

¿Los agricultores ricos implementan mejores prácticas agrícolas? Una evaluación de la implementación de buenas prácticas agrícolas entre diferentes tipos de pequeños productores independientes de palma de aceite en Riau, Indonesia*

Do Wealthy Farmers Implement Better Agricultural Practices? An Assessment of implementation of Good Agricultural Practices among Different Types of Independent Oil Palm Smallholders in Riau, Indonesia

CITACIÓN: Jelsman, I., Woittiez, L. S., Ollivier, J. & Arya Hadi Dharmawan. (2019) ¿Los agricultores ricos implementan mejores prácticas agrícolas? Una evaluación de la implementación de buenas prácticas agrícolas entre diferentes tipos de pequeños productores independientes de palma de aceite en Riau, Indonesia (Traductor Arenas, C.). *Palmas*, 41(1), 36-63.

PALABRAS CLAVE: palma de aceite, pequeños productores, tipología de agricultores, uso de la tierra, intensificación, Indonesia.

KEYWORDS: Oil palm, smallholders, farmer typology, land use, intensification, Indonesia.

* Traducido del original *Do Wealthy Farmers Implement Better Agricultural Practices? An Assessment of Implementation of Good Agricultural Practices among Different Types of Independent Oil Palm Smallholders in Riau, Indonesia*, publicado en la revista *Agricultural Systems* y editado por Elsevier volumen 170, p. 63-76, disponible en doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X18306668>

Este artículo se publica bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinDerivados 4.0 Licencia pública internacional

IDSERT JELSMA

Facultad de Geociencias, Universidad de Utrecht, Países Bajos, con sede en el Centro para la Investigación Forestal Internacional
ijelsma@gmail.com

LOTTE S. WOITTEZ

Grupo de Sistemas de Producción de Plantas, Universidad de Wageningen, Países Bajos

JEAN OLLIVIER

CIRAD, Desempeño de Sistemas Basados en Cultivos Arbóreos, departamento PERSYST, Francia

ARYA HADI DHARMAWAN

Sociología Rural en el departamento de Ciencias de la Comunicación y Desarrollo Comunitario, Universidad Bogor Agrícola, Indonesia

Resumen

Durante los últimos 30 años el aceite de palma se convirtió en el principal aceite vegetal, y los pequeños productores en Indonesia, el principal productor de aceite de palma (*Elaeis guineensis*) del mundo con más de 12 millones de hectáreas, adoptaron este cultivo de forma masiva. En Sumatra, donde se cultiva más del 60 % del aceite de palma de Indonesia, los pequeños productores cubren aproximadamente el 50 % del área actual sembrada con este cultivo. Sin embargo, su rápida expansión no ha estado libre de controversias. En los esfuerzos actuales del gobierno de Indonesia, la empresa privada y varias ONG para mejorar el desempeño del sector, los pequeños productores suelen ser caracterizados como el talón de Aquiles debido a sus pobres prácticas y bajos rendimientos, en comparación con las compañías. No obstante, “pequeños productores de palma de aceite”

es un concepto global y solo existe una limitada investigación respecto a su diversidad, más allá de la división de agricultores independientes frente a organizados. Esta investigación ahonda en la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en siete tipos de pequeños productores independientes en el distrito (Kabupaten) de Rokan Hulu, en la provincia de Riau. La investigación fue realizada en un área agrícola establecida relacionada con suelos minerales y en una frontera relativa, principalmente a turba. Los tipos de productores variaron de pequeños locales a grandes agricultores que, usualmente, residían en áreas urbanas apartadas de sus plantaciones y que consideraban el cultivo de la palma de aceite como una oportunidad de inversión. La hipótesis subyacente es que los grandes agricultores tienen más capital y, por lo tanto, implementan mejores prácticas agrícolas que los pequeños, quienes suelen tener más limitaciones de dinero. Se aplicaron varios métodos, incluyendo encuestas a agricultores y sobre las fincas, teledetección, análisis de tejidos e interpretación de fotografías por expertos. Estos métodos proporcionaron datos sobre el uso de fertilizante, las condiciones de nutrientes de las palmas de aceite, material y patrones de siembra y otras prácticas de manejo en las plantaciones. Los resultados mostraron que los rendimientos eran pobres, la implementación de BPA era limitada y que había mucho por mejorar entre todos los tipos de agricultores. Los materiales de siembra deficientes, patrones de siembra cuadrados y la aplicación limitada de nutrientes fueron particularmente comunes. Esto implicó que las varias tipologías de agricultores eligieran un sistema de baja demanda de insumos y baja productividad por varias razones, y que bajo las condiciones actuales, sea poco probable que iniciativas como optimizar el acceso a fondos o a la disponibilidad de buenos materiales de siembra, mejoren significativamente, por sí solas, la productividad y sostenibilidad del sector de los pequeños productores de palma de aceite.

Abstract

Palm oil has become a leading vegetable oil over the past 30 years and smallholder farmers in Indonesia, with more than 12 million hectare the world's largest producer of palm oil, have massively engaged in oil palm (*Elaeis guineensis*) cultivation. In Sumatra, where more than 60 % of Indonesian palm oil is cultivated, smallholders currently cover roughly 50 % of the oil palm area. The rapid expansion of palm oil however did not happen without controversy. In current efforts by the Indonesian government, NGO's and private sector to improve sector performance, smallholders are often characterized as the Achilles heel of the oil palm sector due to poor practices and low yields compared to companies. However, 'oil palm smallholders' is a container concept and there has been only limited research into smallholder diversity beyond the organised versus independent farmer dichotomy. This research delves into the implementation of Good Agricultural Practices (GAP) among seven types of independent smallholders in Rokan Hulu regency, Riau province. The research area consisted of a relative established agricultural area on mineral soils and a relative frontier, mostly on peat. Smallholder types ranged from small local farmers to large farmers who usually reside in urban areas far from their plantation and regard oil palm cultivation as an investment opportunity. The underlying hypothesis is that larger farmers have more capital and therefore implement better agricultural practices than small farmers, who are usually more cash constrained. A wide range of methods was applied, including farmer and farm surveys, remote sensing, tissue analysis and photo interpretation by experts. These methods provided data on fertilizer use, nutrient conditions in oil palms, planting material, planting patterns, and other management practices in the plantations. Results show that yields are poor, implementation of GAP are limited and there is much room for improvement among all farmer types. Poor planting materials, square planting patterns, and limited nutrient applications were particularly prevalent. This implies that farmers across different typologies opt for a low-input low-output system for a myriad of reasons and that under current conditions, initiatives such as improving access to finance or availability of good planting material alone are unlikely to significantly improve the productivity and sustainability of the smallholder oil palm sector.

Introducción

El de palma se ha convertido en el aceite vegetal más producido y comercializado del mundo (USDA, 2016), en gran parte, debido a su proporción inigualable entre tierra y aceite. El principal país productor es Indonesia, que cubre el 54 % de la producción mundial. El aceite de palma es una de las principales fuentes de moneda extranjera en Indonesia, con ingresos por exportaciones de 15.400 millones de dólares en 2015 y, por lo tanto, de vital importancia para el país (DJP, 2017b). El sector emplea directa e indirectamente a un estimado de 4,3 millones y 12 millones de personas, respectivamente (BPDPKS, 2017). Los agricultores de palma de aceite en Indonesia se clasifican en tres categorías: compañías privadas, compañías públicas y pequeños productores. Por lo general, las compañías administran miles de hectáreas para alimentar sus plantas de beneficio (Byerlee y Deininger, 2013) y cubren un estimado del 60 % del área de palma de aceite en Indonesia. El 40 % restante del área de palma de aceite está cubierta por pequeños agricultores, principalmente en Sumatra y Kalimantan (DJP, 2017b).

La notable expansión de la palma de aceite en las últimas cuatro décadas ha estado acompañada de controversias. El sector ha sido asociado con la deforestación (Gaveau *et al.*, 2016; Abood *et al.*, 2014) y la pérdida de biodiversidad (Sayer *et al.*, 2012; Obidzinski *et al.*, 2012). Los incendios de turba y el humo asociado, que cubrieron grandes partes de Indonesia, Malasia y Singapur en 2015, son una gran fuente de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y suelen relacionarse con la expansión de la palma de aceite (Gaveau *et al.*, 2014; Purnomo *et al.*, 2017). Esta industria también ha sido criticada frecuentemente por sus impactos sociales negativos sobre las comunidades locales (Colchester *et al.*, 2006; Afrizal, 2013), pactos injustos con estas comunidades y las compañías (Cramb, 2013; Gillespie, 2010) y acaparamiento de tierras (Gellert, 2015). Estas controversias llevaron a una mayor demanda por sostenibilidad y transparencia en el sector de la palma de aceite debido, principalmente, a la demanda de clientes de los países nortños (Hidayat *et al.*, 2015). Es así como se están tomando medidas para mejorar el desempeño de la industria, principalmente mediante esquemas de certificación.

La Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO), un esquema de certificación voluntaria fundado por grandes compradores y ONG, es considerada como una de las iniciativas de certificación más exigentes (Rival *et al.*, 2016; Ivancic y Koh, 2016). La RSPO ha promovido mejores estándares de producción mediante el desarrollo de principios y criterios de sostenibilidad. Parcialmente en reacción a esta iniciativa por parte de un actor no estatal, en 2009 el gobierno de Indonesia lanzó la certificación obligatoria en Aceite de Palma Sostenible de Indonesia (ISPO). Actualmente, se está revisando y fortaleciendo el marco ISPO para aumentar su reconocimiento internacional. Además de estas iniciativas, la Asociación Indonesia de Aceite de Palma (IPOA), el grupo de presión de los productores de palma de aceite a gran escala, defiende firmemente la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA). Si bien se debaten en la academia (Alcott, 2005; Villoria *et al.*, 2013; Byerlee *et al.*, 2014), estos actores promueven una narrativa en la que las BPA llevan a un mayor rendimiento por hectárea, de manera que se requiere menos tierra para satisfacer la demanda mundial de aceite de palma. De esta forma se protege el medio ambiente mientras los agricultores reciben mayores ingresos por sus plantaciones. Corley (2009) sugirió que la palma de aceite tiene un potencial teórico de 18 Mt de aceite ha⁻¹ año⁻¹ y Mathews y Fong (2010) informaron que los mejores rendimientos para fincas completas son de aproximadamente 8 Mt de aceite ha⁻¹ año⁻¹. No obstante, en 2015 la productividad en Indonesia fue de tan solo 3,6 Mt de aceite ha⁻¹ año⁻¹, con los pequeños productores obteniendo, en promedio, 20 % menos por ha que las compañías privadas (DJP, 2017b). Si bien hay bastante potencial para la intensificación en el sector, en este momento los pequeños productores son el eslabón más débil en términos de productividad (Molenaar *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2013).

