

Escenario futuro de cobertura de palma africana en el Ecuador para evaluar su impacto en la calidad del aire de Quito

René Parra^{1*} y María José Ayala²

¹Universidad San Francisco de Quito - Instituto de Investigaciones Atmosféricas - Colegio de Ciencias e Ingeniería, Diego de Robles S/N, Cumbayá

²Imperial College London - Centre for Environmental Policy

*Autor principal/Corresponding author, e-mail: rparra@usfq.edu.ec

Editado por/Edited by:

Recibido/Received: 10/10/2013. Aceptado/Accepted: 14/11/2013.

Publicado en línea/Published on Web: 09/12/2013. Impreso/Printed: 09/12/2013.

Abstract

Growing oil palm trees (*Elaeis guineensis*) has increased significantly in different parts of the world. This increase is attributed to the demand of palm oil to produce several fuel products, out of which biodiesel is of special importance. In Ecuador, until year 2012 there were 240 333 ha of soil committed to growing this crop. The location of such area is the North of the coastal region of Ecuador, to the West of the *Metropolitan District of Quito (DMQ)*. Among the environmental impacts that have been documented from this crop, some are related to air pollution. Oil palm trees present a high isoprene emission factor ($172.1 \mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$), a highly reactive compound that participates in the generation of ozone. According to a preliminary assessment, the isoprene emissions of oil palm trees could increase the ozone levels in Quito. The latest information indicates that there is no presence of such crop within the DMQ. The expectation is that by 2020 the demand of palm tree crops will double compared to the current demand. Hence, there is a real need to revisit the environmental impact assessment of this crop. To this end, we propose a future crop coverage scenario of oil palm trees. The scenario takes into account the current crop land distribution as well as the climatic and morphological conditions of the land. Although with uncertainties, the proposed scenario indicates that there are physical conditions for crop propagation inbound DMQ, to the Northwest. Such fact has the potential to increase ozone emissions close to Quito. The study of this proposed scenario will allow improving the assessment of the impact of palm tree emissions in Quito's air quality.

Keywords. isoprene, emissions, ozone, chemical transport model

Resumen

El cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) ha crecido significativamente en diferentes partes del mundo. Este aumento se atribuye a la demanda de aceite de palma para la producción de diversos derivados; y especialmente de biodiesel. En el Ecuador, al año 2012 se contabilizaron 240 333 ha destinadas a este cultivo, localizadas principalmente al norte de la Costa; al oeste del *Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)*. Entre los impactos ambientales que se han documentado de este cultivo, se presentan algunos relacionados con la contaminación del aire. La palma africana presenta un factor de emisión alto de isopreno ($172.1 \mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$), compuesto altamente reactivo que participa en la generación de ozono. De acuerdo a una evaluación preliminar, estas emisiones de isopreno podrían incrementar los niveles de ozono en Quito. Se espera que se duplique la demanda de palma africana hacia el año 2020, y por ello tiene gran interés mejorar la evaluación del impacto de este cultivo. Con este propósito, se plantea un escenario futuro de cobertura de palma africana, en base a la actual distribución del cultivo y de las condiciones climáticas y agromorfológicas. Aunque no se puede establecer con absoluta certeza como se extenderá el cultivo, el escenario obtenido indica que hay las condiciones físicas para que el mismo se extienda hasta el DMQ, hacia el noroeste, produciendo emisiones más cercanas a Quito. Este escenario permitirá mejorar la evaluación de la influencia de las emisiones de la palma africana en la calidad del aire de Quito.

Palabras Clave. isopreno, emisiones, ozono, modelo de transporte químico.

Introducción

En los últimos años el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) ha crecido significativamente en diferentes partes del mundo; especialmente en zonas ecuatoriales o intertropicales de África, Asia y América del Sur. La producción mundial del año 2012 fue de 50.17 Mt; de las cuales, el 47.2 % y el 37.2 % corresponden a Indonesia y Tailandia, respectivamente [1]. Al Ecuador le corresponde una producción de 0.29 Mt, que representa solamente el 0.6 % del total mundial.

El crecimiento del cultivo se atribuye a la demanda de aceite de palma para la producción de alimentos y otros derivados; y especialmente de biodiesel; bajo la perspectiva que el aceite de palma africana es un insumo ambientalmente amigable [2].

En el Ecuador, al año 2000 se registraron 162 202 ha sembradas con esta especie. Para el año 2012 la cobertura creció a 240 333 ha [3], con un crecimiento del 48.2 %. La producción se localiza principalmente al norte de la Costa, en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y Pichincha; al oeste del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

Se han documentado diversos efectos de este cultivo, como el impacto en la pérdida de biodiversidad, al reemplazar zonas de bosque primario y de alto valor ecológico [4, 5]; efectos en la población de macroinvertebrados en cuerpos de agua dulce [6], o potenciales impactos de sus emisiones en la calidad del aire [2, 7].

A la palma africana se le asigna un factor de emisión de isopreno (C_5H_8 , 2-metil-1,3-butadieno), de $172.1 \mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ [8], uno de los más altos, en comparación con otras especies [9]. El isopreno es un compuesto orgánico volátil muy reactivo que participa en la formación de ozono troposférico, un contaminante secundario del aire.

