mm, >24 °C, >3 meses secos

Cuadro 12 Zonas agroclimáticas actuales y futuras del Ecuador en km² con climas importantes para el banano en amarillo

Agro-zona-ID	Actual	Superficie (km ²)			
		2030	2050	2070	
0	4122.5	3340	2805	2352.5	-
111	712.5	935	1000	827.5	
112	25	42.5	27.5	40	
121	1382.5	487.5	375	417.5	-
122	2.5	0	5	12.5	+
131	2207.5	2860	2820	2725	
211	475	495	520	582.5	+
212	777.5	825	880	1045	+
221	1187.5	777.5	680	627.5	-
222	315	437.5	535	555	+
231	1712.5	2222.5	2487.5	2607.5	+
232	0	25	82.5	182.5	+
311	47.5	30	22.5	12.5	-
312	855	517.5	347.5	262.5	-
321	530	300	227.5	167.5	-
322	1187.5	1307.5	1180	1195	
331	1770	2145	2262.5	2357.5	+
332	530	510	657.5	692.5	+
412	152.5	47.5	12.5	7.5	-
421	92.5	20	15	35	
422	3485	2405	1990	1365	-
431	210	310	362.5	405	+
432	8230	9825	10570	11390	+





el escenario A2 y se promediaron los valores previstos de 20 modelos de circulación general.

El Cuadro 12 muestra el efecto probable del cambio climático en la extensión de las zonas agroclimáticas. En general, las condiciones para el crecimiento de la producción de banano en el Ecuador mejorarán, como lo demuestra la disminución de la superficie no apta para el banano (fila 0 en el Cuadro 12). En algunas zonas, la superficie aumentará, mientras que en otras zonas disminuirá. Para los cuatro climas de mayor importancia para la actual producción de banano, la zona más seca seguirá siendo aproximadamente la misma en cuanto a superficie terrestre, mientras que las zonas de producción con 900 milímetros a más de 2.500 milímetros de precipitación anual se incrementarán en más de 1.600 kilómetros cuadrados.

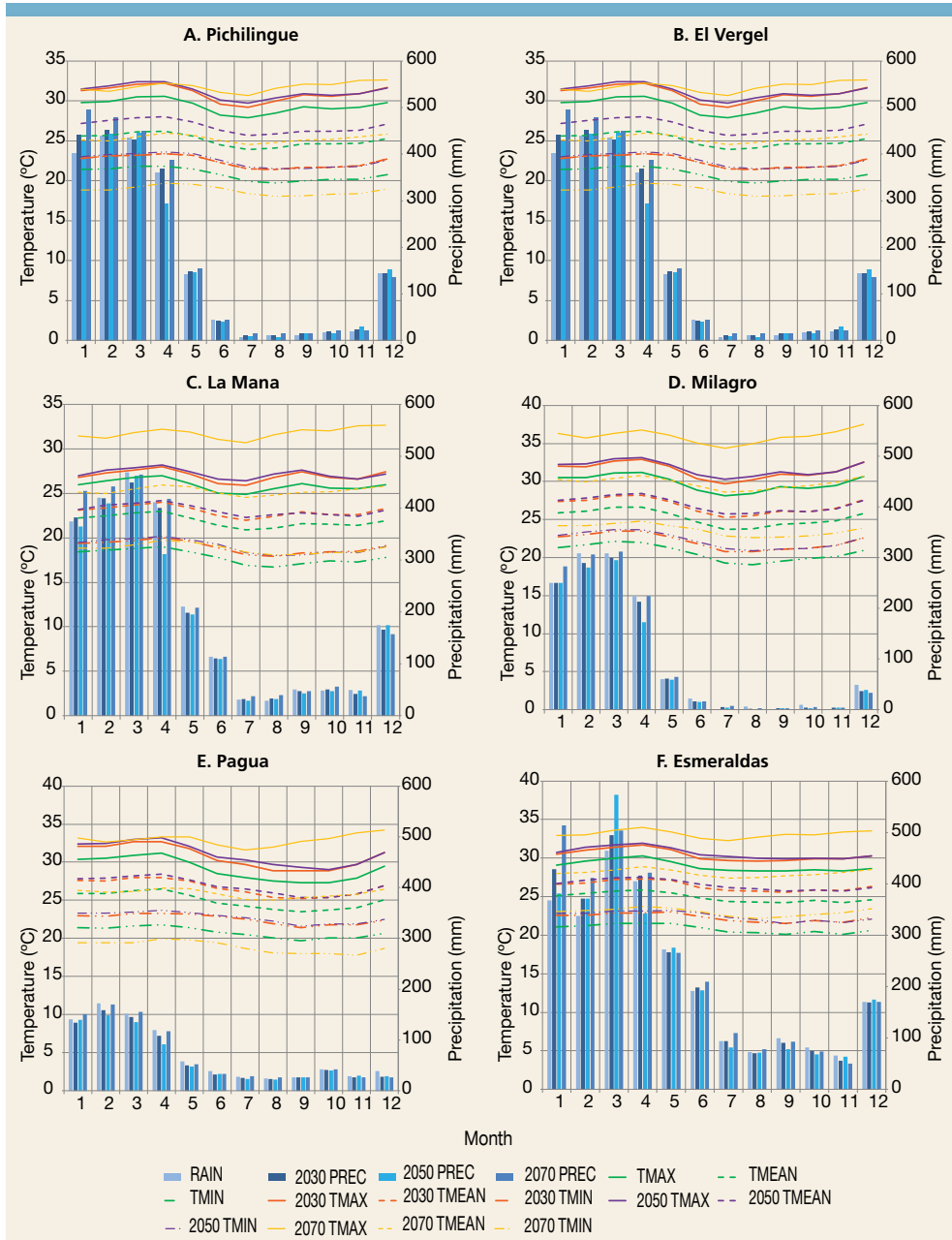
El uso de los seis puntos para examinar específicamente las proyecciones climáticas una perspectiva más detallada. Estos gráficos (Figura 18) muestran la temperatura y la precipitación mensual actual y para 2030, 2050 y 2070. La distribución de la precipitación, altamente estacional con más de 5 meses secos, se mantendrá estable con un pequeño incremento de 200 milímetros en total. La temperatura media aumentará en los próximos 50 años en más de 3°C, pasando de 25°C a 28°C. Este es un efecto general en los seis sitios. Incluso con estos cambios, las condiciones de crecimiento promedio del banano se mantendrán favorables en la mayoría de las zonas productoras de banano del Ecuador. Una temperatura promedio de 28°C se encuentra todavía dentro del rango óptimo, mientras que el riego y drenaje continuarán siendo elementos importantes para el manejo del cultivo.

El análisis basado en las condiciones de crecimiento del banano proporciona una visión general de los efectos de cambio climático promedio. Se han utilizado diversas herramientas para convertir las necesidades generales de crecimiento en efectos más cuantificados. Por ejemplo, se han usado Modelos de Nicho Ecológico tales como Maxent, Bioclim, y Ecocrop en muchos cultivos y ecosistemas naturales diferentes, y Ecocrop se ha usado en el banano (Van den Bergh *et al.*, 2012). Modelos como Ecocrop usan datos anuales para la temperatura y la precipitación, lo cual limita su aplicabilidad a cultivos que tienen ciclos de 12 meses y que pueden usar el riego.

Para tener un índice cuantitativo de los efectos de cambios en la temperatura y disponibilidad de agua en la producción de banano, hemos desarrollado un cálculo usando temperatura y precipitación mensual basado en la tasa de emisión de hojas. La tasa de emisión foliar es una variable clave en la productividad del banano, dado que está estrechamente correlacionada con la duración del ciclo vegetativo y la duración de un racimo al siguiente por cada mata de banano. La tasa de emisión foliar depende sobremanera de la temperatura y la disponibilidad de agua. Se realizaron tres cálculos: 1) efecto de la temperatura medida en grados días de crecimiento (GDC); 2) unidades térmicas de desarrollo (UTD) en las que los GDC se combinan con el balance de agua en el suelo como factor; y 3) déficit hídrico basado en un balance hídrico usando la precipitación natural y las necesidades óptimas del cultivo. Los tres cálculos se realizaron para las condiciones actuales y se compararon con las previsiones para 2030, 2050 y 2070.



Figura 18 Precipitación y temperatura medias mensuales para los 6 puntos representativos del sector ecuatoriano de exportación de banano y plátano



*: usando valores promedios de 20 modelos de circulación general bajo el escenario A2. A: Pichilingue (Los Ríos), B: El Vergel (Los Ríos), C: La Mana (Cotopaxi), D: Milagro (Guayas), E: Pagua (El Oro), F: Esmeraldas (Esmeraldas)





2.2.1 Estimación de los GDC y las UTD para el banano

Los GDC se utilizaron como medida de las necesidades de temperatura de las plantas de banano y pueden utilizarse para estimar el crecimiento y desarrollo. Las plantas de banano se consideran plantas de día neutro, porque la inducción floral prácticamente no depende del fotoperiodo. (Algunos efectos han sido mostrados por Fortescue, Turner y Romero (2011), pero el efecto no se tomó en cuenta en este análisis). Así, la antesis o floración ocurre en cualquier temporada del año, y sólo factores ambientales y edáficos pueden influir estacionalmente en la aparición de los racimos. Por lo tanto, como el fotoperiodo no influye en la iniciación del racimo, el desarrollo de la planta se puede describir usando grados día de crecimiento (GDC, con unidades de °C días).

La idea básica de los GDC es que el desarrollo de las plantas se produce cuando las temperaturas superan una temperatura base y disminuyen cuando se excede una temperatura máxima. Para la estimación de los GDC se utilizó la temperatura media del mes. A continuación, la temperatura de base se sustrae de la temperatura media mensual para dar un GDC diario. Si el valor del GDC diario es un número negativo, se iguala a cero. El GDC mensual se calculó multiplicando por el número de días del mes para luego ser sumados (acumulada) y obtener el valor anual.

$$GDC = \text{Días por mes} (\text{Temperatura promedio mensual} - \text{Temperatura base} = 13 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Si GDC es negativo o la temperatura media mensual es mayor que 35 °C, se asume el valor 0 (Thomas *et al.* 1998; Turner & Lahav 1983).

Asimismo, se estimaron las unidades térmicas de desarrollo (UTD), debido al hecho de que otros factores, además de la temperatura, influyen en la iniciación del racimo de banano. En varios estudios hubo variación en los GDC necesarios para la iniciación de los racimos, en los suelos y en el material de plantación en cada uno de los puntos escogidos. La relación entre UTD y GDC para un período de tiempo es:

$$UTD = GDC * Pf * Wf \text{ (} ^\circ\text{C d)}$$

Donde *Pf* toma valores entre 0 y 1 para el fotoperiodo y *Wf* es un escalar (0 a 1) para el balance de agua en el suelo. *Pf* no se tuvo en cuenta en este estudio. El balance hídrico del suelo (*Wf*) se estimó mensualmente usando el ratio de la precipitación: evaporación potencial (Precipitación: PET) tomando *Wf* como 1,0 (si el ratio cae entre 1,0 y 1,1). Si la precipitación: PET está por encima de 1,1 se calcula de la siguiente manera: $Wf = 1 + 0,2 (1 - \text{Precipitación: PET})$, esto permite un efecto negativo por exceso de agua (Fortescue *et al.* 2011).



2.2.2 Estimación del déficit del agua para el banano

La necesidad de agua de riego o déficit de agua para el banano se estimó como la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo (ETR) y la parte de la precipitación que puede ser utilizada por el cultivo (Precipitación efectiva [Pe]). Se determinó sobre una base mensual y luego resumió para el año.

$$\text{Déficit de Agua (necesidad de agua de riego)} = ETR - Pe$$

2.2.3 Evapotranspiración potencial mensual (ETP)

La evapotranspiración potencial (ETP) se estimó a escala global para calcular la UTD y el déficit de agua de banano. La ETP es una medida de la capacidad de la atmósfera para remover el agua a través de los procesos de Eto. La ETP se ha definido como el Eto de un cultivo de referencia en condiciones óptimas teniendo las siguientes características: pasto con buen riego con una altura asumida de 12 centímetros (cm), una resistencia superficial fija de 70 segundos por metro (s/m) y albedo de 0,23 (Allen *et al.* 1998). Sin embargo existen otros métodos de cálculo de la ETP, en este estudio el modelo de Hargreaves fue elegido para modelar la ETP a nivel mundial (Hargreaves y Allen 2003). Este modelo trabaja casi tan bien como el de Penman-Monteith de la FAO, pero requiere menos parametrización (Hargreaves y Allen 2003; Trajkovic 2007), permitiendo una resolución más fina (10 km de resolución). El modelo de Hargreaves utiliza la temperatura media mensual (T_{mean}) y la radiación solar global (R_s) en la superficie para calcular la ETP, como se muestra a continuación:

$$ETP = 0,0135 * (T_{mean} + 17,8) * R_s * \text{días por mes}$$

R_s se expresa en unidades de evaporación de agua ($mm = 2,45 W/m^2$)

2.2.4 Evapotranspiración real (ETR)

Es la cantidad de agua que se extrae del suelo debido a los procesos de evaporación y transpiración (Allen *et al.* 1998). La ETR depende de las características de la vegetación, la cantidad de agua disponible en el suelo y las propiedades hidrológicas del suelo (principalmente curvas de retención de agua del suelo):

$$ETR = K_{soil} * K_c * ETP \text{ (mm/mes)}$$

Donde: K_{soil} = el factor de reducción depende del contenido volumétrico de humedad del suelo (0 – 1), K_c = coeficiente de cultivo del banano depende del desarrollo del cultivo (0.3 a 1,3). El coeficiente de cultivo (K_c) se utiliza para estimar el consumo de agua de los cultivos de referencia ETP para diferentes cultivos o tipos de vegetación. Los valores de K_c para el banano fueron tomados de la literatura (Allen *et al.* 1998; Freitas *et al.* 2008; Silva & Bezerra 2009).

2.2.5 Precipitación efectiva (Pe)

Es el proceso por el cual la precipitación es interceptada por el dosel de la vegetación (pérdidas por intercepción del dosel), siempre que esté sometida a la





Cuadro 13 Coeficientes de cultivo de banano (Kc) encontrados en la literatura para diferentes cultivares

Cultivar de Banano	Kc en diferentes estados			Referencia
	Inicial	Medio	Final	
Prata Ana	0,8 (0-100 d)	1,0 (100-160 d)		Silva y Bezerra 2009
Pacovan	0,9 (0-100 d)	1,0 (100-160 d)		Silva y Bezerra 2009
Cavendish	0,4	1,2	1,1 Final	Allen 2006
Pacovan	0,6	1,1-1,3		Freitas <i>et al.</i> 2008
Cavendish	0,5	0,8	1,1-1,4	Freitas <i>et al.</i> 2008
Pacovan	0,65	0,9-0,95	0,8-0,7	Basso <i>et al.</i> 2004

evaporación. La interceptación tiene un papel importante en el presupuesto de agua, ya que reduce la cantidad de precipitación disponible como humedad del suelo. Las pérdidas por interceptación dependen del tipo de vegetación, cobertura vegetal, e intensidad, duración y frecuencia de la precipitación (Siles *et al.* 2010). La interceptación de la vegetación es una función puramente mecánica del espacio de almacenamiento de estructura de la vegetación. La precipitación efectiva (Pe) en este estudio fue estimada mediante la ecuación FAO/AGLW (Clarke *et al.* 2001; Smith 1992).

Para cada mes, la Pe se calcula de la siguiente manera:

$$Pe = 0.6 * Pe_{tot} - 10 \quad \text{for } Pe_{tot} \leq 70 \text{ mm}$$

$$Pe = 0.8 * Pe_{tot} - 25 \quad \text{for } Pe_{tot} > 70 \text{ mm}$$

Dónde: Pe es la precipitación efectiva y Pe_{tot} es el total de la precipitación mensual

Estos diferentes medidas de los efectos de cambios climáticos promedios se realizaron usando las características de cultivo de la variedad Cavendish, cuyo umbral de temperatura es de 13°C y requiere 108 GDC para la emisión foliar. Para cada uno de los seis puntos seleccionados anteriormente, que representan las condiciones de crecimiento para el banano y plátano de exportación en la costa ecuatoriana, se completaron los cálculos para las condiciones actuales y las previsiones de las temperaturas y precipitaciones mensuales para 2030, 2050 y 2070.

Los cálculos de GDC (Cuadro 14) muestra que el total de emisión de hojas para un período de 12 meses se incrementará en 4-6 hojas para 2030, con poco incremento de 2030 a 2050, aunque las temperaturas continuarán aumentando en ese período. De 2050 a 2070, el total de la emisión foliar anual disminuye para algunos, sitios mientras que aumenta para otros. Si el riego es óptimo, estas emisiones totales se pueden prever. Usando la UTD, los efectos de la limitación de agua en la producción de secano se tiene en cuenta. Los



Cuadro 14 Emisión anual total de hojas basada en la temperatura (GDC), y la relación temperatura y agua la temperatura y el agua (UTD)

Región	Referencia	2030	2050	2070
Total de emisión de hojas basado en la temperatura (GDC)				
El vergel	38	44	44	41
Esmeraldas	40	45	46	51
La Mana	30	34	34	42
Milagro	41	47	47	57
Pagua	40	46	47	44
Pichilingue	41	46	47	42
Total de emisión de hojas basado en la temperatura y el agua (UTD)				
El vergel	20	22	23	21
Esmeraldas	28	30	30	34
La Mana	16	18	19	23
Milagro	16	18	18	21
Pagua	21	22	22	21
Pichilingue	19	22	22	18

totales no representan más que cerca de la mitad del total de emisión de hojas basado en el GDC y hasta 2070 no se registran sino cambios relativamente pequeños. El agua continuará limitando el total de emisión de hoja en lugar de la temperatura bajo condiciones de secano. Aunque se proyecta un incremento tanto la temperatura como de la precipitación, el incremento de agua tiene lugar principalmente en los meses de lluvia y por ende no compensa el aumento de temperatura. Se prevé que el total de emisión de hojas sea estable.

Desde el ahora hasta 2070, el incremento de la temperatura promedio dará lugar a un aumento de la demanda de agua del cultivo para cumplir con la ETP. La cantidad de agua a ser aplicada en riego para satisfacer las necesidades de la planta se incrementará en un 12 por ciento a un 15 por ciento en el período (Cuadro 15). Este es el resultado de una mayor demanda de riego en la temporada seca. En el Anexo A se presentan los mapas para el Ecuador que permiten una visualización para todo el país de los parámetros descritos anteriormente.

2.3 Estimación de las condiciones climáticas en el desarrollo de la sigatoka negra y el picudo del banano

Además de los efectos en la emisión de hojas y la demanda de agua, el cambio climático promedio también puede influir en la incidencia y severidad de las enfermedades. Como indicadores del efecto previsto del cambio climático en el





Cuadro 15 Demanda de agua del cultivo de banano y necesidades de irrigación en seis sitios en el Ecuador en 2070

Región	Línea base	2030	2050	2070
Demanda total de agua del banano (mm/año)				
El vergel	1724	1808	1827	1850
Esmeraldas	1686	1771	1804	1949
La Mana	1479	1512	1540	1699
Milagro	1825	1883	1915	2084
Pagua	1730	1771	1796	1808
Pichilingue	1848	1918	1929	1936
Déficit hídrico total (necesidad de riego) (mm/año)				
El vergel	744	820	832	839
Esmeraldas	495	554	591	638
La Mana	591	619	633	723
Milagro	1147	1206	1262	1345
Pagua	1267	1359	1408	1353
Pichilingue	1001	1034	1035	1050

manejo de plagas del banano se utilizó la más importante enfermedad de la hoja, la *Mycosphaeraella fijiensis* o sigatoka negra, y un indicador de plagas de insecto, el *Cosmopolites sordidus* o picudo del banano.

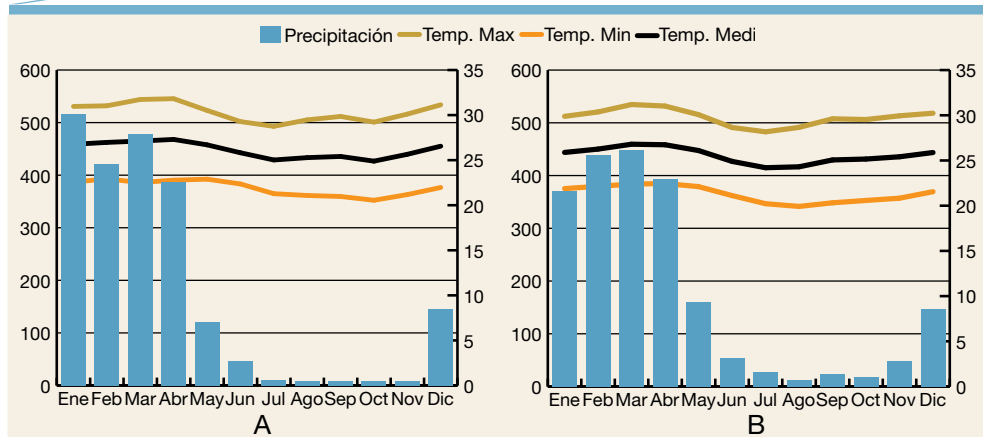
2.3.1 La Sigatoka Negra

Para prever los efectos de los cambios en las condiciones climáticas medias en la sigatoka negra, se necesita disponer de datos meteorológicos diarios. El programa de simulación MarkSim™ que trabaja a una escala de 30 arco-segundos, deriva datos de WorldClim para los patrones de precipitación diaria simulados (Hijmans *et al.* 2005). Para cada uno de los años propuestos, esto es 2030, 2050 y 2070, MarkSim™ se ejecutó 10 veces para generar patrones diarios de precipitación. Estos se promediaron para obtener un patrón de precipitación diaria único para el lugar. Los cálculos se hicieron para el sitio de Pichilingue que tiene los datos más completos de la estación meteorológica. Los resultados de los datos climáticos actuales, obtenidos de la estación meteorológica Pichilingue, se compararon con los datos diarios generados con la aplicación Marksim (Figura 19). Estos patrones diarios se usaron en dos cálculos para la sigatoka negra: velocidad de evolución y estado de evolución. En el primer caso, los cálculos se basaron en la relación de la rapidez de crecimiento del tubo germinativo de conidios y ascosporas relacionado con la temperatura. En el segundo caso, la tasa de desarrollo de la enfermedad se calculó basándose en la relación con la precipitación y la humedad dos semanas después.

La velocidad de la evolución (SDR) de la sigatoka negra está relacionada con la temperatura. La temperatura mínima para la germinación de la *Mycosphaerella*



Figura 19 Distribución proyectada comparada con distribución diaria de la estación meteorológica de Pichilingue*



*: A: Simulación producida por MarkSim™ B: Estación meteorológica de Pichilingue

fijiensis es 12 °C, la óptima es de 27 °C y la máxima de 36 °C (Porras y Perez 1997). En general, la germinación de los conidios es óptima entre 25 °C y 30 °C siguiendo una respuesta cuadrática con una estimación de 26.5 °C como temperatura óptima para la germinación. Además, casi el 100 por ciento de la germinación se presenta después de 24 horas (L. Jacome, Schuh y Stevenson, 1991; L. Jacome y Schuh 1992). Para la germinación de ascosporas se estimó una temperatura óptima de 25 °C (L. Jácome *et al.* 1991; L. Jacome y Schuh 1992). En relación con la humedad relativa de ascosporas y conidios la respuesta es diferente, las ascosporas germinan con una humedad relativa superior al 98 por ciento, mientras que los conidios germinan en un rango más amplio de humedad (88 por ciento a 100 por ciento) (L. Jacome *et al.* 1991). El impacto de los cambios en la temperatura debido al cambio climático en la sigatoka negra se estimó mediante la suma acumulada semanal de la evolución basada en el desarrollo del tubo germinativo (Porras y Pérez 1997). La suma diaria de las tasas de desarrollo de la evolución de la sigatoka negra se calculó con una regresión simple basada en la temperatura máxima y mínima diaria desarrollada por Porras y Pérez (1997). Con la siguiente ecuación:

$$SDR = 7.18 \cdot T_{m\acute{a}x} + 79.16 \cdot T_{m\acute{i}n}$$

Válida para un rango de temperatura entre 10 °C y 35 °C

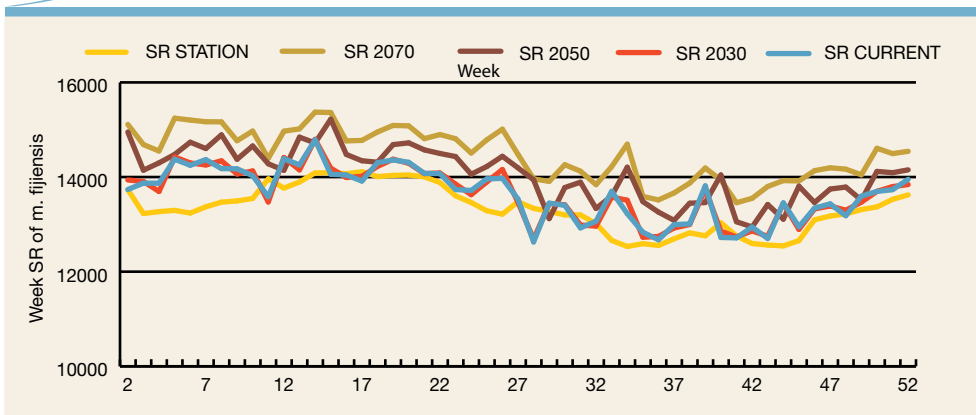
Dado que se prevé que las temperaturas aumenten desde los niveles actuales hasta 2070, esto puede dar lugar a un aumento de las tasas de crecimiento del tubo germinativo de esporas de sigatoka negra y un desarrollo más rápido de enfermedades. Tal como se muestra en la Figura 20, se prevé un pequeño aumento para 2030 en comparación con las tasas actuales, pero para 2050 y 2070 se prevé que la velocidad de evolución se intensificará.

Un segundo enfoque para proyectar el efecto del cambio climático promedio se basa en el estado de la evolución o avance de la enfermedad. En general,





Figura 20 Sumas de la velocidad de evolución de la sigatoka negra basada en la temperatura*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicas a escala reducida del generador de tiempo MarSim.

la infección por ascosporas de *M. Fijiensis* no se observa en ausencia de humedad en la hoja. La infección por conidios de *M.fijiensis* se produce en con humedad en la hoja en un plazo de 0 a 18 horas. Lesiones en las hojas se presentan 14 días después de la inoculación de las plantas sometidas a 18 horas de humedad en las hojas (Jacome 1992). En general, el desarrollo de la sigatoka negra en el campo podría ser monitoreado por el estado de evolución de las hojas 4 (EEH4) o cinco (EEH5). Por consiguiente, los cambios semanales se pueden utilizar para prever la necesidad de tratamientos con fungicidas. Teniendo en cuenta el retraso de la enfermedad en 14 días, Vicente et al. (2000) desarrollaron un modelo para predecir el estado de evolución de la hoja 4 (EEH4) basándose en la precipitación acumulada durante 14 días cinco semana antes de la fecha de precisión y la evapotranspiración potencial promedio dos semanas antes de la fecha de la previsión. La siguiente ecuación se utilizó en ese estudio:

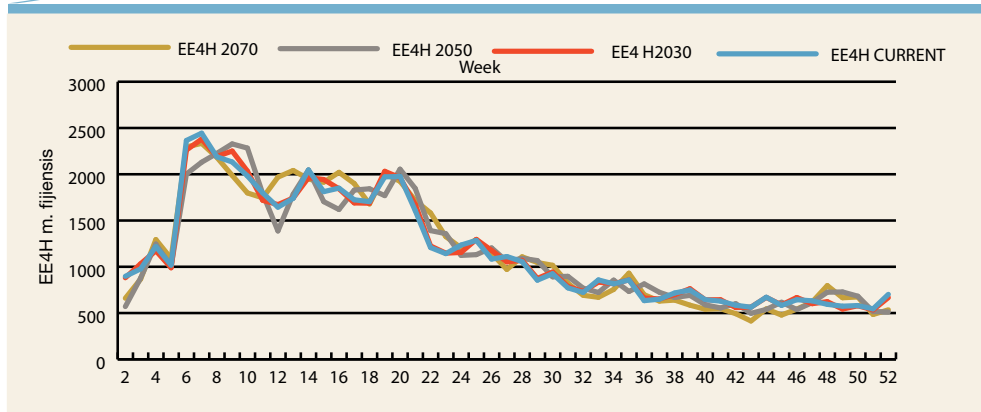
$$EEH4 = 1812 + 6.24 * \text{precipitación } 14_{5W} - 198.2*(Eto_{2W}/0,8)$$

Donde *EEH4* es el estado real de evolución de la enfermedad en la hoja 4, la *precipitación* es la precipitación acumulada durante 14 días cinco (5) semana antes y la *Eto* es la Eto media semanal dos semanas antes. El coeficiente de 0,8 fue utilizado debido al hecho de que la ecuación original utiliza la evaporación estimada por el evaporímetro Piche que sobreestima la evaporación.

Este segundo enfoque para proyectar la respuesta de sigatoka negra al cambio climático promedio (Figura 21) indica que probablemente se registrarán pocos cambios en la dinámica estacional de la sigatoka negra. Dado que no se prevé que la distribución de lluvias cambie y este segundo cálculo está basado en parámetros de humedad, la enfermedad continuará siendo altamente



Figura 21 Estado de evolución de la sigatoka negra basado en la precipitación y la evapotranspiración para Pichilingue



Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicas a escala reducida del generador de tiempo MarSim.

problemática en la temporada de lluvias y mucho menos agresiva a partir de la semana 24 en el año aproximadamente.

Uniendo tres fuentes de información sobre la epidemiología y el manejo de la sigatoka negra, se pueden proponer provisionalmente las siguientes implicaciones. El período del año cuando la sigatoka negra es más difícil de manejar seguirá siendo el mismo – principalmente durante la temporada de lluvias. La enfermedad se puede volver más agresiva cuando se prevea que la velocidad de crecimiento del tubo germinativo de las esporas aumente en respuesta a la temperatura. Sin embargo, esto ocurrirá únicamente en presencia de humedad en la hoja. Un último factor se puede proponer también en términos de manejo. La frecuencia de aplicaciones de fungicidas se relaciona con la protección de cada hoja nueva que emerge. La hoja cuando emerge es una excelente trampa para las esporas de la sigatoka negra, las cuales después dan lugar a la infección bajo condiciones apropiadas. Si la emisión foliar aumenta como se ha previsto, entonces puede aplicarse fungicidas con mayor frecuencia para proteger a las nuevas hojas.

2.3.2 El picudo del banano

Los modelos fenológicos para insectos basados en la temperatura son herramientas analíticas importantes para predecir, evaluar y entender las dinámicas de las poblaciones en ecosistemas sujetos a una variedad de condiciones ambientales. Recientemente estas herramientas se han utilizado para evaluaciones de riesgo fitosanitario. Además, son un complemento para la investigación convencional porque son una opción menos costosa y con menos demanda de tiempo y espacio.

Actualmente, hay poca investigación sobre el impacto del cambio climático en plagas de insectos en banano y plátano. *C. Sordidus* es una plaga de insectos muy limitante en la producción de banano y plátano. El picudo es muy sensible a cambios en la temperatura y esto puede ser considerado como un riesgo latente bajo efectos de cambio climático (Tonnang *et al.*, 2013).





Para estimar el efecto de las previsiones en la temperatura en la fenología del picudo, se utilizó el programa informático de Modelado de Ciclos de Vida de Insectos (**ILCYM – versión 3.0**). El ILCYM, que fue desarrollado por el Centro Internacional de la Papa (CIP), facilita el desarrollo de modelos fenológicos del insecto y provee herramientas analíticas para estudiar las poblaciones de la plaga. Basándose en una revisión de literatura sobre el desarrollo del picudo de banano bajo diferentes condiciones de temperaturas y a través del uso de herramientas estadísticas, se generaron los datos necesarios para correr el ILCYM. Este programa informático se utilizó para simular la fenología del *C. Sordidus* y predecir el riesgo de establecimiento y potencial actividad de la plaga según los registros de temperatura. Relacionado con sistemas de información geográfica (SIG) y modelos de temperatura atmosférica, tres índices de riesgo de plagas con referencias espaciales que muestran el riesgo de establecimiento (ERI), número de generaciones por año (GI), y un índice de actividad (AI) se computaron espacialmente y se usó para predecir futuros cambios en la distribución e infestación de plagas debido al calentamiento global.

Esta simulación se basa en temperaturas máximas y mínimas como entradas. Para las simulaciones, se utilizó el conjunto de capas de clima global (redes), con una resolución espacial de 10 arco minutos (disponibles en <http://www.worldclim.org>) y descrito por Hijmans *et al.* (2005). Para predecir la respuesta al cambio climático, se generaron mapas similares, usando la misma resolución, para escenarios de cambio climático utilizando modelos de circulación general de la atmósfera (MCG), los cuales se pueden descargar del portal de datos de MCG del CCAF (<http://www.ccafs-climate.org/data/>).