No obstante, es probable que el segmento de pequeños productores del sector siga expandiéndose en los próximos años (Auler *et al.*, 2017) a medida que abrir grandes tramos de tierra se vuelva más difícil para las compañías, pues la mayoría de las áreas adecuadas ya están ocupadas. Otros factores que limitan la expansión de las compañías a través de concesiones, incluyen el escrutinio creciente al desempeño social y ambiental de estas empresas y los impactos

relacionados con la financiación (Van Gelder *et al.*, 2017), y la veda a la palma de aceite que congela la expedición de nuevos permisos para estas plantaciones (Busch *et al.*, 2015). También hay un mayor reconocimiento de los derechos de los pueblos indígenas (Forest People Program, 2013), un buen escrutinio de parte de las agencias anticorrupción y las autoridades fiscales (KPK, 2016) y nuevas tecnologías que permiten el fácil rastreo (y, potencialmente, el castigo) de las compañías (p. ej. <https://www.cifor.org/map/atlas/> para ver todas las concesiones y plantas de beneficio en Borneo). El desarrollo de vías y plantas de beneficio por parte de las grandes empresas de palma de aceite ha abierto el camino para que actores más pequeños puedan acceder a los mercados de forma más efectiva y cultiven las parcelas restantes de tierra disponible. Esto ha ocurrido particularmente en Sumatra (62 % de los 11,3 millones de ha de palma de aceite de Indonesia en 2015), donde el auge de esta plantación se dio a través de la expansión corporativa, y donde los pequeños productores abarcaron el 49 % del área de palma de aceite (DJP, 2017b; Bissonnette y De Koninck, 2017). En otras partes de Indonesia, principalmente en Kalimantan, la expansión a gran escala comenzó después, y los pequeños productores abarcaron tan solo el 26 % del área de palma de aceite (DJP, 2017b). Si bien puede esperarse que el área y la participación de los pequeños productores aumenten en el futuro cercano, estos últimos están en una posición vulnerable, ya que suelen ser incluidos en la cadena de valor bajo términos desfavorables. Estos incluyen, sin limitación, acceso deficiente a materiales de siembra certificados y conocimiento tecnológico, y una mala posición de negociación en la venta de sus productos, lo que lleva a precios bajos y a que sean los últimos en la línea al vender sus racimos de fruta fresca (RFF) cuando la oferta es amplia (Hidayat, 2017; Cramb y McCarthy, 2016). La RSPO reconoce la débil posición de los pequeños productores y la aborda trabajando para volver a desarrollar su enfoque de certificación con el fin de que se ajuste a estos, priorizando que implementen BPA por encima de la certificación misma (RSPO, 2017). No obstante, en este momento los pequeños productores son propensos a ser excluidos de las cadenas de valor debido a su gran número, los altos costos relacionados con la certificación y sus pobres prácticas de cultivo actuales (Brandi *et al.*, 2015).

Por lo general, la poca literatura disponible sobre las prácticas de siembra de los pequeños productores (véase, p. ej. Euler *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2013) solo diferencia entre los independientes y los que pertenecen a un esquema. Los pequeños productores que pertenecen a un esquema abarcan aproximadamente el 40 % del área de pequeños productores (Zen *et al.*, 2015; Hidayat, 2017). A pesar de que estos esquemas son muy diversos respecto al apoyo y a las configuraciones de manejo (Gillespie, 2011), estos se caracterizan por una sociedad entre agricultores y compañías en la que estas últimas suelen sembrar las plantaciones de los pequeños productores, y los racimos de fruta son vendidos a las plantas de beneficio socias (Hidayat, 2017). Por otro lado, las plantaciones de los independientes suelen desarrollarse autónomamente, sin "recursos de", ni "compromisos con", las compañías de palma de aceite (Hidayat *et al.*, 2015). Por lo general, los pequeños productores que pertenecen a un esquema tienen un mejor desempeño que los agricultores independientes, pues tienen una buena integración a los sistemas de siembra de grandes compañías y, por lo tanto, suelen tener rendimientos cercanos a los de los actores corporativos. Las plantaciones de pequeños productores independientes, que abarcan aproximadamente 2,8 M ha, son las menos productivas y es entre estos agricultores que la promoción de BPA parece ser más importante.

Las BPA para la palma de aceite se definen con base en una amplia investigación en plantaciones de compañías, institutos de investigación y universidades, y sobre principios agronómicos básicos (véase Fairhurst y Härdter (2003) y Corley (2009) para una buena visión general). En pocas palabras, las BPA en las plantaciones se enfocan en el manejo de suelos y la cobertura vegetal, manejo del dosel, cosecha, nutrición de las plantas y manejo de plagas y enfermedades (Rankine y Fairhurst, 1998). Durante la siembra, las BPA incluyen el uso de materiales de alta calidad y sembrar a la distancia correcta y en el patrón apropiado. Un buen manejo de campo incluye mantener una cobertura con plantas arvenses (particularmente helechos *Nephrolepis*, ciertos pastos y plantas leguminosas de cobertura), un excelente acceso a la plantación, cosecha adecuada y poda correcta de las palmas. El uso apropiado de los fertilizantes es crucial para mejorar la productividad, reduciendo los impactos negativos sobre el medio

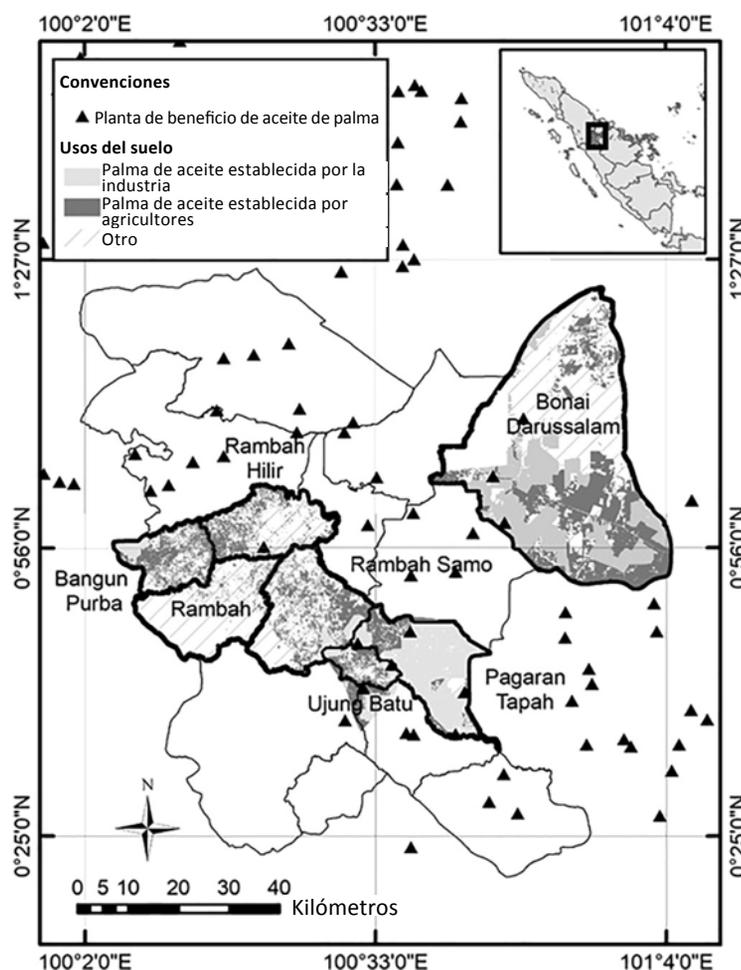
ambiente y, en algunos casos, los costos de los insumos por el empleo ineficiente de los mismos (Goh *et al.*, 2003; Soliman *et al.*, 2016). Los pequeños productores operan bajo condiciones diferentes a las plantaciones de las compañías (como cosechar RFF en vez de aceite como su producto terminado y la existencia de más limitaciones en el acceso a insumos y maquinaria pesada), pero los mismos principios agronómicos aplican a los campos de estos productores.

En este artículo se explora el uso de BPA por varios grupos de pequeños productores independientes de palma de aceite, incluyendo plantaciones que están en (o más allá de) los difusos límites entre fincas familiares y plantaciones a gran escala (Bissonnette y De Koninck, 2017; McCarthy y Zen, 2016). La tipología de agricultores aplicada está basada en el estudio de Jelsma *et al.* (2017a), que resalta que los pequeños productores independientes no son un grupo homo-

géneo. Nuestro objetivo es entender el uso de BPA entre diferentes tipos de agricultores en Riau para identificar los aspectos por mejorar, y para apoyar el desarrollo de políticas y enfoques diferenciados encaminados a aumentar la productividad. Para lograrlo, se emplea una variedad de métodos, incluyendo encuestas a agricultores, visitas de campo, muestreo de tejidos y análisis fotográfico y de imágenes satelitales. Mientras que Jelsma *et al.* (2017a) se enfocaron en los vínculos del mercado, la diversidad social y los aspectos legales, este artículo ahonda en la implementación de BPA dado su papel protagónico en las discusiones actuales sobre la sostenibilidad del sector de los pequeños productores de palma de aceite y explora a fondo la hipótesis de que los grandes agricultores tienen más capital y, por lo tanto, implementan mejores prácticas agrícolas que los pequeños, quienes suelen tener más limitaciones de dinero.

Figura 1. Vista del área de investigación, mapeo de plantaciones de palma de aceite y plantas de beneficio en el área.

Fuente: mapeo de plantas de beneficio CIFOR y datos propios



Antecedentes

La investigación se realizó en Riau en Sumatra, la principal provincia palmera en Indonesia (2,46 millones de hectáreas). Aproximadamente el 28 % de la tierra cultivable de Riau está sembrada con palma de aceite y el 59 % de los cultivos pertenecen a pequeños productores (DJP, 2015). Cerca del 33 % de la capacidad de procesamiento de Riau viene de plantas de beneficio independientes (DIS-BUN Propinsi Riau, 2015), que no son dueñas de plantaciones y usualmente obtienen insumos de este tipo de productores. Esto indica la importancia del sector de los pequeños productores independientes para la industria de la palma de aceite de Riau. En esta provincia, la investigación se concentró en el distrito de Rokan Hulu (Figura 1) que, con 39 plantas de beneficio (17 sin plantaciones propias) y una capacidad total de procesamiento de 1.605 Mt de racimos de fruta fresca (RFF) por hora, tiene la mayor capacidad de la provincia (DIS-BUN Propinsi Riau, 2015).

La investigación incluyó dos áreas diferentes en Rokan Hulu (Figura 1), lo que permitió incluir a una diversidad de pequeños productores y paisajes. La primera fue Bonai Darussalam (en adelante, BD, 0° 52' -1° 24' N, 100° 39' -101° 05' E) en el nordeste, un subdistrito individual, que tiene una topografía plana y consiste principalmente en suelos de turba (histosoles). El área ha sufrido una deforestación considerable desde el 2000 y ahora tiene una baja densidad de especímenes.

Los incendios de turba relacionados con el desarrollo de la palma de aceite fueron comunes en BD, donde la mayoría de la tierra se clasifica oficialmente como dominio forestal. Si bien esto implica que, legalmente, gran parte de esta no puede utilizarse para palma de aceite, de hecho mucha de la expansión de este cultivo en BD ha tenido lugar en el dominio forestal. Esta zona puede considerarse como una frontera agrícola relacionada en el contexto de Riau.