El incremento de ozono en la troposfera se produce por las reacciones fotoquímicas de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y de los compuestos orgánicos volátiles, cuando hay la incidencia de la radiación solar. Si se produce un aumento de las emisiones de estos precursores, se puede incrementar la formación de ozono en las capas bajas de la atmósfera.

Una estimación preliminar del impacto en la calidad del aire de las emisiones de isopreno al oeste del DMQ, indica que a futuro pueden haber incrementos en las concentraciones octohorarias de ozono de hasta $6.5 \mu\text{g m}^{-3}$, en la zona urbana de Quito [10]. Esta evaluación se realizó en base de un mapa de cobertura del suelo del año 2003; mediante ejercicios de simulación numérica de la calidad del aire, aplicando un modelo de transporte químico de última generación, con un dominio cuadrado de 110 km de lado, en cuyo centro se localiza la ciudad de Quito. La zona izquierda de este dominio incluyó una parte de la zona con cultivos de palma africana. La evaluación se desarrolló en base a las primeras estimaciones de las emisiones de la vegetación, del tráfico

vehicular, industrias, centrales térmicas y otras fuentes, en el DMQ.

Se prevé que la demanda global de palma africana se duplicará para el año 2020 [11]. Por ello es importante mejorar la evaluación de la influencia de sus emisiones. Uno de los elementos relevantes para un nuevo análisis consiste en conocer el actual y futuro comportamiento del cultivo.

Se analiza la información disponible sobre la cobertura de palma africana en el Ecuador y se establece un escenario futuro de su expansión, considerando sus requerimientos climatológicos y agromorfológicos.

Método

Se procesó el mapa de la cobertura de uso del suelo, publicado en noviembre de 2011 por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Se procesaron adicionalmente los mapas de textura de suelo, de la precipitación y temperatura medias del Ecuador, que proporciona la misma institución [12]. Los mapas de temperatura y precipitación corresponden a promedios anuales de una serie de 25 años. Por la extensión de la cobertura de la palma africana y su comparación con los datos estadísticos de superficie sembrada, se deduce que el mapa de usos del suelo corresponde a información del periodo 2008 - 2010.

La mayor extensión de cultivo se presenta al norte de la costa ecuatoriana (Figura 1). Se diferencian zonas con un 100 % de presencia de palma africana, y zonas con porcentajes entre 30 y 70 %, que se complementan con otras especies o usos. La línea azul de la parte derecha de la Figura 1 indica el límite del DMQ. De acuerdo a este mapa, no hay cultivos de palma africana dentro del DMQ, aunque su presencia es próxima por el oeste, noroeste y norte.

La Figura 1 indica además la región rectangular para el nuevo cálculo de las emisiones y desarrollo de ejercicios simulación de la calidad del aire. Esta zona corresponde a la región del país con la mayor presencia de palma africana en el Ecuador.

La palma africana requiere de ciertos requisitos de clima y agromorfológicos para un adecuado crecimiento y rendimiento. La temperatura es un factor físico determinante, y se considera que el rango óptimo varía entre 24 y 30 °C. El cultivo además requiere de una cantidad importante de lluvia, con un rango recomendable entre 1780 y 2280 mm año⁻¹[13], distribuidos de manera regular durante todo el año. Para su crecimiento óptimo se requiere además, entre 1400 y 1600 h año⁻¹ de radiación solar y una humedad relativa superior de 85 % [14]. El suelo debe permitir un drenaje adecuado y un contenido suficiente de materia orgánica.

Las Figuras 2, 3, 4 y 5 indican que la palma africana se está cultivando en zonas con suelo de textura media o moderadamente gruesa, con temperaturas medias entre