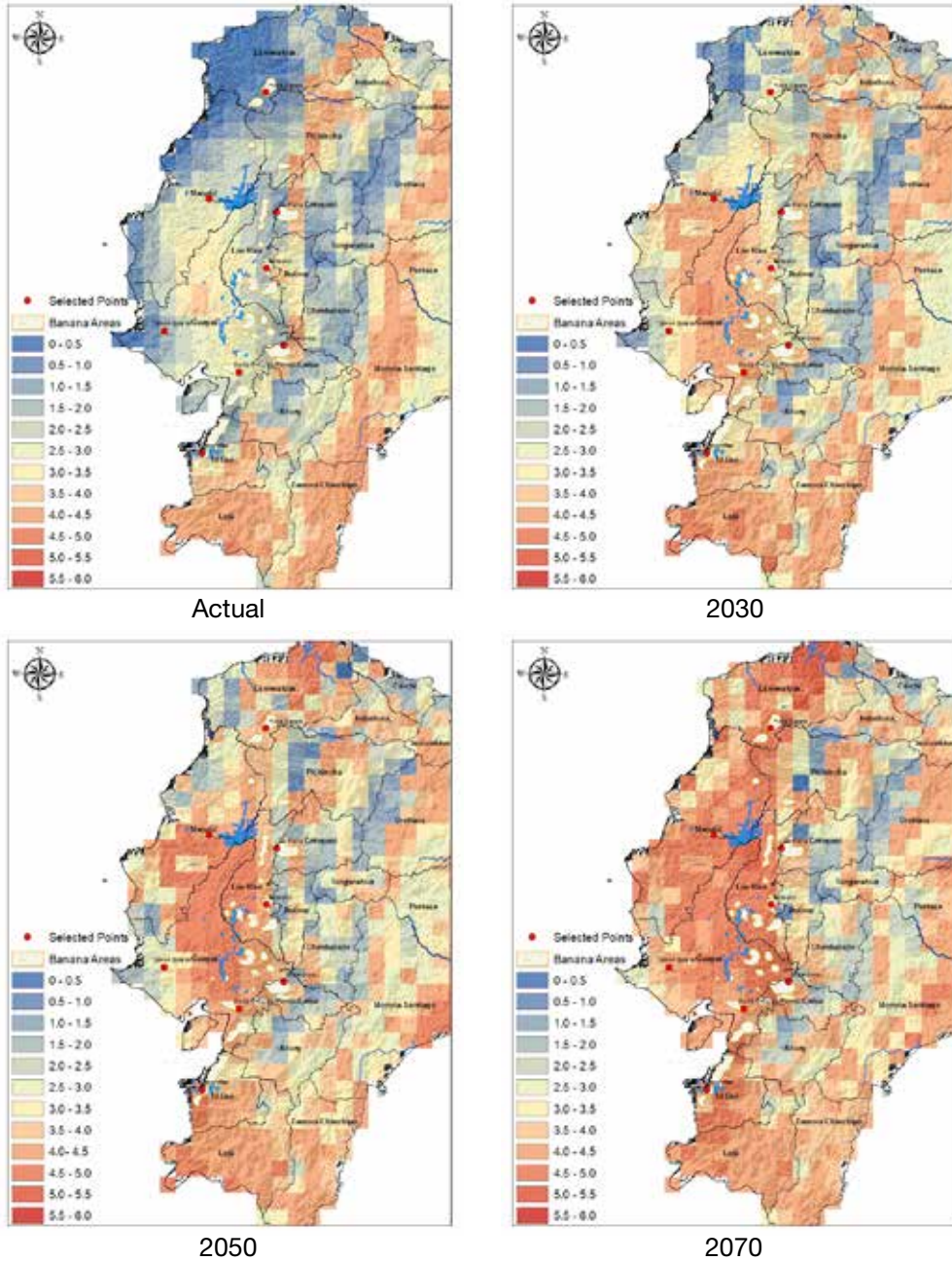
En la Figura 22 se presenta la cartografía de riesgos del índice de generación de *C. Sordidus*. Nuestros resultados muestran un incremento en el índice de generación. Lo que sugiere un ciclo biológico más corto del picudo estimando un número medio mayor de generaciones que se pueden producir en un año. Las zonas en las que se produce actualmente banano muestran el GI más alto porque ofrecen mejores condiciones para el desarrollo del *C. Sordidus* en términos de temperatura (Figura 22). Además, nuevas zonas en la región montañosa parecen que tienen mayores probabilidades de presentar condiciones óptimas para el picudo.

El índice de actividad (Figura 23), el cual está explícitamente relacionado con la tasa finita de incremento en la población considera toda la historia de vida de la plaga. Como ejemplo, un valor del índice de 4 ilustraría un incremento potencial en la población por un factor de 10000 en un año. La Figura 23 indica un incremento en la población de *C. Sordidus* en zonas donde la temperatura puede llegar a ser óptima para su desarrollo. Este incremento en la población solamente representa el potencial de crecimiento bajo un régimen de temperatura específico, los demás factores que limitan la población, incluyendo la disponibilidad de alimentos, etc., no se tienen en cuenta.

El índice de actividad identifica zonas en las cuales el *C. Sordidus* puede sobrevivir y llegar a establecerse permanentemente. El índice es 1 cuando cierta proporción de todas las etapas de vida inmadura de la plaga sobrevive a través del año. De lo contrario, el número de días en los cuales una sola etapa no puede sobrevivir se cuenta y se divide entre 365 (Tonnang *et al.*, 2013).



Figura 22 Índice de generación (GI) para las condiciones actuales y previsiones para los años 2030, 2050 y 2070 para el *C. Sordidus*

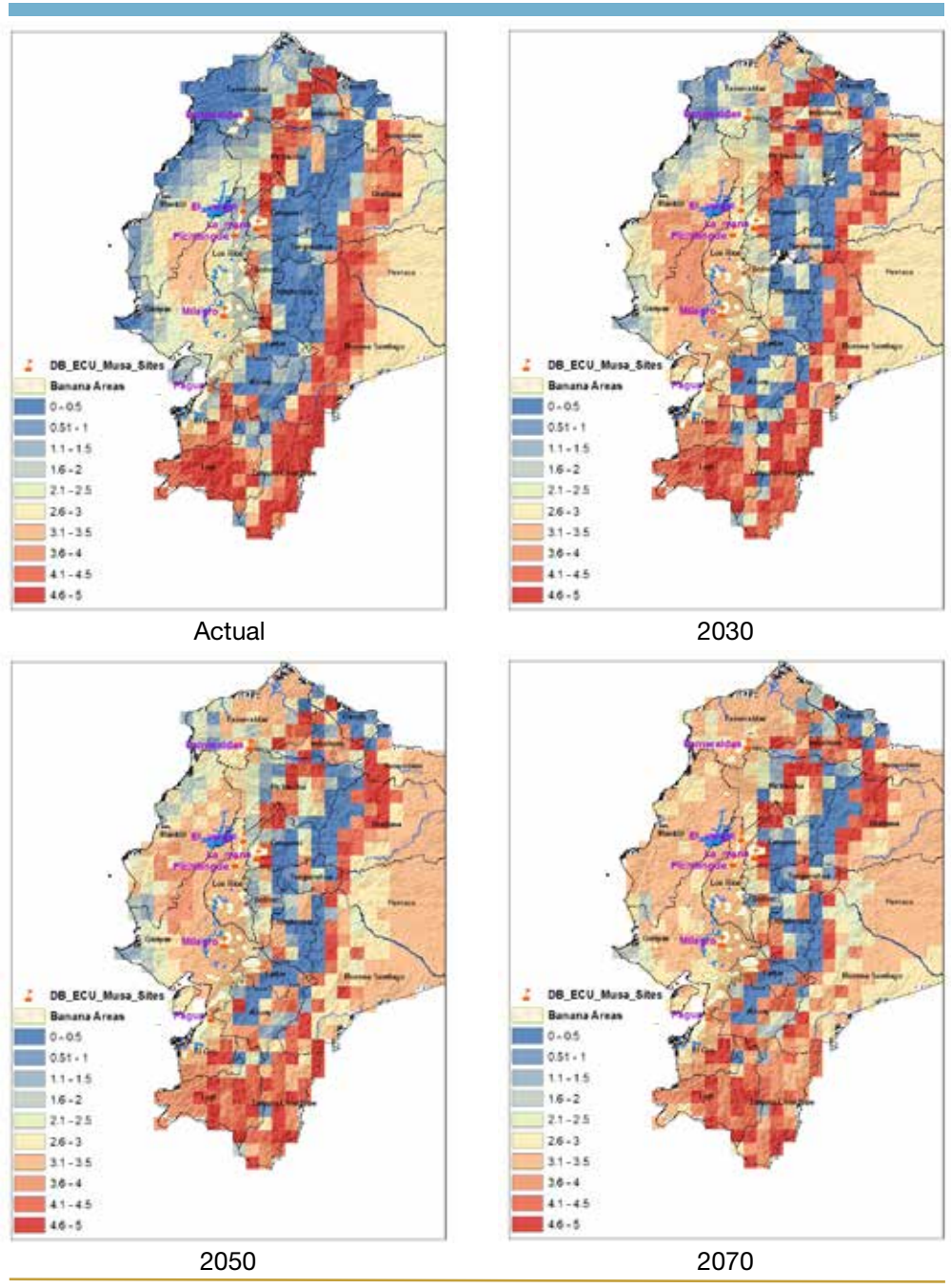


Fuente: Elaboración propia





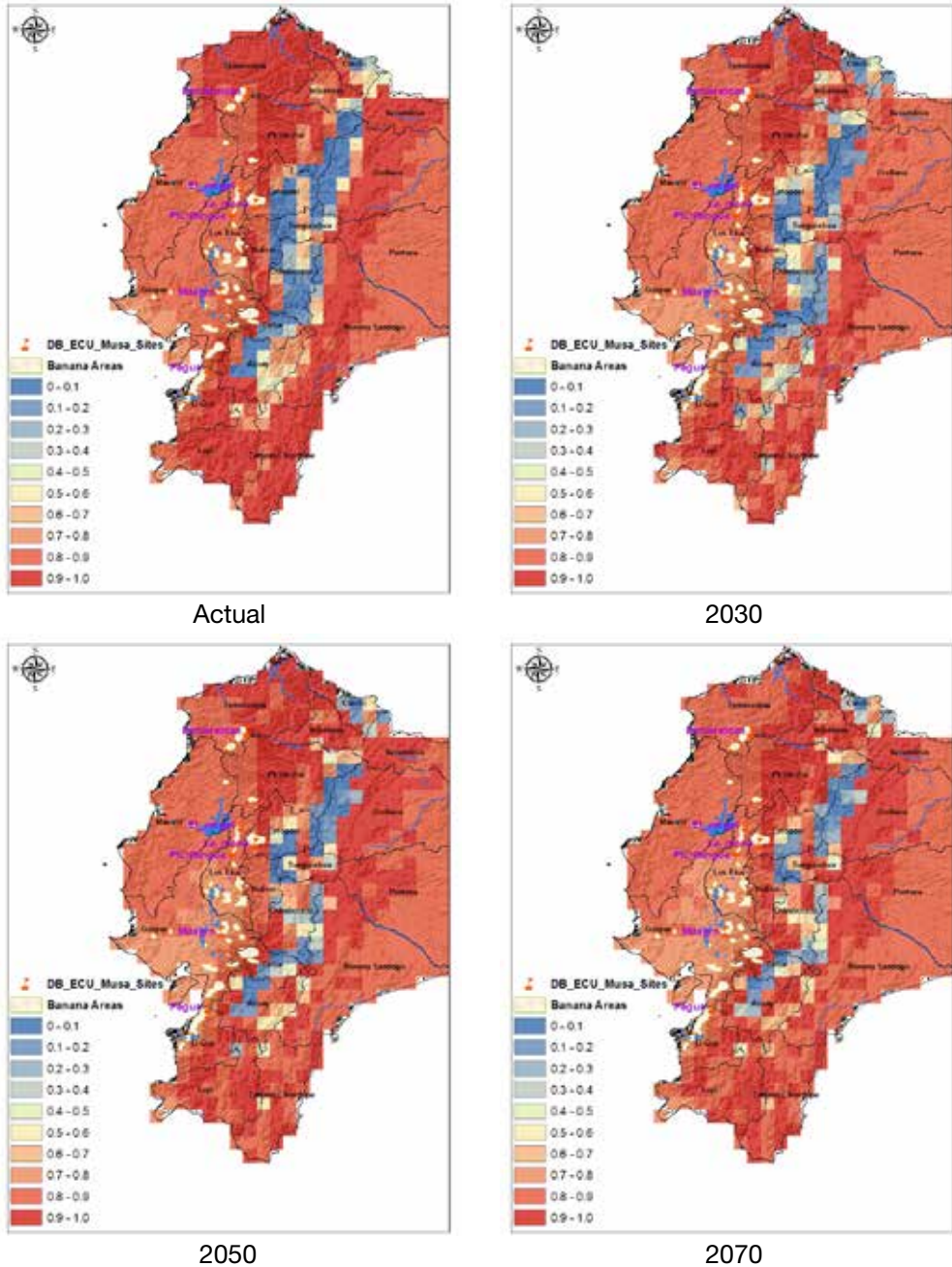
Figura 23 Índice de actividad(AI) para las condiciones actuales y previsiones para los años 2030, 2050 y 2070 para el *C. Sordidus*



Fuente: Elaboración propia



Figura 24 Índice de establecimiento (ERI) para las condiciones actuales y previsiones para los años 2030, 2050 y 2070 para el *C. Sordidus*



Fuente: Elaboración propia





Comparando las condiciones actuales con las previsiones para el índice de establecimiento, encontramos una disminución en zonas idóneas donde el insecto se podría establecer debido al incremento previsto de la temperatura (véase la Figura 13). Esto está basado en dos efectos: un incremento en el ERI hacia las tierras altas de la región andina, así como una disminución de zonas idóneas en las regiones costera y amazónica causada por altas temperaturas que limitan las condiciones para el establecimiento permanente del insecto. (Figura 24).

2.4 Historia reciente de la variabilidad climática moderada y extrema en las zonas de producción de banano de exportación e implicaciones para el futuro

Las 210.000 hectáreas de banano de exportación plantadas en el Ecuador son un testimonio de la idoneidad de las condiciones de crecimiento para este cultivo. En promedio, el banano prospera bajo las condiciones de crecimiento de la costa de Ecuador y es altamente competitivo en el mercado mundial. Sin embargo, las condiciones promedio no ocurren todos los años. En efecto, detrás de las temperaturas y precipitaciones promedio que son muy idóneas para el banano, se registran año tras año, mes tras mes y día tras día variabilidades, algunas veces menores, pero en otros momentos hasta catastróficas. Conde *et al.* (2006) enfatizaron la variabilidad en sus análisis de la productividad del café en México y del maíz en la Argentina.

Los modelos del clima generales usados para prever cambios climáticos todavía no generan información sobre la variabilidad. Con el aumento previsto de las temperaturas de los océanos, el clima puede ser más variable, pero estas previsiones todavía no están disponibles. A los efectos del presente estudio, proponemos examinar la variabilidad histórica partiendo del supuesto de que el clima será al menos tan variable en el futuro como lo ha sido en el pasado. La variabilidad e incertidumbre asociadas con el clima constituyen un reto más inmediato para los productores de banano que los cambios previstos en el clima promedio para 2030, 2050 y 2070.

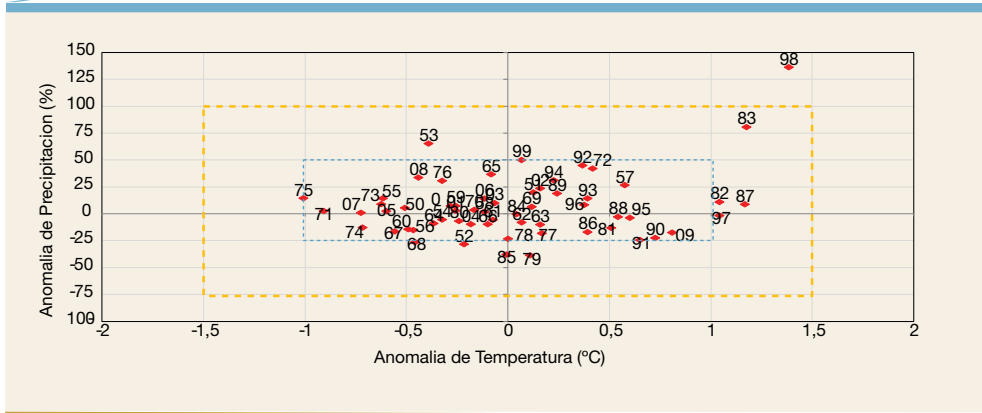
Los datos utilizados para estimar la variabilidad histórica anual se obtuvieron de la serie cronológica de la Climate Research Unit (CRU). Esta base de datos, que contiene variaciones mes a mes en el clima durante el último siglo, se basa en grillas de alta resolución (0,5 x 0,5 grados). Los datos se interpolan de los registros del clima proporcionados por más de 4000 estaciones meteorológicas distribuidas por todo el mundo. Esta base de datos comprende variables estándares como las precipitaciones, la temperatura media diaria y la temperatura máxima mensual, así como otras variables como la cobertura de nubes, el rango de temperaturas diurnas, la frecuencia de días con heladas y con lluvia (Harris *et al.* 2013).

Para visualizar la variabilidad de los seis puntos seleccionados en la costa de Ecuador, los datos mensuales para el período entre 1950 – 2009 se graficaron como una función del promedio para el período de 1960 – 1990. La Figura 25 ubica un punto de datos para cada año sobre o debajo de la temperatura y



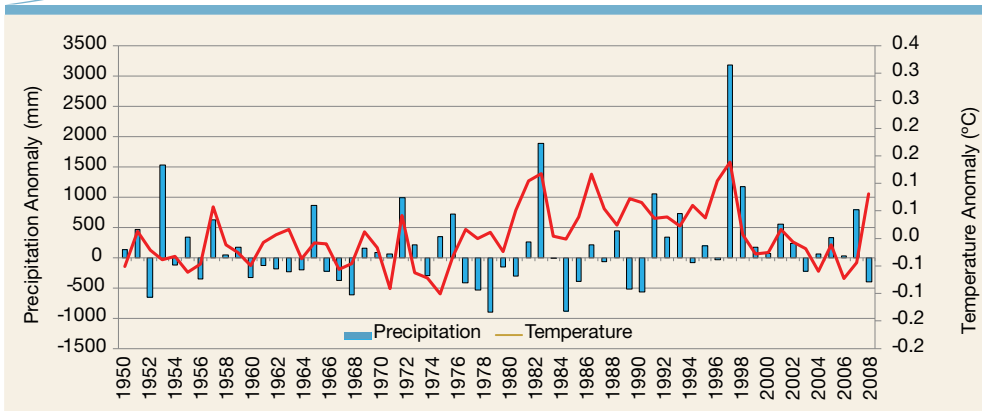
precipitación promedio para el período de referencia. Los puntos que están más cercanos al punto central 0 – 0 significan años con valores exactos al promedio. Los puntos que están más cerca del promedio se encuentran en el cuadro azul, con menos del 25 por ciento de variabilidad en precipitación y $\pm 1^\circ\text{C}$ en temperatura. Puntos por fuera del cuadro azul y dentro del cuadro amarillo son años con variabilidad moderada, los cuales son años con variaciones entre ± 25 por ciento y ± 75 por ciento en precipitación, y con temperaturas entre $\pm 1^\circ\text{C}$ y $\pm 1.5^\circ\text{C}$. Los puntos fuera del cuadro azul son años extremos, extrema humedad o sequía o extremo calor o frío. Para Pichilingue, los años extremos (1983, 1998) son años El Niño (NCAR, 2013).

Figura 25 Variabilidad histórica Pichilingue. Precipitación y temperatura promedio (1960-1990): 2000 milímetros y 22°C , respectivamente)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicas a escala reducida del generador de tiempo MarSim.

Figura 26 Variabilidad anual de la precipitación (2000 milímetros) y la temperatura (22°C) en Pichilingue



Fuente: Elaboración propia a partir de datos meteorológicas a escala reducida del generador de tiempo MarSim.





Estos mismos datos para el período de 1950 – 2009 se pueden observar cronológicamente (Figura 26) con respecto al promedio entre 1960 – 1990. Las barras de color naranja indican años con precipitación menor al promedio y las azules son años donde se registraron lluvias anuales por encima de 2000 milímetros. La naturaleza extrema de los años El Niño es evidente. Por ejemplo, en 1998 cayeron más de 5000 milímetros de lluvia, cuando la precipitación promedio es de alrededor de 2000 milímetros, mientras que en 2003 la precipitación fue de 3500 milímetros. Las líneas rojas muestran la temperatura promedio anual. Los primeros años estuvieron por debajo de la temperatura promedio, seguidos por un período de 18 años con temperatura por encima del promedio y más recientemente por un período más frío.

Los gráficos relativos a otras 5 estaciones (Figura 27) muestran un patrón similar. Los años El Niño destacan como años extremos para los seis sitios, aun cuando la precipitación promedio varía de 790 milímetros en el sur a más de 2500 milímetros en el norte. El sitio más al norte en Esmeraldas resalta con un patrón diferente para los años moderadamente variables.

El análisis de variabilidad también se aplicó a temporadas críticas específicas. En el caso de la costa de Ecuador, la temporada de lluvias comienza a mediados de diciembre después de un período de 5-6 meses de clima seco. Las lluvias se intensifican rápidamente y continúan hasta el final de abril y luego disminuyen en junio. El período de julio a noviembre es seco. Sin embargo, de julio – agosto se presentan nubes y clima frío, lo cual reduce el crecimiento del banano, mientras que las temperaturas de septiembre aumentan a medida que las nubes se disipan. En diciembre las lluvias comienzan nuevamente. Sin embargo, este patrón promedio muestra variabilidad de un año a otro. Seleccionamos dos períodos del año para enfocarnos en la variabilidad estacional. Para la temporada fría y seca, la variabilidad es mayor en todos los sitios tanto en lo que se refiere a la precipitación como a la temperatura. Los años extremos con temperaturas elevadas de julio a agosto fueron más frecuentes en Pagua y Esmeralda en los extremos norte y sur. A veces, estos años extremos con temperaturas elevadas pueden dar lugar a una mayor productividad dado que la temperatura fría promedio y las nubes reducen el desempeño de las plantas. Pagua tuvo una mayor frecuencia de eventos de temperaturas bajas extremas de julio a agosto en el período registrado. En estos años, la productividad será aún más baja de lo normal. (Figura 28).

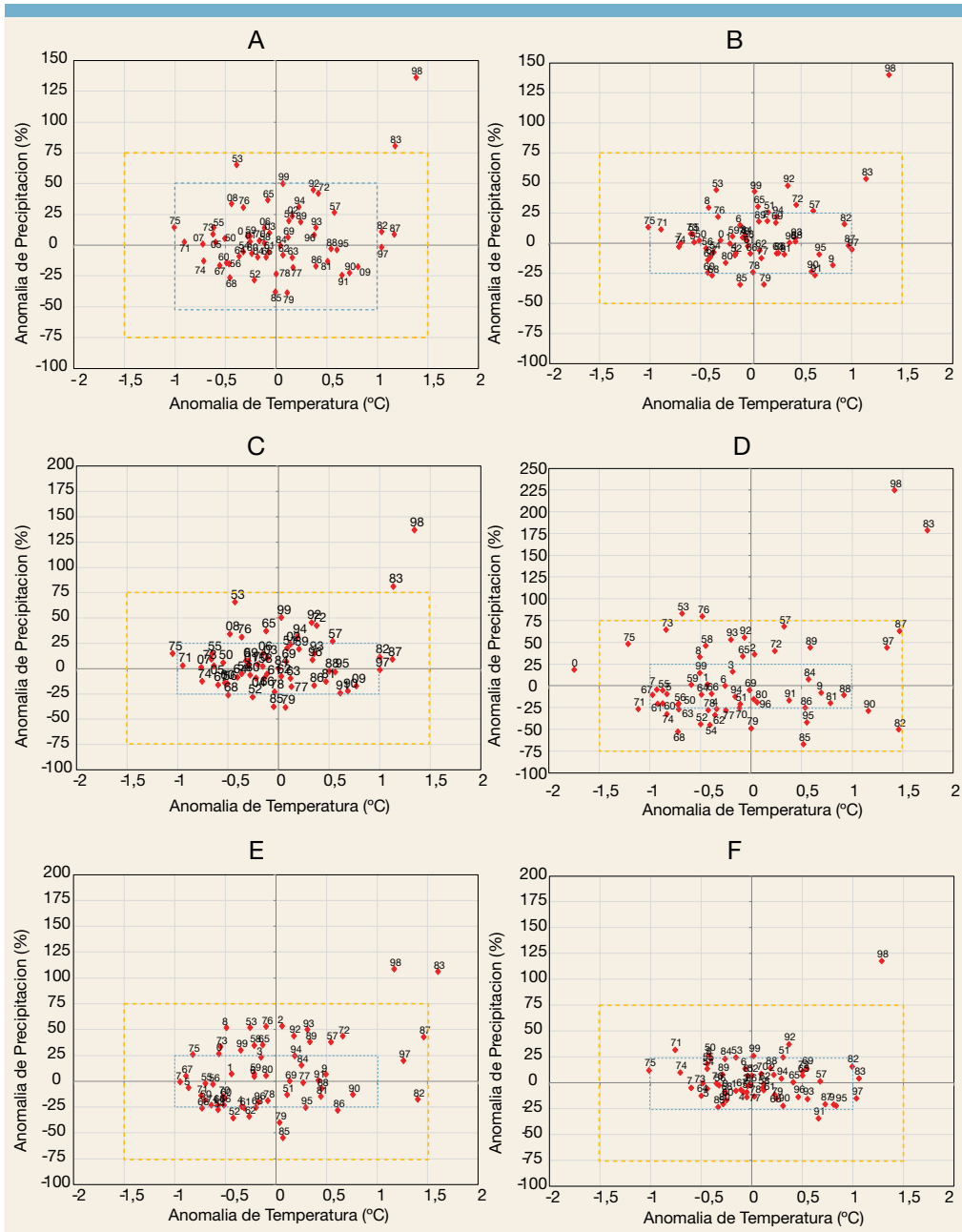
Esta variabilidad en la temporada seca y en la de lluvias representa un reto para los productores de banano que tienen que mantener la calidad y

Cuadro 16 Puntos representativos para determinar la variabilidad estacional

Ubicación	Zonas agroclimáticas	Descripción
1. Provincia de Esmeraldas	432	>2500 mm, >24 °C, <3 meses secos
2. Pichilingue (Los Ríos)	331	1500 – 2500 mm, >24 °C, >3 meses secos
3. Pagua (El Oro)	131	<900 mm, >24 °C, >3 meses secos



Figura 27 Variabilidad histórica (precipitación anual y temperatura anual promedio, respectivamente)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de CRU.

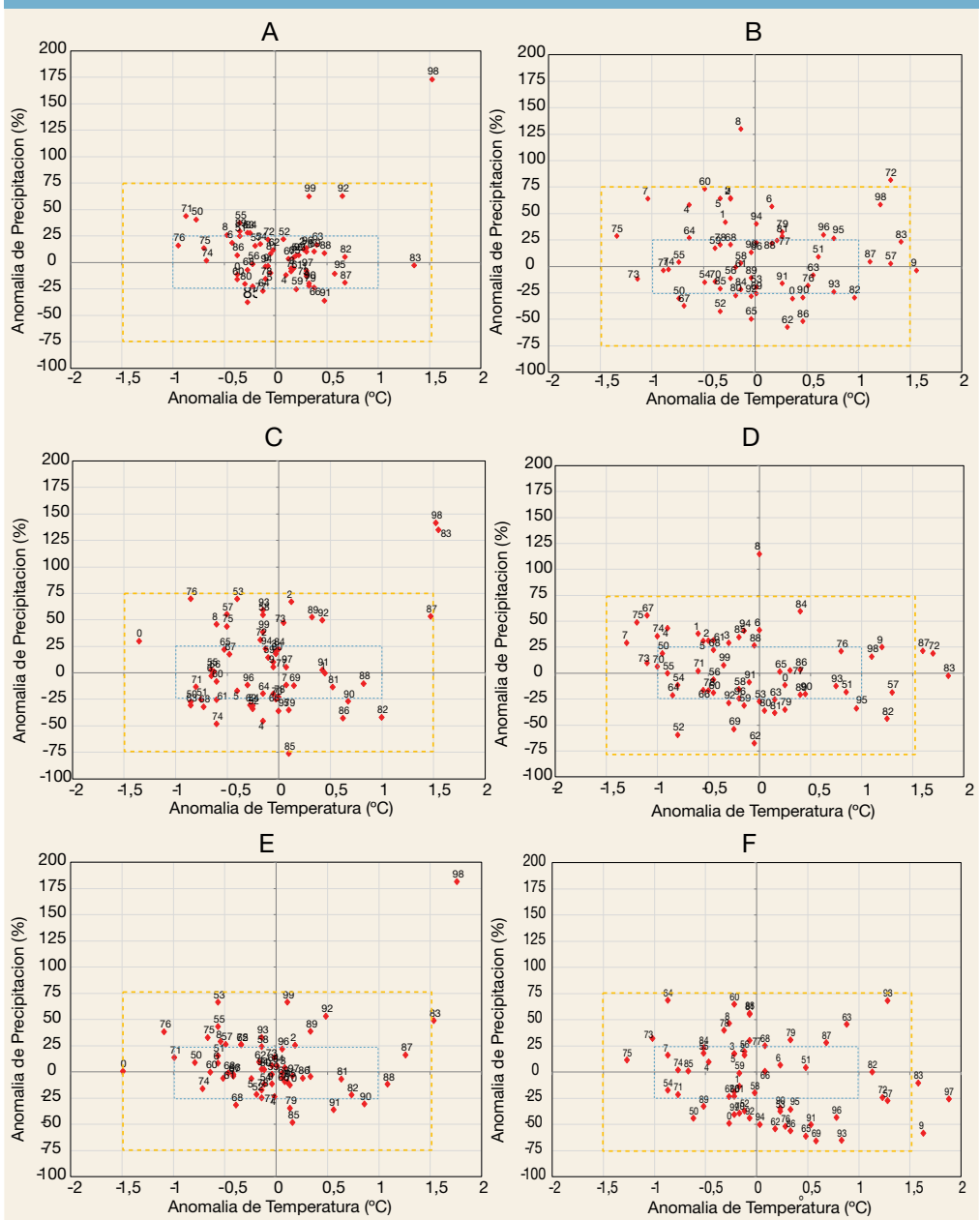
*: A: Pichilingue (2000 milímetros; 22 °C), B: El Vergel (2460 milímetros; 22 °C), C: La Mana (2300 milímetros; 22 °C), D: Milagro (980 milímetros; 26 °C), E: Pagua (790 milímetros; 22 °C), F: Esmeraldas (2500 milímetros; 25 °C)





Figura 28

Variabilidad histórica para las temporadas lluviosa (enero – abril) y seca (julio – agosto) (precipitación anual y temperatura promedio anual para cada temporada, respectivamente)**



*: A: Variabilidad histórica para época lluviosa (Enero - Abril) y seca (Julio - Agosto) (precipitación anual y temperatura promedio anual para cada temporada, respectivamente). A: Pichilingue época lluviosa (1500 mm; 22 °C), B: Pichilingue época seca (89 mm; 21 °C), C: Pagua época lluviosa (550 mm; 23 °C), D: Pagua época seca (89 mm; 21 °C), E: Esmeraldas época lluviosa (1550 mm; 25 °C), F: Esmeraldas época seca (167 mm; 24 °C).



productividad del cultivo, cumplir los contratos en lo referente a los volúmenes de fruta, y controlar los costos. Tal como lo ponen de manifiesto los grupos focales en las siguientes secciones, para los productores esta variabilidad es un preocupación mayor que el cambio climático previsto para 2030, 2050 y 2070.

2.5. Cambios previstos en el clima en las cuencas altas que alimentan los ríos usados en las zonas productoras de banano

Las principales zonas productoras de banano del Ecuador en El Oro, Guayas y Los Ríos muestran una alta estacionalidad, con un período seco extendido por lo que el riego es esencial. En un análisis de las implicaciones del cambio climático para el sector de exportación de banano, también se deben considerar las fuentes de agua para riego. ¿Cómo serán afectadas estas zonas por el cambio climático? ¿Son estos cambios positivos y negativos para las necesidades hídricas y condiciones del cultivo de las plantaciones de banano en las partes bajas de los ríos?

La cuenca del río Babahoyo se origina en los Andes y llega hasta las tierras bajas donde se une con el río Guayas. Alrededor del 38,3 por ciento está expuesta a inundaciones (Noboa 2014). La parte alta de la cuenca presenta una precipitación anual media de alrededor de 2.300 milímetros, es decir 300 milímetros más que en la parte baja de la cuenca. Los cambios climáticos promedio previstos en la parte alta de la cuenca siguen el patrón de los sitios bananeros analizados anteriormente (Figura 29). La distribución de la precipitación se mantiene igual con un ligero incremento en la cantidad total en la mayoría de meses del año. También se prevé que las temperaturas aumenten, siguiendo un patrón similar al de las partes bajas. En términos de variabilidad (Figura 30), los años extremos están relacionados con El Niño (CPC, 2014). Sin embargo, la mayoría de los puntos se encuentran en el cuadro azul, lo que indica un clima relativamente estable de un año a otro. La frecuencia de años extremadamente húmedos es mayor que la frecuencia de años extremadamente secos (Figura 31). De continuar este patrón en el futuro, el problema de las inundaciones, que se harán más severas debido a la deforestación y otros cambios en el uso de la tierra, representaría una amenaza mayor para la productividad de banano que la disponibilidad de agua para riego.