La otra área de investigación fue el Centro de Rokan Hulu (conformado por 6 subdistritos y, en adelante, llamada CRH, 0° 36' -1° 03' N, 100° 05' -100° 45' E) que tiene una topografía plana a ligeramente montañosa en sus regiones de producción de palma de aceite y consiste, predominantemente, en suelos minerales (principalmente acrisoles). Desde hace mucho, ha sido habitada por pueblos indígenas y, desde la década de 1980, tuvo una afluencia considerable de migrantes espontáneos y patrocinados por el gobierno. La mayoría de la tierra está clasificada para 'otros usos' (Areal Penggunaan Lain [APL]) y, por lo tanto, puede ser sembrada con palma de aceite legalmente. El dominio forestal abarca principalmente las colinas boscosas de las montañas de Barisan y una plantación de pulpa y papel. CRH tiene una densidad de población de 151 habitantes por km⁻¹ (BPS Rokan Hulu, 2015) y puede ser considerada como un área agrícola relativamente establecida. Ambas áreas tienen poco bosque restante (Tabla 1 para más información sobre el lugar de investigación).

Tabla 1. Investigación y características

	Frontera (BD)		Área agrícola establecida (CRH)		Total (subdistritos estudiados)	
Densidad de población (personas ⁻¹ km ²)	29		151		95,1	
Uso de la tierra	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Deforestación entre 2000 y 2013	84,739	61 %	6,222	4 %	90,961	30 %
Bosque restante en 2013	7,379	5 %	16,743	10 %	24,122	8 %
Palma de aceite	75,275	54 %	76,302	46 %	151,577	50 %
Palma de aceite de pequeños productores independientes	39,252	28 %	43,133	26 %	82,385	27 %
Palma de aceite desarrollada por compañías	36,023	26 %	33,169	20 %	69,192	23 %
Tierra boscosa no estatal (APL)	51,399	37 %	101,050	62 %	152,449	50 %
Dominio forestal	87,538	62 %	64,367	38 %	151,905	50 %
Turba (> 100 cm)	101,635	73 %	0	0 %	101,635	33 %
Área total	138,949	46 %	164,321	54 %	303,270	100 %

Fuentes: investigación propia y (CIFOR, 2014; BPS Rokan Hulu; MoA, 2011; MoF, 2014)

¿Los agricultores ricos implementan mejores prácticas agrícolas? Una evaluación de la implementación de buenas prácticas agrícolas entre diferentes tipos de pequeños productores independientes de palma de aceite en Riau, Indonesia • Jelsma, I. *et al.*

La tipología de pequeños productores se desarrolló mediante un Análisis de Agrupamiento Jerárquico (AAJ) entre 1.728 agricultores y se describe con mayor detalle en Jelsma *et al.* (2017a). Las variables utilizadas para su elaboración fueron inspiradas por el trabajo de McCarthy y Zen (2016) sobre la diferenciación rural, mediante desarrollos de palma de aceite por pequeños productores en Jambi, comparando pequeños productores migrantes y locales, dotación de recursos y fincas de diferentes tamaños. Los determinantes clave utili-

zados para desarrollar la tipología fueron: 1) área del pequeño productor de palma de aceite (agente para riqueza); 2) origen de los agricultores (locales o migrantes); 3) residencia (agricultores ausentes o residentes); 4) turba o suelos minerales; 5) estado de la tierra (APL o dominio forestal estatal). Los siete grupos derivados en Jelsma *et al.* (2017a) fueron utilizados posteriormente en este análisis, y la Tabla 2 contiene una porción del estudio para caracterizar los diferentes tipos de agricultores.

Tabla 2. Tipos y características de las fincas Jelsma *et al.* (2017a) y tamaños de muestra^a.

	Grupo	Pequeños agricultores locales (SLF)	Agricultores locales medianos (MLF)	Grandes agricultores residentes (LRF)	Pequeños agricultores migrantes (SMF)	Agricultores migrantes medianos (MMF)	Agricultores de turba pequeños y medianos (SMPF)	Grandes inversionistas de turba (LPI)
Tamaño de la finca (ha)	Tamaño promedio del lote	1,1	2,9	52,3	1,4	3,4	4,2	179,2
	Promedio del área total con palma de aceite	1,7	6,9	94,5	2,3	6,8	5,1	241,0
Lugar principal de residencia	En el subdistrito	100 %	100 %	67 %	87 %	76 %	65 %	18 %
	Por fuera del distrito	0 %	0 %	15 %	6 %	8 %	29 %	78 %
Origen	Dentro del subdistrito	100 %	100 %	29 %	4 %	2 %	5 %	2 %
	Por fuera del distrito	0 %	0 %	67 %	90 %	89 %	93 %	95 %
Etnia	Malay	62 %	48 %	22 %	10 %	7 %	7 %	3 %
	Batak	21 %	31 %	41 %	17 %	24 %	40 %	54 %
	Javanesa	17 %	20 %	29 %	72 %	66 %	52 %	15 %
	Sino-Indonesia	0 %	0 %	2 %	0 %	0 %	0 %	24 %
	Otra	0 %	1 %	6 %	1 %	4 %	1 %	3 %
Tipo de suelo	Suelo de turba	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %
	Suelos minerales	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	0 %	0 %
Clasificación de la tierra	Por fuera del dominio forestal (APL)	74 %	56 %	59 %	83 %	74 %	26 %	26 %
	Dominio forestal	28 %	47 %	43 %	18 %	27 %	76 %	86 %
Ubicación	Centro de Rokan Hulu	95 %	96 %	80 %	87 %	87 %	0 %	0 %
	Bonai Darussalam	5 %	4 %	20 %	13 %	13 %	100 %	100 %
Prevalencia	Porcentaje del total de agricultores en el área de investigación ^a	19 %	11 %	6 %	29 %	20 %	13 %	2 %
	Porcentaje del área total de investigación ^a	7 %	8 %	18 %	10 %	14 %	13 %	31 %
Encuestas a agricultores y en fincas (231)		30	32	34	33	40	30	32
Encuestas e interpretaciones fotográficas válidas emparejadas (220)		29	31	33	31	39	29	28
Muestras de tejidos (118)		13	10	19	15	14	23	24

^a Sesgo de la muestra corregido; para más información, véase Jelsma *et al.* (2017a)

Metodología

Muestreo

El marco del muestreo está basado en un muestreo espacial, utilizando imágenes satelitales recientes de alta resolución de Google Maps. A partir de estas, se mapearon las plantaciones de los pequeños productores. Posteriormente, se dividió el área de investigación en celdas de 25 ha, de las cuales se visitó una muestra aleatoria del 5 % (287 celdas, que contienen 4.451 ha de plantaciones de pequeños productores). Los pequeños agricultores fueron relativamente prevalentes en áreas agrícolas establecidas donde la frontera estaba dominada por los grandes cultivadores. Dado que el área de frontera, en especial, tenía más agricultores que ocupaban varias de las celdas muestreadas, el número de encuestas fue menor que el número de celdas visitadas. En este estudio se utilizaron un total de 231 encuestas a agricultores y fincas, incluyendo entre 30 y 40 agricultores de cada tipo (véase la Tabla 2 para más información sobre los tamaños de la muestra por tipo de agricultor). Para todos los parámetros que incluyeron una evaluación fotográfica por expertos, el tamaño de la muestra se redujo a 220 porque las imágenes de algunas plantaciones no tenían la calidad suficiente para ser evaluadas. Para más información sobre el muestreo y las herramientas aplicadas, véase Jelsma *et al.* (2017a).

Encuestas y visitas a las plantaciones para evaluar la implementación de buenas prácticas agrícolas

El trabajo de campo se realizó en mayo-junio y agosto-septiembre de 2015. Los instrumentos de ejecución fueron una encuesta a fondo a los agricultores y un formulario de inspección visual de la plantación para los encuestadores (Material complementario 1). Mientras que Jelsma *et al.* (2017a) se enfocaron en desarrollar la tipología y su artículo contiene más información sobre los aspectos sociojurídicos y económicos, tales como la proporción de los ingresos de la palma de aceite, otras fuentes de ingresos, fuentes de capital para el desarrollo de las plantaciones y el tipo de documentos sobre propiedad de la tierra, este artículo utiliza el componente de las prácticas

agrícolas de la encuesta y resalta aspectos como el rendimiento, tasa de aplicación de fertilizantes, frecuencia de cosecha y materiales de siembra.

Las evaluaciones (o auditorías) de las plantaciones son una práctica común en los cultivos de las compañías (Fairhurst y Griffiths, 2014) y también se realizaron para este estudio. Los indicadores de BPA están basados en un instrumento diagnóstico de encuestas a pequeños productores desarrollado por Aidenvironment (2013) y el manual del pequeño productor de palma de aceite de Woittiez *et al.* (2015). Ambos documentos están ampliamente ilustrados con material fotográfico y proporcionan un extenso conjunto de criterios y guías de inspección sobre cómo evaluar las plantaciones de pequeños productores. Con el permiso de los autores, se tradujeron secciones de estos documentos, las cuales se utilizaron como materiales de capacitación y se compartieron con los encuestadores como elemento de referencia. Para la nutrición de las plantas, buscamos la presencia de síntomas comunes de deficiencia de nutrientes (particularmente P, K, Mg y B) en el follaje y en los estípites; la ocurrencia de estos síntomas demuestra una implementación insuficiente de BPA. Para el manejo de suelos y de la cobertura vegetal, buscamos una cobertura continua de leguminosa (usualmente *Mucuna bracteata*) o helechos *Nephrolepis*, la ausencia de suelos sin vegetación, señales de deshierbe (pero no de desbroce) y la falta de hierbas leñosas. Para el manejo del dosel, los encuestadores observaron la retención de dos o tres frondas por debajo de los racimos maduros de palmas de hasta cuatro metros de alto y una o dos frondas para palmas de más de cuatro metros de alto, la ausencia de hojas muertas en la palma y el reciclaje de frondas podadas en pilas al interior de la plantación. Para la cosecha, verificamos las prácticas de deshierbe en círculo, la facilidad de acceso de los cosechadores a la plantación (teniendo en cuenta si los caminos de cosecha eran lo suficientemente amplios y limpios, sin muchos baches y si eran generalmente accesibles; por ejemplo, sin mayores anegaciones) y la frecuencia en que se recogía el fruto. Para el patrón y la densidad de siembra, observamos la siembra en triángulos con imágenes satelitales (que se explican con mayor detalle en el siguiente subtítulo). Para el material de siembra, buscamos la presencia de frutos de Tenera (DxP) de cáscara delgada, abriendo una

muestra de 20 frutos sueltos por agricultor; las BPA mostrarían una ocurrencia de >99 % de frutos Tenera, pero para esta investigación utilizamos 95 % como punto de corte, permitiendo que una fruta fuera Dura. Se realizó un conteo de racimos negros (BBC) en 20 árboles como método alternativo para evaluar los rendimientos (Sección *Cálculos*) y así permitir su triangulación con otras herramientas de evaluación de rendimiento, como encuestas a agricultores y conceptos de expertos. Además de los indicadores de BPA, también se recolectó información básica sobre la plantación, como la edad de las palmas de aceite y la calidad del camino a la plantación. Los criterios para la calidad de la vía se limitaron al número de baches y la ausencia de indicios de anegación de vías, puentes dañados u otros obstáculos claros que impidieran el transporte de RFF o mayores costos debido al daño probable a los vehículos, tal como se describe y se ilustra en Aidenvironment (2013).