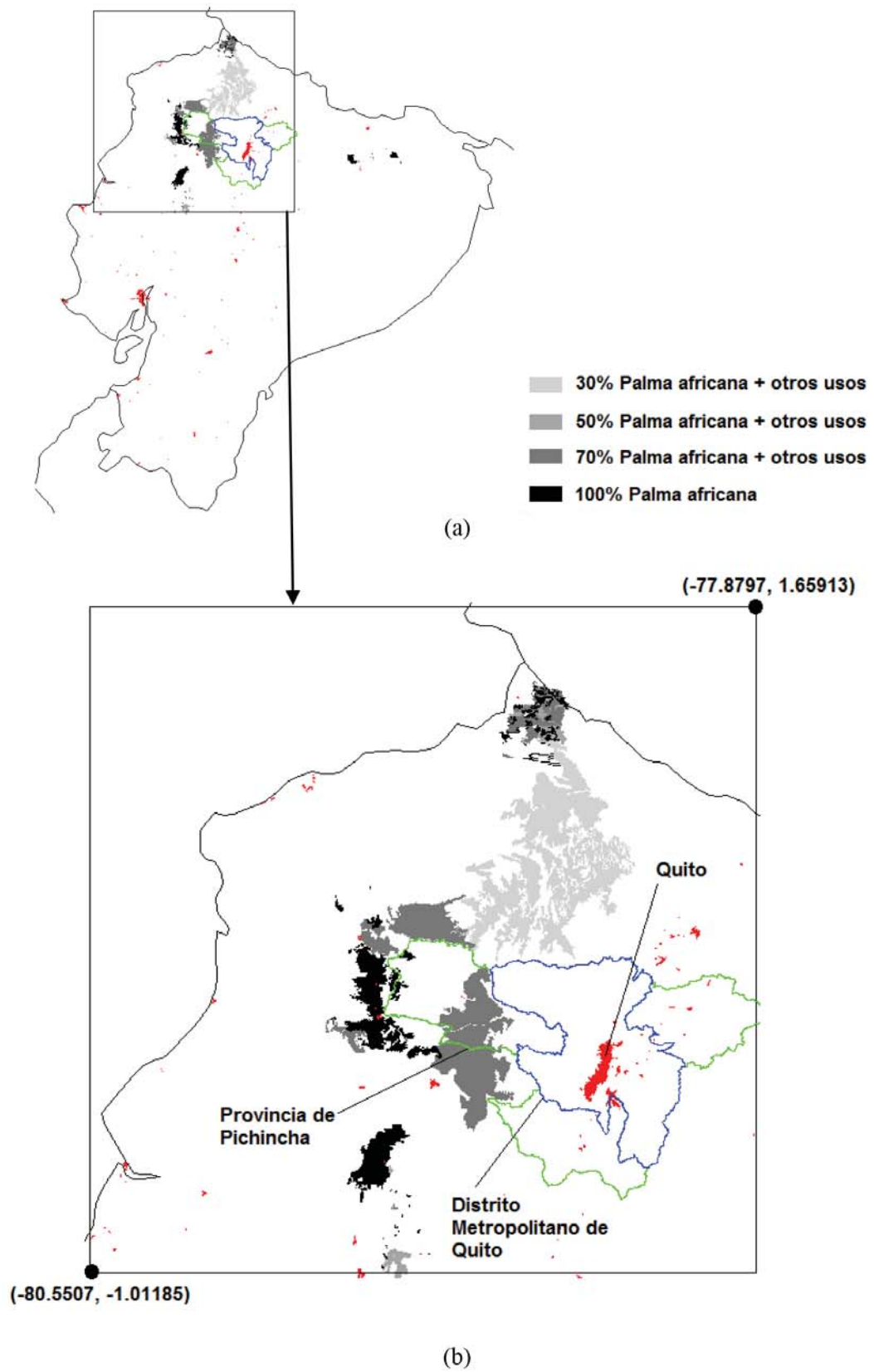
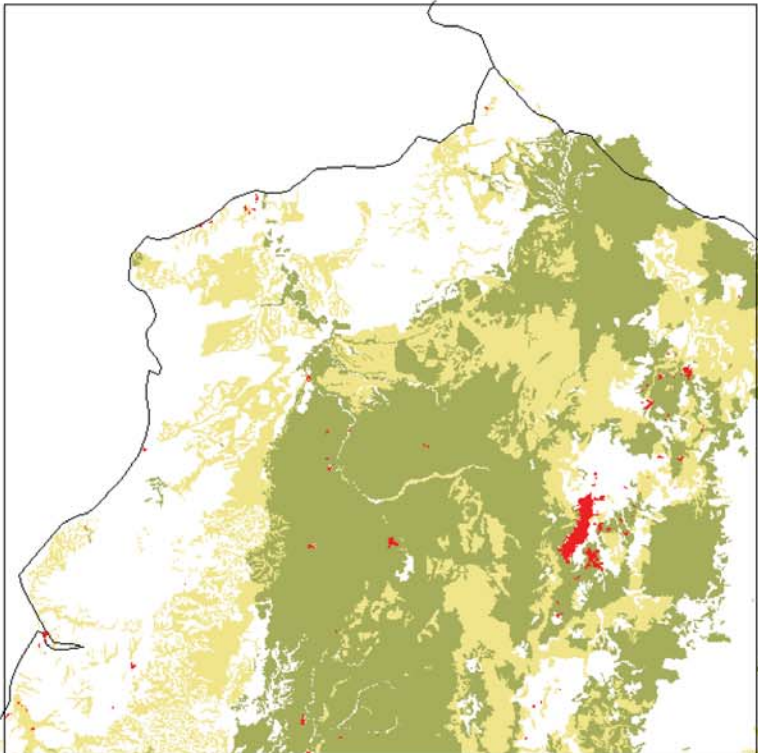
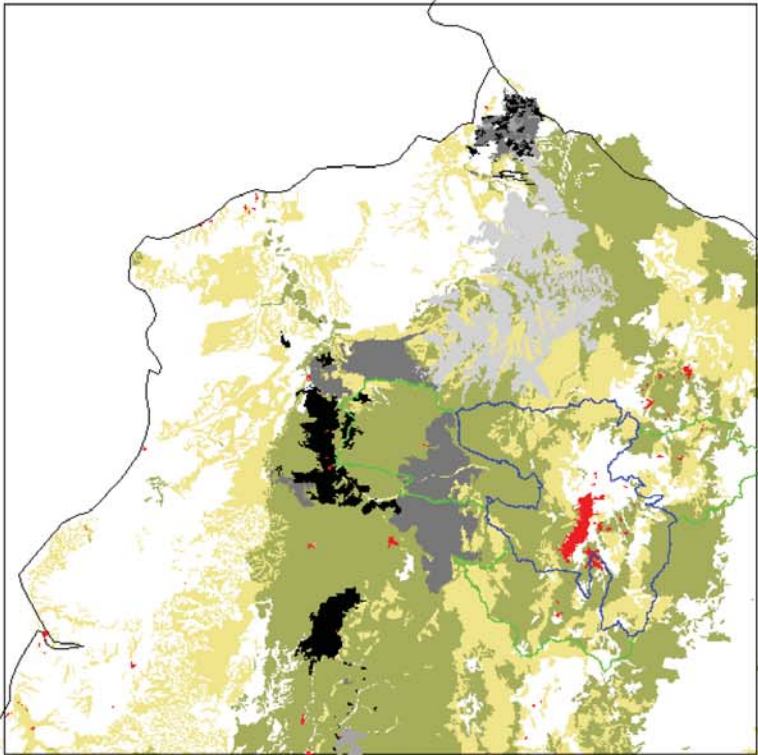