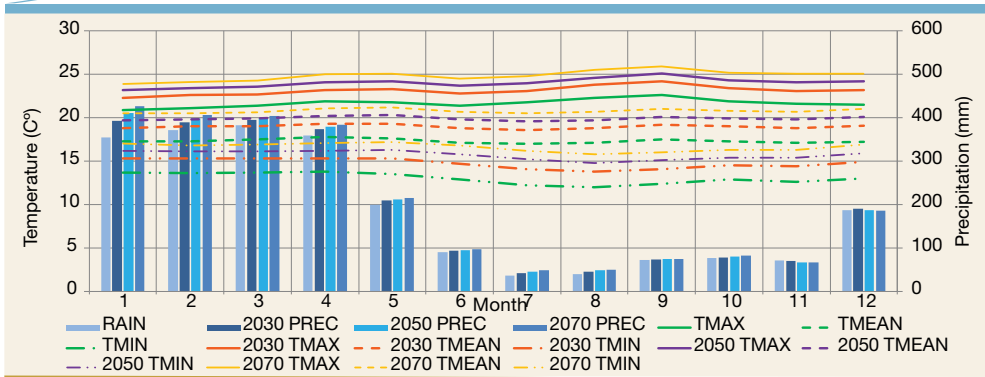
2.6. Implicaciones del cambio climático y la variabilidad del clima en la producción de banano de exportación

Numerosas interacciones en los agroecosistemas bananeros influyen en los rendimientos, la productividad y la calidad de la producción de banano. La planta de banano responde a la cantidad de luz solar, la temperatura, el agua y los nutrientes disponibles, los cuales pueden variar a lo largo del año. Además, la planta de banano es un hospedante de varios organismos que se encuentran sobre y debajo del suelo, benéficos y parásitos, que también están sujetos a la influencia de la luz, el agua, la temperatura y los nutrientes. Asimismo, los organismos que viven del banano también son fuente de nutrientes y energía



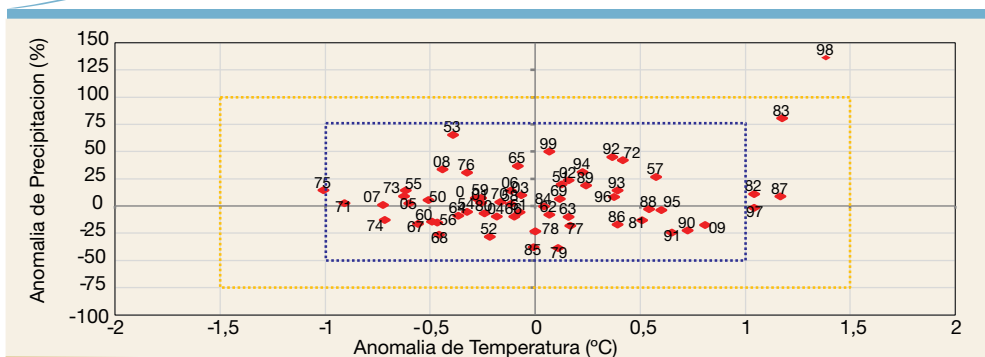


Figura 29 Las proyecciones del cambio climático para la cuenca superior del Babahoyo *



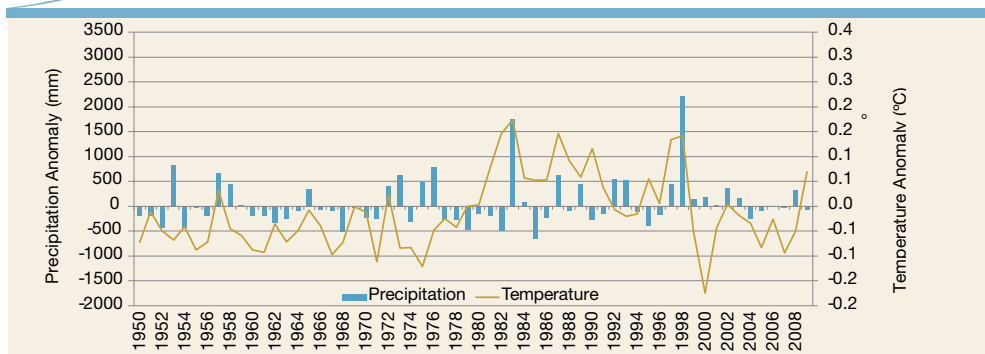
Fuente: Elaboración propia, con valores promedio de 20 modelos de circulación general en el escenario A2.

Figura 30 Variabilidad de la parte alta de la cuenca de Babahoyo. Precipitación y temperatura promedio (1960-1990): 2.300 milímetros y 20°C, respectivamente



Fuente: Elaboración propia, con valores promedio de 20 modelos de circulación general en el escenario A2.

Figura 31 Precipitación (2.300 milímetros) y temperatura promedio (20°C) para el período 1960-1990



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de CRU.



para otros organismos. Sin embargo, los científicos no han logrado aún capturar el cultivo y la productividad del banano y la dinámica de la red de alimento en un único modelo para prever la respuesta del banano al cambio climático. Se han utilizado aquí diversas herramientas para ofrecer una perspectiva más completa de la presentada en las secciones anteriores sobre las implicaciones de cambio climático en el banano. A continuación se resumen estas implicaciones en factores abióticos y bióticos y variabilidad del clima.

2.6.1 Condiciones abióticas – temperatura y precipitaciones

Hasta 2070 las condiciones climáticas previstas seguirán siendo favorables a la producción bananera en las principales zonas productoras de banano para exportación en el Ecuador. El ciclo vegetativo será más corto desde el brote hasta la floración debido al incremento de las temperaturas. Esto puede dar lugar a racimos más pequeños, pero a más racimos por hectárea por año con rendimientos relativamente estables.

El aumento de la temperatura en la temporada fría durante julio – agosto puede favorecer este incremento de productividad comparado con el régimen actual de temperatura. El aumento de la temperatura durante la temporada lluviosa se mantendrá en un rango óptimo. Parece poco probable que se registren cortas olas de calor con temperaturas excesivamente altas.

Como resultado de las temperaturas más altas a lo largo del año, el cultivo tendrá una mayor demanda de agua con un aumento de entre el 12 por ciento y el 15 por ciento con respecto a las condiciones actuales para 2070. Este aumento de la demanda se registrará principalmente durante la temporada seca. No se prevén cambios en la distribución de la precipitación durante el año, solamente ligeros incrementos en la pluviosidad en ciertos meses de la temporada lluviosa.

En conclusión, el cambio climático promedio previsto para la costa del Ecuador puede exigir algunos ajustes en las prácticas de producción, pero no parecer representar una amenaza mayor para la productividad del sector.

2.6.2 Condiciones bióticas – plagas y enfermedades

La distribución de lluvias mes a mes prevista no variará hasta 2070, aunque se prevé que las temperaturas aumenten. Dado que la dinámica de la sigatoka negra no es altamente dependiente de la temperatura, y está más relacionada con la humedad de la hoja, no se prevén muchos cambios en la tasa de evolución de la sigatoka negra como resultado del cambio climático promedio.

Sin embargo, la subida de las temperaturas pueden dar lugar a un incremento de la velocidad de crecimiento del tubo germinativo de las esporas de la sigatoka negra y de la agresividad de la enfermedad.

Dado que las aplicaciones de fungicidas están programadas para proteger principalmente las hojas nuevas, incremento en la frecuencia de las aplicaciones de fungicidas puede resultar de un incremento en la tasa de aparición de hojas.

Plagas como el picudo y los nematodos tendrán un crecimiento acelerado con las temperaturas más altas, lo que dará lugar a un ciclo de reproducción más corto y a un potencial de daño mayor con poblaciones más explosivas. Sin





embargo, se conoce poco sobre la longevidad del estado adulto del picudo y los nematodos. Los ciclos de vida más cortos en respuesta al aumento en la temperatura posiblemente sirvan a enfriar la respuesta de la plaga al aumento de la temperatura. Además, se dispone de poca información sobre la respuesta a la temperatura de los controladores naturales del picudo y los nematodos. El aumento de la actividad como respuesta al cambio climático por parte de la *Beauveria bassiana* o los nematodos predatorios puede compensar las poblaciones potencialmente más explosivas de picudos o nematodos parásitos de las plantas.

En resumen, mientras que modelos simples sugieren que las plagas y enfermedades no tendrán un respuesta mayor al cambio climático promedio previsto, se ha de estudiar a fondo las interacciones cultivo – plaga/ enfermedad – organismos benéficos para predecir con mayor exactitud su respuesta.

2.6.3 Variabilidad del clima

La variabilidad actual de un año a otro del clima representa un factor importante en el manejo del cultivo del banano. Ciertos tipos de eventos moderados y extremos son más fáciles de manejar a través de prácticas de manejo que otros. Las lluvias excesivas asociadas a El Niño en 1998 produjeron más alteraciones que las temperaturas inusualmente altas de julio – agosto en ciertos años, lo que puede haber aumentado realmente la productividad de banano.

La posibilidad de una mayor frecuencia de la variabilidad climática moderada y extrema se desconoce en las previsiones. Una mayor frecuencia de años como 1983 y 1998 puede afectar seriamente a la estabilidad del sector bananero y la economía de la zona costera del Ecuador.

2.6.4 Enfoques para afrontar al cambio climático y la variabilidad del clima

La posibilidad de un aumento de la variabilidad junto con el previsto aumento de las temperaturas promedio debe ser un llamamiento a la acción para los científicos, los productores y los actores de la cadena de valor. Esta respuesta debe ser organizada en torno a un marco socioecológico con al menos seis posibles áreas de respuesta (ejemplos de cada nivel):

- Fitogenética (selección de cultivares de banano);
- Población de plantas (densidad y manejo);
- Agroecosistema del campo (material orgánico del suelo, cultivos de cobertura);
- Agroecosistema de la finca (diversificación, drenaje, riego, vegetación)
- Cuencas locales (multifincas) (drenaje, riego, vegetación ribereña)
- Cuencas regionales (protección de las partes altas de la cuenca, manejo de inundaciones de las partes bajas)

Para cada nivel, se necesitan diferentes actores y capital social para desarrollar y poner en práctica estrategias efectivas de manejo. Ante la variabilidad, un enfoque estático tendrá una elevada frecuencia de desaciertos



con las condiciones de período sucesivos. Por el contrario, se puede proponer un enfoque basado en la resiliencia y el aprendizaje para un sistema adaptativo complejo. En este enfoque, se necesita una combinación de tácticas para asegurar que las funciones clave del sistema continúen operando, aún cuando a estructura pueda cambiar. Estas tácticas incluyen:

- Incrementar la resistencia del sistema – prácticas y políticas en materia de producción y mercadeo que compensen los efectos directos de variabilidad. Como ejemplos tenemos sistemas de riego más efectivos para asegurar condiciones de crecimiento óptimo o diques para proteger las llanuras inundables;
- Incrementar las funciones de amortiguamiento del sistema: prácticas y políticas que reduzcan el efecto de la variabilidad sin cambiar directamente las condiciones. Como ejemplos se pueden citar los cultivares de banano seleccionados para mayor desempeño bajo un amplio rango de temperaturas, y el manejo de inundaciones a través de sacrificar áreas e incrementar la tasa del paso del agua para reducir el tiempo de saturación de los suelos en las plantaciones de banano. También se puede incluir la comercialización cooperativa para asegurar que los contratos se cumplan;
- Incrementar la rapidez de recuperación y las opciones: prácticas y políticas que aceleren la recuperación de funciones después de eventos extremos de manera rápida y económica. Por ejemplo, plantas de banano y manejo en campo para promover el rebrote rápido y de alta calidad, los seguros contra desastres y los fondos de recuperación en caso de desastres.

3. Estrategias de manejo actuales de los productores frente a eventos climáticos de variabilidad moderada y extrema

Diariamente los productores de banano experimentan los efectos del clima en la producción. El manejo del cultivo bajo las condiciones de variabilidad descritas en las secciones anteriores reta la capacidad de los productores para organizar insumos de producción oportunamente y para mantener la productividad, la calidad y la rentabilidad. Un futuro en que se prevén cambios en las condiciones climáticas promedio y posiblemente un aumento de la variabilidad del clima va a continuar siendo un reto para la capacidad de manejo de los productores. Para tener mayor información sobre los puntos de vista y la experiencia de los productores, en septiembre 2013 se organizaron 5 grupos focales bajo el tema de la discusión fue **-¿Producción de banano frente a un clima cambiante – Como nos preparamos mejor?**. Estos grupos fueron convocados en colaboración con el INIAP y los principales gremios de productores en diferentes zonas de producción en cuatro de las principales zonas de producción de banano del Ecuador para obtener información sobre la percepción y estrategias de los productores respecto al cambio climático (Véase la guía metodológica para las reuniones de los grupos focales en el Anexo B).





3.1 Documentación de las estrategias de los productores

Los 5 grupos representaron zonas en una transversal del norte al sur (Figura 17). La zona situada más al norte de El Carmen, la Federación Nacional de Productores de Plátanos (Fenaprope) del Ecuador convocó a los productores exportadores de plátano de la principal zona de este cultivo. Estos productores en pequeña escala producen sin utilizar el riego con bajos niveles de empleo de insumos externos en una región altamente favorable para la producción de plátano. Las otras zonas situadas más hacia el sur producen banano convencional y orgánico de regadío, con altos niveles de nutrientes y de insumos químicos y orgánicos para el manejo de plagas y enfermedades. Estas diferencias se resaltan en el resumen del tipo de tecnología y prácticas de manejo usadas (Cuadro 16).

Cada grupo expresó su opinión sobre la variabilidad del clima durante las últimas décadas (Cuadro 18). Las opiniones fueron muy diversas de un grupo a otro. Dos grupos consideran que cada año es diferente, mientras que otros grupos consideran la variabilidad como ocasional. Dos grupos expresaron que hubo poca variabilidad en las condiciones climáticas.

En respuesta a la pregunta sobre el tipo de clima que más han afectado a la producción y las prácticas de manejo en los últimos años, los productores indicaron algunos factores que eran comunes a todas las zonas, como el inicio o el final anticipado o tardío de la temporada de lluvias, el aumento o disminución del nivel de precipitaciones previsto en la temporada de lluvias, y el aumento o la disminución de las temperaturas y la luz solar durante julio y agosto. Otros factores fueron más específicos a ciertas zonas, como inundaciones, deslizamientos de tierra, cenizas volcánicas y falta de agua de riego procedente de ríos cuyo caudal depende de las lluvias.

Cada grupo trazó el patrón estacional normal relativo a las fluctuaciones de temperatura y precipitaciones, señalando eventos de variabilidad en cada temporada. Las dos temporadas representan condiciones bastante contrastantes con niveles de producción muy diferentes (Cuadro 20). La disminución de las cajas de fruta por mes puede alcanzar el 30 por ciento-50 por ciento durante el período frío y de poca luz solar. Aunque los productores indicaron un claro patrón anual del clima, el comienzo y el final de las lluvias marca una importante fuente de variación (Cuadro 21). También la pluviosidad varía (tal como se observó también en el análisis de los registros históricos). El período más mencionados como fuente de variabilidad habitual es el período frío y nublados de julio – agosto, que en algunas temporadas puede ser menos pronunciado que en otras.

El patrón normal del clima se puede alterar completamente en los años catalogados como El Niño o La Niña. La frecuencia de estos años también se examinó en la sección 1.3. Los años El Niño traen lluvias de intensas a muy intensas en la temporada de lluvias, que también pueden prolongarse hasta la temporada seca con consecuencias importantes para las enfermedades de las hojas del banano. El aumento de la temperatura en la temporada fría y de baja luminosidad acelera la producción y las tasas de emisión de las hojas y reduce la necesidad de riego. Las zonas de producción situadas en tierras bajas están sujetas a inundaciones y deslizamientos de tierra muy destructivos. Algunos



Cuadro 17 Respuestas más comunes de los cinco grupos focales (Tomado de las hojas de inscripción)

Plátano											
Grupo produc ^c	Área ^{**} (ha)	Frec. Defoliación ^{***}	Material de siembra	Fertilización	Cantidad ^{****} (sacos/ha)	Análisis de suelo	Registro de costos				
El Carmen (17)	5	15 días (67%)	Selecc. de retonos propia finca (76.5%)	Fertilizantes químicos (41%)	2	No (71%)	Registros ocasionales (53%)				
Banano											
Grupo produc ^c	Área ^{**} (ha)	Tipo de prod ¹	Manejo de Sigatoka ²	Sigatoka época seca ³	Análisis de suelo	Frec. de análisis de suelo	Análisis foliar	Frec. de análisis foliar	Riego ⁴	Datos de clima ⁵	Registro de costos ⁶
Quevedo (19)	59	Sub-foliar (63%)	33	Defoliación, cirugía y aplicaciones (68%)	Yes (89%)	Cada 6 meses (50%)	Sí (79%)	Cada 6 meses (46%)	Estimación visual (63%)	Estación meteo más cercana (40%)	S/W contable (47%)
Guabo (8)	6	Sub-foliar (100%)	23	Defoliación, cirugía y aplicaciones (86%)	No (57%)	-	No (57%)	-	Estimación visual (60%)	No uso de datos de clima (75%)	No registra (66%)
Machala (9)	34	Sub-foliar (89%)	19	Defoliación, cirugía y aplicaciones (56%)	Yes (56%)	Anual (60%)	Sí (67%)	Anual (80%)	Estimación visual (44%)	No uso de datos de clima (50%)	CTB manual (56%)
Guayas (5)	89	Sub-foliar (60%)	18	Defoliación, cirugía y aplicaciones (80%)	Yes (100%)	-	Sí (80%)	Cada 2 años (60%)	Riego programado (80%)	Estación meteo más cercana (80%)	S/W contable (100%)

Fuente: elaboración propia, basado en datos provenientes de los grupos focales.

* Número of participantes por grupo. ** Área promedio plantada (ha). *** Frecuencia de defoliación para el manejo de Sigatoka. **** Cantidad de fertilizante usada (sacos/ha).

¹ Tipo de producción: Convencional (Conv.); Orgánica (Org.). ² Promedio de ciclos o aplicaciones en un año. ³ Manejo de Sigatoka en época seca. ⁴ Estrategia para la aplicación de riego. ⁵ Registros en finca de datos climáticos ⁶ Registros de costos: Software contable (S/W contable); Contabilidad manual (CTB manual)





Cuadro 18 Respuesta de 5 grupos focales a un sondeo sobre la variabilidad de las condiciones meteorológicas de un año a otro. Valores en porcentaje (%)

Grupo de productores	Año normal casi siempre	Cada 6 -10 años hay eventos que trastornan	Cada 2-5 años hay eventos que trastornan	Cada año es diferente
%				
1. El Carmen – Pequeños productores de plátano (Fenaprope)	0	7	0	93
2. Quevedo – Medianos productores de banano exportación (Aprobanec*)	0	7	21	72
3. Guabo – Productores de banano exportación (Asoguabo**)	100	0	0	0
4. Machala – Productores de banano exportación	0	100	0	0
5. Guayas – Grandes productores de banano de exportación (Agroban***)	100	0	0	0

Fuente: Elaboration propia, sobre la base de datos de Grupos focales

* Asociación de productores bananeros del Ecuador

** Asociación de Pequeños Productores Bananeros “El Guabo” del Ecuador

*** Corporación Regional de bananeros Ecuatorianos

Cuadro 19 Eventos meteorológicos perturbadores de la producción y el manejo del banano – respuestas abiertas de los productores. (Porcentajes de respuesta de un total de cinco grupos focales)

Grupo	Factores mencionados y frecuencia
El Carmen	Sequías – 9; frío – 4
Quevedo	Frío intenso/baja luminosidad – 10; lluvias fuertes – 4; cenizas – 4; falta de agua de riego – 2
Guabo	Frío intenso – 4; lluvias fuertes e inundaciones – 3; vientos – 1; sequías – 1
Machala	Lluvias fuertes/inundaciones – 4; vientos – 3; altas temperaturas – 1; bajas temperaturas – 1

Fuente: Elaboration propia, sobre la base de datos de Grupos focales



Cuadro 20 Promedio de producción (cajas)/mes por temporada y por zona

Zona	Temporada del año			
	Lluvias	Frío/poca luz		Menos frío/mayor luminosidad
El Carmen	80	40	20	30
Quevedo	220	200	120	180
Agroban	240	130		195
Guabo	200	160	120	180
Machala	200	130		160

Cuadro 21 Eventos moderados por temporada

	Inicio lluvias	Lluvia principal	Final lluvias	Inicio temporada seca	Final temporada seca
El Carmen			Adelantado o atrasado	Frío más fuerte y menos luz	Sol fuerte/ pocas garuas Más lluvias
Quevedo	Adelantada o atrasada	Más o menos lluvias	Adelantada o atrasada	Algo más frío o más caluroso	
Guabo		Menos lluvia		Frío más fuerte Niña	Vientos fuertes
Machala		Sequía		Frío más fuerte Niña	
Agroban	Adelantada o atrasada	Sequías ligeras Lluvias más fuertes	Adelantada o atrasada	Frío fuerte Calor más fuerte	

Cuadro 22 Eventos extremos por temporada

	Inicio lluvias	Lluvia principal	Final de lluvias	Inicio temporada seca	Final temporada seca
El Carmen					Lluvias fuertes/Niño
Quevedo		Lluvias o sequías fuertes		Frío extremo	Lluvias fuertes y calor de Niño
Guabo		Sequía total		Lluvias fuertes Niño	Lluvias fuertes Niño
Machala		Lluvias fuertes Niño		Lluvias fuertes Niño	Lluvias fuertes Niño
Agroban		Sequías fuertes – mucha luz Lluvias fuertes – Niño		Mucha luz y calor Lluvias fuertes Niño	Seco y mucha luz Lluvias fuertes Niño





grupos también señalaron los años de mayor frío y nubosidad como un ejemplo de evento extremo. Aunque estos eventos ocurren en cierta medida todos los años, existen años como 2013 donde el frío y la nubosidad persisten más tiempo con consecuencias negativas para la producción. En las zonas situadas en el extremo sur de la transversal, también se señalaron sequías durante la temporada normal de lluvias.

Los productores de banano de cada grupo describieron los cambios que realizan en la gestión para mantener la calidad de su producción y reducir los efectos adversos del tiempo. Obviamente, el riego y los drenajes son prácticas clave, aunque no entre los pequeños productores de plátano de El Carmen. El manejo de la sigatoka negra, incluido el empleo de funguicidas y las prácticas culturales, se adecua al nivel de las precipitaciones en todas las zonas. Según la zona, los productores ajustan el empleo de fertilizantes. En El Carmen, la fertilización se realiza únicamente en la temporada lluviosa, mientras que entre los productores de banano para la exportación las aplicaciones de fertilizantes se reducen en la temporada de lluvia para limitar las pérdidas. Justo antes de la temporada fría y nublada, los productores de banano ajustan sus prácticas para estimular y mantener el crecimiento durante condiciones desfavorables, como el uso de fertilizantes solubles en el agua de riego, las aplicaciones foliares de nutrientes y las aplicaciones de microorganismos en el suelo. El manejo del racimo también varía según la temporada. Durante los períodos de crecimiento menos favorable (frío, luz limitada, temporada seca), se extraen más manos en el momento del deschire. También los productores varían el tipo de funda que ocupan – con menos perforaciones en la temporada fría. No se mencionaron prácticas especiales para reducir los efectos del viento.

Cuadro 23 Ajuste en manejos como respuesta a cambios estacionales – resultados de grupos focales

Entrada lluvias	Lluvia principal	Salida lluvias	Inicio temporada seca	Final temporada seca
Plátano de secano El Carmen	Fertilización Deschire – menos manos		Sin fertilización Deschire – más manos	
Zonas banano de exportación				
Frío y baja luminosidad	Deschire – menos manos Funda con perforaciones más grandes	Nutrientes in riego Aplicación de microorganismos	Nutrientes en riego Abonos foliares Deschire – más manos Cambio de funda racimo con menos perforaciones Menos deshojes con más cirugía	Deschire – más manos
Mucha lluvia	Más aplicaciones para la sigatoka – uso de funguicidas sistémicos Reducción fertilización			Limpieza de canales de drenaje
Sequías	Riego suplementario Reducir aplicaciones para sigatoka			



3.2 Implicaciones de los resultados de los grupos focales para el cambio climático

Los productores reconocen como factor importante en la productividad y rentabilidad de sus empresas la variabilidad de las condiciones meteorológicas. Además, ajustan sus prácticas en dos sentidos:

- El cronograma anual de prácticas varía en función de las condiciones que se presentan todos los años – (es decir, deschire, cambio de tipo de funda, uso de fertilizantes).
- Los ajustes en el manejo que corresponden a la variabilidad de las condiciones meteorológicas de un año a otro se relacionan principalmente con las aplicaciones y las prácticas culturales para el control de la sigatoka y la frecuencia del riego.

La investigación puede contribuir a las estrategias de manejo siguiendo las categorías de respuestas presentadas en la Sección 1.6. Estas incluyen:

- fitogenética: el productor aplica la selección clonal para identificar tipos de plantas aptas para las condiciones particulares de las llanuras costeras ecuatorianas ;
- población de plantas (amortiguamiento): viabilidad del manejo del retoño para compensar la estacionalidad de la producción;
- población de plantas (recuperación): prácticas útiles para recuperar la producción después de eventos extremos debilitantes, como inundaciones, frío extremo, sequía grave;
- agroecosistema de campo (amortiguamiento): prácticas para formar raíces sanas para un uso eficiente de nutrientes y agua .

La investigación, usando una perspectiva socioecológica, puede también abordar las oportunidades para los enfoques del panorama local y regional y enfoques para construir capital social para identificar prácticas que aseguren la protección de zonas de producción clave contra eventos extremos, fomentar la capacidad de amortiguamiento en el manejo de cuencas y desarrollar escenarios para una recuperación eficiente y de bajo costo de las potencialidades de producción y mercadeo.

4. Revisión de efectos perturbadores de los eventos climáticos moderados y extremos en las exportaciones de banano del Ecuador

Para analizar si el cambio climático tiene el potencial de afectar al mercado mundial de banano, se realizó un estudio teórico en el que se relacionaron las principales caídas en las exportaciones de banano del Ecuador con posibles factores causales. Los datos de volúmenes exportados fueron tomados de FAOSTAT para el período de 1961 a 2011 y se graficaron. Una vez graficados los





datos, se seleccionaron las seis caídas más significativas de este período (1965, 1973-1976, 1983, 1993, 1998, 2010) (Figura 32).

Para cada uno de los años identificados, se recopiló y analizó información secundaria disponible en los sitios web de diferentes organizaciones internacionales e instituciones públicas y privadas. Las causas identificadas se clasificaron según tipo del evento en políticas, económicas, climáticas y otras causas.

Un análisis similar se realizó en Filipinas, Côte d'Ivoire, Camerún, Colombia, Costa Rica y República Dominicana. Se determinaron las fluctuaciones de los precios por caja de banano en los mercados de los Estados Unidos y Europa para el período de 1992 a 2009 y, basándose en fuentes secundarias, se clasificaron sus causas. En este documento no se presentan más que los resultados relativos al Ecuador.

Como se puede observar en la Figura 32, en 1965 las exportaciones de banano cayeron en un 13 por ciento debido a una disminución del precio internacional del banano ocasionado por una expansión de la oferta, principalmente de transnacionales establecidas en América Central que triplicaron su producción, y de transnacionales que expandieron sus operaciones a Filipinas, desplazando el banano ecuatoriano de los mercados asiáticos. Además, la introducción de la variedad Cavendish en las plantaciones en América Central ocasionó una pérdida de la ventaja comparativa del Ecuador. Otro factor que influyó en la disminución de las exportaciones en 1965 fue la desaparición del mercado ecuatoriano de empresas como Fruit Trading y la disminución a partir de 1965 de la participación en el mercado de Frutera Sudamericana debido a la crisis en que cayó ese año hasta que desapareció por completo en 1981 (Montalvo, 2008; Editora Nacional, 1987).

Posteriormente, en 1973 y 1976 las exportaciones de banano se redujeron en un 3 por ciento y 32 por ciento respectivamente, debido a infestaciones de sigatoka negra que condujeron al abandono de las plantaciones en 1973, y a dificultades en el proceso de cosecha de la fruta en 1976. Ambos períodos coinciden también con la incidencia de El Niño, siendo en 1973 el tercer evento de este fenómeno de mayor severidad en el siglo XX; aunque no se encontró una referencia específica del impacto de El Niño en la producción o exportaciones de banano, se sabe que este fenómeno causa inundaciones y excesiva humedad, lo que favorece el desarrollo de enfermedades ocasionadas por hongos, como es el caso de la sigatoka negra, por lo que este pudo haber sido uno de los factores que influyeron en el desarrollo de la enfermedad en ambos períodos y por ende en la disminución de las exportaciones de banano (Arteaga, 2000; Neira, 2010; Ministerio de Salud Pública, s.f.).

En 1982 – 1983 se repitió El Niño, uno de los más severos que afectó al Ecuador superado únicamente por El Niño de 1997-1998. Este evento duró 11 meses, causando inundaciones que, según se estima, destruyeron 10,000 hectáreas permanentemente y 27 000 hectáreas con daños graves. En ese año las exportaciones se redujeron en un 28 por ciento (FAO, 1986).

Luego en 1993, las exportaciones disminuyeron en un 4 por ciento debido a las restricciones comerciales impuestas por la Unión Europea que dieron lugar a



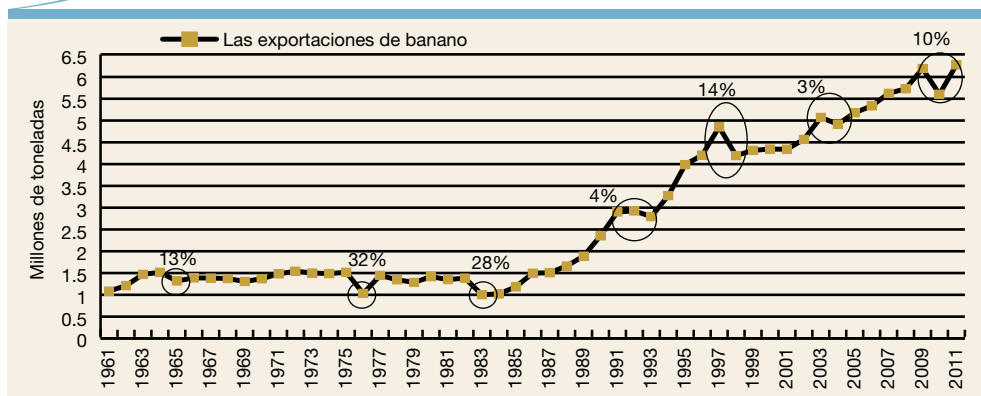
una reducción de los volúmenes exportados y del precio internacional del banano ecuatoriano (Muñoz, 2000).

Como se mencionó anteriormente, en 1997 – 1998 se repitió el fenómeno de El Niño, siendo este el de mayor duración con 19 meses y con precipitaciones continuas y de larga duración, que ocasionaron graves daños sin precedentes en la historia registrada en el Ecuador en los años que se ha dado este fenómeno, y siendo el sector agrícola el más afectado, ya que la producción que estaba lista para la cosecha no pudo llegar al mercado de destino debido a los daños sufridos por los caminos y puentes; por otra parte, no se pudieron establecer nuevas plantaciones por la saturación de agua en los suelos (CEPAL, 1998; Neira, 2010; WW2010, 2010; Ministerio de Salud Pública, s.f.; Umpierrez, s.f.).

En 2010, las exportaciones de banano se vieron afectadas debido a las bajas temperaturas que afectaron al país durante casi todo el año. Además, la demanda de mercados como Rusia y Estados Unidos fue débil durante el primer semestre del año. En el caso de Rusia, las exportaciones se disminuyeron en un 2 por ciento durante los primeros seis meses del año debido a un cambio en las importaciones de banano del Ecuador por Costa Rica; mientras que las exportaciones a Estados Unidos se redujeron en un 3 por ciento en ese mismo período.

En conclusión, cuatro de las seis casos de disminución de las exportaciones de banano del Ecuador analizados para el período 1961 – 2011 están relacionados con eventos climáticos que afectaron a la producción y las exportaciones de banano, principalmente mediante inundaciones o bajas temperaturas asociadas a los fenómenos de El Niño y La Niña. Después de los eventos climáticos, las restricciones comerciales, especialmente de la Unión Europea, y las fluctuaciones de los precios internacionales son la causa directa de las variaciones en las exportaciones de banano.

Figura 32 Caída de las exportaciones de banano del Ecuador en el período 1961– 2011



Fuente: Estadísticos de la FAO





Cuadro 24

Principales causas de las disminuciones en las exportaciones de banano del Ecuador

Año	Causas
1965	<ul style="list-style-type: none">• Precio internacional del banano disminuyó por la expansión de la oferta• Introducción de la variedad Cavendish en Centroamérica• Desaparición de empresas del mercado, como Fruit Trading y disminución de la participación en el mercado de otras como Frutera Sudamericana, debido a la crisis que inició este año
1973 1976	<ul style="list-style-type: none">• Reducción de la producción por infestaciones de sigatoka negra• Fenómeno El Niño
1983	<ul style="list-style-type: none">• Fenómeno El Niño
1993	<ul style="list-style-type: none">• Restricción arancelaria y fijación de cuotas por la Comunidad Europea
1998	<ul style="list-style-type: none">• Fenómeno El Niño
2010	<ul style="list-style-type: none">• Bajas temperaturas• Reducción en la demanda de los principales compradores: Rusia y Estados Unidos



©FAO/Aziz Elbehri



CAPÍTULO 5:

HUELLA DE CARBONO DEL BANANO ECUATORIANO

Por Almudena Hospido y Laura Roibas¹

¹ Grupo de Ingeniería Ambiental y Bioprocesos, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Compostela. Asistidas por el experto local Trossky Maldonado.



1. Introducción

En el marco de la labor de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre cambio climático y sistemas alimentarios, la división de Comercio y Mercados de la FAO emprendió un estudio para evaluar el impacto del cambio climático en el sector bananero ecuatoriano. El estudio trata de definir diferentes estrategias de adaptación para ayudar al Gobierno y las partes interesadas en sus esfuerzos por elaborar medidas que minimicen los efectos del cambio climático. Como parte de este amplio estudio, en el presente capítulo se presentan las conclusiones de un análisis del ciclo de vida del banano, con particular atención a su huella de carbono.

La selección del sector bananero ecuatoriano se debió a su importancia estratégica dentro de la economía nacional y la posición dominante del Ecuador en el comercio mundial del banano. Según un informe de la Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (A.E.B.E., 2011), la industria bananera supuso en 2011 unos ingresos aproximados de 2.146 millones de dólares EE.UU. El banano es el principal producto de exportación del Ecuador y representa la tercera parte de las exportaciones mundiales de banano, el 2,5 por ciento del producto interno bruto (PIB) total y el 23 por ciento de los ingresos en concepto de exportaciones del país.

El análisis del ciclo de vida abarca toda la cadena de valor del banano, mientras el estudio cubre toda la cadena de suministro, desde la producción de banano (incluidas tanto las plantaciones pequeñas, medias y grandes, como los sistemas de producción convencionales y orgánicos) hasta el consumo final. Su objetivo es evaluar el desempeño ambiental de la cadena de suministro e identificar las principales contribuciones al cambio climático a lo largo del sistema (es decir, los puntos críticos).