Se tomaron muestras de tejido en 118 fincas para determinar el contenido de nutrientes en las hojas y el raquis, y evaluar la condición nutricional de la plantación. Se combinó en una muestra un mínimo de cuatro palmas no seleccionadas al azar. Los criterios de elección fueron la ubicación (al menos a dos hileras de la vía, y preferiblemente, por lo menos, a cinco palmas de distancia de las otras muestreadas) y la ausencia de anomalías visibles. Las muestras fueron recolectadas según el protocolo descrito en Woittiez *et al.* (2018), y Central Plantations Services realizó los análisis de laboratorio en Pekanbaru.

Debido a limitaciones de presupuesto y al alto costo de las pruebas de laboratorio, no se logró obtener muestras de todas las fincas encuestadas. El submuestreo se realizó de forma semiestratificada, tomando muestras proporcionales de los sitios de CRH y BD para capturar ambos paisajes y tipos de suelo. Dado que ni el análisis de la base de datos ni el desarrollo de la tipología había comenzado al momento de recolectar los tejidos, fue imposible tomar muestras proporcionales de los tipos de agricultores. Durante este proceso, parece que, en especial los agricultores pequeños y medianos en suelos de turba, que se esperaba conformaran categorías separadas, fueron recolectados muy limitadamente. Por lo tanto, se decidió aumentar aleatoriamente el número de agricultores pequeños y medianos en turba y el de pequeños agricultores, a ex-

pensas de los grandes agricultores que, en números absolutos, recibieron la mayoría de muestreo de tejidos (Tabla 3). No obstante, la muestra eventual encontró un equilibrio entre la difusión, la cobertura geográfica de todos los tipos de agricultores y la presencia en el paisaje, con los agricultores pequeños y medianos de turba formando una categoría y, en consecuencia, siendo ligeramente sobremuestreados (Tablas 2 y 3).

Interpretación fotográfica de las plantaciones de pequeños productores por parte de expertos

Para permitir a los expertos evaluar las plantaciones sin necesidad de una visita de campo, se fotografiaron los cultivos durante la auditoría. En promedio, se capturaron ocho imágenes en cada plantación,¹ mostrando los diferentes aspectos del suelo (círculo, pilas, visión general) y los doseles, en varios ángulos (Material Complementario 2). Tres expertos auditaron las plantaciones con base en el conjunto de fotografías y se utilizaron sus evaluaciones para triangular los resultados de las visitas de campo y la encuesta. Los expertos estimaron la edad de las palmas de aceite, el peso y rendimiento de los racimos y clasificaron la condición de la plantación como pobre, razonable o buena. Las estimaciones de rendimiento se dieron en intervalos de 5 Mt ha⁻¹ año⁻¹ (0-5, 5-10, etc.), creando, efectivamente, un promedio de 'rendimiento hasta'. También se proporcionaron estimaciones del peso de los racimos en intervalos de 5 kg por racimo maduro⁻¹. Posteriormente, se utilizaron los promedios de intervalos en cálculos para considerar los menores valores en estos

-
- 1 Las instrucciones fueron tomar fotografías de: 1) el estípote de una palma representativa de la plantación, incluyendo la corona y los racimos; 2) varias palmas, mostrando la condición general y las hierbas; 3) círculo; 4) camino de cosecha; 5) pilas de frondas muertas; 6) abrir frutos para determinar la proporción de Dura a Tenera; 7) Ejemplo de las hojas con clara deficiencia de nutrientes según el encuestador; 8) canales y superficies freáticas, de ser relevantes. No obstante, en algunos casos, fallos en el *software* y el *hardware* limitaron la cantidad de fotografías que podían tomarse y las evaluaciones no fueron posibles o se realizaron con menos imágenes.

rangos y evitar evaluaciones abiertamente positivas.² La edad de la plantación se estimó en años. Para el mantenimiento, el tercer autor evaluó las prácticas de deshierbe y poda por separado.

Los expertos fueron un académico especializado en prácticas agronómicas en plantaciones de palma de aceite de pequeños productores (el segundo autor de este artículo), un agricultor de Rokan Hulu, que también es un representante de *Serikat Petani Kepala Sawit* (Sindicato de Pequeños Productores de Palma de Aceite [SPKS, por sus siglas en inglés]) y un experimentado agrónomo de palma de aceite que trabaja en CIRAD (el tercer autor). Los tres han visitado ampliamente las plantaciones de los pequeños productores pero no para esta investigación ni tenían información sobre los agricultores o las plantaciones antes de completar las evaluaciones de las fotografías de los agricultores.

La densidad y el patrón de siembra (rectangular o triangular) se determinaron trazando las diagonales de las filas de palma en imágenes satelitales de alta resolución (Figura 2). Las distancias promedio entre las coronas de las palmas se midieron en metros utilizando Google Earth a partir de dos o tres diagonales, dependiendo de si los patrones eran rectangulares o triangulares, respectivamente. Con esto, se calcularon las densidades de siembra por hectárea. Las filas medidas eran preferiblemente de más de 20 palmas, pero era menor en plantaciones pequeñas.

Cálculos

Los patrones estacionales en el rendimiento se derivaron con base en los datos de una plantación de una compañía cercana, que mostró que los rendimientos eran mayores en agosto y más bajos en febrero (Material Complementario 3a y 3b). Para tener en cuenta estos patrones, se pidió a los agricultores estimar el rendimiento por cosecha en el pico y en la temporada baja del año pasado. Estos se promediaron, se multiplicaron con la frecuencia de cosecha y se dividieron

2 Las categorías de peso de los racimos se transformaron así en valores de 3 kg racimo⁻¹ (dado que los racimos maduros en esta categoría pesaron de 1 a 5 kg), 7,5 kg racimo⁻¹, 12,5 kg racimo⁻¹, 17,5 kg racimo⁻¹ y 22,5 kg racimo⁻¹, respectivamente.

entre el tamaño del lote. Este enfoque se justifica dado que los registros de rendimiento son principalmente ausentes para estos agricultores. Los rendimientos se referenciaron con una curva de producción de 20 Mt ha⁻¹ año⁻¹ deducida de Cramb y McCarthy (2016: p. 32) y se presentaron como una porción de la curva de producción de referencia a una edad determinada.

Dado que las valoraciones de los agricultores no siempre son confiables, se utilizaron las evaluaciones de los expertos y el conteo de racimos negros para proporcionar estimaciones adicionales de rendimiento que permitieran triangular los resultados. Se calcularon los rendimientos basados en BBC, tomando el promedio de BBC de 20 palmas por plantación y multiplicándolo por el peso promedio de los racimos maduros para obtener el peso total de racimos por palma. No fue posible medir el peso de los racimos maduros dado que solo están disponibles en el campo durante el corto tiempo entre la cosecha y el transporte. Por este motivo, se valoró el peso de estos racimos promediando las estimaciones de los expertos con base en las fotografías, con las estimaciones de las observaciones de campo del encuestador. Los pesos totales de los racimos por palma se multiplicaron por tres (asumiendo que los racimos maduran en un periodo de cuatro meses) y por la densidad de siembra. Se desarrollaron factores de corrección para compensar la fecha de la encuesta con base en las curvas de productividad promedio a partir de los datos mensuales de rendimiento suministrados por tres compañías cercanas (Material complementario 3a). La evaluación comparativa del rendimiento de las encuestas con la curva de producción se basó en las estimaciones de rendimiento de la encuesta y los datos de edad de la misma. La evaluación comparativa del rendimiento de los expertos se basó en las estimaciones de rendimiento de los expertos y las estimaciones de edad de los mismos. Para la evaluación comparativa del rendimiento de BBC, las estimaciones de rendimiento de BBC se relacionaron con la edad promedio de la plantación determinada por los encuestadores y los expertos (Material complementario 2).

Para determinar las prácticas de fertilizante, calculamos los requerimientos y el balance de nutrientes. Ng *et al.* (1999) indican que para una plantación madura en suelos tropicales de baja fertilidad, la demanda total para producir 20 Mt de RFF ha⁻¹ año⁻¹ es de 112,5 kg N; 14,0 kg P; 202,4 kg K y 33,2 kg Mg; y para 30 Mt

de RFF ha⁻¹ año⁻¹, 145,5 kg N; 19,2 kg P; 247,5 kg K y 44,4 kg Mg. En suelos de turba, las cantidades de nutrientes removidos en los racimos de fruta fue similar, pero el balance de nutrientes fue diferente, con más N y menos K disponible en el suelo (Goh, 2005). Para compensar por esta diferencia, los requerimientos estimados de N y K en turba se establecieron en 84,4 kg (25 % menos) y 303,6 kg (50 % más), respectivamente, que los requerimientos en suelos minerales (Ng *et al.*, 1990). Se calculó un balance de nutrientes para cada plantación con la siguiente ecuación:

$$B = (Fe + De) - (Y \times c) + Tr + Ru + Er + Le$$

Con B = equilibrio de nutrientes (kg ha⁻¹), Fe = entrada a través de fertilizantes, De = deposición en aguas lluvias, Y = rendimiento reportado, c = concentración de nutrientes en el RFF, Tr = nutrientes consumidos para el crecimiento del tronco, Ru = pérdida por escorrentía, Er = pérdida por erosión y Le = pérdida por lixiviación (Material complementario 4 para los valores utilizados).

Se utilizó SPSS versión 19 para calcular las diferencias entre las medias de los tipos de agricultores, incluyendo, ya sea, el Análisis de Varianza de una vía (ANOVA, para variables escalares) o la prueba de Chi-Cuadrado (para variables categóricas). Se realizaron pruebas posteriores apropiadas, como la de Tukey y Games-Howell para calcular las diferencias de pares entre tipos de agricultores. Las letras iguales en las Figuras y Tablas indican que no habían diferencias significativas, según las pruebas posteriores. Cuando los ANOV revelaron diferencias estadísticamente significativas, en algunos casos las pruebas posteriores no indicaron dónde se encontraban. Esto puede atribuirse al tamaño de la muestra, a un débil efecto global y a diferencias entre los métodos para lidiar con los errores Tipo I.

Resultados

Edad y rendimientos

El rendimiento es el producto final de tres factores: genotipo, manejo y entorno (p. ej., Tester y Landgridge, 2010). En los cultivos perennes, el rendimiento

depende de la edad del cultivo y, por consiguiente, puede presentarse tanto en términos absolutos como en una desviación de una curva de producción de referencia (%). Utilizamos una curva de producción de referencia para un ciclo de producción completo de 25 años, con un rendimiento pico de 20 Mt ha⁻¹ año⁻¹, derivado de Cramb y McCarthy (2016, p. 32).

Las estimaciones de rendimiento de las encuestas, los análisis fotográficos de los expertos y los BBC proporcionaron un patrón razonablemente uniforme (Figura 3). Se percibieron diferencias limitadas entre los tipos de agricultores, observadas en su mayoría entre agricultores en suelos minerales y tipos de agricultores en suelos de turba. Los tres métodos de evaluación de rendimiento indicaron que, por lo general, los agricultores en turba tenían bajos rendimientos.