Figura 1: (a) cobertura del cultivo de palma africana en el Ecuador, (b) detalle de la zona de cultivo junto al Distrito Metropolitano de Quito.



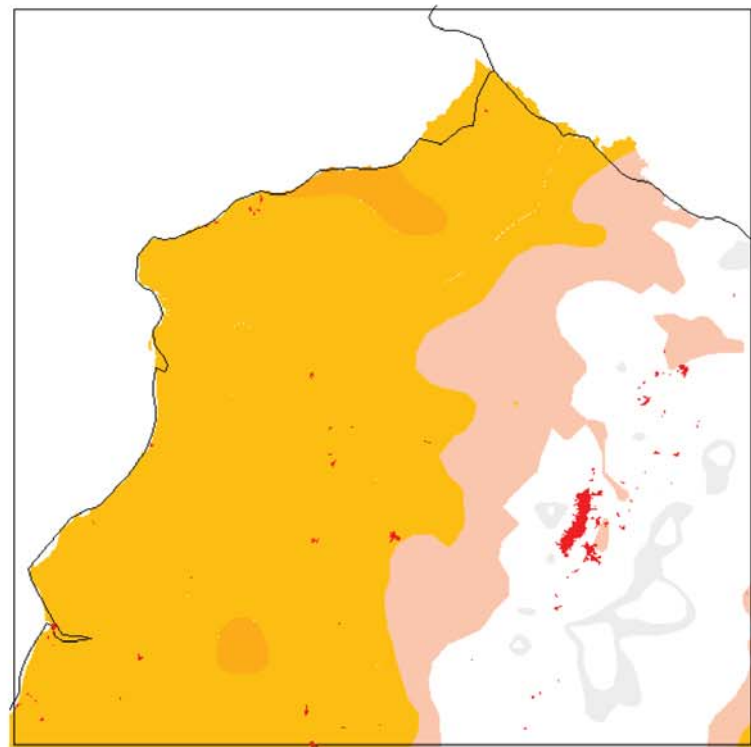
(a)



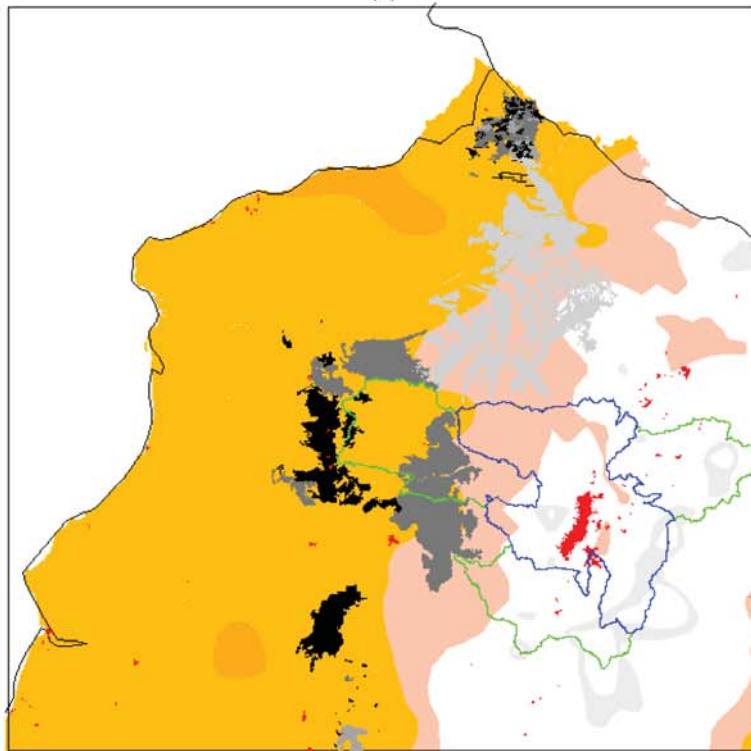
(b)

Media
Moderadamente gruesa

Figura 2: (a) textura del suelo, (b) textura de suelo + cobertura de palma africana.