2. El ciclo de vida del banano: Datos de inventario y supuestos

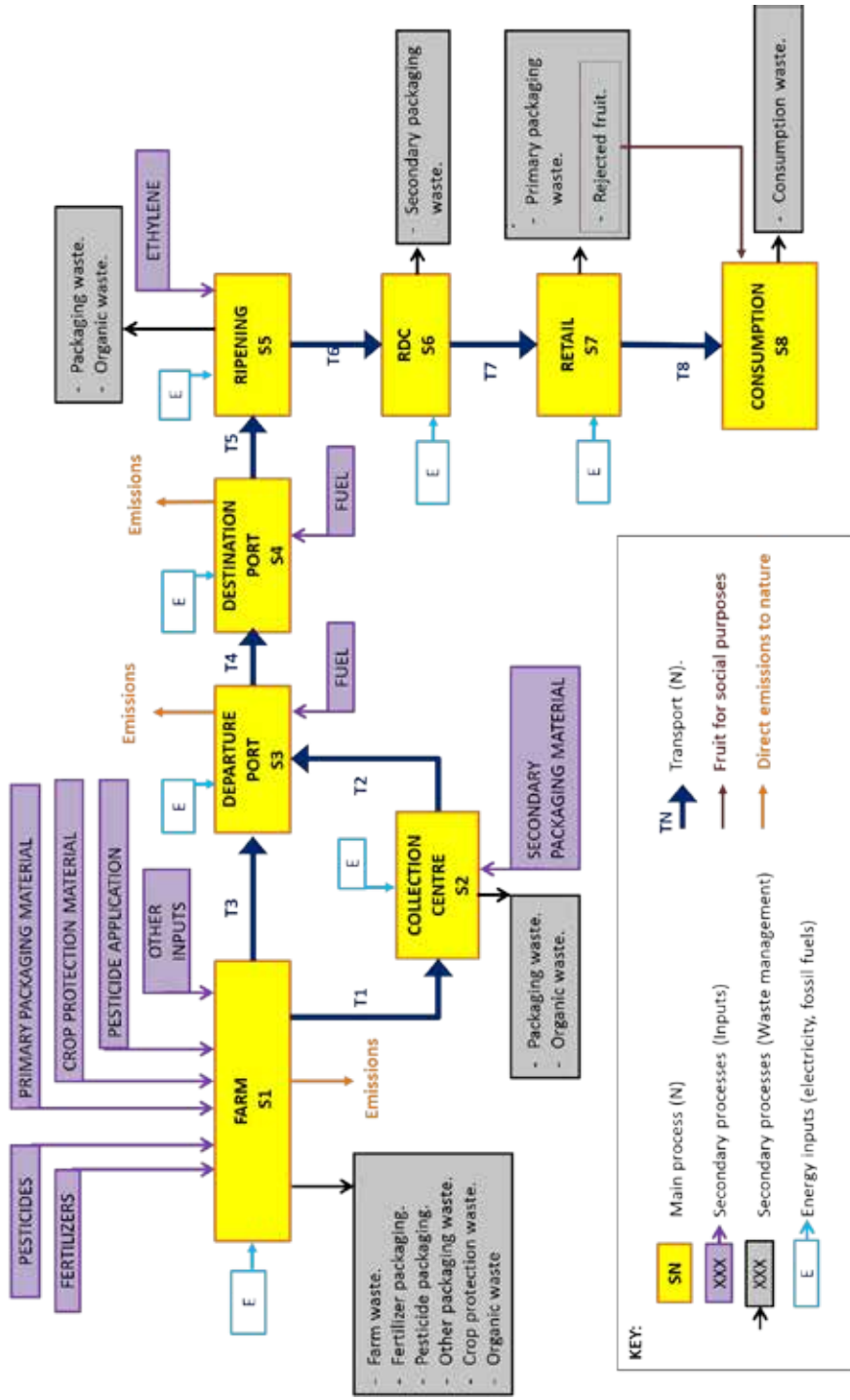
En la presente sección se detallan los datos de inventario (entradas de materiales y energía, y salidas de emisiones y residuos) de los distintos procesos implicados en la cadena de suministro del banano ecuatoriano, desde su cultivo en plantación hasta su consumo en Europa (Figura 33):

Según el último informe de la Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (A.E.B.E., 2011), el principal mercado para el banano ecuatoriano es la Unión Europea, que representa un 39,8 por ciento del total de exportaciones.

Se asume que las fases de maduración, centro de distribución, venta al por menor y consumo tienen lugar en España, lo cual permite establecer un escenario de consumo centrado en Europa meridional y complementar así otros estudios ya disponibles con destinos finales tales como Alemania y Noruega (Svanes, 2012) u Holanda, Bélgica, Alemania y Reino Unido (Eitner, 2012).



Figura 33 La cadena de valor del banano, sus etapas y los límites del sistema



Fuente: Las autoras
 Nota: Cabe destacar que, salvo indicación en contrario, no se han tenido en cuenta los transportes de aprovisionamiento asociados a los procesos secundarios (entradas/salidas).





2.1 Cultivo de banano en la finca (plantación)

Las plantas de banano cultivadas en el Ecuador son, en general, de la variedad Cavendish y se propagan a partir de vástagos de una planta madre. Alrededor de nueve meses después de la siembra, las primeras bananas pueden ser cosechadas y la planta se tala. Esta planta a su vez ha desarrollado un nuevo vástago que crecerá mientras que otras ramificaciones adicionales se talan. El procedimiento se repite y este ciclo se prolonga durante muchos años. En las plantaciones de banano, se requieren numerosas operaciones para garantizar el buen desarrollo de las plantas y por lo tanto garantizar que el número y tamaño de los racimos cosechados por hectárea sea óptimo. Todos los residuos orgánicos generados en esta etapa (hojas, brotes, etc.) son abandonados en la plantación con el fin de ser naturalmente degradados y contribuir a la fertilidad del suelo.

Dado que las plantas de banano requieren un importante suministro de agua, es necesario el uso de sistemas de riego, bien sea mediante bombeo desde ríos cercanos o por gravedad. Asimismo, y puesto que el desarrollo de las plantas requiere buenas condiciones de aireación en la zona radicular, también es necesaria la instalación de drenajes para evacuar el exceso de agua. El banano requiere altas cantidades de potasio (K) y nitrógeno (N) y, por lo tanto, se necesita la fertilización, siguiendo un programa preestablecido que fija la dosis y el número de ciclos de aplicación.

El control de plagas también es necesario, para evitar la propagación de enfermedades en las plantas y la aparición de hongos. La aplicación de fitosanitarios puede ser terrestre o aérea, y el tipo y cantidad de las sustancias aplicadas variará dependiendo de la plantación en estudio. Para la dilución de los productos comerciales se emplean agua y aceite agrícola y, a veces, también un agente emulsionante.

Por último, para garantizar la protección contra las plagas y el adecuado crecimiento de los bananos, estos se cubren con protectores plásticos. Según su uso se denominan fundas, daipas, corbatines, cuellos de monja. Una vez

Figura 34

Llegada de los racimos a la zona de procesado, mediante cablevía



©Las autoras

cosechados los racimos, se transportan desde la plantación a la zona de procesado de la fruta, ya sea manualmente (los trabajadores los cargan al hombro) o mediante el uso de cablevía (Figura 34).

En primer lugar, las manos se sacan del racimo y se depositan en tinas para su limpieza. Allí, las manos se dividen en clusters y se envían a una segunda bañera donde se les extrae el látex. Los clusters limpios se pesan (Figura 35) y sus coronas son selladas con el fin de evitar



Figura 35 Instalaciones de embalaje



©Las autoras

Figura 36 Llenando el camión para su expedición al centro de acopio



©Las autoras

que se pudran antes de introducirse en cajas de cartón corrugado (la capacidad estándar para mercado europeo es 18,14 kilogramos de banano), y se cargan en camiones (Figura 36) para su traslado a los centros de acopio (o en contenedores refrigerados para su traslado directo al puerto de expedición (Sección 2.1.2).

Con el objetivo de evaluar diferentes condiciones productivas, se han seleccionado 17 plantaciones (Figura 37) acorde a los siguientes criterios: tamaño (pequeño, mediano y grande) y sistema productivo: (orgánico y convencional); lo que da lugar a 6 tipologías diferentes: i) orgánico pequeño, ii) orgánico medio, iii) orgánico grande, iv) convencional pequeño, v) convencional medio y vi) convencional grande. En el Cuadro 25 se resumen los datos generales agrupados por tipologías.

Se realizaron visitas de campo a cada una de estas plantaciones con entrevistas a los agricultores o los propietarios siguiendo un cuestionario específicamente diseñado para este fin.

A diferencia de otros estudios (Svanes, 2012), donde cada 10 años una zona de producción pasa por un período de barbecho de 6 meses en el que se eliminan las plantas y se desmantelan las infraestructuras, las plantaciones ecuatorianas mantienen su actividad de forma permanente durante años. Como resultado, la infraestructura (tanto para el riego como para el cablevía) tiene una larga vida útil y, por tanto, se ha excluido de los cálculos puesto que se prevé que su contribución por tonelada de banano sea insignificante.

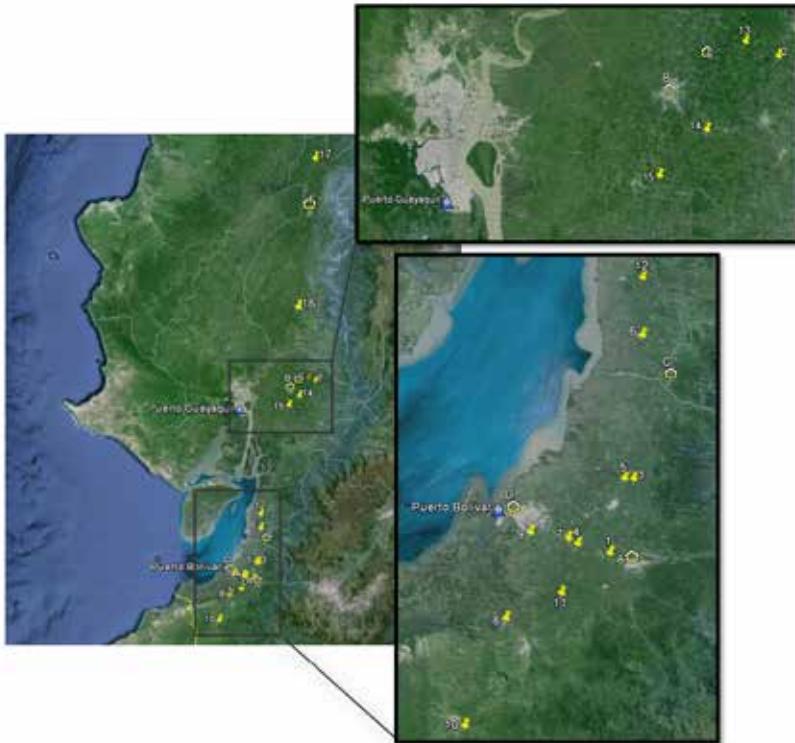
Además de los datos recogidos en los cuestionarios, existen dos corrientes de emisiones directas a la atmósfera que se han tenido que estimar, dada la ausencia de datos:

- Para la estimación de las emisiones asociadas a la combustión de combustible (maquinaria agrícola, avionetas para fumigación aérea, bombas no eléctricas, etc.) se han utilizado los siguientes factores de emisión, reportados por Luske (2010): 2,68 kilogramos CO₂eq/litro de diésel y 2,33 kilogramos CO₂eq/litro de gasolina.





Figura 37 Localización de las plantaciones evaluadas, de los centros de acopio y los puertos de salida



Fuente: Las autoras

- Para las emisiones directas de óxido de nitrógeno (N₂O) del terreno relacionadas con la fertilización y la degradación de los residuos orgánicos abandonados en la plantación, se ha realizado una adaptación de las guías IPCC para suelos tropicales.

A diferencia de otras etapas, se ha incluido el suministro de materiales (en particular fertilizantes³² y plaguicidas) puesto que la mayoría se importan de Europa, según los datos facilitados por una de las principales empresas distribuidoras (Syngenta) y las estadísticas nacionales³³. Dada la ausencia de información más detallada, se ha considerado una distancia promedio de transporte marítimo de 11.000 kilómetros, cubierta por buques de mercancías, para todas las sustancias.

³² Salvo aquellos para los que se ha asumido origen nacional: compost, abono avícola, melaza y harina de higuera.

³³ http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp



Cuadro 25 Características generales de las plantaciones inventariadas

Características de las plantaciones							
Tipo	No.	Coordenadas	Superficie total (ha)	Producción media (t/ha/a)	Tipo de banana	Superficie dedicada	Producción media (t/ha/a)
1 Orgánica, pequeña	2	2°05'41,46" S 79°26'41,28" W	5,0	29,0	Cavendish gigante	5,0	29,0
	13	2°04'34,7" S 79°29'24,5" W	5,0	39,6	Cavendish gigante	5,0	39,6
	8	3°28'15,3" S 79°54'44,7" W	10,5	31,4	Cavendish gigante	10,5	31,4
2 Orgánica, mediana	5	3°12'50,14" S 79°49'01,94" W	17,0	27,7	Cavendish gigante	17,0	27,7
	11	3°22'50,58" S 79°54'42,48" W	17,0	31,4	Cavendish gigante	17,0	29,4
	10	3°34'23,52" S 80°03'18,36" W	18,5	44,4	Cavendish gigante	18,5	44,4
	14	2°11'19,9" S 79°32'44" W	31,0	36,5	Cavendish gigante	31,0	36,5
3 Orgánica, grande	1	3°19'18,63" S 79°50'22,1" W	78,8	29,0	Cavendish gigante	63,8	30,0
					William	15,0	28,0
	12	2°55'05,92" S 79°47'17,90" W	126,7	28,4	Cavendish gigante	126,7	28,4
4 Convencional, pequeña	4	3°18'29,85" S 79°53'10,16" W	12,0	23,4	Cavendish gigante	7,0	14,7
					Filipino	5,0	28,1
	9	3°17'27,42" S 79°57'21" W	12,0	37,7	Cavendish gigante	12,0	37,7
5 Convencional, mediana	16	1°38'55,50" S 79°33'02,22" W	40,0	50,3	Cavendish gigante	29,0	50,3
					William	7,0	50,3
	15	2°11'46,92" S 79°36'38,88" W	60,0	29,6	William	60,0	29,6
	3	3°12'52,56" S 79°48'14,34" W	68,0	39,9	Cavendish gigante	68,0	39,9
6 Convencional, grande	7	3°18'07,2" S 79°53'57,36" W	95,0	52,1	Cavendish gigante	45,0	45,5
					William	50,0	57,9
	6	3°00'13,14" S 79°47'21,54" W	100,0	41,1	Cavendish gigante	100,0	41,0
	17	0°43'04,80" S 79°26'06,96" W	283,0	45,6	Valery	143,0	41,2
					William	140,0	50,0

Fuente: Cuestionarios enviados a los responsables de las plantaciones





2.2 Transporte fuera de la plantación

a) Transporte de la plantación al centro de acopio

En algunas plantaciones la mercancía embalada se traslada en camiones no refrigerados a un centro de acopio antes de su envío al puerto de salida en el Ecuador. En base a la información aportada por los responsables de las plantaciones y a un criterio de proximidad, se han identificado seis centros de acopio (Figura 37): A (Pasaje, provincia de El Oro), B (provincia del Guayas), C (provincia de Azuay), D (Machala, provincia de El Oro), E (provincia de Guayas) y F (Quevedo, provincia de Los Ríos). Las emisiones asociadas a este transporte dependerán de las distancias a recorrer y del tamaño y carga de cada camión empleado (Cuadro 26).

b) Centro de acopio

En el centro de acopio se paletizan las cajas (48 cajas por palé). Se asume que los palés se reutilizan 20 veces (Azapagic, 2013). Además, para asegurar las cajas sobre el palé, se emplean cuatro esquineros de cartón y 40 metros de banda de polipropileno. Se ha asumido que se daña una caja de banano por cada descarga en el centro de acopio (equivalente a 10 palés), lo que significa un 0,20 por ciento de pérdidas.

Cuadro 26 Datos de inventario relativos al transporte de la plantación al centro de acopio

Plantación	Centro de acopio	Distancia (km)	Carga real transportada (ton)	Carga media* (toneladas)	Puerto Ecuador
2	B	19,4	2,90	3,27 (camión 7,5-16t)	Guayaquil
3 (Europa)	A	19,5	27,08	11,68 (camión >32t)	Puerto Bolívar
4	A	11,3	7,74	11,68 (camión >32t)	Puerto Bolívar
5	A	18	9,67	11,68 (camión >32t)	Guayaquil
6 (Europa)	C	8	83,16	11,68 (camión >32t)	Puerto Bolívar
7	A	11,9	88,96	11,68 (camión >32t)	Puerto Bolívar
8	A	31,1	5,80	5,76 (camión 16-32t)	Puerto Bolívar
			3,87	3,27 (camión 7,5-16t)	Puerto Bolívar
9	D	6,4	9,28	11,68 (camión >32t)	Guayaquil
10	A	54,9	9,67	11,68 (camión >32t)	Guayaquil
11	A	22	9,28	11,68 (camión >32t)	Puerto Bolívar
12	C	15	46,42	11,68 (camión >32t)	Puerto Bolívar
13	E	9,6	3,87	3,27 (camión 7,5-16t)	Guayaquil
15	B	17,3	29,98	11,68 (camión >32t)	Guayaquil
17 (Asia)	F	36,5	50,28	11,68 (camión >32t)	Guayaquil

Fuentes: Datos de los cuestionarios, Google maps y *Ecoinvent (Spielmann *et al.* 2007)



Para la cuantificación de los consumos energéticos del propio centro de acopio se han manejado diversas fuentes (Cuadro 27), considerando una instalación tipo (Martínez, 2009): nave industrial no refrigerada con una superficie de 200 m² y una capacidad de almacenamiento anual de 2.000 toneladas de banano, sin sistemas mecánicos de aireación.

El Cuadro 28 resume las entradas y salidas de material y energía asociadas a esta etapa, expresadas por tonelada de banano que llega al centro de acopio.

c) Transporte del centro de acopio al puerto de salida

Una vez paletizada la fruta, se traslada al puerto de salida para su exportación. En base a los datos recabados en las entrevistas, se asumen dos tipos de

Cuadro 27 Fuentes empleadas para la estimación de uso de energía en el centro de acopio

Consumo (kWh/ud. superficie)		Fuente	Consumo (kWh/tonelada de banano)		Comentario
34 ¹	kWh/m ² /a	Chadderton (1991)	3,40	kWh/tbanano	
6,10 ²	kWh/ft ² /a	Business Energy Advisor (2013)	6,56	kWh/tbanano	Valor seleccionado para este estudio
13,93 ³	kWh/tbanana	Luske (2010)	13,93	kWh/tbanano	Incluye proceso de lavado y uso de cintas transportadoras

Fuentes: ¹ Chadderton (1991); ² Business Energy Advisor (2013); ³ Luske (2010)

Cuadro 28 Datos de inventario del centro de acopio

Entradas			Salidas		
Elemento	Cantidad		Elemento	Cantidad	
Banano en cajas	1,00	t.	Banano paletizado ³	0,998	t.
Palés ^{1,4}	0,06	u.	Residuos enviados a vertedero ³	2,153	kg.
Esquineros de cartón ¹	4,59	u.			
Zunchos de polipropileno ¹	45,94	m.			
Electricidad ²	6,55	kWh			

Fuentes: ¹ Estimado a partir del video (https://www.youtube.com/watch?v=b6d2J1V_ZUw);

² Business Energy Advisor (2013); ³ Las autoras; ⁴ Azapagic (2013)





transporte (Cuadro 29): camiones no refrigerados de máxima capacidad (>32 ton) y camiones contenedor refrigerados (Tipo TEU³⁴).

d) Transporte de la plantación al puerto de salida

En lugar de pasar por el centro de acopio, algunas plantaciones envían su mercancía directamente a puerto, en contenedores refrigerados (tipo FEU³⁵) cargados sobre camiones (Cuadro 30).

Cuadro 29 Datos de inventario desde centro de acopio hasta el puerto de salida

Centro de acopio	Puerto de salida	Distancia (kilómetro)	Tipo de transporte
A	Puerto Bolívar	26,7	Camión no refrigerado
A	Guayaquil	192	Camión contenedor refrigerado (TEU)
B	Guayaquil	57,8	Camión no refrigerado
C	Puerto Bolívar	49,3	Camión no refrigerado
D	Guayaquil	198	Camión contenedor refrigerado (TEU)
E	Guayaquil	64,9	Camión contenedor refrigerado (TEU)
F	Guayaquil	184	Camión contenedor refrigerado (TEU)

Fuentes: Cuestionarios enviados a los responsables de las plantaciones y Google maps

Cuadro 30 Distancias cubiertas desde la plantación hasta el puerto de salida

Plantación	Puerto de salida	Distancia (km)
1	Guayaquil	196
3 (Japón)	Guayaquil	173
6 (Japón)	Guayaquil	146
14	Guayaquil	63,3
16	Guayaquil	99,6
17 (Europa, América)	Guayaquil	220

Fuente: Cuestionarios enviados a los responsables de las plantaciones y Google maps

³⁴ TEU (Twenty-foot Equivalent Unit). Contenedor de dimensiones normalizadas de 6,1m (largo) x 2,4 m (ancho) x 2,6 m (alto) y un volumen aproximado de 38,5 m³. Puede contener hasta 10 palés de 48 cajas, es decir, 8,71 toneladas de banano.

³⁵ FEU (Forty-foot Equivalent Unit). Equivalente a 2 TEU (es decir 17,42 toneladas de banano).



e) Puerto de salida

A los puertos de Guayaquil o Puerto Bolívar, la fruta puede llegar en contenedores refrigerados que se cargan en la cubierta de los buques, o en palés que se introducen en las bodegas refrigeradas.

El inventario asociado a esta etapa (Cuadro 31) incluye la energía, tanto eléctrica como de combustible (Terminal de Puerto Arica, 2011), empleada por la maquinaria del puerto (principalmente grúas), así como las emisiones asociadas a la combustión del combustible (Luske, 2010).

f) Transporte marítimo

Los principales puertos de expedición del banano ecuatoriano son Puerto Bolívar y Guayaquil (Cuadro 32), por lo que se ha calculado una media ponderada para establecer la distancia que debe cubrir la fruta (Figura 38). Se ha escogido el puerto de destino de Rotterdam (Holanda) por ser el destino principal que reportan las navieras entrevistadas, además de una de las principales ciudades portuarias del mundo.

g) Puerto de destino

Al igual que en el Puerto de Ecuador, en el inventario asociado al Puerto de destino (Cuadro 33) se incluye la energía (Green Cranes, 2011) y las emisiones conexas de GEI producto de la combustión de combustible (Luske, 2010).

Cuadro 31 Datos de inventario del puerto de salida (por tonelada)

Entradas			Salidas		
Elemento	Cantidad por tonelada de banano		Elemento	Cantidad por tonelada de banano	
Consumo de combustible ¹	0,59	l diésel	Emisiones de combustión de combustible ²	1,58	kg CO ₂
Electricidad MT ¹	2,70	kWh			

Fuentes: ¹Terminal de Puerto Arica (2011); ²Luske (2010)

Cuadro 32 Distribución de la exportación y distancias recorridas

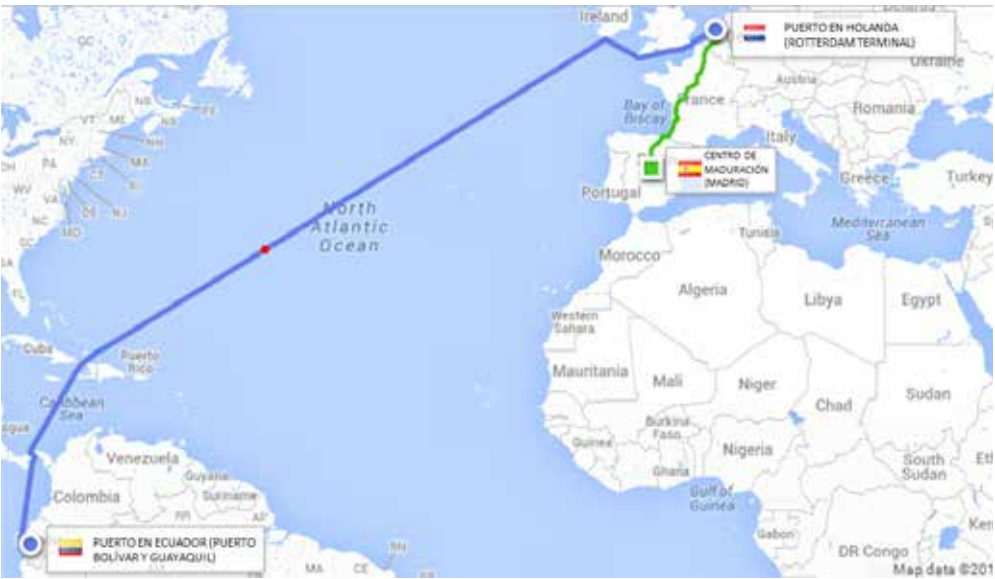
	Porcentaje de exportación	Distancia a Rotterdam (kilómetro)
	%	
Puerto Bolívar	27,26	10,536
Puerto Guayaquil	72,74	10,564
Ecuador		10,556

Fuente: AEBE (2013)





Figura 38 Trayecto marítimo (línea azul) y por carretera (línea verde) hasta el destino final en España



Fuente: <http://www.searates.com/reference/portdistance/>

Cuadro 33 Datos de inventario del puerto de destino (por tonelada de banano que entra en el puerto)

Elemento	Entradas		Elemento	Salidas	
	Cantidad	por tonelada de banano		Cantidad	por tonelada de banano
Consumo de combustible ¹	0,37	l diésel	Emisiones de combustión de combustible ²	0,98	kg CO ₂
Electricidad MT ¹	1,38	kWh			

Fuente: AEBE (2013)

h) Transporte del puerto de destino a las instalaciones de maduración

Para evitar que maduren antes de tiempo, la fruta se transporta en camiones refrigerados (>32 tonelada) hasta las instalaciones de maduración. En el presente estudio, se ha asumido que la maduración de la fruta se realiza en MercaMadrid (Madrid, España), que es el más importante complejo de distribución de alimentos perecederos del mundo. La distancia entre MercaMadrid y el puerto de Rotterdam es de 1.714 kilómetros (Figura 38).

2.3 Maduración y transporte al minorista

Los bananos son recolectados en el Ecuador cuando aún están verdes y su



maduración tiene lugar en los países de destino, bajo condiciones controladas que permiten obtener una maduración uniforme de la fruta. Así, tras un control de calidad en el que se comprueba el estado de la fruta recibida, los palés se introducen en cámaras especiales, en las que se induce la maduración de la misma a través del control de la temperatura y del uso de etileno (que cataliza el proceso natural). En esta etapa, se genera dióxido de carbono (CO₂) biogénico, por lo que la habitación debe ser ventilada para lograr que la concentración de este gas en la sala no supere el 1 por ciento, lo que inhibiría la maduración.

El inventario de esta etapa (Cuadro 32) incluye la electricidad y el etileno en las entradas, y la fruta perdida (0,52 por ciento del banano que entra en esta etapa, según Luske (2010)) en las salidas, como resultado del control de calidad y de las pérdidas durante el proceso, junto con los residuos de embalaje y las botellas de etileno.

En cuanto al uso de la electricidad, el valor aquí utilizado corresponde a la media de los siguientes valores: 0,136 y 0,046 kWh/kilogramo de banano reportado por Svanes (2012) para Alemania y Noruega, respectivamente; 0,066 kWh/kilogramo reportado por Luske (2010); 0,027-0,039 kWh/kilogramo de banano reportados por Eitner (2012).

Cuadro 34 Datos de inventario de las instalaciones de maduración (por tonelada de banano entrante)

Entradas			Salidas		
Elemento	Cantidad por tonelada de banano		Elemento	Cantidad por tonelada de banano	
Bananos verdes	1,00	tonelada	Bananos maduros ⁴	0,99	tonelada
Electricidad ¹	62,47	kWh	Residuos enviados a vertedero ^{4,5}	4,12	kilogramo
Etileno ²	0,36	kilogramo	Residuos enviados a incineración ^{4,5}	1,09	kilogramo
Botellas de etileno ³	0,04	kilogramo	Plásticos enviados a reciclaje ^{4,5}	0,06	kilogramo
			Cartón a reciclaje ^{4,5}	0,34	kilogramo

Fuentes: ¹ Svanes (2012), Luske (2010, Eitner *et al.* (2012); ² Svanes (2012); ³ Las autoras; ⁴ Luske (2010); ⁵ INE (2011)

Cuadro 35 Escenario de gestión de residuos en España

Tipo de residuo	Recuperación (reciclado, compost, regeneración)	Vertido	Incineración
	%		
Residuos domésticos (bolsa negra)	0,03	78,86	21,11
Papel y cartón	98,42	1,58	0,00
Residuos de plástico	83,11	16,89	0,00

Fuente: INE (2011)





En cuanto al consumo de etileno, Svanes (2012) reporta 0,36 a 0,37 gramos/kilogramo de plátano para las instalaciones de maduración de Alemania y Noruega. Estas cifras están en consonancia con las estimaciones realizadas en este estudio, en base al volumen de las habitaciones y la concentración requerida (100-150 partes por millón (ppm), según Kitinoja y Kader (2002)). Para la gestión de residuos, se asume la distribución que se muestra en el Cuadro 35 (INE, 2011).

(a) Transporte de las instalaciones de maduración al centro de distribución regional (CDR)

Para la distribución de la fruta a lo largo del país, se tomaron como referencia algunos de los centros logísticos de distribución agroalimentaria más importantes de España (Figura 39). En el Cuadro 36 se puede observar que la distancia promedio en esta etapa es de 300 kilómetros, que será cubierta por camiones no refrigerados (>32 tonelada).

(b) Centro de distribución regional (CDR)

Los bananos que llegan al CDR aún están paletizados, por lo que es aquí donde se retiran los elementos de embalaje secundarios (palés, esquineros y zunchos de polipropileno), cuyos residuos siguen la misma distribución que se recogía en el Cuadro 35. El único insumo a considerar en este sistema es el consumo de electricidad, correspondiente a la iluminación del mismo, puesto que no se requiere refrigeración (Cuadro 37).

Figura 39 Distribución geográfica de los CDR considerados



Fuente: Las autoras



Cuadro 36 Distancias de transporte de las instalaciones de maduración a los centros de distribución regionales

Hacia/desde	MercaMadrid	Área de influencia
	km	
CDR I (Ciempozuelos, Madrid)	30,3	Madrid, Castilla La Mancha (N)
CDR II (MercaCórdoba)	386	Andalucía, Extremadura (S)
CDR III (Alhama, Murcia)	430	Murcia, Castilla La Mancha (S)
CDR IV (MercaValencia)	359	Valencia, Castilla La Mancha (E)
CDR V (MercaZaragoza)	318	La Rioja, Navarra, Aragón (N), Cataluña
CDR VI (Villadangos, León)	352	Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Castilla León (N)
CDR VII (Zaldesa, Salamanca)	228	Castilla León (S), Extremadura

Fuente: Las autoras

Cuadro 37 Datos de inventario del centro de distribución regional

Entradas			Salidas		
Elemento	Cantidad por tonelada de banano		Elemento	Cantidad por tonelada de banano	
Banano paletizado	1,00	tonelada	Banano en cajas	1,00	tonelada
Electricidad ¹	6,56	kWh	Residuos a vertedero ²	1,09	kilogramo
			Residuos a incineración ²	0,27	kilogramo
			Cartón a reciclaje ²	2,71	kilogramo
			Plástico a reciclaje ²	0,22	kilogramo

¹ Business Energy Advisor (2013)² INE (2011)

(c) Transporte del CDR al punto de venta

Para la distribución de la fruta hasta los puntos de venta, se tomaron como referencia las principales ciudades dentro del área de influencia de cada CDR (Cuadro 38).

Se asumen dos tipos de medios de transporte: el 70 por ciento del banano se distribuye en camión no refrigerado de 7,5-16 toneladas y carga media de 3,27 toneladas, y el 30 por ciento restante en furgoneta de reparto < 3,5 toneladas y carga media de 0,19 toneladas.

(d) Venta al por menor

En España la venta de alimentos sigue esta distribución: el 46 por ciento de las ventas en pequeños comercios, el 44 por ciento en supermercados y el 10 por ciento restante en grandes hipermercados (Boletín de Información Comercial Española, 2011). El banano se vende a temperatura ambiente en variadas presentaciones (Figura 40).





Cuadro 38 Resumen de las distancias aproximadas de la red de distribución

Desde	Hacia	Distancia (km)	Desde	Hacia	Distancia (km)
CDR I (Ciempozuelos, Madrid)	Madrid	35,9	CDR V (MercaZaragoza)	Logroño	179
	Talavera de la Reina	134		Pamplona	183
	Toledo	53,9		Huesca	69,1
	Segovia	126		Lleida	149
	Ciudad Real	171		Barcelona	309
	<i>Distancia media</i>	104,16		<i>Distancia media</i>	177,82
CDR II (MercaCórdoba)	Badajoz	265	CDR VI (Villadangos, León)	Santiago	314
	Huelva	232		Ponferrada	95,3
	Sevilla	138		Oviedo	123
	Málaga	164		Santander	280
	Granada	199		Bilbao	349
	Jaén	114		Burgos	195
	<i>Distancia media</i>	185,33		<i>Distancia media</i>	226,05
CDR III (Alhama, Murcia)	Alicante	112	CDR VII (Zaldesa, Salamanca)	Zamora	69,7
	Murcia	39,2		Palencia	171
	Cartagena	52,7		Valladolid	127
	Albacete	177		Plasencia	133
	<i>Distancia media</i>	95,23		Cáceres	207
CDR IV (MercaValencia)	Teruel	144	<i>Distancia media</i>	141,54	
	Cuenca	206	PROMEDIO FINAL	154	
	Castellón de la Plana	78			
	Gandía	69,3			
	<i>Distancia media</i>	124,33			

Fuentes: Las autoras y Google maps

En el Cuadro 39 se calculan los consumos de energía, teniendo en cuenta los diferentes tipos de puntos de venta. También se han tenido en cuenta los valores reportados por Tassou *et al.* (2008) para la electricidad y el gas natural, donde se han barajado los siguientes supuestos: i) el plátano se vende a granel, ii) una tonelada de banano ocupa 5 m² de superficie y iii) el fruto permanece en el punto de venta 3 días.