Aplicación de fertilizantes y balances de nutrientes

En general, las aplicaciones de fertilizante por parte de los pequeños productores fue limitada, poco balanceada y variable entre los agricultores y los diferentes tipos de agricultores (véase Material complementario 5 para más información sobre el uso de fertilizantes). En promedio, las tasas de aplicación de nitrógeno fueron más bajas de la demanda esperada, en 20 Mt de RFF ha⁻¹ año⁻¹, con la excepción de agricultores migrantes y grandes agricultores residentes (Figura 4). Las aplicaciones promedio de P parecieron ser suficientes entre la mayoría de los tipos de agricultores, con los pequeños agricultores locales y grandes inversionistas de turba aplicando muy poco en promedio para llegar a 20 Mt de RFF ha⁻¹ año⁻¹. Las aplicaciones promedio de K fueron limitadas entre todos los tipos, con los pequeños agricultores locales aplicando tan solo 32,1 kg ha⁻¹ año⁻¹ en promedio. Menos del 25 % de los agricultores emplearon suficiente K para satisfacer la demanda para producir 20 Mt de RFF ha⁻¹ año⁻¹. Las aplicaciones promedio de Mg fueron, en general, insuficientes, especialmente entre los agricultores en suelos minerales. Los pequeños agricultores locales fueron más propensos a no aplicar ningún fertilizante, pero las diferencias entre tipos de agricultores no fueron significativas (Figuras 4 y 6 y Material complementario 5).

Mientras que la Figura 4 resalta los requerimientos de nutrientes para producir 20 Mt de RFF ha⁻¹ año⁻¹ y las aplicaciones actuales de nutrientes de los tipos de agricultores, la Figura 5 muestra el balance

de nutrientes, utilizando los rendimientos reportados por los agricultores y el consumo estimado de Ng *et al.* (1999) para calcular los requerimientos de nutrientes.

Tabla 3. Promedio de análisis de hojas y raquis, desviación estándar y densidad de siembra por tipo de agricultor (SLF = Pequeños Agricultores Locales, MLF = Agricultores Locales Medianos, LRF = Grandes Agricultores Residentes, SMF = Pequeños Agricultores Migrantes, MMF = Agricultores Migrantes Medianos, SMPF = Agricultores en Turba Pequeños y Medianos, LPI = Grandes Inversionistas de Turba). Los niveles críticos de nutrientes son de Fairhurst y Mutert (1999) para las hojas, y de Foster y Prabowo (2006) para el raquis. Los valores críticos son para palmas >6 años después de la siembra; son ligeramente más altos para palmas más jóvenes. MS = Materia Seca. Nivel de significancia $p < 0,05$ y $p < 0,01$ se indican con * y **, respectivamente.

	Valor crítico (unidades)		SLF	MLF	LRF	SMF	MMF	SMPF	LPI	Valores F (ANOVA)
N en hoja	2,3 (% MS)	% MS	2,14 _a	2,13 _a	2,17 _a	2,19 _a	2,17 _a	2,22 _a	2,24 _a	2,620 _{(6,111)*}
		SD	0,09	0,08	0,11	0,11	0,08	0,11	0,12	
P en hoja	0,14 (% MS)	% MS	0,13 _a	0,14 _{ab}	0,14 _{ab}	0,13 _{ab}	0,14 _{ab}	0,15 _{bc}	0,15 _c	7,063 _{(6,111)**}
		SD	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	
K en hoja	0,75 (% MS)	% MS	0,71 _a	0,60 _a	0,66 _a	0,63 _a	0,66 _a	0,71 _a	0,79 _a	1,864 _(6,111)
		SD	0,28	0,18	0,12	0,10	0,07	0,13	0,01	
Mg en hoja	0,20 (% MS)	% MS	0,26 _a	0,37 _{ab}	0,29 _a	0,34 _{ab}	0,33 _{ab}	0,39 _b	0,42 _b	5,460 _{(6,111)**}
		SD	0,11	0,09	0,12	0,10	0,07	0,12	0,11	
B en hoja	8,0 (mg/kg)	(mg/kg)	10,3 _{ab}	10,4 _{ab}	12,2 _{ab}	10,0 _a	10,6 _{ab}	13,4 _b	13,0 _{ab}	3,102 _{(6,111)**}
		SD	1,7	2	3,5	1,5	2,2	6,8	3,1	
Cu en hoja	3,0 (mg/kg)	(mg/kg)	3,9 _a	4,7 _a	3,9 _a	4,0 _a	4,3 _a	4,0 _a	2,8 _b	5,914 _{(6,111)**}
		SD	1,1	1,1	0,8	1,0	1,1	1,2	0,7	
P en raquis	0,09 (% MS)	% MS	0,07 _{ab}	0,06 _a	0,06 _a	0,05 _a	0,07 _a	0,08 _{ab}	0,13 _b	5,673 _{(6,111)**}
		SD	0,07	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,07	
K en raquis	1,1 (% MS)	% MS	0,63 _a	0,57 _a	0,58 _a	0,57 _a	0,65 _a	0,61 _a	0,89 _a	1,833 _(6,111)
		SD	0,36	0,23	0,28	0,2	0,29	0,37	0,46	
Densidad de siembra		Media	143,2 _a	136,6 _{ab}	134,0 _b	142,6 _{ab}	140,2 _{ab}	137,3 _{ab}	135,9 _{ab}	2,643 _{(6,224)*}
		SD	14,9	11,6	13,1	11,1	12,5	12,5	9,9	

Figura 2. Ejemplo de imágenes satelitales de las plantaciones de pequeños agricultores en el centro de Rokan Hulu y en Bonai. Nótese las diferencias en los patrones de siembra entre los pequeños agricultores, demostrando patrones rectangulares y triangulares. En la imagen de la izquierda se observa un ejemplo típico de un mosaico de plantaciones de pequeños productores en el centro de Rokan Hulu. La imagen de la derecha muestra patrones de siembra rectos y un pequeño productor de gran tamaño la parte de arriba de la imagen.

Fuente: Google Earth, consultado el 16-12-2017

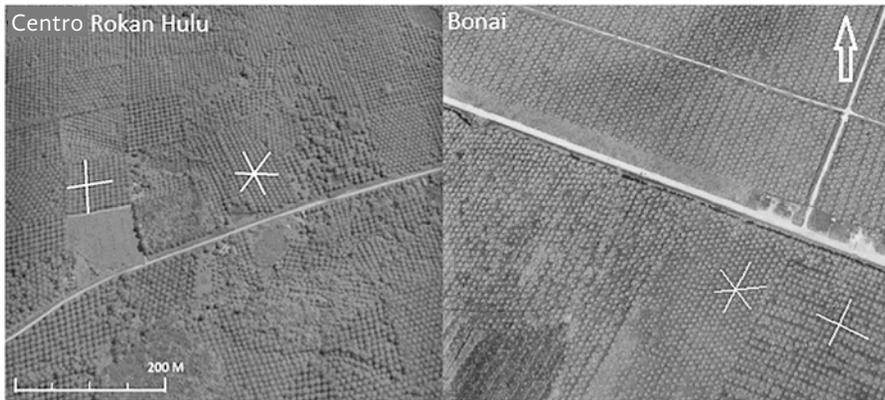
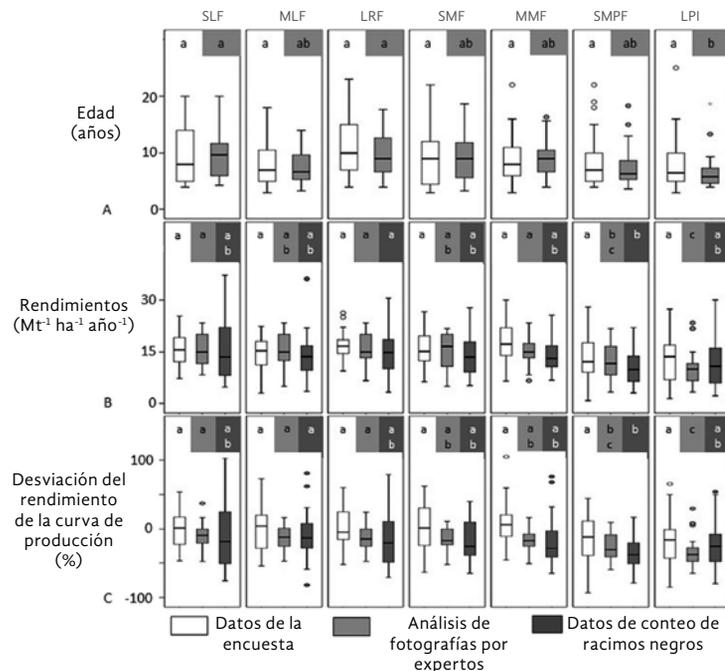


Figura 3. Edad y diferencias de rendimiento entre tipos de agricultores, utilizando tres métodos diferentes (SLF = Agricultores Locales Pequeños, MLF = Agricultores Locales Medianos, LRF = Agricultores Residentes Grandes, SMF = Agricultores Migrantes Pequeños, MMF = Agricultores Migrantes Medianos, SMPF = Agricultores en Turba Pequeños y Medianos, LPI = Grandes Inversionistas de Turba). Los bigotes de la gráfica muestran los valores mínimos y máximos, la caja muestra los cuartiles primero y tercero; la línea muestra la mediana. Los valores $>1,5$ del rango intercuartílico (IQR) se muestran como círculos y los de $>3,0$ IQR se muestran como asteriscos. Nivel de significancia $p < 0,5$. Las diferencias significativas entre pares se indican únicamente por método y no entre métodos.



Los balances de nutrientes que se muestran en la Figura 5 indican que los agricultores locales pequeños, principalmente, tenían balances negativos de N, P y especialmente de K. Las insuficiencias de potasio fueron comunes entre todos los tipos de agricultores y <75 % de ellos aplicaron suficiente K para mantener sus niveles de producción estimados. Los agricultores de turba aplicaron más Mg, principalmente como dolomita, que es una forma barata de cal, de la cual ellos creen que neutraliza los suelos ácidos de turba. Sin embargo, es probable que la eficiencia de esta práctica sea limitada considerando la alta capacidad de amortiguación de dichos suelos (Bonneau *et al.*, 1993).

Análisis de hoja y raquis

Se analizaron las muestras de hojas y raquis de 118 plantaciones para evaluar las deficiencias de nutrientes. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Si bien existen diferencias significativas, estos resultados indican que, en promedio, las concentraciones de tejido de los distintos macronutrientes (además de Mg) estaban por debajo de las concentraciones críticas en hoja y raquis para todos los tipos de pequeños productores de la muestra, especialmente con las concentraciones de K, pareciendo muy bajas. Los agricultores de turba tuvieron un desempeño relativamente bueno y las diferencias entre los agricultores de suelos minerales fueron mínimas. Las concentraciones de micronutrientes como el cobre y el boro estuvieron, en promedio, por encima de los valores críticos, excepto para el cobre en las plantaciones de los grandes inversionistas de turba.