(a)



(b)

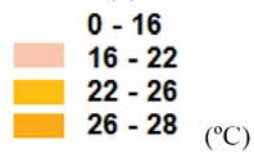


Figura 3: (a) temperatura media, (b) temperatura media + cobertura de palma africana.

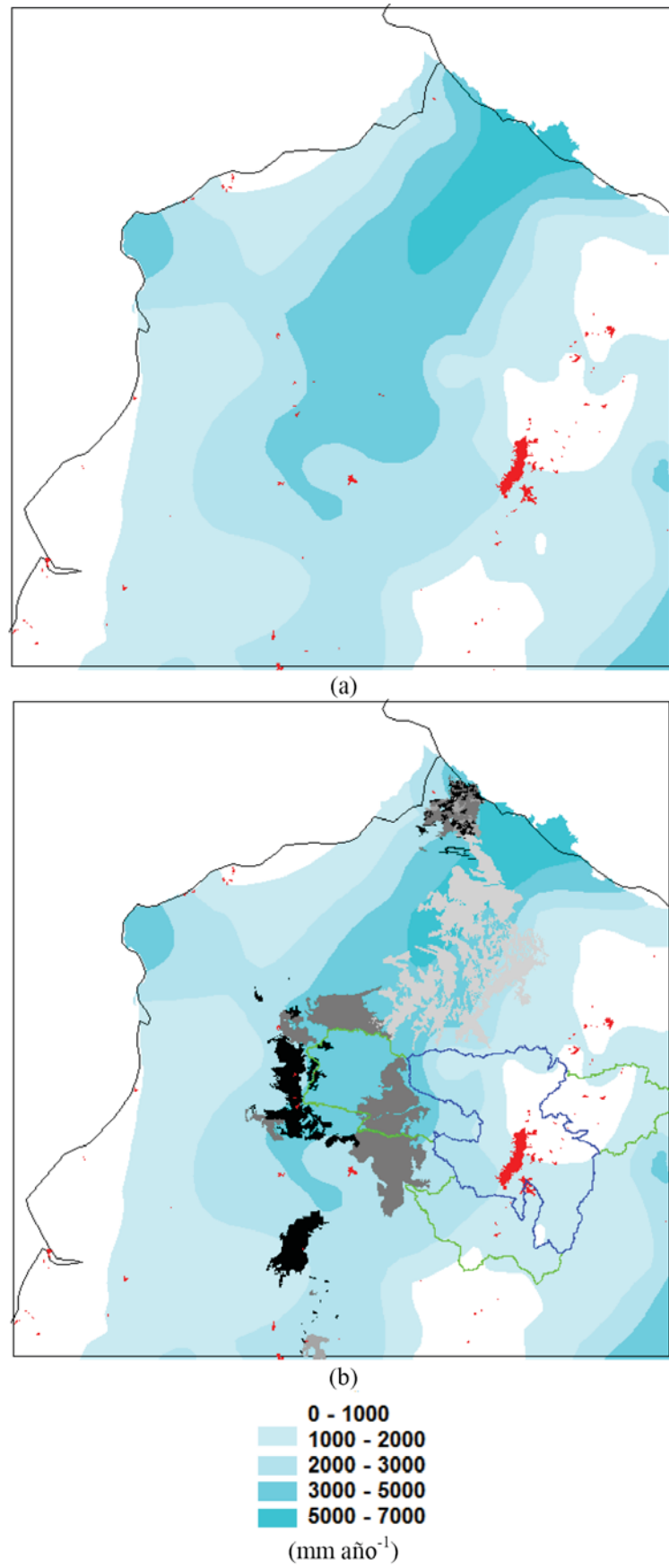


Figura 4: (a) precipitación media, (b) precipitación media + cobertura de palma africana.