En cuanto a las salidas (Cuadro 40), se retiran los materiales de embalaje primarios (por ejemplo, caja de cartón y bolsa plástica) y se desechan de



Cuadro 39 Consumo de electricidad y gas natural en el punto de venta

Tipo de punto de venta	Superficie (m ²)	Superficie media (m ²)	Fracción de ventas ¹	Consumo eléctrico (kwh/m ² /a) ²	Consumo eléctrico medio (kwh/t)	Consumo de gas natural (kwh/m ² /a)	Consumo medio de gas de gas (kwh/t)	Consumo medio de gas de gas (kwh/t)
Comercio tradicional	<400	200	0,46	1.500	49,81	0	112,13	4,61
Supermercado	400-2500	1.450	0,44	1.000	200			
Hipermercado	>2500	6.250	0,10	800	250			

Fuentes: ¹Boletín de información comercial española (2011); ²Tassou et al. (2010)

Figura 40

El banano ecuatoriano en un supermercado español



©Las autoras

acuerdo con la información suministrada en el Cuadro 35. En España, un 5,6 por ciento de los alimentos perecederos se pierde en el punto de venta (MAGRAMA, 2012). El 20,5 por ciento de estos se dona a organizaciones no gubernamentales (ONG) y se asume que también es consumida, y el 79,5 por ciento restante se desecha. Sin embargo, teniendo en cuenta la crisis económica por la que está atravesando Europa, una cantidad importante de esta fracción está siendo recogida por gente con menos recursos en las puertas traseras de los puntos de venta y, por tanto, se supone que también se consume. Una vez dicho esto, sólo el 2,24 por ciento del banano que alcanzan esta etapa se eliminará finalmente como residuos.

(e) Transporte del punto de venta al punto de consumo

Se ha asumido que el trayecto a los pequeños comercios y supermercados se realiza a pie (distancia media de 2 kilómetros), mientras que el trayecto a hipermercados se realiza en coche (5 kilómetros). Los plátanos suponen el 1,30 por ciento en peso de la cesta de la compra de un español medio (INE, 2012), así que solo esta fracción debe ser asignada a los bananos.





Cuadro 40 Datos de inventario de la venta al por menor

Entradas			Salidas		
Elemento	Cantidad por tonelada de banano		Elemento	Cantidad por tonelada de banano	
Bananos en cajas	1,00	tonelada	Bananos puestos a la venta ²	0,94	tonelada
Electricidad ¹	49,81	kWh	Bananos destinados a fines sociales ²	0,03	tonelada
Gas Natural ¹	4,61	kWh	Residuos a incineración ³	4,70	kilogramo
			Residuos a vertedero ³	19,60	kilogramo
			Cartón a reciclaje ³	66,19	kilogramo
			Plástico a reciclaje ³	4,12	kilogramo

Fuentes: ¹ Cuadro 15; ² MAGRAMA (2012); ³ INE (2011)

Cuadro 41 Datos de inventario del consumo

Entradas			Salidas		
Elemento	Cantidad por tonelada de banano		Elemento	Cantidad por tonelada de banano	
Banano	1,00	tonelada	Monda a vertedero	316,00	kilogramo
Papel higiénico	4,29	kilogramo	Monda a incineración	84,00	kilogramo
Agua corriente	13,48	m ³	Emisiones CO2	166,89	kilogramo
Jabón	3,57	kilogramo	Emisiones CH4	0,05	kilogramo
Detergente	0,20	kilogramo	Agua residual	13,83	m3
Electricidad	12,73	kWh			

Fuente: Muñoz *et al.* (2007)

2.4. Consumo

La última etapa de la cadena de valor es el consumo de la fruta (Cuadro 41). En Europa, la fruta se almacena a temperatura ambiente, no se cocina y se ingiere fresca. El principal residuo generado es la monda³⁶ del banano, que representa un 40 por ciento de su peso total y sigue la distribución de gestión de residuos ya detallada (Cuadro 35). Además y en la línea de Muñoz *et al.* (2007), también se han incluido las entradas y salidas asociadas a la ingestión y la posterior excreción del banano: papel higiénico, agua corriente, electricidad, emisiones directas, así como las aguas residuales. Teniendo en cuenta la importancia de los residuos generados en esta etapa, se ha incluido su recogida y transporte al vertedero o a la incineradora (Cuadro 42).

³⁶ Cáscara, piel de la fruta.



Cuadro 42 Distancias y tipo de transporte de residuos usados en la gestión de residuo en la etapa de consumo

Tipo de gestión	Trayecto	Distancia (km)	Tipo de vehículo	Cantidad por tonelada de banano	
Depósito en vertedero	TI: Punto de consumo-vertedero	8,5	Camión recogida RSU	2,69	tkm
Incineración	TII: Punto de consumo-planta de transferencia	8,5	Camión recogida RSU	0,71	tkm
	TIII: Planta de transferencia-Planta de incineración	50	Tren de mercancías	4,20	tkm

Fuentes: Las autoras y Google maps

2.5. Factores de emisión de GEI

El cálculo de la huella de carbono de un producto es la suma de todos los materiales, la energía y los residuos a través de todas las actividades del ciclo de vida del mismo, multiplicado por los factores de emisión.

$$\text{Huella de carbono de una actividad dada} = \text{Dato de actividad (masa/volumen/kWh/km)} \times \text{Factor de emisión (CO}_2 \text{ por unidad)}$$

Buscando maximizar la uniformidad y la comparabilidad de los resultados obtenidos, se ha empleado la base de datos Ecoinvent (Frischknecht, 2007) en la mayoría de los casos, modificada cuando sea necesario para adaptarla a las condiciones ecuatorianas, así como otras fuentes en caso de necesidad. En esta sección se resumen algunas de las adaptaciones realizadas.

a) Combinación energética del Ecuador

La base de datos Ecoinvent proporciona factores de emisión para fuentes individuales, como el carbón o la energía hidroeléctrica, así como el perfil productivo de varios países, pero no el del Ecuador. Por lo tanto, se define el perfil de la producción nacional de electricidad para el año 2010 (Cuadro 43) y el factor de emisión correspondiente calculado: 0,55 kilogramos CO₂-eq/kWh.

b) Producción local de cajas de cartón y elementos de protección de cultivos

Se ha definido un breve cuestionario para los fabricantes de cajas de cartón y elementos plásticos de protección de cultivos, y se reunió información de dos





Cuadro 43 Datos de inventario del puerto de salida (por tonelada)

Producción a partir de:	Electricidad (GWh)	Electricidad (%)
Carbón y turba	0	0,00
Combustible	7,961	39,54
Gas	2,190	10,88
Biocombustibles	483	2,40
Hidroeléctrica	8,636	42,89
Eólica	3	0,01
Producción total	19,273	-
Importaciones	863	-
Colombia	785	3,90
Perú	78	0,39
Total	20,136	100,00

Fuente: IEA (2010)

empresas. Esta información se ha utilizado para la adaptación de los conjuntos de datos Ecoinvent³⁷ a los sistemas productivos ecuatorianos.

c) Producción y transporte de fertilizantes y plaguicidas

La lista de los productos comerciales y marcas es interminable y por lo tanto se requirieron algunas simplificaciones con el fin de incluir todas las sustancias utilizadas para la fertilización y el control de plagas y enfermedades. Por lo tanto, para los plaguicidas, los productos utilizados en las plantaciones se han clasificado según los siguientes grupos (Cuadro 44):

- i. Las sustancias con factores de emisión disponibles
- ii. Las sustancias con factores de emisión no disponibles
 - a) Clasificados de acuerdo con su función particular (fungicida, herbicida, insecticida, entre otros).
 - b) Clasificados como plaguicidas sin especificar.

Un procedimiento similar se utilizó para los fertilizantes, en los que la clasificación se realizó en base a su formulación (Cuadro 45).

Como ya se ha mencionado, los fertilizantes y plaguicidas se producen principalmente en Europa y son importados del Ecuador mediante buques transoceánicos. Se ha supuesto una distancia media de 11.000 kilómetros, lo que se traduce en un factor de emisión de 117,70 kilogramos CO₂eq/toneladas de producto importado.

³⁷ Corrugated board, mixed recycling fibre, single wall, at plant/RER para la primera, y polyethylene, hdpe, granulate, at plant/rer, así como extrusion, plastic film/RER para la segunda.



Cuadro 44 Factores de emisión empleados para los plaguicidas usados durante el cultivo

TIPO	Cantidad	Unidad	Proceso Ecoinvent
Fungicida	10,6	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent fungicides,
Herbicida	10,2	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent herbicides,
Regulador de crecimiento	7,69	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent growth regulators,
Insecticida	16,6	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent insecticides,
Pesticida sin especificar	10,1	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent unspecified pesticide
Pesticida compuestos cíclicos de N	15,2	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent cyclic n-compounds,
Pesticida compuestos de acetamida-anilida	12,80	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent acetamide-anillide compounds,
Pesticida compuestos de benzimidazol	3,62	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent benzimidazole-compounds,
Pesticida compuestos de ditiocarbamato	5,27	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent dithiocarbamate-compounds,

Fuente: Ecoinvent (Nemecek *et al.* 2007)

d) Transporte por carretera

Para el transporte no refrigerado, los factores de emisión se han tomado directamente de la base de datos Ecoinvent. Esos factores incluyen las cargas ambientales asociadas a la construcción, mantenimiento y operación del camión, así como la construcción y mantenimiento de las carreteras. En cuanto a la carga, la base de datos asume que el camión va lleno y vuelve vacío, es decir con una carga promedio del 50 por ciento .

Para el transporte refrigerado, se han realizado modificaciones con el fin de incluir la cantidad extra de diésel necesario para el funcionamiento del sistema de refrigeración. (los detalles respecto a estas modificaciones se pueden solicitar al autor).

e) Transporte marítimo

También se han realizado modificaciones significativas para el transporte marítimo, ya que los factores de emisión disponibles en Ecoinvent no se ajustan a las características de los barcos reportadas por las empresas navieras entrevistadas.

f) Gestión de residuos: incineración con recuperación de energía

Se ha empleado el proceso Ecoinvent DISPOSAL, MSW, TO MUNICIPAL INCINERATION/CH para la fracción de residuos que se incinera, pero se ha





Cuadro 45 Factores de emisión empleados para algunos de los fertilizantes usados durante el cultivo

TIPO	Cantidad	Unidad	Proceso Ecoinvent
Fertilizante medio de algas	0,205	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent lime, algae, at regional storehouse/CH
Cal (por carbonatación)	0,0116	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent lime, from carbonation, at regional storehouse/CH
Cloruro de potasio	0,497	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent potassium chloride, as K ₂ O, at regional storehouse/RER
Compost	0,332	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent compost, at plant/CH
Nitrato de amonio	8,55	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent ammonium nitrate, as N, at regional storehouse, RER
Fosfato mono-amónico	2,82	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent monoammonium phosphate, as N, at regional storehouse/ RER
Fosfato di-amónico	2,8	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent diammonium phosphate, as N at regional storehouse/ RER
Sulfato de amonio	2,69	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent ammonium sulphate, as N, at regional storehouse, RER
Zeolita	4,19	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent zeolite, powder, at plant/RER
Abono avícola	0,108	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent poultry manure, dried, at regional storehouse/RER
Nitrato de potasio	16	kg CO ₂ eq/kg	Potassium nitrate, as N, at regional storehouse/RER
Roca fosfórica	0,226	kg CO ₂ eq/kg	Phosphate rock, as P ₂ O ₅ , beneficiated, dry, at plant/MA
Nitrato de calcio	3,85	kg CO ₂ eq/kg	Calcium nitrate, as N, at regional storehouse/rer
Triple superfosfato	2,02	kg CO ₂ eq/kg	Triple superphosphate, as P ₂ O ₅ , at regional storehouse/RER
Melaza	0,108	kg CO ₂ eq/kg	Molasses, from sugar beet, at sugar refinery/CH
Harina de higuerrilla	0,581	kg CO ₂ eq/kg	Rape meal, at oil mill/RER
Urea	3,3	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent urea, as N, at regional storehouse/RER
Ureato (nitrato de amonio)	5,84	kg CO ₂ eq/kg	Ecoinvent urea ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER

Fuente: Ecoinvent (Nemecek *et al.* 2007)



incluido la recuperación de energía (550 kWh/tonelada de residuo³⁸) para reflejar mejor el estado del arte de las incineradoras europeas.

g) Plantas de tratamiento de agua residual

Se empleó aquí el trabajo realizado por Rodríguez-García *et al.* (2011), donde se evaluaron 26 plantas de tratamiento de aguas residuales de España y se obtenía un factor de emisión asociado con el tratamiento de las aguas residuales de 0, 29 kilogramos de CO₂-eq/m³.

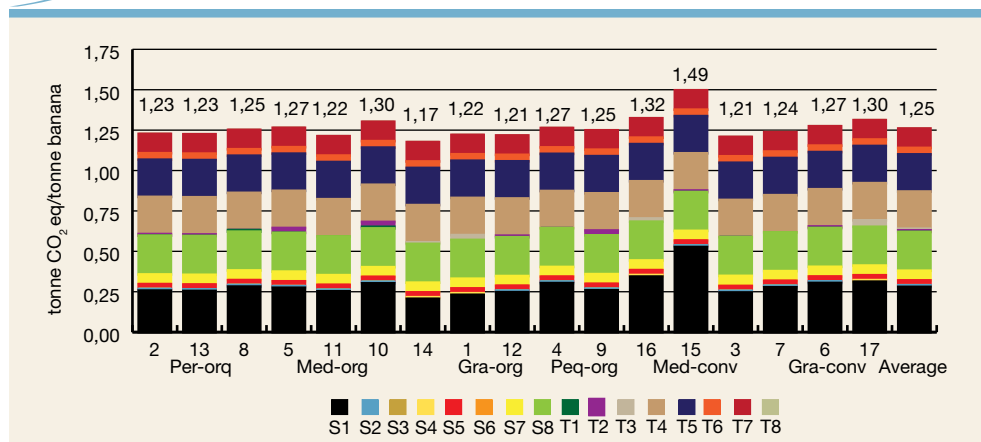
3. Interpretación y discusión de los resultados

3.1. La huella de carbono de la producción de banano ecuatoriano

La huella de carbono de la cadena de valor del banano ecuatoriano se ha calculado por tonelada de banano que llega a la fase de consumo y todos los valores se expresan por esa unidad salvo indicación en contra. La Figura 41 muestra los resultados de la huella de carbono, así como la distribución por etapas, para las 17 cadenas de valor evaluadas en este estudio. Cabe destacar que las diferencias se encuentran en las etapas localizadas en el Ecuador (desde la plantación hasta el puerto) puesto que una vez que la fruta se embarca los procesos aguas abajo son exactamente iguales en todos los casos.

La última columna de la Figura 41 representa el valor promedio, para cuya determinación se han excluido los valores más extremos (plantaciones 14 y 15). En ambos casos, el origen de las diferencias radica en las emisiones de N₂O del suelo. Por un lado, el bajo valor de la plantación 14 se debe a la combinación

Figura 41 Resultados de huella de carbono individual y promedio de la cadena de valor del banano



Fuente: Las autoras

³⁸ <http://www.epa.gov/waste/nonhaz/municipal/wte/basic.htm>





de una dosificación muy baja de fertilizantes nitrogenados junto con un suelo arenoso. Por otro lado, la plantación 15 representa el caso contrario con una elevada cantidad de fertilizantes nitrogenados aplicados en un suelo con textura franca, muy desfavorable de cara a las emisiones de N₂O. Con el fin de evaluar mejor la contribución de las diferentes etapas, el Cuadro 46 detalla la huella de carbono para los escenarios individuales y el promedio.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, la huella de carbono del banano ecuatoriano que se consume en España es de 1,25 toneladas CO₂eq/tonelada de banano o 0,84 toneladas CO₂eq/tonelada de banano si se excluye el consumo, y por tanto el sistema termina en el CDR. Las etapas que más contribuyen son: Plantación (22,31 por ciento de media), Consumo

Cuadro 46 Distribución porcentual de la huella de carbono a lo largo de la cadena de valor del banano

Orgánico	Plantación	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Peq-org	2	21	1	0	0	2	0	5	20	0	1	-	19	18	3	9	0
	13	21	1	0	0	2	0	5	20	0	1	-	19	18	3	9	0
	8	23	1	0	0	2	0	5	19	1	0	-	19	18	3	9	0
Med-org	5	22	1	0	0	2	0	5	19	0	3	-	18	18	3	9	0
	11	21	1	0	0	2	0	5	20	0	0	-	19	19	3	10	0
	10	23	1	0	0	2	0	4	18	1	3	-	18	17	3	9	0
	14	18	-	0	1	2	0	5	20	-	-	1	20	19	3	10	0
Gra-org	1	19	-	0	1	2	0	5	20	-	-	3	19	19	3	9	0
	12	20	1	0	0	2	0	5	20	0	1	-	19	19	3	10	0
Peq-conv	4	24	1	0	0	2	0	5	19	0	0	-	19	18	3	9	0
	9	21	1	0	0	2	0	5	19	0	3	-	19	18	3	9	0
Med-conv	16	26	-	0	1	2	0	4	18	-	-	1	18	17	3	9	0
	15	35	1	0	0	2	0	4	16	0	0	-	16	15	2	8	0
	3	20	1	0	0	2	0	5	20	0	0	-	19	19	3	10	0
Gra-conv	7	22	1	0	0	2	0	5	19	0	0	-	19	18	3	9	0
	6	24	1	0	0	2	0	5	19	0	0	-	18	18	3	9	0
	17	24	-	0	1	2	0	4	18	-	-	3	18	17	3	9	0
Promedio	-	22	1	0	0	2	0	5	19	0	1	0	19	18	3	9	0

Fuente: Las autoras

S1: Cultivo; S2: Centro de acopio; S3: Puerto de salida; S4: Puerto de destino; S5: Maduración; S6: Centro de Distribución; S7: Venta al por menor; S8: Consumo.

T1: Plantación a centro de acopio;

T2: Centro de acopio a Puerto de salida;

T3: Plantación a Puerto de salida;

T4: Transporte marítimo;

T5: Puerto de destino a maduración;

T6: Maduración a Centro de Distribución Regional;

T7: Centro de distribución regional a puntos de venta;

T8: Puntos de venta a consumidores.



(19,12 por ciento de media), Transporte marítimo (18,7 por ciento) y Transporte desde el puerto de destino a las instalaciones de la maduración (18,0 por ciento).

3.2. Comparación de resultados con la literatura

Se conoce la existencia de cuatro estudios que evalúan la contribución al calentamiento global en términos de huella de carbono del banano:

- Luske (2010) realiza un análisis *de la cuna a la puerta* de los bananos procedentes de las plantaciones de Dole en Costa Rica, que se consumen en Alemania (la cadena finaliza en las tiendas). El estudio parte de datos primarios proporcionados por Dole, y evalúa dos plantaciones, con datos correspondientes al año 2008: Valle de la Estrella y Río Frio. Los datos secundarios y los factores de emisión, extraídos de diversas fuentes y bases de datos, a excepción del transporte marítimo, también son proporcionado por Dole.
- El trabajo de Svanes (2012) se basa en el estudio anterior, pero además recoge datos de Río Frio para los años 2009 y 2010. El consumo se ubica ahora en Noruega y los resultados se muestran tanto para la *cuna a la puerta* (hasta el punto de venta) y de la *cuna a la tumba* (es decir, incluyendo el consumo de banano).
- Eitner (2012) evalúa cinco plantaciones de banano en tres países diferentes: Ecuador (orgánica y convencional), Perú (orgánica), Costa Rica (convencional) y Panamá (convencional). El estudio alcanza hasta el CDR evaluando diferentes localizaciones en Europa: Países Bajos, Bélgica y Reino Unido para los bananos ecuatorianos; Países Bajos para los peruanos; el Reino Unido para el banano de Costa Rica, y los Países Bajos, Alemania y el Reino Unido para los panameños. Los datos primarios también se recogieron directamente de las plantaciones, mientras que los factores de emisión y datos secundarios provinieron de varias bases de datos.
- Por último, Letscot (2012) recoge cuatro casos de estudio en tres áreas diferentes: la plantación A corresponde a Luske (2010), mientras que no se tiene información (a excepción del destino final: Europa) con respecto a las plantaciones B y C, por motivos de confidencialidad.

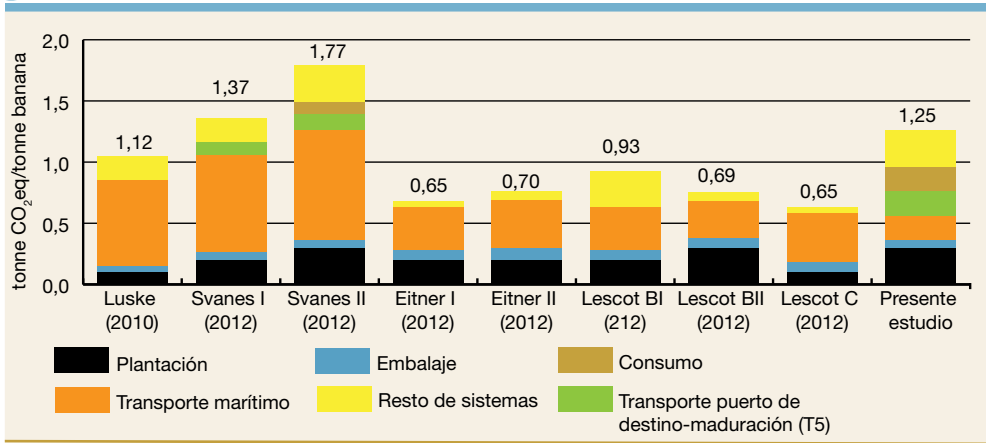
La Figura 42 presenta los resultados reportados por estas referencias y, a efectos comparativos, incluye los resultados obtenidos en este estudio, en los que la contribución de las actividades de embalaje en las plantaciones se ha presentado por separado, al igual que en los restantes. Para el estudio de Svanes se presentan dos valores: el resultado de la *cuna a la puerta* es la columna *Svanes I* mientras que la cifra de la *cuna a la tumba* es *Svanes II* en la Figura 42. Para el informe de Eitner, se muestra un promedio de las cinco plantaciones (*Eitner I*), así como el promedio ecuatoriano (*Eitner II*). Para el documento de Letscot, los resultados incluidos en la Figura 42 terminan ya sea en el CDR (*Lescot BI*) o en el puerto Europeo (*Lescot BII* y *C*).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son inferiores a los proporcionados por Svanes (2012) para la cadena de valor completa: 1,25 frente a 1,77 toneladas CO₂eq/tonelada de banano. Los resultados ecuatorianos





Figura 42 Huella de carbono de la cadena de valor de banano obtenida por varios autores



Fuente: Las autoras

de este estudio también son inferiores a las cifras reportadas por Luske (2010) y Svanes (2012) hasta el punto de venta: 1,01 frente a 1,12 y 1,37, respectivamente, toneladas CO₂eq/tonelada de banano o a la reportada por Lescot (2012) para la cadena hasta el CDR: 0,84 (este estudio) frente a 0,93, respectivamente, toneladas CO₂eq/tonelada de banano; pero superiores a los valores hasta CDR reportados por Eitner (2012): 0,70 toneladas CO₂eq/tonelada de banano ecuatoriano y 0,65 toneladas CO₂eq /tonelada de banano promedio.

3.3. Análisis detallado de las principales contribuciones

3.3.1 Cultivo del banano – plantación

El Cuadro 47 divide la huella de carbono asociada a la plantación en las actividades relacionadas con el cultivo del banano y las asociadas al embalaje de la fruta, al igual que los estudios anteriores. Como se puede ver, los resultados obtenidos en este estudio están en línea con las cifras reportadas por otros autores.

Cuadro 47 Distribución entre el cultivo del banano y el embalaje en las plantaciones

Plantación	Luske (2019)	Svanes (2012)	Eitner (2012) ORG	Eitner (2012) CONV	Lescot (2012) B I	Lescot (2012) B II	Lescot (2012) C	Presente estudio (2013) ORG	Presente estudio (2013) CONV
Cultivo	0,14	0,22	0,11	0,35	0,27	0,29	0,19	0,17	0,23
Embalaje	0,10	0,08	0,14	0,10	0,09	0,10	0,11	0,08	0,08
Total S1	0,24	0,30	0,25	0,45	0,36	0,39	0,30	0,25	0,31

Fuente: Las autoras

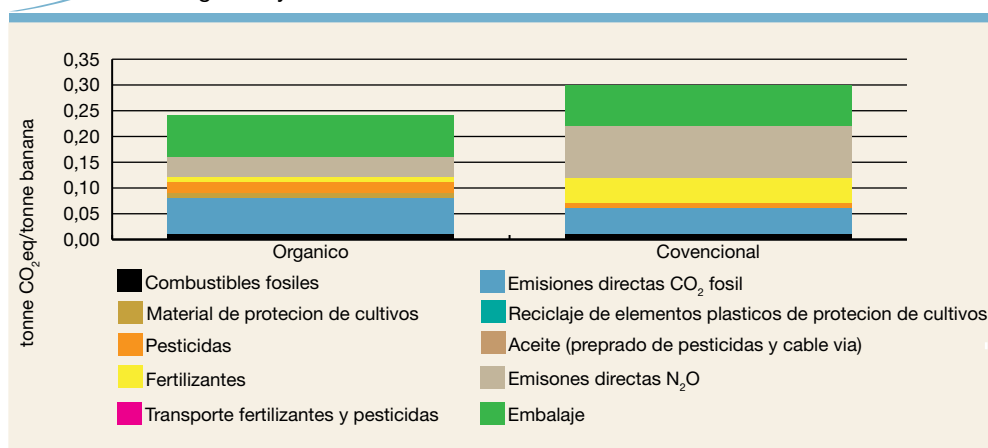


Las plantaciones inventariadas en este estudio han sido clasificadas de acuerdo con dos criterios: tamaño (pequeño, mediano y grande) y sistema productivo (orgánico y convencional). No se encontraron diferencias significativas en cuanto a las primeras, donde la variabilidad entre explotaciones dentro de la misma categoría puede ser aún mayor que las divergencias entre las explotaciones de diferentes tamaños, mientras que si se encontró una diferencia significativa (24 por ciento) entre el banano orgánico promedio y el convencional promedio (Figura 43).

Examinando en detalle las actividades de cultivo, las principales contribuciones en términos de calentamiento global son las emisiones directas de CO_2 derivadas de la combustión de combustible (diésel y gasolina) en bombes y maquinaria agrícola (aplicación terrestre y aérea de productos químicos), las emisiones directas de N_2O de los suelos fertilizados, y la fabricación de fertilizantes en el extranjero. Estos dos últimos elementos son más importantes en las plantaciones convencionales, debido a la cantidad y tipo de fertilizantes que se utilizan. Además, dado que su contenido de N es mayor también sus emisiones de N_2O son más significativas.

Svanes (2012) reporta que las principales emisiones del sistema plantación son las emisiones directas, principalmente de metano (CH_4), derivadas del depósito de residuos orgánicos en vertedero. En el presente estudio, de acuerdo con la información facilitada por los productores, los residuos orgánicos son abandonados en plantación, donde contribuyen a la fertilización del suelo. Allí, al no darse condiciones anaerobias, no se emite CH_4 . Las restantes contribuciones principales notificadas por Svanes son las mismas que se reportan aquí: las emisiones de N_2O del suelo (29 por ciento), la producción de fertilizantes (23 por ciento) y el uso de combustibles fósiles (7 por ciento).

Figura 43 Contribuciones individuales a la huella de carbono del banano promedio orgánico y convencional ecuatoriano



Fuente: Las autoras





Por su parte, Luske (2010) señala también las emisiones directas de N_2O como muy significativas (47 por ciento), seguidas de la producción de fertilizantes (36 por ciento), la fabricación de elementos de protección de cultivos (9 por ciento) y la quema de combustible (7 por ciento).

Eitner (2012) también identifica los mismos elementos principales: la producción de fertilizantes (27 por ciento), la producción de plaguicidas (22 por ciento), las emisiones de N_2O directas (26 por ciento) y la quema de combustibles (22 por ciento), para las plantaciones convencionales; mientras que las orgánicas están dominadas por las emisiones de N_2O directas (54 por ciento) y de CO_2 emitidas por la aplicación de cal (26 por ciento)³⁹.

Por tanto, las emisiones directas de N_2O suponen una contribución significativa y por esta razón se ha llevado a cabo un esfuerzo importante en este estudio a fin de lograr la mejor estimación posible. Los valores obtenidos varían de 41 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano orgánico (62 en Eitner) a 100 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano convencional (91 en Eitner), lo que significa un valor medio de 71 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano. Esta cifra es ligeramente superior a los valores reportados por Luske (65 kilogramos $CO_2eq/tonelada$) y Svanes (62 kilogramos $CO_2eq/tonelada$), pero estos autores utilizan los factores de emisión por defecto reportados por el IPCC (2006), que son adecuados para clima templado, mientras que los factores que se utilizan aquí se han adaptado a un clima tropical y a los tipos de suelos existentes en la zona.

En lo que respecta al material de embalaje del banano, el cartón es, como se preveía, el elemento principal, con una contribución del 82 por ciento, ligeramente inferior a los valores reportados por Luske (84 por ciento) y Svanes (89 por ciento). Debe tenerse en cuenta que en este estudio la fabricación de las cajas de cartón ha sido modelada en base a datos proporcionados por un productor local, obteniéndose una contribución en términos absolutos de 66 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano, que es menor que todos los valores recogidos en los otros estudios: 67 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano (Svanes), 87 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano (Luske), 94 kilogramos $CO_2eq/tonelada$ de banano (Eitner) y 100 kilogramo de $CO_2eq/tonelada$ de banano (Lescot), donde los valores se toman directamente de bases de datos sin adaptarse a las condiciones nacionales.

3.3.2 Consumo

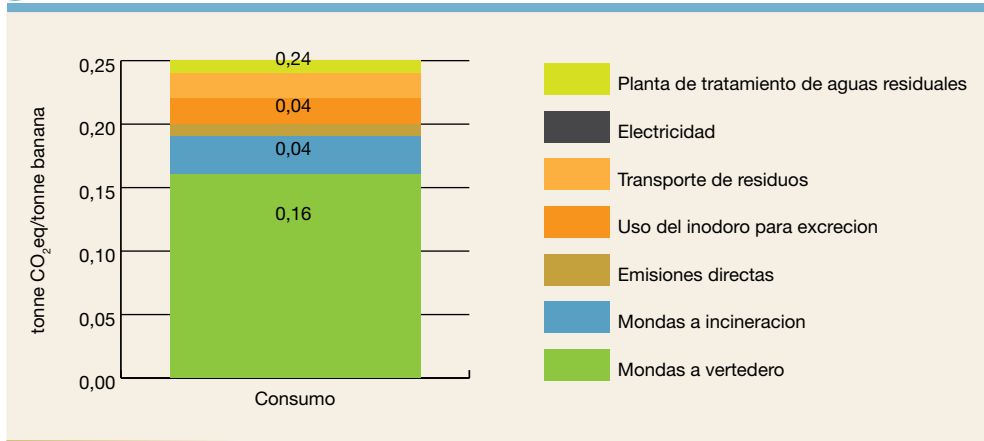
La importancia relativa de la fase de consumo es una novedad debido fundamentalmente al hecho de que en los estudios existentes esta fase no se incluía, excepto en Svanes (2012), donde su contribución no era tan significativa (6,5 por ciento, Svanes II en la Figura 42).

En este estudio, el elemento principal son las emisiones asociadas al envío a vertedero de las mondas (Figura 44), que representa un 66 por ciento de

³⁹ En este estudio, las emisiones de CO_2 de la aplicación de cal no se han considerado, puesto que este componente solo se emplea en 6 de las 17 plantaciones inventariadas, y en dosis bajas en comparación con los fertilizantes nitrogenados.



Figura 44 Distribución de los distintos elementos considerados en la etapa Consumo



Fuente: Las autoras

la huella total de esta etapa. En términos absolutos, este valor equivale a 0,16 toneladas CO₂eq/tonelada de banana, valor mucho más elevado que el recogido por Svanes para las condiciones noruegas: 0,034 toneladas CO₂eq/tonelada de banana.

El segundo elemento en importancia es la producción de papel higiénico usado tras la excreción de la banana. Sin embargo, este valor debe ser tomado con precaución ya que procede de una base de datos diferente (y bastante antigua), el papel higiénico no está incluido en la base de datos Ecoinvent, y el factor de emisión allí reportado es bastante alto: 6,65 kilogramos CO₂eq/kilogramo.

La relevancia de la gestión de residuos en esta etapa y la contribución del consumo en toda la cadena de valor revelan la importancia de la generación de residuos. Para hacer este punto más evidente, la Figura 45 muestra las diferentes cantidades de residuos que se generan a lo largo de toda la cadena de valor del banana, donde se puede observar que para la provisión de una tonelada de fruta en las manos de los consumidores, 1,07 toneladas de residuos se generan aguas arriba y 0,4 toneladas se generan aguas abajo, es decir 1,47 toneladas en total.

Svanes (2012) también señala la importancia de la generación de residuos a lo largo de la cadena, aunque sus principales fuentes eran diferentes. Así, pérdidas de un 26,3 por ciento eran ubicadas allí en la etapa punto de venta, mientras que este estudio sólo tiene en cuenta pérdidas del 2,24 por ciento en dicha etapa, fijadas, como ya se ha descrito, en base a estadísticas nacionales y las formas alternativas de recuperación de alimentos que se utilizan hoy en día.