Buenas prácticas agrícolas en plantaciones de pequeños productores

En las plantaciones de compañías, la disposición suele implicar un camino de cosecha entre dos filas de palmas, seguido por un *pasir mati*, o una línea con hojas muertas podadas, que pueden apilarse como una fila o en forma de 'U' alrededor de las palmas, con el lado abierto formando los caminos de cosecha. Las filas o formas en 'U' limpias permiten el fácil acceso a la plantación, aumentan el reciclaje de nutrientes y proporcionan cobertura terrestre. Se en-

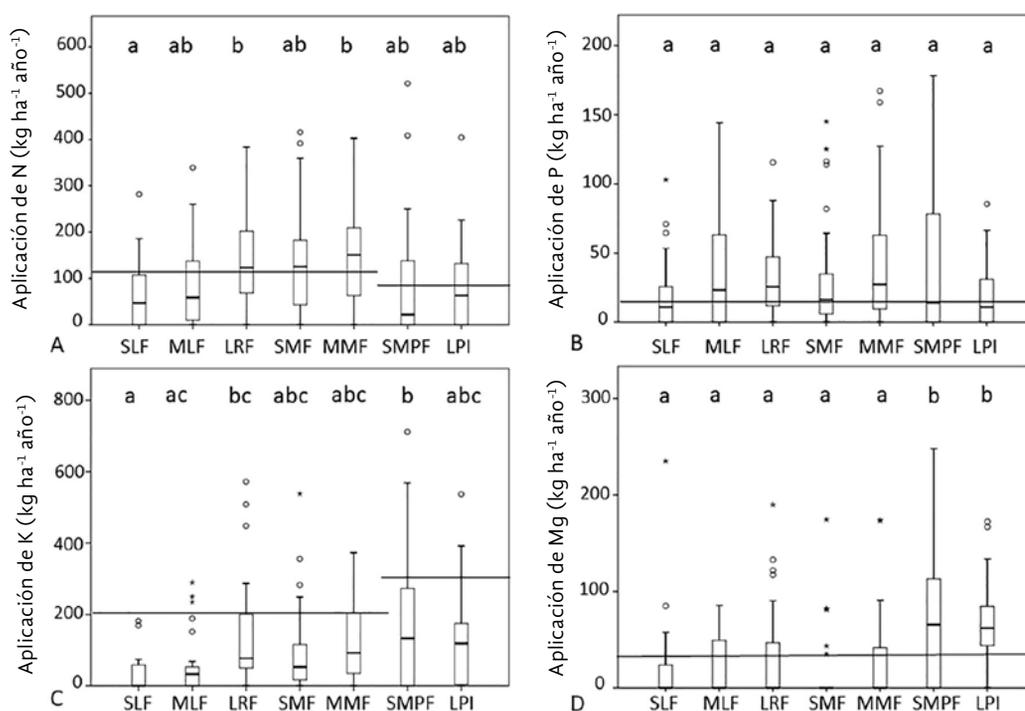
contraron pilas limpias con mayor frecuencia en las plantaciones en suelos minerales que en los de turba, pero las diferencias entre los tipos de agricultores no fueron significativas ($\chi^2 = 10,911$, $df = 6$, $p = 0,091$) (Figura 6). Las diferencias significativas se observaron respecto a la presencia de caminos de cosecha cada segunda fila ($\chi^2 = 13,317$, $df = 6$, $p = 0,038$), con los agricultores locales pequeños y medianos ya que tenían una menor probabilidad de contar con estos caminos de cosecha, en comparación, especialmente, con agricultores pequeños y medianos de turba y grandes agricultores residentes. Si bien algunas palmas pueden ser menos accesibles debido a una falta de caminos estructurados, el acceso para cosecha al interior de las plantaciones fue, en general, bueno y no hubo diferencias significativas entre los tipos de agricultores ($\chi^2 = 7,743$, $df = 6$, $p = 0,258$). Sin embargo, los agricultores en suelos minerales tuvieron un acceso ligeramente mejor al interior de sus plantaciones en comparación con los de turba (véase Figura 6 para información sobre la implementación de BPA). Esto se debió en gran medida a problemas de anegación y crecimiento excesivo de hierbas en las plantaciones en turba.

Los datos de las encuestas indicaron que los suelos sin cultivar, que son propensos a la erosión y la escorrentía de fertilizantes, estaban ausentes en el 80-91 % de los lotes, sin diferencias significativas entre los tipos de agricultores ($\chi^2 = 3,369$, $df = 6$, $p = 0,761$). Esto estuvo en línea con las interpretaciones de fotografías realizadas por los expertos. Los cultivos de cobertura leguminosa, que pueden fijar nitrógeno y suprimir hierbas no deseadas como *Imperata* y *Chromolaena*, se observaron únicamente en una finca (agricultor residente grande). El deshierbe fue una práctica común en todos los tipos de pequeños productores ($\chi^2 = 3,989$, $df = 6$, $p = 0,678$). Se encontraron diferencias en los métodos de deshierbe entre los tipos de agricultores: los locales pequeños y, en menor medida, los otros tipos de agricultores en suelos minerales preferían especialmente el deshierbe manual o mecánico ($\chi^2 = 24,070$, $df = 6$, $p = 0,001$), mientras que los agricultores de turba eran significativamente más propensos a implementar el deshierbe químico ($\chi^2 = 33,190$, $df = 6$, $p = 0,000$). Se utilizó la ausencia de arbustos leñosos como indicador de buenas prácticas de deshierbe, pero la mayoría de las plantaciones contenían

hierbas leñosas ($\chi^2 = 8,996$, $df = 6$, $p = 0,174$). Las pequeñas plantaciones locales fueron las más infestadas comúnmente; solo el 24 % de estas no tenía arbustos leñosos en sus campos. En algunas plantaciones en turba fue difícil observar este tipo de arbustos, ya que las hierbas no leñosas cubrían todo. El deshierbe en círculo era común y mientras que los pequeños agricultores locales y los grandes de turba eran los menos propensos a establecer estos círculos de deshierbe, las diferencias entre los tipos de agricultores no fueron significativas ($\chi^2 = 11,292$, $df = 6$, $p = 0,080$). Similarmente, no hubo diferencias en las prácticas de poda ($\chi^2 = 5,825$, $df = 6$, $p = 0,443$).

Respecto a la cosecha, se observaron diferencias entre los tipos de agricultores, con los agricultores residentes grandes y los grandes de turba pareciendo más propensos a implementar ciclos de cosecha de 10 días o menos, en comparación con los demás tipos (<7 %). Si bien los ciclos de cosecha más frecuentes pueden ser un indicio de altos rendimientos (p. ej. Lee *et al.*, 2003), no encontramos algunos que fueran significativamente más altos entre los tipos de agricultores grandes. Puede ser que las frecuencias de cosecha de estos estuvieran infladas debido a malinterpretaciones, dado que ellos suelen recolectar con mayor continuidad debido a la gran área que manejan, mientras que,

Figura 4. Tasas de aplicación de nutrientes por tipo de agricultor (SLF = Agricultores Locales Pequeños, MLF = Agricultores Locales Medianos, LRF = Agricultores Residentes Grandes, SMF = Agricultores Migrantes Pequeños, MMF = Agricultores Migrantes Medianos, SMPF = Agricultores en Turba Pequeños y Medianos, LPI = Grandes Inversionistas de Turba). Los bigotes de la gráfica muestran los valores mínimos y máximos; la caja muestra los primeros y terceros cuartiles; las líneas muestran la mediana. Los valores >1,5 del rango intercuartílico (IQR) se muestran como círculos y los de >3,0 IQR se muestran como asteriscos. Nivel de significancia $p < 0,5$. Las diferencias significativas entre pares se indican únicamente por método y no entre métodos. Los valores anormales de la aplicación de nutrientes con valores >3,0 IQR en la muestra combinada y en los grupos de agricultores fueron eliminados de los análisis posteriores. Las líneas horizontales indican los requerimientos a 20 Mt RFF ha⁻¹ año⁻¹ para suelos minerales (primeros cinco tipos de agricultores) y por separado para suelos de turba (los últimos dos tipos de agricultores), donde los requerimientos de N y K son diferentes. Nivel de significancia $p < 0,05$.

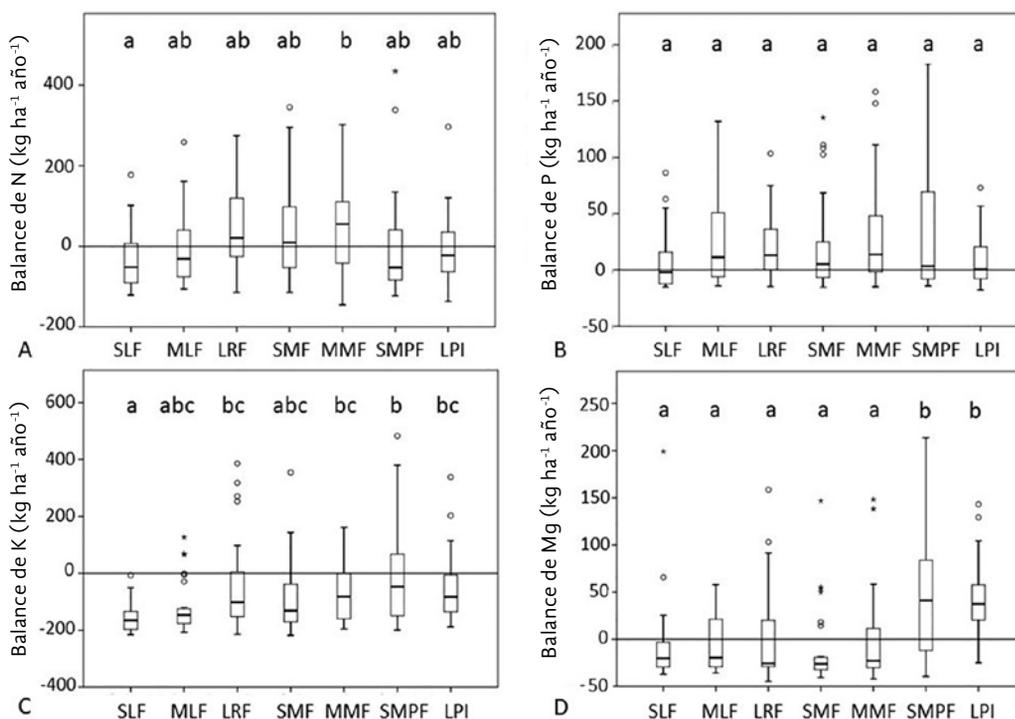


de hecho, no cosechan las mismas palmas más que una vez cada dos semanas. Excepto por los grandes agricultores, las frecuencias fueron muy similares entre los tipos restantes de agricultores, con 97-100 % indicando que cosechan cada 14 días o dos veces al mes.