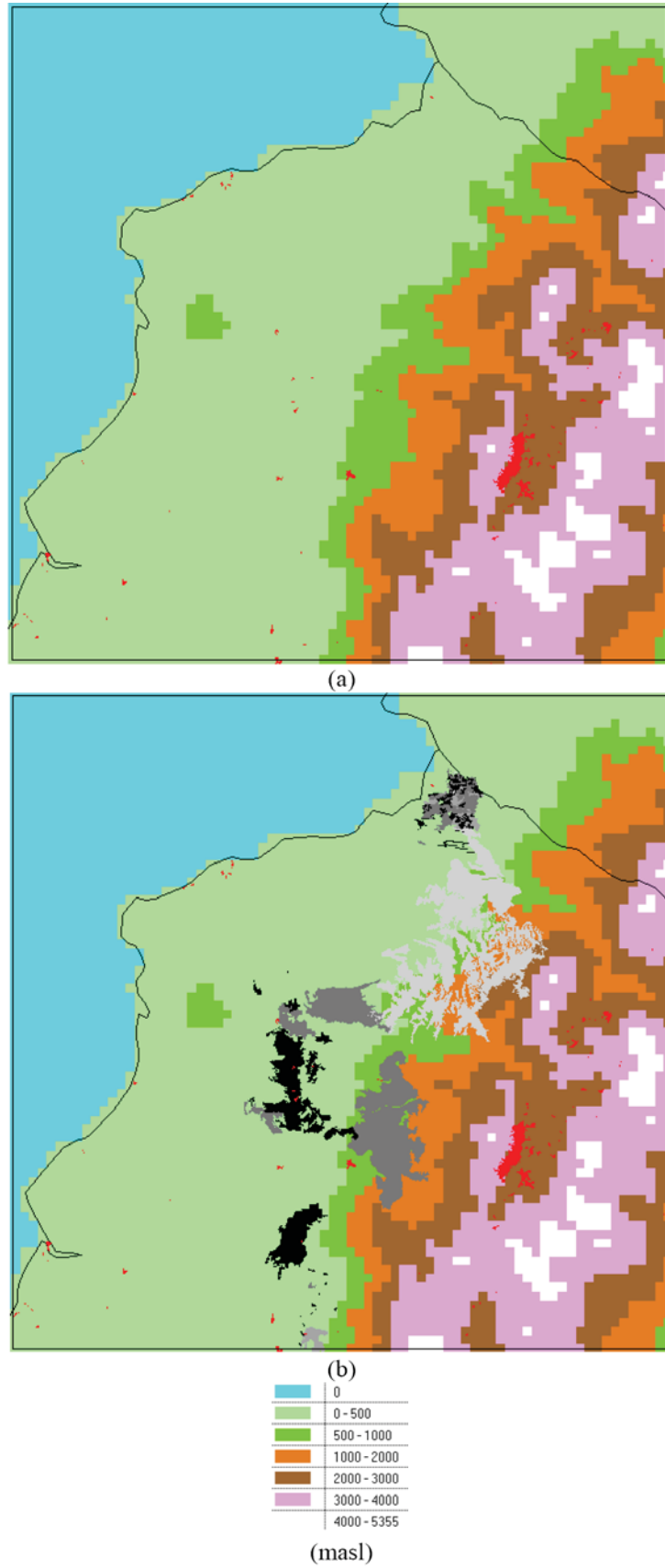


Figura 5: (a) topografía, (b) topografía + cobertura de palma africana.

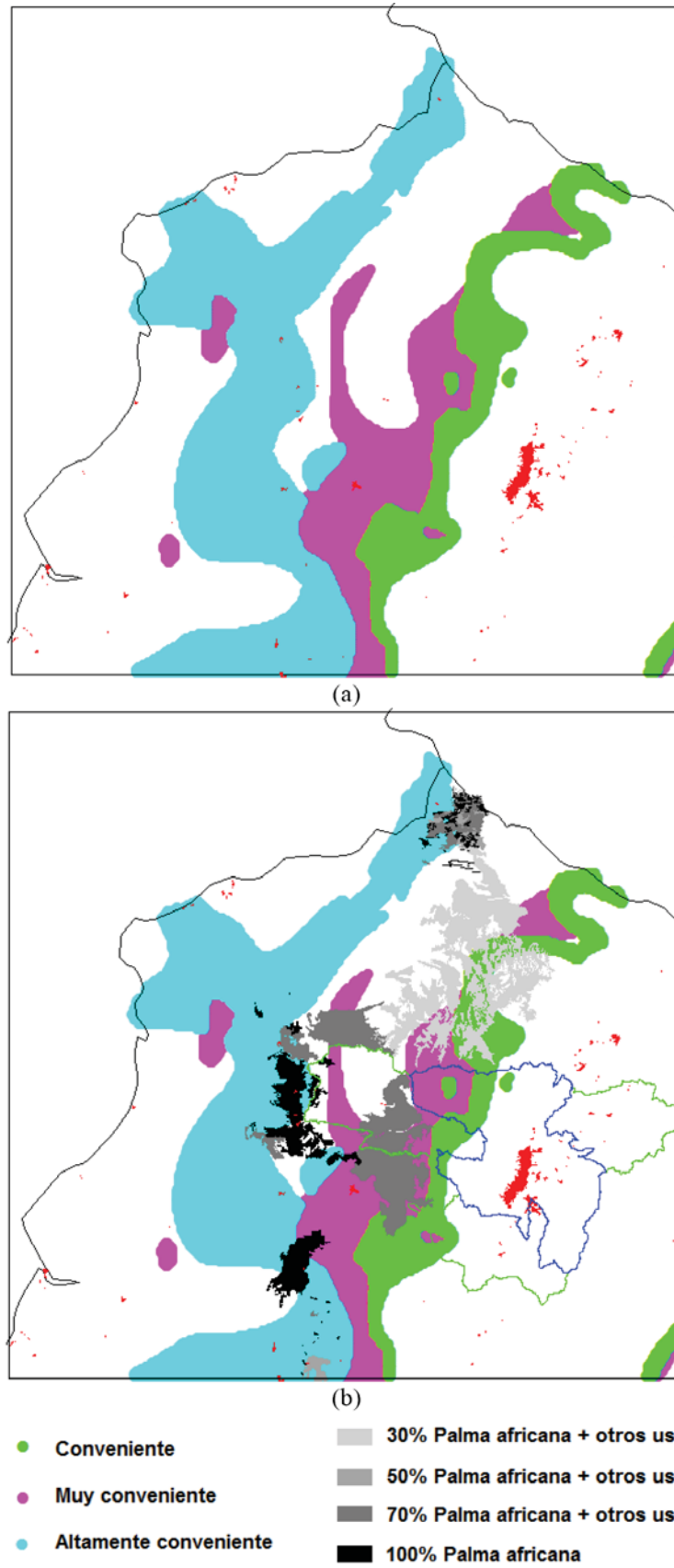


Figura 6: (a) potencialidad de cultivo, (b) potencialidad de cultivo + cobertura de palma africana.