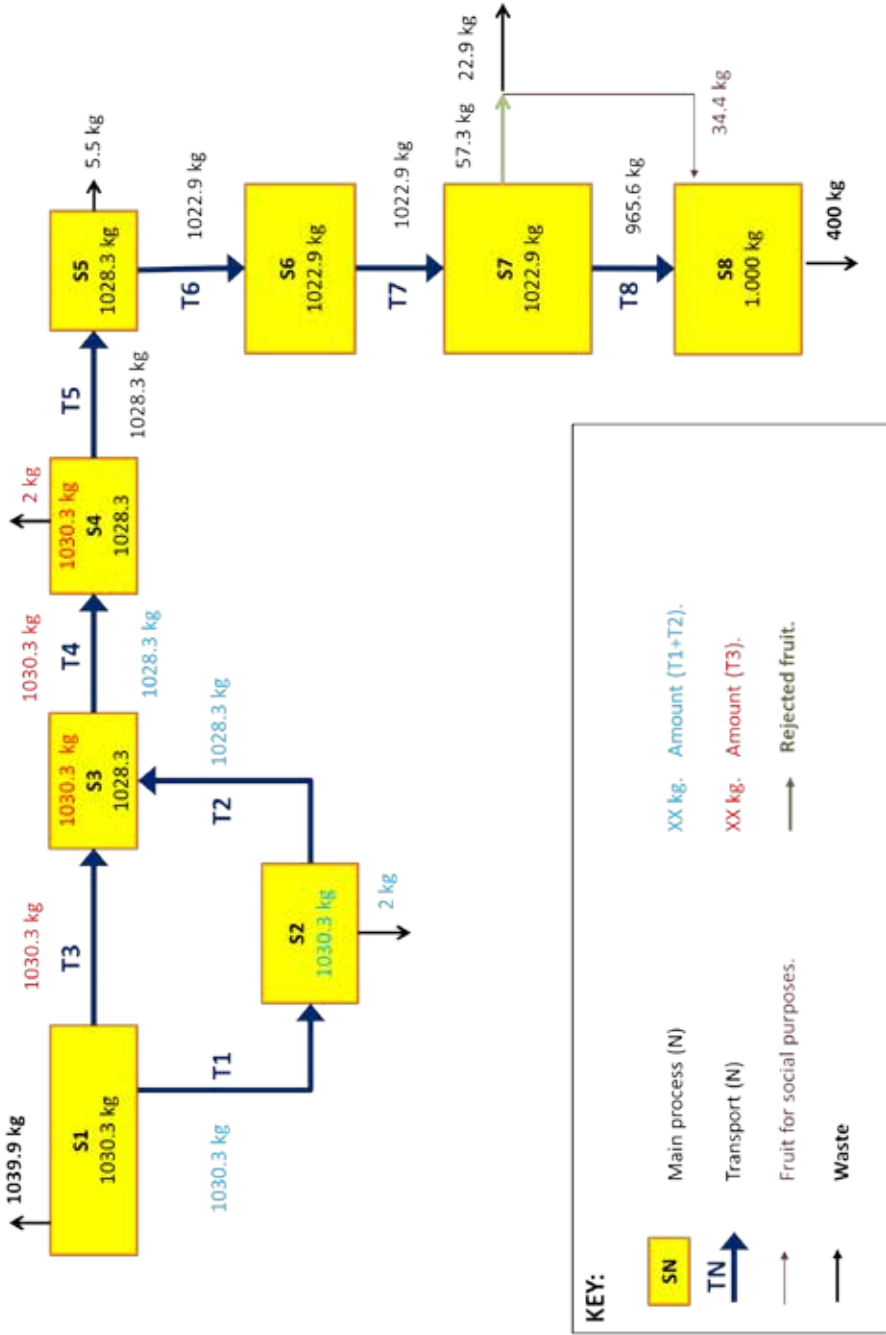
3.3.3 Transporte marítimo

La contribución de esta etapa de la huella de carbono es de 0,23 toneladas CO₂eq/tonelada de banana, significativamente más baja que los resultados



Figura 45

Corrientes de residuos generada a lo largo de la cadena de valor del banano



Fuente: Las autoras





reportados por Luske (0,70) y Svanes (0,75), pero en línea con lo señalado por Eitner (0,21) y Lescot (0,26 para BI, 0,23 para BII y 0,29 para C).

El motivo de esta disminución radica en el mayor tamaño del buque considerado en este estudio (40,000 frente a 15.000 TPM⁴⁰) por lo que el uso de combustible por unidad de banano transportado es menor, en el hecho de que el viaje de retorno se utilice parcialmente (20 por ciento) para el transporte de otros bienes según lo reportado por las compañías navieras (mientras que los otros estudios supusieron un retorno vacío debido a la falta de información), y al supuesto de un uso eficiente de la capacidad de los buques (100 por ciento de acuerdo también con la información proporcionada por las compañías de transporte marítimo), diferente al 70 por ciento empleado por Luske (2010).

3.3.4 *Transporte del puerto de destino a las instalaciones de maduración*

El motivo que explica la elevada contribución de este transporte es la localización de la fase de consumo en España, por lo que la fruta necesita ser transportada a larga distancia una vez descargada en Europa.

4. Conclusiones

Este estudio ha calculado la huella de carbono asociada al banano producido en el Ecuador y consumido en España (Europa). La totalidad de la cadena de valor ha sido cubierta, con especial énfasis en las actividades que tienen lugar en las plantaciones de banano: cultivo de la fruta y embalaje.

Se han definido seis tipologías de explotaciones en función de su tamaño y sistema productivo, y se han encontrado diferencias significativas entre las plantaciones orgánicas (0,25 toneladas CO₂eq/tonelada de banano) y convencionales (0,31 toneladas CO₂eq/tonelada de banano).

En cuanto a toda la cadena de valor, la huella de carbono de banano ecuatoriano que se consume en España es de 1,25 toneladas CO₂eq/tonelada de banano o 0,84 toneladas CO₂eq/tonelada de banano si se excluye el consumo y, por tanto, el sistema termina en el CDR. Las etapas que más contribuyen son: Plantación (22,31 por ciento de media), Consumo (19,12 por ciento de media), Transporte marítimo (18,7 por ciento) y Transporte desde el puerto de destino a las instalaciones de la maduración (18,0 por ciento).

Teniendo en cuenta los estudios previos sobre la huella de carbono del banano y las incertidumbres y debilidades que en ellos se identificaron, se ha hecho aquí un esfuerzo especial para refinar el cálculo de las emisiones directas de N₂O en la plantación y el transporte marítimo. Los valores reportados en este estudio son inferiores o en línea con los disponibles en la literatura, pero su cálculo se considera más adecuado a las características del estudio del caso particular evaluado: el banano ecuatoriano.

⁴⁰ Tonelaje de peso muerto





©FAO/Aziz Elbehri



CAPÍTULO 6:

POLÍTICAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO POTENCIAL EN EL SECTOR BANANERO DEL ECUADOR – UN ANÁLISIS ECONÓMICO

Por David Skully¹

¹ Consultor de la FAO, División de Comercio y Mercados, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Pedro Sousa proporcionó asistencia en la investigación para el estudio.



1. Introducción

Este capítulo analiza cómo la adopción de políticas en materia de cambio climático puede llegar a influir en el sector bananero ecuatoriano. Lo deseable sería conocer los efectos directos e indirectos que las políticas sobre cambio climático pueden llegar a tener en la demanda final de banano y la cadena internacional de suministro del mismo. Puesto que existe una infinidad de posibles combinaciones de políticas que deberían considerarse, este capítulo procura que el tema sea más tratable analizando cómo la oferta y la distribución del banano podrían cambiar si en el mundo se adoptara un impuesto uniforme por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Se trata de un experimento teórico porque en el mundo no se va a aprobar un impuesto uniforme sobre las emisiones de GEI; sin embargo, no es un punto de vista absurdo pues un número creciente de países está adoptando políticas en materia de emisiones de GEI cada vez más amplias y exhaustivas. Este análisis facilita información en la línea del cambio más probable y permite distinguir entre factores relativamente importantes y menos importantes.

En este estudio, se asume que la política para la reducción de los GEI a nivel mundial es la de un impuesto único a nivel mundial que se aplique tan ampliamente como sea posible a todos los casos de emisiones de GEI. La política supone que la mayor parte de los ingresos se devuelvan a los hogares y las empresas a fin de que, en promedio, los ingresos de las familias y las empresas no disminuyan a causa de los impuestos sobre las emisiones. Estos supuestos constituyen el punto de partida para la reflexión sobre la forma en que cambiaría la producción y distribución del banano si se adoptaran en mayor medida políticas para reducir las emisiones de GEI. El examen comienza estimando el valor probable de dicho impuesto basándose en los recientes cálculos del costo social del dióxido de carbono (CO_2) (Sección 3.1A). Luego, se analiza de qué manera la aplicación de un impuesto sobre las emisiones de GEI probablemente cambiaría la demanda del banano en los mercados de los países desarrollados (Sección 3.1B). A continuación, se examina la cadena de distribución del banano para encontrar puntos en que se puedan reducir las emisiones de GEI, y las posibilidades de introducir cambios estructurales en la logística del banano: el análisis se centra primero en el transporte y la distribución (Sección 3.1C), luego en la producción del banano (Sección 3.2) y por último en las políticas para reducir las emisiones de GEI en las explotaciones.

2. El costo social del CO_2

La tasa ideal de impuestos sobre las emisiones debería estar relacionada con el beneficio marginal de la reducción de las emisiones de GEI y este puede medirse a través del costo social del CO_2 (CSC). Existe una gran variedad de estimaciones del CSC. Este es el costo a largo plazo para la economía mundial de una unidad adicional de CO_2 o emisiones de CO_2 eq. Los impuestos sobre el carbono que actualmente se aplican o se proponen tienen un valor aproximado de 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO_2 eq. Por ejemplo, en Canadá, la



provincia de British Columbia cobra 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂ en todos los combustibles; la Unión Europea se propone armonizar la tasa impositiva sobre el combustible de sus estados miembros para que sea por lo menos de 20 euros por tonelada de CO₂ de combustible; y el Congreso de los Estados Unidos ha elaborado una legislación para cobrar entre 25 y 35 dólares EE.UU. por tonelada de emisión de CO₂eq (Cámara de Representantes de los Estados Unidos, 2013, y Fieldhouse & Theiss, 2013).⁴¹

En mayo de 2013, el Gobierno de los Estados Unidos publicó estimaciones actualizadas del CSC que se reproducen en el Cuadro 48: En éste se presentan cuatro columnas de cálculos de los CSC los cuales se incrementan en intervalos de 5 años hasta el año 2050. Las tres primeras columnas se diferencian entre sí por el tipo de tasa de descuento utilizado para calcular los costos a largo plazo⁴². Las tasas de descuento más bajas descuentan con menor rapidez, por lo tanto, el CSC es más bajo cuando la tasa de descuento es del 5 por ciento y más alta para las supuestas tasas de descuento del 2,5 por ciento. Algunos economistas sostienen que cuando se estima el CSC a futuro no se puede descontar ya que va en contra de las futuras generaciones; sin embargo, una tasa de descuento de cero proporciona valores muy altos al sistema (CSC). La tasa de descuento de 2 por ciento a 3 por ciento es más aceptada porque este es el rango usual de la tasa de interés real, a largo plazo. La última columna del cuadro, a diferencia de las otras, se basa en el percentil 95 de la distribución de las estimaciones del

Cuadro 48 Costo social de CO₂ actualizado, 2010 – 2050 (dólares EE.UU. por tonelada métrica de CO₂ en 2007)

Tasa de descuento	5,0%	3,0%	2,5%	3,0%
Base	Media	Media	Media	95th
2010	11	33	52	90
2015	12	38	58	109
2020	12	43	65	129
2025	14	48	70	144
2030	16	52	76	159
2035	19	57	81	176
2040	21	62	87	192
2045	24	66	92	206
2050	27	71	98	221

Fuente: Grupo de Trabajo Interinstitucional sobre costo social del carbono. Gobierno de los Estados Unidos de América (2013)

⁴¹ Para los precios de carbón en otros regímenes nacionales y subregionales, véase Kossoy *et al.* (2013)

⁴² Dividiendo 70 por la tasa de descuento muestra cuánto se descuentan los costos futuros relativos a los gastos corrientes. Por ejemplo, una tasa de descuento de 5 por ciento de valor cuesta 14 años en el futuro a mitad del valor de los costos actuales ($70/5 = 14$); su valor cuesta 28 años en el futuro, una cuarta parte de los costos actuales; y así sucesivamente, cada 14 años, el valor se reduce a la mitad.



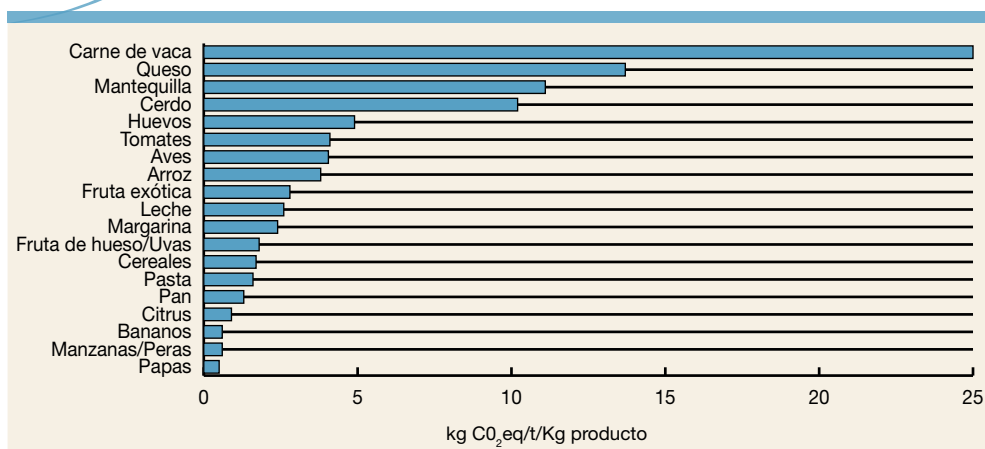


CSC; mientras que las otras tienen como base la media de la distribución. El uso del valor más alto de la distribución de la curva es una manera de incorporar la parte ancha de la curva, asociada a riesgos de cambio climático (Pindyck, 2013).

2.1 La demanda de banano

De acuerdo al análisis por el ciclo de vida, la huella de CO₂eq del banano proveniente de América Central que se vende en un supermercado de los Estados Unidos o de la Unión Europea, equivale a alrededor de 1 kilogramo de CO₂eq/kilogramo de banano (Cuadro 51), véase más adelante. Para evaluar el impacto del impuesto de las emisiones tan ampliamente generalizado, aplicado a la demanda de banano, hay que considerar también cómo ese impuesto se aplica a la totalidad de bienes y servicios: la tasa impositiva promedio es la que influye en la demanda (de los consumidores). La Figura 46 muestra las emisiones de GEI de diversos productos por kilogramo a nivel de venta al público. Aquí se halló que el banano se encuentra en el extremo inferior de las emisiones por kilogramo, con alrededor de un kilogramo de CO₂eq/kilogramo. Esta información fue tan impresionante que Mike Berners-Lee, uno de los analistas de estudios de huellas de carbono de Booths, una cadena minorista del Reino Unido, publicó un libro titulado, *¿Qué hay de malo con el banano? : La huella de carbono en todo*. En parte, Berners-Lee deseaba combatir la idea muy común pero equivocada de que los productos importados tienen necesariamente una gran huella de carbono. Hay casos en que esto es cierto pero no siempre es así, como es el caso del banano, y por eso es importante informar a los consumidores sobre la huella ecológica derivada de los GEI.⁴³

Figura 46 Emisiones de GEI por kilogramo de productos alimenticios seleccionados

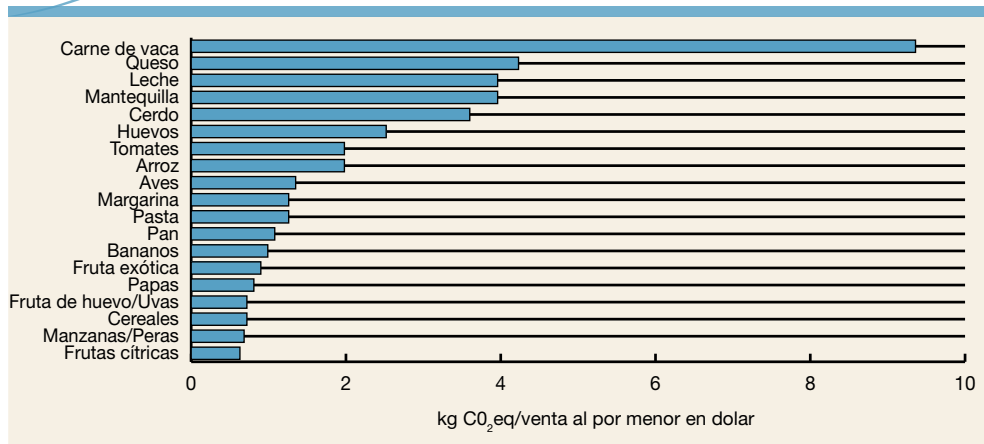


Fuente: Adaptado de Berners-Lee & Hoolohan (2012)

⁴³ Ambas figuras (por kilogramo; por dólares EE.UU.) se han adaptado de Berners-Lee & Hoolohan (2012). Weber y Matthews (2008) proporcionan un análisis similar para las categorías de alimentos en los Estados Unidos. Edwards-Jones *et al.* (2008) examinan empíricamente si los alimentos locales son mejores; Brenton *et al.* (2009) exploran la amenaza de etiquetado de carbono para las exportaciones de los países menos desarrollados.



Figura 47 Emisiones de GEI por dólar EE.UU. de productos alimenticios seleccionados



Fuente: Adaptado de Berners-Lee & Hoolohan (2012)

En la Figura 47 se clasifica al mismo conjunto de productos alimenticios pero en términos de kilogramos de CO₂eq por cada dólar EE.UU. de compra al por menor. En esta medida, el banano se clasifica un poco más alto, alrededor de un kilogramo de CO₂eq/dólar EE.UU. que en la de emisiones por kilogramo, debido a que resulta relativamente barato por kilogramo: observar, por ejemplo, el lugar que ocupa el banano respecto de los cítricos, las frutas de hueso/uva o las frutas exóticas.

El banano, comparado con la gama completa de productos alimenticios, es objeto de una tasa impositiva promedio más bien baja. La mayoría de los productos animales enfrenta tasas impositivas al menos tres veces más altas que las del banano. En general, un impuesto sobre las emisiones haría que el presupuesto para alimentos de los consumidores cambie de carne de res, carne de cerdo y productos lácteos a productos con impuestos relativamente más bajos como los cereales, frutas, raíces y tubérculos.

Ahora, si vemos todas las categorías de gastos de consumo, (véase el Cuadro 49), el promedio en dólares EE.UU. de los gastos de los hogares en los Estados Unidos tiene una huella ecológica de GEI de 1,4 kilogramos de CO₂eq (Grainger & Kolstad, 2010).⁴⁴ La huella por dólar EE.UU. en los Estados Unidos es similar a la del Canadá, mientras que la de la Unión Europea es de alrededor de las tres cuartas partes y la de Japón es de la mitad de la de los Estados Unidos aproximadamente (Hertwich & Peters, 2009).⁴⁵

⁴⁴ Grainger y Kolstad utilizan datos de gastos de la Encuesta de Gastos del Consumidor de los Estados Unidos de 2013. Este estudio se utiliza en el presente documento debido a que analiza los GEI más importantes; muchos estudios examinan sólo las emisiones de CO₂. Para los productos agrícolas CO₂ subestima enormemente las emisiones de GEI debido al uso de fertilizantes y al NO₂ y el metano emitido por el ganado. Sobre emisiones y ganadería ver FAO (2013).

⁴⁵ Con respecto a América del Norte, en Japón y la Unión Europea, que están más densamente





Cuadro 49 Huella ecológica del CO₂eq de gastos por dólar EE.UU., quintil medio. Hogares de los Estados Unidos (por categoría de gastos)

	Kg CO₂eq /dólar EE.UU.	Cuota de gastos	Cuota de emisión
		%	
Fuel oil y otros combustibles	12.7	0.3	2.3
Electricidad	12.3	2.5	21.6
Gasolina y aceite de coches	10.9	3.3	25.6
Gas natural	9.4	0.8	5.5
Agua y Servicios públicos	6.5	0.8	3.7
Comida y alcohol	1.7	12.6	14.8
TODOS LOS GASTOS	1.4	100.0	100.0
Otros gastos	0.6	11.5	5.3
Techo	0.5	38.3	13.8
Ropa, mobiliario, provisiones, etc.	0.5	7.9	2.6
Gastos de transporte y vehículos	0.4	13.7	3.6
Atención sanitaria	0.2	5.9	1.0
Servicio telefónico	0.1	2.3	0.2

Fuente: Cálculo realizado a partir de los datos de Grainger & Kolstad (2010).

El Cuadro 50 muestra en la primera columna las estimaciones de GEI del gasto promedio en dólares de los hogares en los Estados Unidos, la Unión Europea y el Japón; estos tres mercados representan más de las dos terceras partes de las importaciones mundiales del banano. La segunda columna indica la tasa impositiva efectiva de emisiones por gasto promedio en dólares de una tasa sobre emisiones de 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂eq. En el caso de los Estados Unidos, un impuesto promedio de 3,0 centavos por kilogramo, multiplicado por 1,4 kilogramos resulta en un impuesto de 4,2 centavos por cada dólar de gasto, o sea una tasa impositiva del 4,20 por ciento. Las tres columnas siguientes calculan la tasa impositiva sobre las emisiones para el banano. (El precio de venta más reciente del banano al por menor en Estados Unidos es de 1,35 dólares EE.UU. el kilogramo).

Si el impacto ambiental del banano ecuatoriano producto de las emisiones de GEI es de 1,2 kilogramo de CO₂eq por kilogramo, entonces hay 0,89 kilogramo de CO₂eq por cada dólar EE.UU. de banano en venta al por menor, lo que se traduce en una tasa impositiva del 2,67 por ciento. La última columna muestra que 30 dólares EE.UU. de impuesto sobre las emisiones cambia el precio del banano con respecto al gasto total de los hogares. En los tres mercados el precio relativo de venta del banano baja.

poblados, las viviendas son más pequeñas y los precios de la energía son más altos. Druckman *et al.* (2011) informan de un patrón similar de categoría de gastos de la huella ecológica para el Reino Unido. Los países difieren en cómo los gastos se clasifican y se miden, y Tukker & Jansen (2006) ofrecen un estudio comparativo de las huellas ecológicas en los hogares.



Cuadro 50 Cambio en el precio relativo del banano debido a un impuesto sobre emisiones de CO₂ a 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂eq.

	Gasto total kg- CO₂eq/dólar EE.UU de emisiones derivadas de CO₂ por kilo- gramo en dólar	Tasa impositiva promedio de emisiones %	Precio de venta del banano en dólar por kilogramo	Bananas kg- CO₂eq /dólar EE.UU.	Banano -tasa impositiva de emisiones %	Cambio en el precio relativo del banano* %
EE.UU.	1,40	4,20	1,35	0,89	2,67	-1,47
UE	0,98	2,94	2,35	0,51	1,53	-1,37
Japón	0,70	2,10	2,30	0,52	1,57	-0,52

Fuente: La información sobre los precios proviene de la FAO: Para Francia y los Estados Unidos. los precios son de marzo de 2013; los precios japoneses son de diciembre de 2012

* La última columna divide la tasa impositiva del banano por la tasa impositiva promedio y resta uno: (impuesto sobre bananas/impuesto sobre todos los bienes)

En las economías de mercado desarrolladas, la demanda del banano es relativamente insensible a los cambios en los precios: en estos mercados la elasticidad de la demanda se estima en alrededor de -0,4. Tomemos un valor superior para simplificar el análisis: una elasticidad de -0,50 significa que la cantidad demandada disminuye la mitad de 1 por ciento por cada incremento del 1 por ciento en el precio. La disminución del precio relativo que se muestra en el Cuadro 50 indica que la tasa de 30 dólares EE.UU. a las emisiones de GEI aumentaría la demanda del banano en un 0,75 por ciento en América del Norte, 0,68 por ciento en la Unión Europea, y 0,26 por ciento en el Japón. Incluso, cuando deliberadamente se exagera la cantidad, los efectos serán mínimos. Dada las fluctuaciones normales de los precios de la energía, de los tipos de cambio y los ciclos económicos que influyen en la comercialización de las mercancías, sería difícil distinguir el efecto neto de una tasa a las emisiones de 30 a 50 dólares EE.UU. en la demanda minorista del banano de la variación mensual habitual de los precios o a las ventas. La conclusión provisional de esta sección es que un impuesto mundial generalizado sobre las emisiones de 30 dólares EE.UU. es probable que tenga un impacto insignificante en la demanda del banano; en todo caso, podría aumentarla ligeramente.

Las estimaciones anteriores son cálculos aproximados basados en datos agregados procedentes de distintas fuentes y en varios supuestos sólidos; por lo tanto, a continuación se hacen algunas advertencias. En primer lugar, la conclusión anterior parte de la hipótesis de que existe un impuesto mundial universal sobre las emisiones. En el marco del Protocolo de Kyoto, los países en desarrollo están sujetos a compromisos de reducción de emisiones menores que los países desarrollados (incluso pueden estar totalmente exentos); además, actualmente el transporte marítimo internacional se halla exento. En estas condiciones, el impuesto a las emisiones por la venta del banano al por menor se daría sólo al interior de las fronteras de los países desarrollados, principalmente a





través de impuestos al combustible y a la energía en ciertos puntos. Por lo tanto, el banano importado enfrenta solo una parte de la cuota prevista en la discusión anterior lo que haría que su precio relativo se reduzca más allá del calculado (Cuadro 50), lo que se traduciría en un incremento del porcentaje de la demanda.

En segundo lugar, si algunos productos o sectores son gravados con una tasa menor o se hallan exentos por completo de impuestos sobre las emisiones, los efectos asumidos relacionados con los precios relativos se modificarían. Por ejemplo, en casi todos los países desarrollados los productores del sector lechero se benefician de altos niveles de subsidio. El trato preferencial habitual que reciben los lácteos y dado que pagan menos impuestos sobre las emisiones, reduce el riesgo de un incremento de sus precios, como fue señalado anteriormente; consecuentemente, los consumidores tienen más incentivos para seguir consumiéndolos y menos incentivo para adquirir los productos que pagan menos impuestos.

En tercer lugar, el análisis asume que los impuestos sobre las emisiones son totalmente reembolsados a los hogares, de modo que el ingreso promedio del hogar no se vería afectado por el impuesto. Sin embargo, esta hipótesis plantea dos problemas. Aun cuando el ingreso del hogar promedio no cambie debido a la reducción del impuesto y el reembolso, el ingreso de la mayoría de los hogares cambia y es poco probable que sus ajustes individuales en el consumo se equiparen el uno al otro, por lo que habrá un efecto en el ingreso agregado neto. Por tanto, si se asume que los ingresos de las emisiones no son plenamente reembolsados, los ingresos de los hogares se reducen.

En cuarto lugar, los cálculos del Cuadro 50 son para los cambios previstos solamente en la demanda del banano: el análisis no tiene en cuenta la respuesta de la oferta a un impuesto sobre las emisiones. Por ejemplo, si los seres humanos reducen su consumo de productos de origen animal ¿cómo se podrían reutilizar las tierras que fueron usadas como antiguos pastizales, de pastoreo o para producir alimento o forraje? Cambios por el lado de la oferta van a producir cambios en el precio relativo e inducir cambios en la demanda.

3. Emisiones después de la compra

Muchos de los análisis sobre el ciclo vital de los productos alimenticios terminan en el punto de venta al consumidor final, mientras que otros incluyen el transporte hasta la casa y el almacenamiento, la preparación y el desecho de los residuos en el hogar. Los bananos se consumen habitualmente sin cocer y se almacenan a temperatura ambiente para facilitar su maduración: en el hogar sus necesidades de energía son mínimas. Una vez realizada la compra, el transporte del banano desde el punto de venta al hogar es el principal contribuyente a la huella ecológica de GEI, en lo que respecta al banano. En el 2011 Jones & Kammen estudiaron las diferentes opciones que hogares en los Estados Unidos tienen para reducir los GEI. Aunque los resultados varían de acuerdo con los ingresos, el tamaño, la composición y ubicación de los hogares, surge un patrón común. La mejor opción para reducir las emisiones es cambiando los medios de transporte, concretamente, reduciendo los viajes por vía aérea,



cambiando a vehículos más eficientes en el uso de combustible, conduciendo menos y haciendo un mayor uso del sistema de transporte público. También crean oportunidades para reducir emisiones, los cambios en el tipo de consumo de alimentos (consumiendo menos carne y productos lácteos), los cambios en el uso doméstico de la energía (usar menos calefacción y aire acondicionado, usar ampollitas y refrigeradores más eficientes en energía, así como usar más el cordel de ropa).

Una tasa impositiva sobre la emisión de GEI, principalmente a través de un incremento del precio de los combustible y la energía, probablemente va a inducir un cambio en los hábitos de compra: la gente compraría más cerca de sus casa o lo haría con menos frecuencia, aunque en promedio compraría cantidades mayores, especialmente los hogares ubicados en las zonas suburbanas y rurales. Los consumidores están acostumbrados a comprar el banano maduro o casi maduro; sin embargo, hay muchos otros productos que con frecuencia requieren unos días de espera antes de consumirlos (por ejemplo, tomates, aguacates, otros frutos de estación). La paciencia de los consumidores también podría ser cultivada para los bananos, recordarles a los consumidores que los bananos verdes son ambientalmente más sostenibles puede tener algún efecto, al igual que aplicar un descuento al precio de los bananos verdes en relación con los amarillos.⁴⁶

4. La cadena de suministro del banano desde la explotación a la venta al por menor

La evidencia empírica de esta sección la aportan tres recientes análisis del ciclo vital del banano. El primer análisis estudia bananos procedentes del Ecuador enviados a España vía Rotterdam. Países Bajos (Hospido y Roibás, Capítulo 4). El segundo es de los bananos Dole enviados desde Costa Rica hacia Europa del Norte (Kilian, *et al.*, 2012; y el tercer análisis es sobre los bananos Chiquita Brands International (CBI) enviados desde América Central a los Estados Unidos (Craig, *et al.*, 2012). El estudio de CBI proporciona el promedio ponderado de la huella ecológica de los GEI relativos al banano desde diferentes puntos de producción en América Central hasta los diferentes puertos y puntos de ventas distribuidos en todo el territorio de los Estados Unidos. El Cuadro 51 muestra un resumen de los resultados de la comparación de las cadenas de suministros de los tres análisis de ciclo vital. La huella ecológica se expresa como el equivalente en kilogramos de CO₂ por tonelada de banano por cada segmento de la cadena de suministro (kilogramo de emisión CO₂eq/tonelada); esto es equivalente a gramos de CO₂eq por cada kilogramo de banano.

Aunque la huella ecológica total es similar (1.010 kilogramos, 900 kilogramos y 1.077 kilogramos), los componentes de la huella difieren considerablemente. La distancia constituye uno de los factores más significativos: el transporte marítimo representa las tres cuartas partes de la huella ecológica del banano que se envía

⁴⁶ Los consumidores responden a los precios mediante el ajuste de las cantidades y las compras de inventarios, (Hendel & Nevo (2006) y McKenzie y Schargrotsky (2011)).





Europa septentrional, pero apenas alrededor de una quinta parte de los envíos al mercado más próximo en los Estados Unidos. Sin embargo, puesto que los Estados Unidos está menos densamente poblado, los gastos de envío son diez veces más altos que en el norte de Europa. Además, en los Estados Unidos, las instalaciones para la venta al por mayor o al por menor y para la maduración del producto tienen aparentemente un mayor consumo de energía que las instalaciones europeas. De igual modo, el transporte terrestre de Rotterdam a lugares de venta al por mayor y al por menor en España es el factor que más contribuye a las emisiones de carbono del banano ecuatoriano.

La huella ecológica de los GEI del banano desde que sale de la explotación hasta su punto de venta se genera por dos factores: la energía para el transporte y la energía para la refrigeración y maduración del banano. El impuesto sobre las emisiones de GEI tiene una tasa de efectividad sobre la energía relativamente alta y su imposición provoca una respuesta que tiende a la reducción en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro. La reducción variará en función del eslabón de la cadena de suministro, por lo cual, es importante conocer los márgenes del costo de la reducción para prever como responder a ello. Cuando se carece de tal información el resultado general es claro: un impuesto a las emisiones demandará el uso de motores y condensadores más eficientes en GEI e inducirá a hacer uso de la tecnología; así como también al cambio de algunas normas operativas. Lo más difícil de saber es si estos cambios en los márgenes de cada eslabón de la cadena van a resultar en una versión ligeramente más

Cuadro 51 Equivalencia de huella ecológica del CO₂ del banano en puntos de venta (en kilogramos de CO₂eq por tonelada)

	Del Ecuador a España	CBI: de América Central a los Estados Unidos.	Dole: de Costa Rica a la UE
En las explotaciones	280	276	141
Transporte nacional	20	44	16
Transporte marítimo	240	198	789
Transporte por tierra extranjero	380	216	40
Instalaciones de maduración	30	28	0
Ventas al por mayor y menor	60	138	84
Total	1 010	900	1 070

Fuentes: Ecuador – España: Banano ecuatoriano entregado a los puntos de ventas minoristas españoles vía Rotterdam (Hospido y Robáis, Capítulo 4); CBI de EE.UU.: banano centro americano entregado en los supermercados estadounidenses, (Craig, *et al.*, 2012); Banano costarricense entregado a los supermercados del norte de la UE, (Kilian *et al.* 2012).



eficiente de la cadena actual o si habrá que cambiar de forma radical la cadena de suministro.

Pequeños cambios pueden provocar grandes respuestas estructurales en los sistemas logísticos. McKinnon (2008) sostiene que el aumento del impuesto a las emisiones junto con las tasas a las carreteras y la circulación vehicular están aumentando los costos del transporte con carga útil y con transporte de carga a medio llenar Ballot y Fontane (2010) estudian el sistema de agrupamiento horizontal de camiones de transporte y las operaciones ferroviarias de unas cadenas de venta francesas, que de alguna manera son rivales, y encuentran que la huella ecológica de los GEI se podría reducir en un 25 por ciento, si se aumentara la eficiencia del transporte; es decir, reduciendo el número de viajes de larga distancia, y haciendo que retornen con carga útil o con más carga de lo normal. Notteboom y Rodrigue (2008, 2009) analizan cómo las imposiciones sobre las emisiones y los costos de congestión están transformando la geografía de los puertos de los contenedores y las redes de distribución en el continente.