Las evaluaciones holísticas de las plantaciones, realizadas por los expertos, solo indicaron diferencias limitadas en la condición de la plantación entre los tipos de agricultores (Figura 6). Al promediar las evaluaciones de los tres expertos para todos los tipos de agricultores, estas indicaron que el 17 % de las plantaciones estaban en malas condiciones, el 66 % en condiciones razonables y el 18 % en buenas condiciones. Si bien los grandes agricultores residentes tenían el mayor porcentaje de plantaciones en buenas

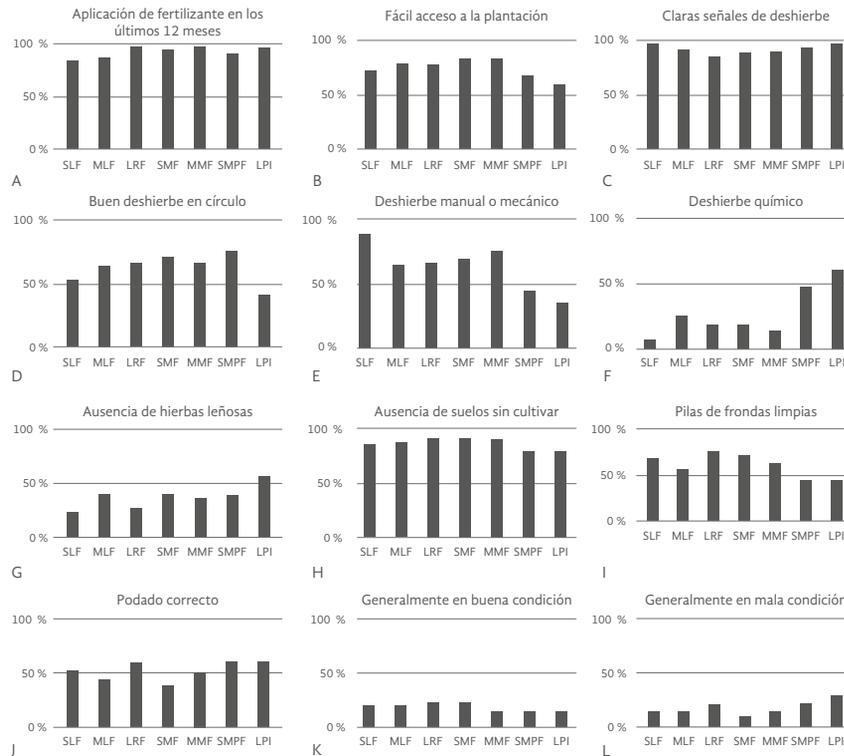
condiciones (22 %), también tuvieron el segundo puntaje más alto en malas condiciones (21 %). En promedio, los grandes inversionistas de turba recibieron la peor evaluación, con el 29 % de las plantaciones en malas condiciones. La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon indica que no hay diferencias significativas entre los tipos de agricultores ($\chi^2 = 9,186$, $df = 12$, $p = 0,687$ y $\chi^2 = 12,205$, $df = 12$, $p = 0,439$, respectivamente). Solo el agricultor experto indicó diferencias significativas entre los tipos de agricultores ($\chi^2 = 27,290$, $df = 12$, $p = 0,007$), encontrando que las condiciones de las plantaciones de los grandes agricultores de turba eran significativamente peores en comparación con los otros tipos de agricultores (Material complementario 6).

Figura 5. Equilibrio de nutrientes basado en los datos de rendimiento suministrados por los agricultores, por tipo de agricultor (SLF = Agricultores Locales Pequeños, MLF = Agricultores Locales Medianos, LRF = Agricultores Residentes Grandes, SMF = Agricultores Migrantes Pequeños, MMF = Agricultores Migrantes Medianos, SMPF = Agricultores en Turba Pequeños y Medianos, LPI = Grandes Inversionistas de Turba). Los bigotes de la gráfica muestran los valores mínimos y máximos; la caja muestra los primeros y terceros cuartiles; la línea deja ver la mediana. Los valores >1,5 del rango intercuartílico (IQR) se muestran como círculos y los de >3,0 IQR se muestran como asteriscos. Los valores anormales de la aplicación de nutrientes con valores >3,0 IQR en la muestra combinada y en los grupos de agricultores fueron eliminados de los análisis posteriores. Nivel de significancia $p < 0,05$.



¿Los agricultores ricos implementan mejores prácticas agrícolas? Una evaluación de la implementación de buenas prácticas agrícolas entre diferentes tipos de pequeños productores independientes de palma de aceite en Riau, Indonesia • Jelsma, I. *et al.*

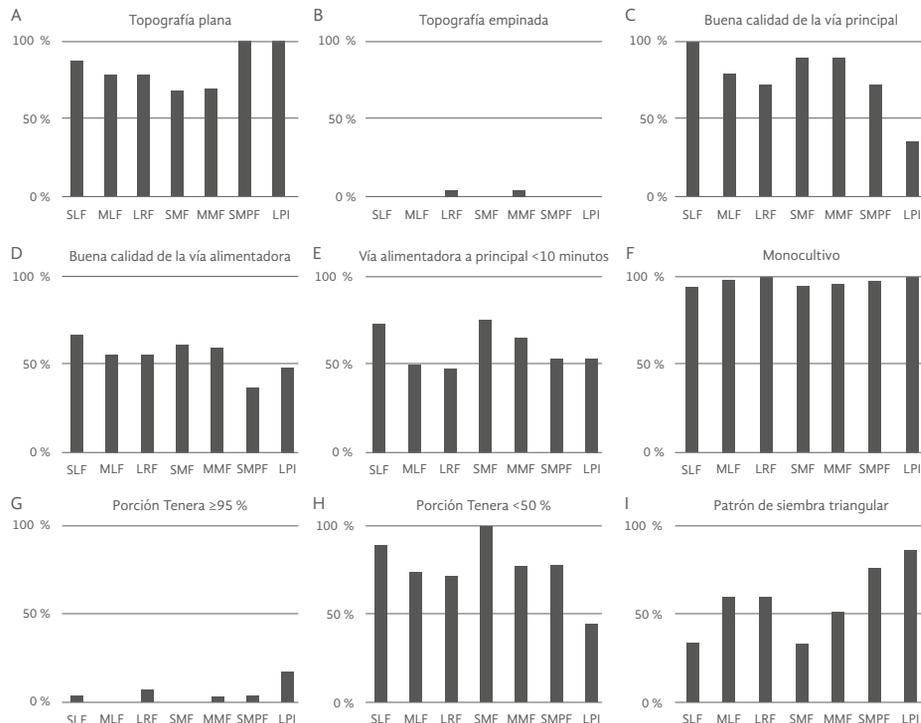
Figura 6. Proporción de agricultores por tipo de agricultores que implementaron BPA (SLF = Agricultores Locales Pequeños, MLF = Agricultores Locales Medianos, LRF = Agricultores Residentes Grandes, SMF = Agricultores Migrantes Pequeños, MMF = Agricultores Migrantes Medianos, SMPF = Agricultores en Turba Pequeños y Medianos, LPI = Grandes Inversionistas de Turba). Subfigura 6K y L se refieren a las evaluaciones de las fotografías de las prácticas de manejo por expertos. El eje Y indica la proporción de agricultores, mientras que el eje X muestra los tipos de agricultores



También hay condiciones que son más difíciles y costosas de corregir para los agricultores individuales, una vez se ha establecido la plantación. Estas, se muestran en la Figura 7. Respecto a la topografía, las plantaciones muestreadas de pequeños productores eran razonablemente similares: la mayoría planas o con pendientes ligeras, con solo unos pocos grandes agricultores residentes y medianos migrantes operando parcialmente en pendientes más pronunciadas. No se encontraron terrazas u otras medidas de conservación de suelos en las pocas plantaciones en pendientes pronunciadas. Las subfiguras 7C y D muestran que los caminos de alimentación (que conectan las plantaciones con las vías principales) y las vías principales en turba tienen una calidad significativamente inferior que las de los suelos minerales ($\chi^2 = 7,204$, $df = 6$, $p = 0,302$ y $\chi^2 = 45,842$, $df = 6$, $p = 0,000$, respectivamente).

Se encontraron diferencias importantes en los patrones de siembra entre los tipos de agricultores. La gran mayoría de los grandes agricultores en turba implementaron patrones triangulares correctos, en comparación con el 33 % de los pequeños agricultores locales y los pequeños agricultores migrantes ($\chi^2 = 31,908$, $df = 6$, $p = 0,000$). Con un promedio de 143,2 palmas ha^{-1} , los pequeños agricultores locales tendieron a sembrar con una densidad relativa y significativamente mayor que los grandes agricultores residentes, que tuvieron la densidad promedio más baja con 134,0 palmas ha^{-1} (Tabla 3). Si bien observamos variaciones en las densidades de siembra en cada tipo de agricultor, estas fueron bastante similares y estaban en línea con las densidades de siembra comúnmente recomendadas de 136-143 palmas por hectárea (Uexküll *et al.*, 2003). El monocultivo fue la práctica estándar entre

Figura 7. Condiciones semipermanentes de plantación entre los varios tipos de agricultores (SLF = Agricultores Locales Pequeños, MLF = Agricultores Locales Medianos, LRF = Agricultores Residentes Grandes, SMF = Agricultores Migrantes Pequeños, MMF = Agricultores Migrantes Medianos, SMPF = Agricultores en Turba Pequeños y Medianos, LPI = Grandes Inversionistas de Turba). El eje Y indica la proporción de agricultores por condición de la plantación, mientras que el eje X muestra los tipos de agricultores



todos los tipos de pequeños productores agricultores ($\chi^2 = 4,381$, $df = 6$, $p = 0,625$), pero se observaron algunos cultivos de piña en suelos de turba y cultivos intercalados de caucho y cacao en suelos minerales.

Los datos del material de siembra muestran que las palmas Dura fueron comunes entre todos los tipos de agricultores. En promedio, la mayoría de las plantaciones tenían >50 % de estas palmas. En varias ocasiones, los agricultores pequeños y medianos mencionaron que las frutas Dura eran deseables, pues las nueces grandes son pesadas y el intermediario paga a los agricultores por kilo, no por la calidad del fruto. Sin embargo, en suelos minerales (únicamente) un modelo de regresión lineal indicó que los números de racimos aumentan significativamente con una porción de Tenera en las plantaciones (Material complementario 7). La proporción de fincas con >95 % de frutos Tenera fue baja en todos los tipos de agricultores, pero había diferencias significativas, con el 17 % de grandes agri-

cultores de turba y 7 % de grandes agricultores residentes teniendo > 95 % Tenera, mientras que los agricultores locales medianos y pequeños migrantes nunca tuvieron >95% de frutos Tenera ($\chi^2 = 14,025$, $df = 6$, $p = 0,029$). Una porción de >50 % de palmas Dura fue común, especialmente entre los pequeños agricultores locales y los pequeños agricultores migrantes y las diferencias entre los tipos de agricultores fueron significativas, con los grandes teniendo un mejor desempeño ($\chi^2 = 28,283$, $df = 6$, $p = 0,000$).

Discusión

Al analizar las prácticas de aplicación de fertilizantes, balance de nutrientes y concentraciones de nutrientes en tejidos, nuestros resultados muestran que las tasas de aplicación de fertilizante entre los varios tipos de agricultores fueron limitadas, particularmente para K. Las deficiencias de potasio fueron comunes en la

muestra y se observaron también en las plantaciones de pequeños agricultores independientes en Jambi y Kalimantan Occidental (Woittiez *et al.*, 2018). La diseminación activa del conocimiento sobre la importancia y necesidad de una nutrición balanceada para la buena productividad de la palma de aceite, junto con los esfuerzos para hacer que los fertilizantes necesarios sean asequibles para los pequeños productores, son medidas importantes para mejorar el estado nutricional y la productividad de las plantaciones de los pequeños productores. La capacitación sobre los requerimientos específicos de nutrientes de las plantaciones en turba es un ejemplo de una medida enfocada en aumentar el uso efectivo de fertilizantes. La aplicación de racimos vacíos (RV) fue poco común entre todos los tipos de pequeños productores, lo que indica que hay opciones para mejorar el ciclo y reducir la pérdida de nutrientes en sus plantaciones. Además de educar a los agricultores sobre las ventajas bien documentadas de la aplicación de RV (Comte *et al.*, 2013; Woittiez *et al.*, 2018), mejorar los enlaces entre las plantas de beneficio y los agricultores y promover la devolución de los RV a los pequeños productores parece ser una valiosa estrategia para mejorar el balance de nutrientes y el manejo de suelos. Nos llamó la atención que cinco de los siete que utilizan RV fueron grandes agricultores, que tienen un mejor acceso directo a las plantas de beneficio, en comparación con los pequeños y medianos, quienes por lo general venden a intermediarios y no tienen una relación directa con dichas plantas (Jelsma *et al.*, 2017a). Mientras que Soliman *et al.* (2016) afirman que el uso de fertilizante no debe aumentar, solo con base en la aplicación de N los resultados de este estudio muestran que, en promedio, las tasas de N parecen ser suficientes para que los agricultores grandes residentes y migrantes produzcan 20 Mt de RFF ha⁻¹ año⁻¹, pero que, en general, las cantidades de nutrientes suministrados quedan cortos para producir y mantener grandes rendimientos.