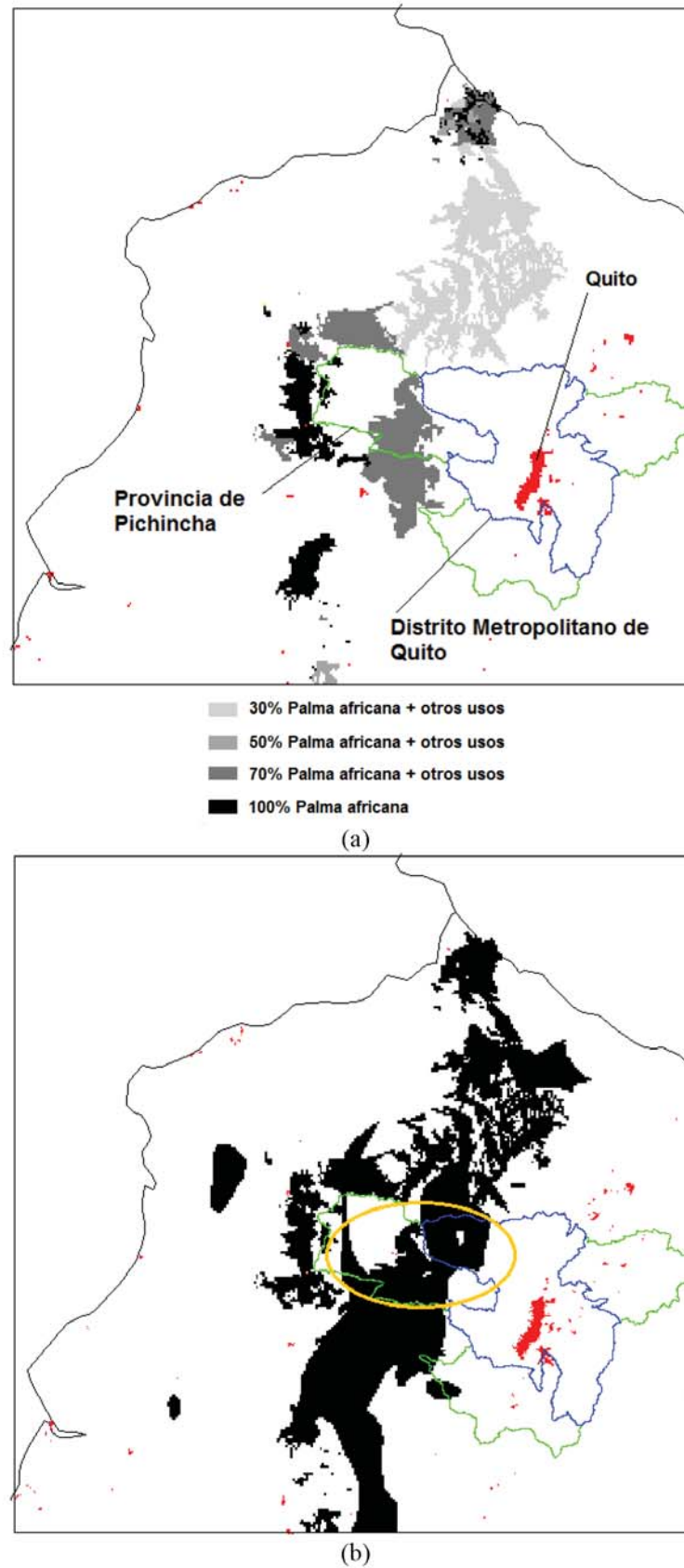


Figura 7: (a) cobertura 2008-2010, (b) cobertura futura de palma africana. La elipse naranja indica la potencial extensión del cultivo al noroeste del DMQ y al este de la Provincia de Pichincha.

Condición	Temperatura (°C)	Lluvia (mm año ⁻¹)
Conveniente	17 - 20	1000 - 5000
Muy conveniente	20 - 23	1500 - 4000
Altamente conveniente	24 - 26	1750 - 3000

Tabla 1: Condiciones climáticas para el cultivo de palma africana.

16 y 28 °C, con niveles de lluvia entre 1000 y 5000 mm año⁻¹; y con cotas de hasta 3000 msnm (al norte del DMQ).

Corley and Tinker (2003) [14] diferencian las condiciones de conveniencia para el cultivo, en función de las condiciones climáticas. La Tabla 1 indica las condiciones, establecidas en base a la información que proponen estos autores.