El banano tiene un período relativamente corto de almacenamiento, 28 días máximo, lo que determina la estructura de su cadena de suministro. El banano es lo que los especialistas en logística llaman un producto de inventario perecedero: el flujo de la entrega debe coincidir estrechamente con el flujo de la venta, de lo contrario habrá un exceso de desechos o ventas con pérdida (Nahmias, 2011; y Goyal & Giri, 2001). El costo del retraso sale caro. Extender el tiempo de almacenamiento del banano reducirá las limitaciones de tiempo y posiblemente de lugar a un importante cambio estructural en la cadena de suministro y a una reducción de la huella ecológica de los GEI; tal vez, introduciendo pequeños cambios que no requieran grandes avances se pueda extender el tiempo de almacenamiento del producto.⁴⁷

4.1 Transporte marítimo

El transporte marítimo es la más importante fuente de emisión de GEI del banano importado. El Protocolo de Kyoto excluye explícitamente al transporte aéreo y marítimo internacional de las metas de las emisiones nacionales. Estos sistemas se encuentran bajo las regulaciones de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI) y la Organización Marítima Internacional (OMI), respectivamente. Recientemente, la atención se ha centrado en las emisiones de la aviación civil debido a los esfuerzos de la Unión Europea por solicitar permisos de emisiones a los vuelos que entran y salen de la Unión Europea. Este permiso es resultado de un acuerdo por imponer unilateralmente un ajuste tributario fronterizo; esfuerzo que fue posteriormente eliminado debido la oposición que recibiera de otros países y al cambio del lugar de las negociaciones, que pasó de Bruselas a la OACI, el foro multilateral apropiado para tratar este tema.

La OMI es el foro internacional responsable de la reducción de los GEI en el sector del transporte marítimo. Bodansky (2011) señala que la OMI como

⁴⁷ Hay innovaciones tecnológicas que pueden aumentar el tiempo de almacenamiento de los bananos al hacer más lento el proceso de maduración, para un ejemplo reciente ver ACS (2012). La gran pregunta es si estas innovaciones pueden ampliarse hasta ser comercialmente viables.





organización miembro de las Naciones Unidas se comporta de manera inusual por cuanto para sus resoluciones se basa en una mayoría cualificada de votos, mientras que la mayor parte de los organismos de las Naciones Unidas se basan en el consenso, lo que permite que cualquier miembro individual pueda vetar o retrasar las negociaciones. El instrumento de reglamentación ambiental que utiliza la OMI es el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), que está en vigor desde 1983, y fue modificado posteriormente. La regla de votación por mayoría cualificada de la OMI facilita la toma de decisiones. Por ejemplo, en 2011, la OMI aprobó normas de emisiones obligatorias para los nuevos buques por en una votación de 49 contra 5 votos, donde Brasil, Chile, China, Kuwait y Arabia Saudita se opusieron.⁴⁸ Por esta razón, la OMI puede llegar a aprobar una tasa a las emisiones derivadas del transporte marítimo en menor tiempo que otros foros internacionales, con capacidad para adoptar medidas similares para la reducción de los GEI, como por ejemplo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y los Protocolos de Montreal y Kyoto. Dado que los principales mercados de importación del banano imponen ya considerables gravámenes a la energía, el control sobre las emisiones al transporte marítimo puede que sea la política climática que mayor impacto tenga en la cadena de suministro del banano, debido a su dependencia del transporte marítimo.

La eficiencia de los GEI del transporte marítimo se expresa en gramos de CO₂ equivalente a una tonelada por kilómetro de producto enviado. El Cuadro 52 reporta la huella del carbono por tonelada-kilómetro del banano calculado a partir de los datos proporcionados por estudios de análisis del ciclo vital en tres rutas claves de navegación. Estos valores son superiores a otros transportes; de hecho, estos niveles superan las emisiones de carga ferroviaria.⁴⁹

Cuadro 52 Transporte marítimo del banano y la huella del carbono

Ruta:	g-/CO ₂ t-km
A: De Pto. Quetzal, Guatemala, a Puerto Hueneme, Estados Unidos	95
B: De Pto. Cortés, Honduras, a Gulfport, Estados Unidos.	86
C: De Pto. Limón CR a Amberes, Bélgica	69
D: Del Ecuador a Rotterdam, Países Bajos	41

Fuentes: Rutas A y B (Craig *et al.*, 2012); Ruta C (Kilian *et al.*, 2012); Ruta D (Hospido y Robáis, Capítulo 4); a la ruta D se ha aplicado un factor de 1,8 de carga de retorno para armonizarla con las otras mediciones.

⁴⁸ La OMI (2011). La OMI también ha ampliado el MARPOL Anexo VI: Reglamento para la Prevención de la contaminación del aire por los buques para reducir las emisiones de óxidos de azufre (SOx) y óxidos de nitrógeno (NOx). Sin embargo todavía no hay un acuerdo sobre CO₂.

⁴⁹ Los cálculos emplean un factor de 0.80 de carga de retorno. Weber y Matthews (2008) encuestan las tasas de emisión de los principales medios de transporte.

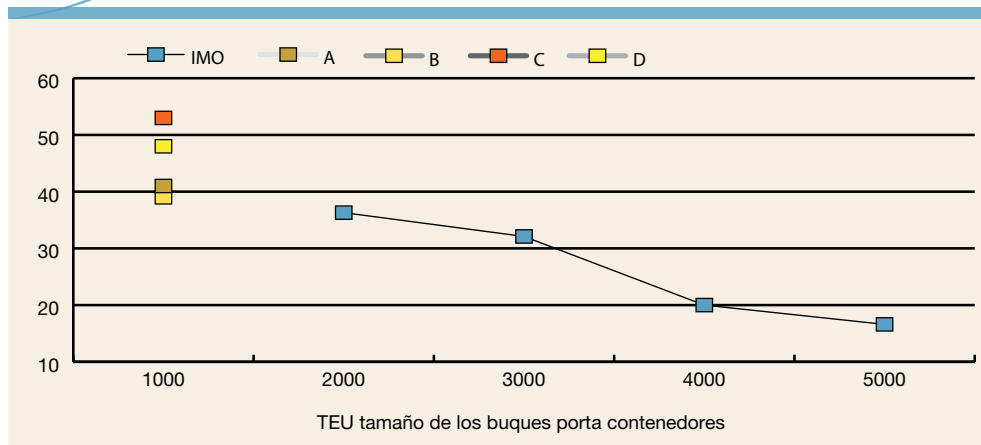


En una encuesta realizada por la OMI sobre la eficiencia de las emisiones de GEI a toda clase de transporte marítimo internacional, se reporta que los buques de carga generalmente producen entre 11-20 gramos de CO₂/tonelada-kilómetro, y que los buques más grandes suelen tener mayor eficiencia; los buques de carga refrigerada producen 13 gramos de CO₂/tonelada-kilómetro y los buques portacontenedores, de 13-36 gramos de CO₂/tonelada-kilómetro; el valor más alto es para los buques portacontenedores de tamaño más pequeño (con menos de 1000 TEU).⁵⁰ La Figura 48 traza los valores de eficiencia de los GEI de los buques portacontenedores de tamaño TEU de la encuesta de la OMI y los valores calculados a partir del análisis de ciclo vital. Para poder trazarlos en la gráfica, a tres envíos se les ha imputado buques de 400 TEU en el Cuadro 52. Es importante tener en cuenta que la encuesta de la OMI solo reporta emisiones de CO₂; y el análisis del ciclo vital solo reporta valores de CO₂eq.⁵¹ El estudio del análisis del ciclo vital del CBI explica las altas tasas de emisión del banano.

Según Vraig *et al.*, (2012:8):

“El banano es llevado al mercado en buques especializados que son más pequeños que los habituales grandes buques para contenedores usados en transporte transoceánico. Las altas emisiones en operaciones oceánicas del CBI son atribuibles a una serie de factores, lo que incluye el uso de barcos pequeños, menor utilización de carga en el viaje de retorno y mayor velocidad de navegación. La carga en el viaje de retorno representa sólo el 22 por ciento del total de toneladas enviadas, y puede llegar a un 7 por ciento en ciertas rotaciones.”

Figura 48 Eficiencia y escala de los GEI del transporte marítimo



Fuente: OMI (Buhaug *et al.*, 2009), rutas de transporte del Cuadro 52

⁵⁰ Un TEU equivale a 20 pies (6,1 metros) de largo)

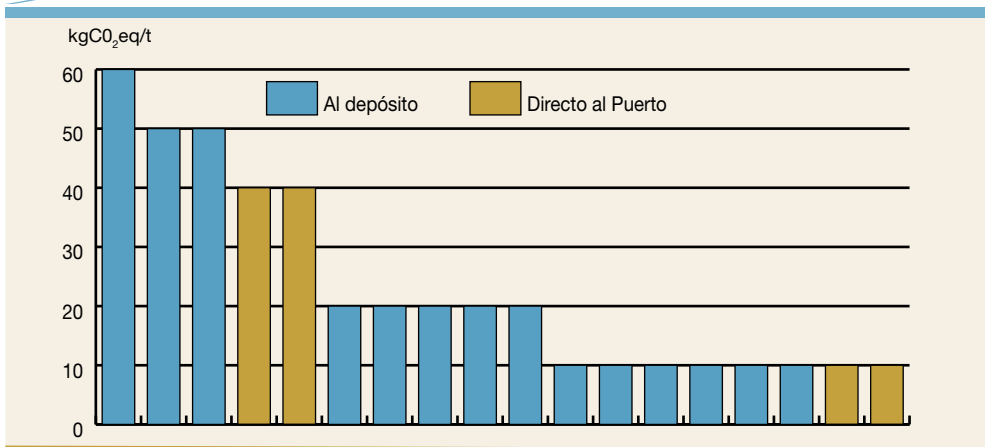
⁵¹ Buhaug, *et al.* (2009:131, Cuadro 9.1).





Los buques que transportan banano navegan más rápido que los barcos contenedores debido a que se trata de un producto más perecedero que otros; el menor tamaño de los buques que transportan banano se debe al flujo relativamente continuo de la cosecha y del consumo, que limitan el tamaño de los envíos y la capacidad de las instalaciones para la maduración.⁵² Obviamente, existe una escala de eficiencia en el transporte marítimo; el cambio a buques de 2500 TEU podría reducir las emisiones en más de un 40 por ciento. El volumen total de envío de banano a los mercados más importantes (por ejemplo, Norte de Europa, Norte de los Estados Unidos y el Japón central) respaldaría el uso de buques de mayor tamaño, pero para utilizar esta capacidad se requeriría que las empresas navieras actualmente rivales entre sí, coordinen o agrupen sus envíos.⁵³ Desde este punto de vista, las ganancias la cadena de suministro del banano sería inferior a los reportados para los minoristas franceses, Ballot y Fontane (2010): el desequilibrio de la carga sería mucho mayor para las rutas de transporte marítimo del banano, por lo que se volvería necesario reposicionar contenedores refrigerados en los puntos de exportación del banano. Los grandes buques mercantes requerirían una mayor coordinación vertical primero atrás con los productores y después adelante con los distribuidores y también con las grandes cadenas de venta. Incluso habría que ampliar su capacidad operativa, para facilitar mayor cantidad de envíos.

Figura 49 Huella del carbono del transporte nacional



Fuente: Hospido y Roibas, Capítulo 4.

⁵² Existe un gran volumen de investigación marítima sobre la reducción de GEI; Psaraftis y Kontovas (2013) es un reciente sondeo.

⁵³ Valdría la pena realizar un estudio de transporte marítimo en la línea de Ballot & Fontane (2010). Rodrigue *et al* (2013) tiene un buen argumento sobre el tema de transporte del banano.



4.2 Transporte doméstico

En el Ecuador casi la totalidad de las emisiones de GEI desde la explotación hasta el puerto la producen los medios de transporte y el uso de combustible a base de petróleo. La Figura 49 grafica la huella del carbono del transporte doméstico provocada por una serie de los productores de banano ecuatoriano a partir de Hospido y Roibás (Capítulo 4). La huella promedio es de 20 kilogramos de CO₂ por tonelada. Algunos productores envían sus productos a través de un depósito de intermediación, otros los envían directamente a puerto. Las emisiones aumentan en función de la distancia, y van desde 10 kilogramos a 60 kilogramos de CO₂ por tonelada.

Un impuesto al petróleo de 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂ tiene un costo aproximado 7 centavos por litro; el valor exacto depende de la cantidad promedio de carbono contenido en el combustible y del promedio supuesto de la eficiencia de la combustión. El impuesto a los grados de gasolina es aproximadamente de 6,7 centavos por litro y de 7,7 centavos por litro para el diésel. Al precio reciente de 58 centavos por litro a las bombas de gasolina en el Ecuador, un impuesto de 7 por ciento por litro, tiene una tasa impositiva de emisión efectiva de alrededor del 12 por ciento.⁵⁴ El impacto de tal incremento en los costos del combustible, después de algunos ajustes a corto plazo, induciría a mejorar la eficiencia en el sector de la logística. Como se señaló poco antes en este capítulo, el incentivo para unificar la cadena de suministro y para reducir el número de viajes sin carga útil así como la proporción de viajes con una carga inferior a la capacidad plena aumenta con los precios del combustible y los peajes en las carreteras.

Es muy probable que con ajustes en la infraestructura se puedan lograr mayores reducciones de emisiones de GEI a largo plazo. Como se examinó en el Capítulo 2, el aumento del riesgo de inundaciones y la probable necesidad de invertir en sistemas de gestión de recursos hídricos, pueden traer algunos cambios en el área de producción del banano, así como inversiones complementarias en el sistema de carreteras. En el proceso de planificación, el uso de un precio sombra del combustible que incluya un impuesto sobre las emisiones de GEI generaría algunos de los objetivos deseados de reducción de las emisiones de GEI sin tener que imponer un impuesto sobre el combustible. El aumento del precio del combustible opera como un impuesto puesto sobre la distancia: deslocaliza la producción del banano de los lugares más distantes.

5. Políticas nacionales para controlar las emisiones de GEI en las explotaciones

Un reciente análisis sobre el ciclo vital de la producción del banano ecuatoriano, (Hospido y Roibás, Capítulo 4), proporciona una base empírica para el debate

⁵⁴ Precio promedio anual para el año 2012, serie de Indicadores de Desarrollo Mundial EP.PMP.SGAS. CD. En 2012 los precios de la gasolina en el Ecuador se situaron alrededor de un 30 por ciento por debajo del precio teórico mundial de la gasolina, México: 86 dólares EE.UU por litro. La subvención confunde el calcular una tasa impositiva efectiva de emisiones.





Cuadro 53 Equivalencia de huella del CO₂ derivada de la producción del banano ecuatoriano, en kilogramo de CO₂eq por tonelada

	Convencional	Orgánico
Emisiones directas de N ₂ O	100	41
Fertilizante derivado del nitrógeno	46	12
Embalaje	81	80
Relacionadas con combustibles fósiles	63	97
Otros químicos en la hacienda	13	13
Otro	7	5
Total	310	248

Fuente: Hospido y Roibas, Capítulo 4.

sobre las emisiones en las explotaciones. El Cuadro 53 muestra las emisiones de GEI promedio de los productores convencionales y orgánicos examinados.⁵⁵ Las emisiones que provienen de las explotaciones representan aproximadamente entre el 30 por ciento y 25 por ciento de la huella del carbono relativa al banano ecuatoriano convencional y orgánico, respectivamente, entregado para la venta al por menor en España.

En relación con los productores convencionales, que representan la mayoría de los exportadores del Ecuador, casi la mitad de las emisiones agrícolas provienen del uso de fertilizantes nitrogenados o de las emisiones derivadas de óxido nitroso (N₂O): 146 kilogramo por tonelada en total. Un gramo de N₂O tiene un potencial de provocar calentamiento global 310 veces mayor que un gramo de CO₂, por lo que, hasta una leve mejora en la eficacia del uso de los fertilizantes puede que de lugar a una mayor reducción de las emisiones de GEI que cualquier otro plausible esfuerzo de reducción relacionado con el banano en el ámbito de la política ecuatoriana. A continuación se analiza el efecto de un impuesto sobre fertilizantes nitrogenados.

5.1 Embalaje

El embalaje (81 kilogramos por tonelada) es el segundo factor principal que contribuye a las emisiones de GEI, representando alrededor de un cuarto de la huella en las explotaciones de los productores convencionales y alrededor de un tercio de la huella que generan los productores orgánicos. Los productores orgánicos y convencionales utilizan aproximadamente la misma cantidad de embalaje, desde una perspectiva de las emisiones de GEI; las cajas estandarizadas para el transporte en contenedores y la manipulación determinan esta uniformidad. La reducción de las emisiones de GEI que generan las cajas no es algo que el Ecuador puede realizar unilateralmente, ya que el embalaje

⁵⁵ Estos promedios son promedios simples: no son ponderados por el volumen de producción de los respectivos productores. El promedio simple de los valores convencionales y orgánicos en el Cuadro 53 corresponde al valor total reportado en el Cuadro 51 para las emisiones de GEI ecuatorianas derivadas de las explotaciones



estándar es lo que permite que la cadena de suministro, funcione sin problemas desde la explotación hasta los puntos de venta. Las innovaciones en el embalaje deben funcionar en todas las etapas de la cadena de suministro. Las mejoras en el sistema de reciclaje o en el uso de los desechos del material de embalaje son aspectos que no tienen que ver con el diseño del embalaje; sin embargo, el punto de venta o del consumidor final, es decir los países importadores del banano, son los que mayor innovación deberán aportar para el reciclaje y el uso de los desechos del material de embalaje.

5.2 Emisiones relacionadas con los combustibles fósiles

Las emisiones relacionadas con los combustibles fósiles (63 kilogramos por tonelada) representan alrededor de una quinta parte de las emisiones de GEI derivadas de bananos producidos convencionalmente, y un tercio de las emisiones derivadas de bananos producidos orgánicamente. La mayoría de estas emisiones proceden de los combustibles fósiles utilizados para la tracción y generación de energía eléctrica en la explotación bananera. Estas actividades, económicamente, generan la misma discusión que se planteó sobre el sistema de transporte nacional en la Sección 3, en la que un impuesto de 7 centavos por litro de la gasolina, induciría a algunos productores a conservar y/o a elevar la rentabilidad de los equipos de bajo consumo de energía. Los aceites fósiles también se utilizan como emulsionantes para la preparación de plaguicidas y lubricantes. Ellos emiten CO₂ pero a un ritmo más lento que los hidrocarburos quemados. A menos que se disponga de emulsionantes o lubricantes biológicos a un precio competitivo, la demanda de aceites fósiles para estos usos es probable que sea relativamente insensible a los precios y, por lo tanto, un impuesto a las emisiones de CO₂ tendrá un efecto proporcional menor sobre las emisiones derivadas de estas actividades, comparadas con las emisiones de combustión de hidrocarburos.

5.3 Emisiones de fertilizantes y de óxido nitroso (N₂O)

La mejor forma de reducir las emisiones de GEI en la producción del banano es reduciendo las emisiones de N₂O relacionadas con fertilizantes a base de nitrógeno y prácticas de gestión de suelos. Un impuesto sobre emisiones de 30 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂ de fertilizante nitrogenado equivale a 186 dólares por tonelada de contenido en nitrógeno.⁵⁶ La urea, el tipo de fertilizante nitrogenado más comercial, tiene 46 por ciento de nitrógeno, lo que equivale a un impuesto de 85,56 dólares EE.UU. por tonelada. La urea se cotiza actualmente en alrededor de 350 dólares EE.UU. por tonelada, lo que resulta en una tasa efectiva actual de emisiones del 24,4 por ciento. La tasa efectiva variará inversamente de acuerdo con al precio de la urea en el mercado; si la urea se comercializa a 200 dólares EE.UU., la tasa efectiva sería del 43 por ciento.

⁵⁶ Una tonelada de nitrógeno genera 20 kilogramo de N₂O (utilizando el factor generalmente asumido de 0,02). Un kilogramo de N₂O tiene un potencial de calentamiento global de 310 kilogramo de CO₂, por lo que una TM de nitrógeno genera 6,2 TM de CO₂eq. A 30 dólares EE.UU. la tonelada de CO₂eq el impuesto es de 186 dólares EE.UU. por tonelada de contenido en nitrógeno.





Debido a que los fertilizantes nitrogenados son valorados principalmente por su contenido de nitrógeno, el tipo de impuesto calculado para la urea es prácticamente representativo para todos los fertilizantes nitrogenados. Estas tasas impositivas de emisiones son las tasas más altas examinadas en este capítulo, y esto se debe al alto potencial de calentamiento global que tiene el N_2O .

De acuerdo con FAOSTAT, el Ecuador importa todos sus fertilizantes sintéticos. La ausencia de un fabricante de fertilizantes nacional elimina una fuente potencial de oposición a un impuesto a los fertilizantes; además, la administración tributaria se ve facilitada porque se puede imponer en la frontera con mínimas fugas. Unos precios más elevados de los fertilizantes sintéticos ocasionarían un aumento de los precios de las fuentes orgánicas de nitrógeno de origen nacional. Los altos precios de los fertilizantes nitrogenados inducirían a los productores de banano a reducir el uso de fertilizantes, a ser más eficientes o una combinación de ambos.⁵⁷ Esto daría lugar a una reducción significativa en las emisiones de GEI relacionadas con el banano.⁵⁸

Un impuesto sobre los fertilizantes tiene algunas consecuencias negativas: el resultado sería una reducción de los rendimientos y la producción del banano, lo cual sería absolutamente contrario al objetivo de “No más hectáreas de banano sino más banano por hectárea”. Lo ideal sería que se pudiese limitar el impuesto al uso excesivo de fertilizantes, pero esto no es administrativamente factible.⁵⁹ Otro peligro de imponer un impuesto a los fertilizantes es que existe un amplio sector agrícola tradicional en el Ecuador donde el fertilizante es comúnmente subutilizado; el producto marginal del fertilizante es muy alto, y la consecuente mejora en los ingresos y la nutrición de los hogares por usar más fertilizante puede incrementar las emisiones derivadas de GEI, producidos estos hogares.

Las emisiones de N_2O que genera la producción de banano, de acuerdo con el análisis del ciclo vital, se calculan generalmente multiplicando el contenido de nitrógeno del fertilizante aplicado por el factor 0,02. Este factor fijo fue determinado por el IPCC en 2006.⁶⁰ Es empleado en los estudios del IPCC y por la FAO en los cálculos de las emisiones derivadas de la agricultura (Cuadro 50), que es la fuente para los valores de emisiones derivadas de la agricultura

⁵⁷ En términos microeconómicos, este es un impuesto sobre un factor de producción, los productores de bananos responden moviéndose a lo largo de su curva VPM (fija), comprando menos productos químicos o cambiando su curva VMP hacia arriba, usando productos químicos más eficazmente o combinando la disminución de insumos con el uso más eficaz de los mismos.

⁵⁸ Los ingresos procedentes de un impuesto a los fertilizantes también se podrían utilizar para financiar las pruebas de nitrógeno y la difusión de las mejores prácticas de manejo para uso de los fertilizantes, lo que daría lugar a una parcial bonificación en especie del impuesto a los fertilizantes en el sector del plátano.

⁵⁹ Ribaudo *et al* (2011:39-43) tiene una excelente examen de los problemas asociados con el impuesto a los fertilizante. El estudio señala que varios estados de los Estados Unidos han impuesto tasas a los fertilizantes, pero aún no han sido eficaces en la reducción de las emisiones relacionadas con el nitrógeno.

⁶⁰ IPCC (2006).



del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) (Cuadros 2 y 9). Se aplica de manera uniforme a todas las actividades agrícolas en toda la gama de suelos y condiciones climáticas. En un mundo globalizado donde se necesita un simple método estándar, un factor fijo permite obtener una buena aproximación; las variaciones por encima y por debajo de este promedio global imputado se contrarrestan en gran medida cuando se aplican a gran escala.

Sin embargo, el uso de un factor fijo en aplicaciones específicas puede ser engañoso. En primer lugar, puede que sobrestime o subestime las emisiones reales de N_2O . En segundo lugar, puede llevar a creer que la relación entre aplicación de nitrógeno y las emisiones de N_2O es fija y concluir erróneamente que el único medio de reducir las emisiones de N_2O es a través de la reducción de la aplicación de nitrógeno. De hecho, la relación entre el nitrógeno aplicado y las emisiones de N_2O no es fija. Un creciente volumen de investigaciones muestra que las emisiones de N_2O son proporcionales a la cantidad inventariada de nitrógeno excedente en el suelo, en lugar de a la cantidad total de nitrógeno aplicado.⁶¹ El excedente de nitrógeno es el nitrógeno almacenado en el suelo sobrante del nitrógeno utilizado por las plantas.⁶² Por lo tanto, una mayor sincronización de aplicaciones de nitrógeno y de nitrógeno utilizado por las plantas reduce el nitrógeno excedente en el suelo, aumenta la proporción de nitrógeno aplicado utilizado por las plantas y reduce la proporción emitida como N_2O . Cassman *et al* (2002:139) aporta la siguiente aclaración:

[Nosotros] estamos viendo los mejores beneficios de la eficacia en el uso del nitrógeno (EUN) y la protección del medio ambiente como resultado de una “gestión con precisión” en el tiempo y en el espacio de todos los factores de la producción, para maximizar la sincronía entre la demanda de cultivos N y la oferta de mineral N de las reservas del suelo e insumos N ... Tal enfoque de gestión con precisión será necesario tanto en la agricultura en gran escala en los países desarrollados como en la agricultura en pequeña escala en los países en desarrollo. El equilibrio entre la demanda N y la oferta requerirá avances fundamentales en el conocimiento de los cultivos, de la ecología del suelo y de la geoquímica orgánica, lo que permitirá el desarrollo de enfoques de gestión de N dinámicos y eficaces en función de los costos.

Si se tiene una buena estimación de la tasa de absorción de nitrógeno del banano, así como de las condiciones del suelo y sus determinantes (humedad, temperatura, etc.), entonces se puede hacer un balance de los beneficios que aporta una mayor sincronización entre las aplicaciones de nitrógeno respecto del costo de una aplicación adicional y así determinar el perfil económico óptimo de la aplicación. Lo importante es obtener y distribuir esta información. Lo que

⁶¹ Estudios recientes incluyen Grassini y Cassman (2012), Venterea *et al.* (2012), Hoben *et al.* (2011) y van Groenigen *et al.* (2010). Una contribución fundamental es Cassman *et al* (2002), es un punto de partida útil para introducir esta literatura como también Paustian del Nadc *et al.* (2004), Mosier *et al.* (2004) y Grassini y Cassman (2012). Para los estudios centrados en los bananos y el Ecuador véase Corre *et al* (2013), Borbor-Cordova *et al* (2006) y Veldekamp y Keller (1997).

⁶² La cantidad de nitrógeno excedente no es fácil observar, esto justifica el uso de la cantidad más observable, nitrógeno aplicado, como una aproximación práctica por el IPCC.





se necesita en el sector bananero ecuatoriano, si es que todavía no existe, es incorporar la investigación y divulgación sobre el manejo de fertilizantes para minimizar el excedente de nitrógeno en el suelo. Esto tiene el doble beneficio de reducir los factores externos desfavorables de los fertilizantes nitrogenados (las emisiones y lixiviación de N_2O) y aumentar la eficiencia productiva de los fertilizantes en la producción de banano. Lo ideal sería desarrollar mejores prácticas para la gestión de los fertilizantes, incorporando como objetivo una reducción de las emisiones de GEI, y difundirlas en las regiones con suelos climáticos apropiados para la producción del banano. Por otra parte, las pruebas para determinar el contenido de nitrógeno en el suelo y en los tejidos vegetales pueden proporcionar información oportuna sobre la forma adecuada de aplicar el fertilizante nitrogenado. Se ha de garantizar que se cuente con el apoyo de la opinión pública, así como con una total o parcial disposición para realizar tales pruebas.

5.4 Producción orgánica frente a producción convencional de banano

A menudo se proponen políticas para fomentar la producción orgánica en lugar de la producción convencional, como mecanismo para reducir las emisiones de GEI. Como se indica en el Cuadro 53, el cambio de la producción convencional a la producción orgánica puede dar como resultado una disminución media del 20 por ciento de las emisiones agrícolas. Resulta muy informativo examinar con mayor detalle las diferencias entre la producción orgánica y convencional del banano en términos de sus emisiones de GEI. El Cuadro 54 muestra las diferencias entre la producción orgánica y convencional en relación con cada factor que contribuye a las emisiones.⁶³ La diferencia total en las emisiones es de 62,6 kilogramos por tonelada. Los factores que contribuyen a la emisión están clasificados por la cantidad de cambio que han generado las emisiones de GEI.

La mayor reducción de emisiones de GEI se halla en las emisiones directas de N_2O y en los fertilizantes, que en conjunto representan -93,7 kilogramos por tonelada de las emisiones de GEI. El saldo en la reducción de emisiones (-4,5 kilogramos por tonelada) proviene de que haya mayor reciclaje, menos uso de electricidad, una pequeña reducción en los embalajes y la eliminación de dos clases de insecticidas: Bifentrin y Clorpirifós. Es importante señalar que, si bien estos representan un riesgo importante para la salud humana y el medio ambiente, los insecticidas tienen una huella ecológica mínima de GEI.⁶⁴ La producción orgánica produce emisiones de GEI ligeramente superiores derivadas de los plaguicidas, y emisiones más altas derivadas de los materiales para proteger los cultivos. En relación con la producción del banano, casi el 95 por ciento del aumento de las emisiones de GEI proviene de la producción orgánica, debido al uso más intensivo de combustibles fósiles con respecto a la producción convencional. En suma, al pasar de una producción convencional

⁶³ Esta es la forma más detallada los datos que se subyacen en los datos resumidos del Cuadro 53. En el Cuadro 54 sólo se examinan los factores que han cambiado: no se incluyen fuentes de emisiones que son las mismas para producción orgánica y convencional.

⁶⁴ El capítulo 1 aborda la importancia de la sostenibilidad en la producción del banano.



Cuadro 54 Emisiones de GEI derivadas de las explotaciones bananeras ecuatorianas, en kilogramos de CO₂eq por tonelada

	Convencional	Orgánico	Diferencia	
Emisiones directas de N ₂ O	100,4	41,1	-59,3	
Fertilizantes	46,3	11,9	-34,4	-93,7
Reciclaje de protectores de plásticos de cultivos	-2	-3,7	-1,7	
Electricidad	2,5	1	-1,5	
Embalaje	81,2	80,4	-0,8	
Bifentrin (protector de cultivos, insecticida)	0,4	0	-0,4	
Clorpirifós(protector de cultivos. insecticida)	0,1	0	-0,1	-4,5
Plaguicidas	7,8	8,1	0,3	
Transporte de fertilizantes y plaguicidas	4,4	4,7	0,3	
Materiales de protección de cultivos	4,6	6,1	1,5	+2,1
Combustibles fósiles	7,6	11	3,4	
Aceite (para mezclar con plaguicidas y cablevías)	9,4	17,9	8,5	
Emisiones directas de CO ₂ fósil	46,2	67,8	21,6	+33,5
Total			-62,6	-62,6

Fuente: Hospido y Roibás (Capítulo 4)

de banano a una producción orgánica, se observa que poco más de un tercio de la reducción de las emisiones de GEI derivadas de los fertilizantes N₂O es compensada por emisiones derivadas de una mayor utilización de combustibles fósiles.

Los datos que figuran en el Cuadro 54 indican que el banano puede producirse con muchas menos emisiones de N₂O que con los métodos actuales de producción convencional. La pregunta económica es si la producción orgánica es realmente una alternativa rentable a la producción convencional. ¿Existe una demanda suficiente de banano orgánico como para promover un cambio hacia la producción orgánica a gran escala? Un gran aumento de la oferta del banano orgánico reduciría los altos precios de los productos orgánicos. El factor limitante en el lado de la oferta sería probablemente la disponibilidad y el costo de la mano de obra adicional para la producción orgánica.





6. Resumen

La principal fuente de emisión de GEI agrícola derivadas de la producción del banano proviene de los fertilizantes, el embalaje y el uso de combustibles fósiles. El fertilizante y el N_2O son con creces la fuente más importante; las emisiones de N_2O se pueden reducir mediante la adopción de mejores prácticas en el manejo y uso de los fertilizantes, así como también mediante pruebas del suelo y de los tejidos vegetales para ver su contenido de nitrógeno. Reduciendo el exceso de nitrógeno del suelo se puede disminuir las emisiones de N_2O , sin que el cultivo sufra pérdida de rendimiento ni una reducción en los costos de producción. El embalaje es la segunda fuente más importante de emisiones de GEI agrícola. Sin embargo, el embalaje se halla en gran medida fuera del alcance de la política ecuatoriana; cambios en el embalaje deben ser aceptables en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro, desde la explotación hasta el punto de venta al público. El Ecuador puede fomentar y colaborar con las cadenas de suministros de embalajes que tratan de innovar para crear embalajes con una menor huella ecológica de GEI. Los combustibles fósiles son la tercera fuente principal de emisiones en la explotación. Gravando o, subiendo el precio de los combustibles fósiles, se induce a los productores y a los transportistas nacionales a conservar e invertir en instalaciones más eficientes para disminuir las emisiones de GEI.



©FAO/Aziz Elbehri

BIBLIOGRAFÍA



Bibliografía

- AEBE (Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador).** La industria bananera ecuatoriana, año 2011. Disponible en http://www.aebe.ec/data/files/noticias/Noticias2012/AEBE/INDUSTRIA_BANANERA_2011_3_%20jul18.pdf, [última consulta 08/11/2013].
- ACS (American Chemical Society).** 2012. Good news for banana lovers: help me be on the way to slow that rapid over-ripening. ACS Press release (August 22, 2012). Online: <http://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2012/august/good-news-for-banana-lovers-help-may-be-on-the-way-to-slow-that-rapid-over-ripening.html>.
- Allen, R.** 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO.
- Allen, R., L. Pereira, D. Raes and M. Smith** 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. In FAO, Rome. 6541 p.
- Arias-Hidalgo, M., G. Villa-Cox, A. van Griensven, G. Solórzano, R. Villa-Cox, A. Mynett, y P. Debels.** (2013), A decision framework for wetland management in a river basin context: the “Abrás de Mantequilla” case study in the Guayas River Basin, Ecuador. Environmental Science y Policy (en imprenta, disponible en Internet).
- Arteaga, M.** 2000. Análisis estadístico de la producción bananera en el Ecuador. Tesis Ing. Estadística. Informática. Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Inst. Cien. Mat. 221 p.
- Azapagic, A.** 2013. Life Cycle Assessment of Tea Produced in Kenya. FAO project: Climate change impact assessment for tea in Kenya. (Project No. FMM/GLO/007/MUL).
- Ballot, E., & F. Fontane.** 2010. Reducing transportation CO2 emissions through pooling of supply networks: perspectives from a case study in French retail chains. Production Planning & Control, 21(6), 640-650.
- Banana Link.** Banana Link. <http://www.bananalink.org.uk>.
- Banco Central del Ecuador.** 1992. El Ecuador de la Postguerra: Estudios en Homenaje a Guillermo Pérez Chiriboga [Post-War Ecuador: Studies in Honor of Guillermo Pérez Chiriboga] (Quito: Banco Central del Ecuador, 1992), p. 151.
- Banco Mundial,** Grupo del..., ed. 2012. Indicadores del desarrollo mundial 2012. Washington, D.C., publicaciones del Banco Mundial.



- Banco Mundial.** 2013. Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Washington, DC: World Bank. Available on line: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17862361/turn-down-heat-climate-extremes-regional-impacts-case-resilience-full-report>.
- Basso**, L., A. Teixeira, J. Lima Filho, E. Silva, C. Ramos and G. Sedyama. 2004. Guidelines for irrigation scheduling of banana crop in São Francisco Valley, Brazil. II-Water consumption, crop coefficient, and physiological behavior. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 26:464-467.
- Berners-Lee**, M. 2010. How bad are bananas?: The carbon footprint of everything. London, UK: Profile Books Ltd.
- Berners-Lee**, M., & C. Hoolohan. 2012. The Greenhouse gas footprint of Booths. Lancaster, UK: Small World Consulting Ltd. Available from: <http://www.booths.co.uk/>.
- Bodansky**, D. 2011. Multilateral climate efforts beyond the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Center for Climate and Energy Solutions (C2ES) Policy Paper. Arlington, VA: C2ES.
- Borbor-Cordova**, M., E. Boyer. W. McDowell & C. Hall. 2006. Nitrogen and phosphorus budgets for a tropical watershed impacted by agricultural land use: Guayas, Ecuador. *Biogeochemistry*, 79(1-2), 135-161.
- Bradley**, R., M. Vuille, H. Diaz y W. Vergara. 2006. Threats to water supplies in the tropical Andes. *Science*, 312 (23 June): 1755-56.
- Brenton**, P., G. Edwards-Jones & M. Jensen. 2009. Carbon Labelling and Low-income Country Exports: A Review of the Development Issues. *Development Policy Review*, 27: 243–267.
- Buhaug**, Ø., J. Corbett, Ø. Endresen, V. Eyring, J. Faber, S. Hanayama, D. Lee, H. Lindstad, A. Markowska, A. Mjelde, D. Nelissen, J. Nilsen, C. Pålsson, J. Winebrake, W. Wu, K. Yoshida. 2009. Second International Maritime Organization (IMO) GHG study 2009. Londres: Organización Marítimo Internacional.
- Business Energy Advisor.** <http://bea.tva.esource.com/warehouses>, [última consulta 30/10/2013].
- Cassman**, K., A. Dobermann & D. Walters. 2002. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, 31:132–140.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe).** 1998. Ecuador: Evaluación de los efectos socioeconómicos del fenómeno El Niño en 1997 – 1998. S.I. 69 p.





- Chadderton**, D. 2013. Building services engineering. 6th edition (2013). Nueva York: Routledge.
- Chambron**, A. 2000. Straightening the bent world of bananas, Banana Link, European Free Trade Association (EFTA), Bruselas.
- Chevallier**, P., B. Pouyaud, W. Suarez, y T. Condom. 2011. Climate change threats to environment in the tropical Andes: glaciers and water resources. *Regional Environmental Change*, 11(1), 179-187.
- CIRAD (Agricultural Research for Development)**. 2010. Direct from the Market. *Fruitrop*. (183): 3.
- Clarke**, D., M. Smith and K. El-Askari 2001. CropWat for Windows: user guide. IHE.
- Climate Prediction Center (CPC)**. 2014. Changes to the Oceanic Niño Index (ONI). Cold and warm episodes by season. (Available on http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).
- Collins**, M., S. A, W. Cai, A. Ganachaud, E. Guilyardi, F. Jin, M. Jochum, M. Lengaigne, S. Power, A. Timmermann, G. Vecchi, y A. Wittenberg. 2010. The impact of global warming on the tropical Pacific Ocean and El Niño. *Nature Geoscience*, 3: 391-397.
- Comisión Europea**. 2013. la Comisión Europea propone examinar energy taxation rules. Online: http://ec.europa.eu/taxation_customs/taxation/excise_duties/energy_products/legislation/.
- Conde**, C., M. Vinocur, C. Guy, R. Seiler, and F. Estrada. 2006. Climatic Threat Spaces as a Tool to Assess Current and Future Climate Risks: Case Studies in Mexico and Argentina. *Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change Working Paper No. 30*. Washington DC.
- Corporación Editora Nacional (ECUADOR)**. 1987. El banano en el Ecuador: Transnacionales, Modernización y Subdesarrollo. *Biblioteca de Ciencias Sociales*. 16: 67 – 110.
- Corre**, M., J. Sueta, & E. Veldkamp. 2013. Nitrogen-oxide emissions from tropical forest soils exposed to elevated nitrogen input strongly interact with rainfall quantity and seasonality. *Biogeochemistry* (26 September, online first): 1-18.
- Craig**, A., E. Blanco, & Y. Sheffi. 2012. A Supply Chain View of Product Carbon Footprints: Results from the Banana Supply Chain. MIT-Engineering Systems Division (ESD): ESD Working Paper 2012-25. Cambridge MA: MIT. Online: esd.mit.edu/wps



- DGT.** 2010. Dirección General de Tráfico: Parque de vehículos por tipos, provincias y carburantes. Disponible en: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/prov-y-tipo-carburante/>, [última consulta 25/11/2013].
- Divide Global Producers**, United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Policy Issues in International Trade and Commodities Study Series No. 31. UNCTAD, Ginebra.
- Dones R.**, C. Bauer, R. Bolliger, B. Burger, M. Faist Emmenegger, R. Frischknecht, T. Heck, N. Jungbluth and A. Röder. 2007. Life Cycle Inventories of Energy Systems: Results for Current Systems in Switzerland and other Union for the Coordination of the Transmission of Electricity (UCTE) Countries.ecoinvent report No. 5. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, 2007.
- Druckman**, A., M. Chitnis, S. Sorrell & T. Jackson. 2011. Missing carbon reductions? Exploring rebound and backfire effects in UK households. *Energy Policy*, 39: 3572–3581.
- Ecuador's** banana plantations, Nueva York.
- Edwards-Jones**, M., L. Canals, N. Hounsome, M. Truninger, G. Koerber, B. Hounsome, P. Cross, E. York, A. Hospido, K. Plassmann, I. Harris, R. Edwards, G. Day, A. Tomos, S. Cowell & D. Jones. 2008. Testing the assertion that 'local food is best': the challenges of an evidence-based approach. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 265-274.
- Eitner**, A., C. Echao and W. Leer. 2012. Carbon Footprint Report on Five Banana Supply Chains for TASTE/Agrofair B.V.
- Emile-Geay**, J., K. Cobb, M. Mann, y A. Wittenberg. 2013a. Estimating central equatorial pacific SST variability over the past millennium. Part I: methodology and validation. *Journal of Climate*, 26(7): 2302-2328.
- Emile-Geay**, J., K. Cobb, M. Mann, y A. Wittenberg. 2013b. Estimating central equatorial pacific SST variability over the past millennium. Part II: reconstructions and implications. *Journal of Climate*, 26(7): 2329–2352.
- Eurostat** (2011). Lorries and road tractors, by age (number). Disponible en http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_eqs_lorrea&lang=en, [última consulta 19/11/2013]. Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Hirschier R., Hellweg S., Humbert S., Margni M., Nemecek T. and Spielmann M., 2007. Ecoinvent reports No. 1-25.
- Fair Trade Labeling Organizations International** (FLO). 2009c. Fair Trade Standards for Bananas for Small Producer's Organizations, FLO, Bonn.





- FAO.** 2003. La economía mundial del banano 1985-2002, Dirección de Productos Básicos y Comercio, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2003.
- FAO.** 2013. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Animal Production and Health No. 177. Roma.
- FAO.** 1986. The world banana economy: 1970 – 1984. FAO Commodities and Trade Division. Rome. 146 p. ISBN 92 – 5 – 102376 – X.
- FAO.** <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/bananas/banana-prices/en/>
- Fieldhouse, A. & R. Thiess.** (2013), The 'back to work' budget: analysis of the congressional progressive caucus budget for fiscal year 2014. Washington: Economic Policy Institute.
- Fitzgerald, W., O. Howitt, I. Smith & A. Hume.** 2011. Energy use of integral refrigerated containers in maritime transportation. *Energy Policy*, 39(4):1885-1896.
- FLO.** Bananas for Small Producer's Organizations. FLO, Bonn.
- Fortescue, J., D. Turner and R. Romero.** 2011. Evidence that banana (*Musa spp.*), a tropical monocotyledon, has a facultative long-day response to photoperiod. *Functional Plant Biology*. 38:867-878.
- Freitas, W., M. Ramos and S. Costa.** 2008. Demanda de irrigação da cultura da banana na bacia do Rio São Francisco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12:343-349.
- Frischknecht R., N. Jungbluth, H. Althaus, G. Doka, R. Dones, R. Hirschier, S. Hellweg, S. Humbert, M. Margni, T. Nemecek and M. Spielmann.** 2007. Ecoinvent reports No. 1-25.
- Gasparotto, L, y J. Pereira.** 2008. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da bananeira no Brasil. In R. Ghini R y E. Hamada, eds. *Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil*, pp. 201-6. Brasília, Brazil: Embrapa.
- Goyal, S. & B. Giri.** (2001), Recent trends in modeling of deteriorating inventory. *European Journal of Operational Research*, 134:1–16.
- Grainger, C., & C. Kolstad.** 2010. Who Pays a Price on Carbon? *Environmental and Resource Economics*, 46(3): 359-376.
- Grassini, P. & K. Cassman.** 2012. High-yield maize with large net energy yield and small global warming intensity. *Proceedings of the National Academies of Science* 109(4):1074-1079.



- Green Cranes.** Report on Port Container Terminals Energy Profile (2013). Green technologies and eco-efficient alternatives for cranes and operations at port container terminals. Disponible en: <http://www.greencranes.eu/M2Report.pdf>, [última consulta 30/10/2013].
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).** 2007. Climate Change 2007: The physical science basis. Working group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change fourth assessment report. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press. Available online: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm.
- Grupo Spurrier.** 2013. Análisis semanal (Abril de 2013). [<http://www.ecuadoranalysis.com/en/html/servicios/analisis/index.php>].
- Hargreaves, G. and R. Allen.** 2003. History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 129:53-63.
- Harris, I., P. Jones, T. Osborn and D. Lister.** 2013. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations. In press, *Int. J. Climatol.*, Doi: 10.1002/joc.3711
- Health and Safety Executive (HSE) / Local Authorities Enforcement Liaison Committee (HELA).** 2010. Banana (and other fruits) ripening rooms. Disponible en: <http://lib.store.yahoo.net/lib/catalyticgenerators/hse.pdf>, [última consulta 30/10/2013].
- Hendel, I. & A. Nevo.** 2006. Measuring the implications of sales and consumer inventory behavior. *Econometrica*, 74(6): 1637–1673.
- Hertwich, E., & G. Peters.** 2009. Carbon footprint of nations: A global, trade-linked analysis. *Environmental Science & Technology*, 43(16): 6414-6420.
- Hijmans, R., S. Cameron, J. Parra, P. Jones and A. Jarvis,** 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hoben, J., R. Gehl, N. Millar, P. Grace & G. Robertson.** 2011. Nonlinear nitrous oxide (N₂O) response to nitrogen fertilizer in on-farm corn crops of the US Midwest. *Global Change Biology*, 17(2), 1140-1152.
- Hospido, A., and Laura Roibás.** 2014. “Carbon footprint along the Ecuadorian Banana supply chain: Methodological Improvements and calculation tool”, *Capitula 4 In: Elbehri, A., G. Calberto, C. Staver, A. Hospido, L. Roibas, D. Skully, P. Siles, J. Arguello, I. Sotomayor, and A. Bustamante.* 2014. *Cambio climático y*





sostenibilidad del banano en el Ecuador: Evaluación de impacto y directrices de política. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Rome, Italy.

Human Rights Watch. (2002). Tainted harvest, child labor and obstacles to organizing on Ecuador's banana plantations, New York.

International Monetary Organization (IMO). 2011. Breakthrough in IMO: legally binding agreement to reduce CO₂ emissions from international shipping. Available online: <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Breakthrough-at-MEPC-62.aspx>.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2012. Encuesta de presupuestos familiares. Cantidad total y cantidades medias consumidas de alimentos, bebidas, tabaco, combustibles y otras fuentes de energía. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxiBD/menu.do?divi=EPF&per=01&type=db&his=12>, [última consulta 30/10/2013].

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2011. Encuesta sobre recogida y tratamiento de residuos. Tratamiento de residuos 2011. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t26/e068/p04/a2011/10/&file=01002.px&type=pcaxis&L=0>, [última consulta 30/10/2013].

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate change 2007: The physical science basis. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ed. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

International Energy Agency (IEA). 2010. Chile: Electricity and Heat for 2010. Disponible en: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=CHILE&product=electricityandheat&year=2010>, [última consulta 30/10/2013].

International Energy Agency (IEA). 2010. Ecuador: Electricity and Heat for 2010. Disponible en: <http://www.iea.org/statistics/> [última consulta 30/10/2013].

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. In: Agriculture, Forestry and Other Land Use, Volume 4, chapter 11 (eds E. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe). Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2012. Managing the Risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate



Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press.

Jones, C., & D. Kammen. 2011. Quantifying carbon footprint reduction opportunities for US households and communities. *Environmental science & technology*, 45(9): 4088-4095.

Júnior, J., R. Valadares Júnior, R. Cecílio, W. Moraes, F. Vale, F. Alves y P. Paul. 2008. Worldwide geographical distribution of Black Sigatoka for banana: predictions based on climate change models. *Scientia Agricola* 65: 40–53.

Katz, R. 2002. Sir Gilbert Walker and a connection between El Niño and statistics. *Statistical Science*, 17(1): 97-112.

Kilian, B., C. Jones, L. Pratt and A. Villalobos. 2005. The Value Chain for Organic and Fairtrade Products and its implication on Producer in Latin America, World Food and Agribusiness Case Conference (IAMA) Conference, Chicago.

Kilian, B., J. Hettinga, G. Jiménez, S. Molin, & A. White. 2012. Case study on Dole's carbon-neutral fruits. *Journal of Business Research*, 65(12), 1800-1810.

Kitinoja, L. and A. Kader. 2002. Small-scale post-harvest handling practices: A manual for horticultural crops. Fourth edition. Davis: University of California, Postharvest Horticulture Series 8E, 260 pp.

Knutson, T., J. McBride, J. Chan, K. Emanuel, G. Holland, C. Landsea, I. Held, J. Kossin, A. Srivastava, y M. Sugi. 2010. Tropical cyclones and climate change. *Nature Geoscience*, 3(3): 157-163.

Lange, P., P. Driessen, A. Sauer, B. Bornemann y P. Burger. 2013. Governing Towards Sustainability—Conceptualizing Modes of Governance, *Journal of Environmental Policy and Planning* Volume 15 (3): 403-425.

Lescot, T. 2012. Carbon footprint analysis in banana production. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD). Second conference of the world banana forum. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/WGs_outputs/WG01/Carbon_Footprint_study_on_banana_Final_Oct12.pdf, [última consulta 18/12/2013].

Li, J., S. Xie, E. Cook, M. Morales, D. Christie, N. Johnson, F. Chen, R. D'Arrigo, A. Fowler, X. Gou, y K. Fan. 2013. El Niño modulations over the past seven centuries. *Nature Climate Change*, 3(9): 822-826.





- Luske, B.** 2010. Comprehensive carbon footprint assessment. Dole bananas. Soil and More International. Disponible en: <http://www.dolecrs.com/performance/carbon-footprint-assessment>, [última consulta 30/10/2013].
- Maldonado, C. ed.** 1987. El Banano en el Ecuador: Transnacionales, Modernización y Subdesarrollo [The Banana in Ecuador: Transnationals, Modernization and Underdevelopment] (Quito: Corporación Editora Nacional, 1987), p. 45.
- MARCO TRADE NEWS.** 2010. Ecuadorian banana exports to major consumers decrease but are compensated by sales to EU. (Disponible en: <http://marcotradenews.com/mercados/17369/Ecuadorian-banana-exports-to-major-consumers-decrease-but-are-compensated-by-sales-to-EU>. Consultado el: 14 de diciembre de 2013).
- Martínez, H.** 2011. Estudios proyecto para la creación de un centro de acopio de banano en el municipio de Puli, Cundinamarca, Colombia. Escuela Superior de Administración Pública (ESAP). Facultad de Posgrados. Bogotá D.C. Disponible en: http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/E/estudios_proyecto_para_la_creacion_de_un_centro_de_acopio_de_banano_en_el_municipio_de_puli_cundinamarca/estudios_proyecto_para_la_creacion_de_un_centro_de_acopio_de_banano_en_el_municipio_de_puli_cundinamarca.asp, [última consulta 30/10/2013].
- McKenzie, D. & E. Schargrodsy.** 2011. Buying less but shopping more: the use of nonmarket labor during a crisis. *Economía*, 11(2): 1-35.
- McKinnon, A.** 2008. The potential of economic incentives to reduce CO2 emissions from goods transport, paper prepared for the 1st International Transport Forum on Transport and Energy: The Challenge of Climate Change, Leipzig, 28-30 May. available at: www.internationaltransportforum.org/Topics/Workshops/WS3McKinnon.pdf.
- Ministerio de Agricultura,** Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) . 2012. Barómetro del clima de confianza del sector agroalimentario. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/estrategia-mas-alimento-menos-desperdicio/Monog_Desperdicio_Alimentario_1er_trim_2%C2%BA_trim_y_4%C2%BA_Trim_2012_tcm7-287271.pdf, [última consulta 30/10/2013].
- Ministerio de Salud Pública (ECUADOR).** S. F. El Fenómeno El Niño en el Ecuador. 58 p.
- Montalvo, C.** 2008. La Estructura vertical del mercado bananero para el Ecuador y el carácter limitado de las reformas de comercio internacional. *Revista Tecnológica ESPOL*. 21(1): 165 – 179.



- Mosier, A., J. Syers, & J. Freney (Eds.).** 2004. Agriculture and the nitrogen cycle: assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment. SCOPE – Scientific Committee on the Problem of the Environment. Washington, DC: Island Press.
- Muñoz, G.** 2000. Problemas y retos del sector exportador ecuatoriano ante la proliferación de restricciones comerciales ambientalistas. Tesis Máster Rel. Econ. Int. Quito. Universidad Andina Simón Bolívar. 172 p.
- Muñoz, I., M. Canals, R. Clift, G. Doka.** 2007. Allocation model for human excretion and wastewater treatment in life cycle assessment of food products. CES Working Papers 01/07.
- Nahmias, S.** 2011. Perishable inventory systems. New York, NY: Springer Science + Business Media.
- National Center for Atmospheric Research Staff (Eds)** (NCAR). Last modified 20 Nov 2013. "The Climate Data Guide: Nino SST Indices." Retrieved from <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/iño-sst-indices>.
- Neira, D.** 2010. Ecuador: Estado de situación frente a la agricultura, seguridad alimentaria y gestión de recursos hídricos destinados a la agricultura y el cambio climático. Ecuador. 29 p.
- Noboa, E.** 2014. Gestión del cambio climático en el Ecuador. Taller Nacional de Socialización del Estudio sobre Producción y comercio de banano en el marco del Cambio Climático. Guayaquil – Ecuador, Enero 21-22.
- Notteboom, T. & J-P. Rodrigue.** 2008. Containerisation, box logistics and global supply chains: The integration of ports and liner shipping networks. *Maritime Economics & Logistics*, 10(1): 152-174.
- Notteboom, T. & J-P. Rodrigue.** 2009. The future of containerization: perspectives from maritime and inland freight distribution. *Geojournal*, vol. 74(1): 7-22.
- Paustian, K., B. Babcock, C. Kling, J. Hatfield, R. Lal, B. McCarl, S. McLaughlin, W. Post, A. Mosier, C. Rice, P. Robertson, N. Rosenberg, C. Rosenzweig, W. Schlesinger & D. Zilberman.** 2004. Agricultural mitigation of greenhouse gases: science and policy options. Ames, IA: Council on Agricultural Science and Technology (CAST) Report R 141.
- Peduzzi, P., B. Chatenoux, H. Dao, A. De Bono, C. Herol, J. Kossin, F. Mouto, y O. Nordbeck.** 2012. Global trends in tropical cyclone risk. *Nature Climate Change*, 2(4): 289–294.





- Perez V., M. Mauri, M. Hernandez, A. Abreu, G. Porra.** 2006. Relaciones entre los factores climáticos y la velocidad de evolución de la sigatoka negra en bananos y plátanos. Memorias de XVII Reunión Internacional de ARCORBAT, Vol. 2. P. 702-709.
- Perrier, X. and H. Tezenas du Montcel.** Musaid: a computerized determination system. p.76-91. In: Jarret, R.L. (ed.), Identification of Genetic Diversity in the Genus Musa, Actas de una taller internacional celebrado a Los Baños, Filipinas, 5-10 septiembre 1988. International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), France.
- Pillay, M., G. Ude y C. Kole.** (eds.) 2012. Genetics, genomics and breeding of bananas. Enfield, NH: Science Publishers / CRS Press.
- Pindyck, R.** 2011. Fat tails, thin tails, and climate change policy. Review of Environmental Economics and Policy, 5(2): 258–27.
- Pindyck, R.** 2013. Climate change policy: what do the models tell us? NBER Working Paper No. 19244. Also forthcoming in Journal of Economic Literature, 51(3): 860-72.
- Ploetz, R., J. Thomas y W. Slabaugh.** 2003. Diseases of banana and plantain. In R. Ploetz, ed. Diseases of tropical fruit crops, pp. 73–134. Wallingford, UK: CAB International Publishing.
- PROECUADOR.** 2013. Análisis del Sector del Banano. Informe de la Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, Ecuador.
- Province of British Columbia,** Ministry of Finance. 2013. Carbon tax review, and carbon tax overview. Online: http://www.fin.gov.bc.ca/tbs/tp/climate/carbon_tax.htm.
- Provost, L.,** 2007. Case Study On Banana Production In The Commonwealth Of Dominica, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.
- Psaraftis, H. & C. Kontovas.** 2013. Speed models for energy-efficient maritime transportation: A taxonomy and survey. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 26, 331-351.
- Rabatel, A., B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, B. Cáceres, J. Ceballo, R. Basantes, M. Vuille, J. Sicart, C. Huggel, M. Schee, Y. Lejeune, Y. Arnau, M. Colle, T. Condom, G. Consoli, T. Favier, V. Jomelli, R. Galarraga, P. Ginot, L. Maisinch, J. Mendoz, J. Ménégos, E. Ramirez, P. Ribstein, W. Suare, M. Villacis y P. Wagnon.** 2013. Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. The Cryosphere, 7(1), 81-102.



- Rabobank.** 2001. Fruit Traders in Trouble, Industry Note, issue 002-2001, Utrecht, Países Bajos.
- Ramirez, J., A. Jarvis, I. Van den Bergh, C. Stave, y D. Turner.** 2011. Changing climates: Effects on growing conditions for banana and plantain (*Musa spp.*) and possible responses. In S. Yadav, B. Redden, J.L. Hattfield y H. Lotze-Campen (eds.), *Crop adaptation to climate change*, pp. 426-438. Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Ramírez, J., A. Jarvis.** 2008. High Resolution Statistically Downscaled Future Climate Surfaces. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFA) del GICIAI. Cali, Colombia.
- Red Eléctrica de España (REE).** 2012. El Sistema eléctrico español (año 2011). Disponible en: http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/inf_sis_elec_ree_2011_v3.pdf, [última consulta 18/11/2013].
- Ribaudó, M., J. Delgado, L. Hansen, M. Livingston, R. Mosheim, & J. Williamson.** 2011. Nitrogen In Agricultural Systems: Implications For Conservation Policy. Washington DC: U.S. Dept. of Agriculture, Economic Research Service.
- Robinson, J., y V. Gálan Saúco.** 2010. Plátanos y bananas. 2º edición. Wallingford UK: CAB International.
- Robinson, P.** 2010. Do voluntary labour initiatives make a difference for the conditions of workers in global supply chains? *Journal of Industrial Relations* Volume 52(5): 561-573.
- Rodrigue, J-P., C. Comtois & B. Slack.** 2013. The geography of transportation systems. Abingdon, UK: Routledge. Also available: <http://people.hofstra.edu/geotrans/index.html>.
- Rodriguez-Garcia, G., A.Hospido, D. Bagley, M. Moreira and G. Feijoo.** 2012. A methodology to estimate greenhouse gases emissions in Life Cycle Inventories of wastewater treatment plants. *Environmental Impact Assessment Review* 37:37-46.
- Roquigny, S., I. Vagneron.** 2008. Making the rich richer? Value distribution in the conventional, organic and fair trade banana chains of the Dominican Republic, Communication n°68, présentée aux 2èmes journées de recherches en sciences sociales, (Institut national de la Recherche Agronomique INRA-SFER-CIRAD).
- Siles, P., P. Vaast, E. Dreyer and J. Harmand.** 2010. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss in a coffee (*Coffea arabica* L.) monoculture compared to an agroforestry system with *Inga densiflora*. *Journal of Hydrology*.





- Silva**, E. and F. Bezerra. 2009. Evapotranspiration and crop coefficients of banana at the Vale of Curu, CE, Brazil. *Revista Ciencia Agronomica*. 40:203-210.
- Simmonds**, N. and K. Shepherd. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 55:302-312.
- Smith**, M. 1992. CROPWAT: A computer program for irrigation planning and management. FAO.
- Solow**, A. y L. Moore. 2002. Testing for Trend in North Atlantic Hurricane Activity, 1900–98. *Journal of Climate*, 15: 3111–3114.
- Sopisco News**, Outlook on the banana and reefer market; various weekly issues: 2010-2013; Nova Media Publishing Inc., Panamá.
- Spielmann** M., R. Dones y C. Bauer. 2007. Life Cycle Inventories of Transport Services. Final report ecoinvent v2.0 No. 14. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH. Svanes, E. (2012). KLIMAT – a Norwegian research project. Report from the banana case study. OR.07.12. Østfoldforskning 2012. ISBN: 978-82-7520-664-8.
- Stover**, R. and N. Simmonds. 1987. Bananas. 3rd Ed. Longman Scientific and Technical, Essex, Reino Unido, p. 468.
- Svanes**, E. 2012. KLIMAT – a Norwegian research project. Report from the banana case study. OR.07.12. Østfoldforskning 2012. ISBN: 978-82-7520-664-8.
- Svanes**, E., y A. Aronsson. 2013. Carbon footprint of a Cavendish banana supply chain. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18:1450–1464.
- Tassou**, S., Y. Ge, A. Hadway y J. Evans. 2008. Energy Consumption and Conservation in Food Retailing. Disponible en: <http://www.frperc.bris.ac.uk/defraenergy/docs/retl-retailrefrigeration.pdf>, [última consulta 18/11/2013].
- Terminal Puerto Arica**, S. 2011. Reporte de Gases Efecto Invernadero. Disponible en: <http://www.tpa.cl/>, [última consulta 18/11].
- Thomas**, D., D. Turner and D. Eamus. 1998. Independent effects of the environment on the leaf gas exchange of three banana (*Musa* sp.) cultivars of different genomic constitution. *Scientia Horticulturae*. 75:41-57.
- Trajkovic**, S. 2007. Hargreaves versus Penman-Monteith under humid conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 133:38-42.
- Tukker**, A and B. Jansen. 2006. Environmental Impacts of Products: A Detailed Review of Studies. *Journal of Industrial Ecology*, 10(3):159-182.



- Turner**, D. and E. Lahav 1983. The Growth of Banana Plants in Relation to Temperature. *Functional Plant Biology*. 10:43-53.
- U.S. House of Representatives**, Committee on Energy & Commerce (Democrats). (2013), Waxman, Whitehouse, Blumenauer, and Schatz release carbon price discussion draft. (Mar 12, 2013). Online: <http://democrats.energycommerce.house.gov/index.php?q=news/waxman-whitehouse-blumenauer-and-schatz-release-carbon-price-discussion-draft>.
- Umpierrez**, O. Análisis de impactos hidrológicos de “El Niño” – Compilación, estudios e investigación. S.l. 31 p.
- Van den Bergh**, I., E. Amorim y V. Johnson (eds.). 2013. International ISHS-ProMusa symposium on bananas and plantains: towards sustainable global production and improved use 986. Leuven, BE: International Society for Horticultural Science.
- Van den Bergh**, I., J. Ramirez, C. Staver, D. Turner, A. Jarvis y D. Brown. 2010. Climate change in the subtropics: the impacts of projected averages and variability on banana productivity. In, XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 928 (pp. 89-99).
- van Groenigen** J., G. Velthof, O. Oenema, K. van Groenigen & C. van Kessel. 2010. Towards an agronomic assessment of N₂O emissions: A case study for arable crops. *European Journal of Soil Science*, 61:903–913.
- Vanzetti**, D., S. Fernandez de Cordoba and V. Chau. 2005. Banana Split. How EU Policies.
- Vargas** V. 2002. Manejo integrado de plagas del plátano y el banano; En. Memorias de la XV Reunión de ACORBAT de 2002; Cartagena de Indias, Colombia.
- Veldkamp**, E., & M. Keller. 1997. Nitrogen oxide emissions from a banana plantation in the humid tropics. *J Geophysical Research*, 102 (D13): 15889-15898.
- Venterea**, R., A. Halvorson, N. Kitche, M. Liebig, M. Cavigelli, S. Grosso, P. Motavalli, K. Nelson, K. Spokas, B. Singh, C. Stewart, A. Ranaivoson, J. Strock & H. Collins. 2012. Challenges and opportunities for mitigating nitrous oxide emissions from fertilized cropping systems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(10), 562-570.
- Vorley**, B. 2003. Food, Inc. - Corporate concentration from farm to consumer. London: UK.



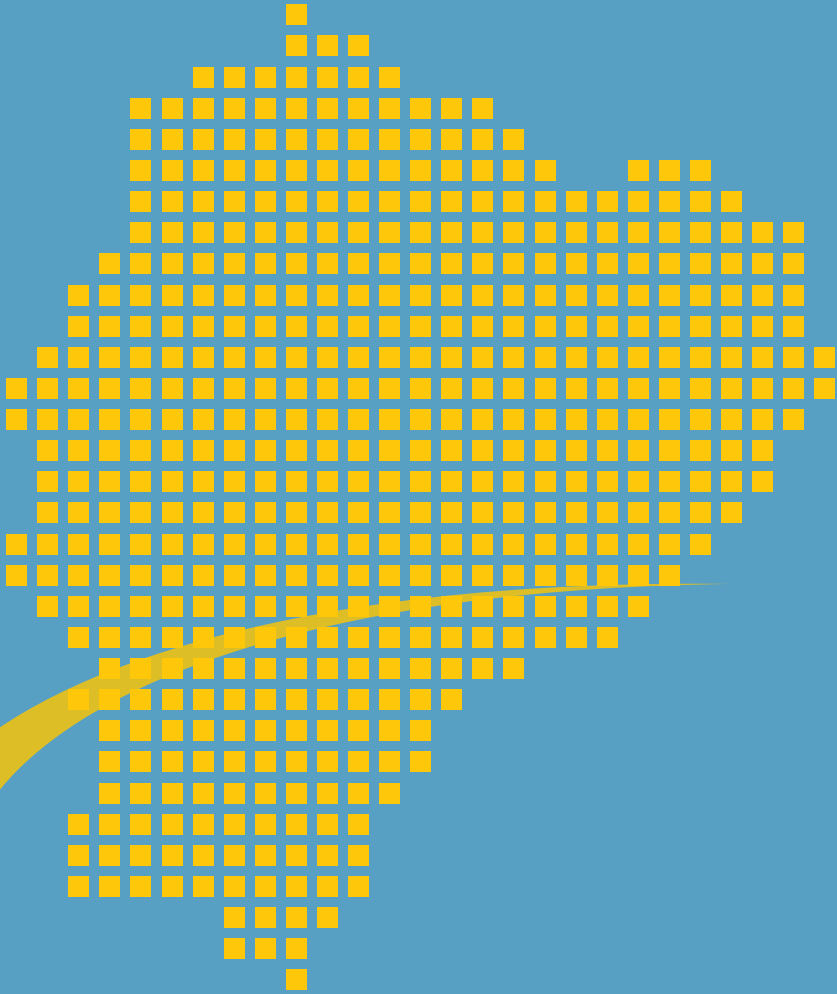


Weber, C. & H. Matthews. 2008. Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. Environment.

Wilson, J. and T. Otsuki. 2004. "To spray or not to spray: pesticides, banana exports, and food safety", Food Policy 29 (2004), pags.131-146.

Wunder, S. 2001. Ecuador goes bananas: incremental technological change and forest loss. In A. Angelsen y D. Kaimowitz, eds. Agricultural technologies and tropical deforestation, pp. 167-194. Wallingford.

WW2010. 2010. El Niño. Department of Atmospheric Science. University of Illinois. (Disponible en: [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/el/def.xml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/el/def.xml). Consultado el: 14 de diciembre de 2013).



ISBN 978-92-5-308952-9



9 7 8 9 2 5 3 0 8 9 5 2 9
I5116S/1/10.15

I5116S/1/10.15