La Figura 6 indica la composición del territorio, en función de las condiciones de la Tabla 1. Se observa que los cultivos con 100 % de palma africana se han desarrollado principalmente en zonas altamente convenientes (color celeste). Los cultivos con 70 % se presentan en zonas muy convenientes (color púrpura). Los cultivos con 30 % de palma africana se han desarrollado en parte, en zonas convenientes (color verde).

Escenario Futuro

Es de gran interés evaluar el impacto potencial de las emisiones de la palma africana en las zonas más cercanas al DMQ. Por ello se plantea un escenario con crecimiento en las zonas clasificadas como “conveniente” y “muy conveniente”; que están próximas a la zona urbana de Quito.

Asumiendo que las zonas con presencia del 30 al 70 % de palma africana; a futuro van a incrementar al 100 %; y que el cultivo se extenderá por las zonas clasificadas como “conveniente” y “muy conveniente”; se obtiene la cobertura de la Figura 7.

El crecimiento del cultivo al noroeste de la Provincia de Pichincha y del DMQ, se podría presentar en zonas con cotas de hasta 2800 msnm, escenario posible, si se considera se han identificado actualmente zonas con cotas de hasta 3000 msnm con presencia de palma africana.

Discusión

No se puede establecer con absoluta certeza como se extenderá el cultivo de palma africana. El crecimiento se presentará como resultado de varios condicionantes, entre los que se destacan las características climáticas, la topografía, las medidas que se puedan implementar para la mejora de la productividad en la actual zona de cultivo, de la decisión de los propietarios del suelo, de la demanda y el precio del aceite de palma, la rentabilidad de otros productos alternativos, de la conveniencia de otros usos o servicios del territorio; así como de las políticas energéticas y de regulación, tanto a nivel municipal o estatal.

El escenario futuro que se plantea es coherente, y obedece a elementos clave que serán relevantes en el crecimiento del cultivo. Este escenario, con otros insumos de información relacionados especialmente con el inventario de emisiones de la Provincia de Pichincha y del DMQ, permitirá realizar una evaluación de mayor certidumbre sobre la potencial influencia del crecimiento de las emisiones de isopreno provenientes de la palma africana, en los niveles de ozono y en la calidad del aire de Quito.

De ser el caso, los resultados de la nueva evaluación sugerirían la necesidad de adoptar de medidas tempranas para controlar la calidad del aire en Quito.

Agradecimientos

A María del Carmen Cazorla, por sus comentarios y revisión del texto en inglés.

Referencias

- [1] FAO. 2013. “FAOSAT”. *Online Statistical Service* (<http://faostat3.fao.org/>, consultado en septiembre de 2013). *United Nations Food and Agriculture Organization, Rome*.
- [2] Hewitt, C. 2009. “Nitrogen management is essential to prevent tropical oil palm plantations from causing ground-level ozone pollution”. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106: 18447 – 18451.
- [3] MAGAP - SINAGAP. 2013. “Sistema de Información”. (<http://agricultura.gob.ec/sinagap/>, consultado en septiembre de 2013). *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, Quito*.
- [4] Koh, L.; Wilcove, D. 2008. “Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity?”. *Conservation Letters*, 1(2):60 – 64.
- [5] Wilcove, D.; Koh, L. 2010. “Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture”. *Biodivers. Conserv.*, 19:999 – 1007.
- [6] Mercer, E.; Mercer, T.; Sayok, A. 2013. “Effects of forest conversions to oil palm plantations on freshwater macroinvertebrates: a case study from Sarawak, Malaysia”. *Journal of Land Use Science*. DOI:10.1080/1747423X.2013.786149.
- [7] Hewitt, C. 2013. “Ground-level ozone influenced by circadian control of isoprene emissions”. *Nature geoscience*, 4:671 – 674.
- [8] Kesselmeier, J.; Staudt, M. 1999. “Biogenic volatile organic compounds (voc): an overview on emission, physiology and ecology”. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 33:23 – 88.

- [9] Lancaster University. 2013. "Biosphere-atmospheric interactions and atmospheric chemistry research group, Emission database". (<http://www.es.lancs.ac.uk/cnhgropu/hope.htm>, consultado en septiembre de 2013).
- [10] Parra, R. 2008. "Contribution of oil palm isoprene emissions to tropospheric ozone levels in the Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador)". *Air Pollution XVI. WIT Press*: 95 – 104.
- [11] UNEP. 2013. "Oil palm plantations: threats and opportunities for tropical ecosystems". *UNEP Global Environmental Alert Service (GEAS)* (www.unep.org/geas/, consultado en septiembre de 2013). *United Nations Environment Programme*.
- [12] MAGAP. 2013. "Catálogo de datos (Metadatos)". (geportal.magap.gob.ec, consultado en septiembre de 2013). *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Quito*.
- [13] FAO. 2013. "Biofuels and the sustainability challenge: A global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks". *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome - Italy*: 174.
- [14] Corley, R.; Tinker, P. 2003. "The Oil Palm". *4th Ed. Oxford Blackwell Publishing*: 284.