Los materiales de siembra suelen tener una calidad inferior a la estándar, limitando el potencial para aumentar el rendimiento mediante la implementación de BPA. Además de limitar el potencial de rendimiento de los RFF, los racimos Dura también contienen aproximadamente 30 % menos aceite (Corley, 2009), reduciendo así su rendimiento sustancialmente y explicando de manera parcial los bajos precios de los RFF para los

agricultores, pues los intermediarios no suelen otorgar precios distintos según las diferencias de calidad o variedad de los agricultores individuales (Jelsma *et al.*, 2017a). Las palmas Dura fueron particularmente prevalentes en las plantaciones de pequeños agricultores locales y pequeños agricultores migrantes, usualmente junto con patrones de siembra cuadrados. Estos, suelen utilizar materiales de siembra no certificados, que están disponibles con facilidad, ya sea como frutos sueltos o mediante comerciantes ilegales de plántulas que actúan sin que las autoridades locales se interpongan, mientras que los grandes agricultores parecen tener un mejor acceso a productores oficiales de plántulas y tienen más capital disponible para adquirir material de siembra. En las discusiones con las principales compañías productoras de semillas durante la reunión anual de GAP-KI en 2018, se informó que los esfuerzos de estas para contactar a los pequeños productores independientes se limitaron a suministrar semillas a un precio reducido, mientras que el aspecto crucial como el acceso fácil y local, incluyendo los requerimientos y costos administrativos, continuaron siendo un obstáculo clave para que los pequeños productores compraran materiales de siembra certificados. Solo el Instituto Indonesio de Investigación en Palma de Aceite visitó con regularidad las aldeas con tres automóviles y vendió semillas en Sumatra (entrevistas, noviembre 1-3 de 2017). Los productores industriales de palma de aceite, los bancos y el gobierno de Indonesia, mediante el fondo ACP (DJP, 2017a), apoyan los esfuerzos de resiembra de los pequeños productores, y recomiendan aumentar las campañas de concienciación que demuestran las potenciales pérdidas de rendimiento debido a un material de siembra deficiente, los patrones de siembra correctos y los costos relativamente bajos de los materiales de siembra de alta calidad, el aumento del número de centros de distribución con materiales de siembra de alta calidad, combinados con la prohibición de vendedores de plántulas no certificadas y, posiblemente, subsidiar materiales de siembra adecuados. No obstante, los impactos sobre los agricultores actuales serán menores, dado que las palmas suelen ser jóvenes, y es poco probable que los más pequeños y pobres las corten y acepten tres años adicionales sin ingresos hasta que sus palmas produzcan rendimientos de nuevo. Los efectos negativos de los patrones de siembra cuadrados, que reducen significativamente el potencial de rendimiento y crecimiento de las palmas debido a la disponibilidad

reducida de luz solar, pueden aminorarse mediante el raleo selectivo (Uexküll *et al.*, 2003) y la poda rigurosa. Si bien existe un apoyo por parte del fondo ACP, el presidente del sindicato de agricultores de pequeños productores de palma de aceite expresó su temor por la “*plasmification*” de los pequeños productores independientes (SPKS, 2018), refiriéndose a quedar atado a relaciones no deseadas con las compañías, los bancos y la burocracia. Esto fue un motivo clave por el que la anterior política de *revitalización*, que buscaba apoyar a los pequeños productores con la resiembra, falló (Zen *et al.*, 2016).

Las buenas prácticas de siembra y aplicación de nutrientes deben venir acompañadas de otras BPA si se quiere lograr la intensificación del sector de los pequeños productores. Nuestros resultados muestran que la poda, el deshierbe, el uso de cultivos de cobertura de leguminosas y las prácticas de apilamiento de frondas son similares entre todos los tipos de agricultores y, por lo general, requieren mejoras. La transferencia de conocimientos sobre buenas prácticas en el cultivo de palma de aceite a los pequeños productores ha sido limitada en nuestras áreas de investigación, pues los agricultores reciben muy poca capacitación formal y la mayoría del conocimiento viene de los proveedores de insumos y sus colegas agricultores (Woittiez *et al.*, 2018; Jelsma *et al.*, 2017a). Si bien la organización de pequeños productores en cooperativas o grupos es una condición clave para la certificación RSPO o ISPO, y aunque hay evidencia de que los pequeños productores organizados pueden mantener sistemas con altos insumos y producción (Jelsma *et al.*, 2017b), aún existen múltiples barreras para mejorar las prácticas. En Indonesia, los servicios de extensión son débiles, el conocimiento sobre las BPA y la certificación no está ampliamente disponible y rara vez hay estructuras institucionales fuertes, a través de las cuales se pueda distribuir el conocimiento entre los pequeños productores con facilidad (Brandi *et al.*, 2015; Hidayat, 2017). Para hacer la situación más compleja, se deben diseñar estrategias individuales según los tipos específicos de agricultores para que sean efectivas. Idealmente, esto constituiría un acceso fácil a información de calidad mediante centros locales de capacitación para agricultores manejados por compañías, en colaboración con el gobierno para apoyar a los agricultores pequeños y medianos que, en su mayoría, residen localmente.

Los grandes inversionistas de turba pueden necesitar un enfoque diferente, pues la escala de sus actividades es mucho más grande y su entorno representa otros desafíos. Los rendimientos en las plantaciones de turba fueron significativamente menores, lo que se puede atribuir a mayores grados de abstencionismo, decisiones especulativas de inversión, dificultades para recolectar los RFF debido a anegaciones en la temporada de lluvias y otras dificultades agroecológicas de los suelos de turba para cultivar palma de aceite en comparación con suelos minerales.

Si bien una comparación directa es difícil debido a las diferentes metodologías, existen similitudes claras entre los tipos de agricultores identificados por McCarthy y Zen (2016) y los tipos utilizados en nuestro estudio. Los “agricultores prósperos” identificados por McCarthy y Zen (2016) parecen ser similares a los tipos de agricultores grandes identificados en Jelsma *et al.* (2017a), pues poseen tierras y un capital considerable, pero utilizan materiales de siembra deficientes, pues carecen de acceso a materiales de siembra apropiados. Los agricultores pobres mencionados por McCarthy son, principalmente, los locales de Melayu que están “... *atrapados entre sus actividades agrícolas y su trabajo como jornaleros, con poco tiempo para invertir en mejorar sus lotes*” y, de hecho, parece que estos, en especial, utilizan menos fertilizantes o herbicidas. Los agricultores medianos locales y medianos migrantes pueden asociarse con los progresivos mencionados por McCarthy y Zen (2016), dado que tienen una mayor propiedad de palma de aceite en comparación con los agricultores pobres, frecuentemente tienen otros trabajos, por ejemplo funcionarios públicos, y difícilmente trabajan como jornaleros (Jelsma *et al.* 2017a). No obstante, si bien McCarthy afirma que los agricultores prósperos invierten más en fertilizantes y mano de obra y, por lo tanto, tienen rendimientos relativamente mejores que los agricultores pobres o progresivos, no se encuentra evidencia de esto. Por este motivo, se considera que mejorar las condiciones que permitan la implementación de BPA es relevante para todos los tipos de agricultores.

La falta de apoyo técnico e institucional respecto al manejo de las necesidades de las plantaciones de pequeños productores debe considerarse en un marco más amplio de las restricciones que obstaculizan la

intensificación de rendimientos y la implementación de BPA. La infraestructura desarrollada y mantenida deficientemente, como las vías o el acueducto, obstaculizan la intensificación. Entre los grandes agricultores de turba, la falta de sistemas de drenaje coordinados fue problemática. Para los productores más remotos en suelos minerales (empinados), la infraestructura fue especialmente deficiente. Usualmente, estas áreas estaban relativamente ocupadas por agricultores grandes y durante las encuestas y entrevistas, los cuidadores indicaban que no todos los racimos se cosechaban durante la temporada de lluvias debido al poco acceso que tenían algunas partes de sus plantaciones. Además de la anegación, la frecuente ocurrencia de incendios en la turba aumentaba los riesgos de pérdida de inversión para los agricultores (Gaveau *et al.*, 2014; Purnomo *et al.*, 2017). Estos grandes riesgos no representan un entorno apropiado para las inversiones en BPA. Medidas como el desarrollo de infraestructura y la prevención de incendios son prerequisites relevantes para su implementación y la intensificación de rendimientos.

La mano de obra es conocida como una limitación clave para el cultivo intensivo de palma de aceite por parte de pequeños productores (Soliman *et al.*, 2016) y parece ser una de las principales razones por las que los agricultores prefieren este cultivo por encima del caucho (Euler *et al.*, 2017; Feintrenie *et al.*, 2010). Si bien se requiere una mano de obra suficiente y bien capacitada para implementar BPA, los problemas de esta también preocupan a las compañías porque sus crecientes costos son los "asesinos silenciosos" de la rentabilidad, pues la productividad apenas aumentó en los últimos 20 años (Liwang, 2017). Estos costos fueron relevantes para la agricultura de palma de aceite de los pequeños productores, pues muchos de los agricultores encuestados también contrataron jornaleros (Jelsma *et al.*, 2017a). Dado que a los trabajadores se les paga por destajo, sus intereses están en cosechar o en podar tantas palmas como sea posible en el menor tiempo, en vez de realizar estas actividades de forma correcta. Por este motivo, la implementación de BPA requeriría de un monitoreo constante por parte de los agricultores. Los beneficios relacionados con la agricultura de pequeños productores, como la facilidad de monitorear los campos y el interés directo en la producción (Hazell *et al.*, 2010; Hayami, 2010; Bissonette y De Koninck, 2017), parecen ser solo de

poca relevancia para ciertos tipos de pequeños productores de palma de aceite. Esto resalta el área gris entre los pequeños productores como agricultores de familia y como plantaciones de compañías (Bissonette y De Koninck, 2017). Esta área se distinguió con fuerza en los suelos de turba, donde los gerentes de los agricultores grandes se quejaron del número limitado de trabajadores (principalmente migrantes que estaban domiciliados en barracas al interior de la plantación). Como los agricultores de turba suelen residir por fuera del distrito (Jelsma *et al.*, 2017a), la mano de obra y el monitoreo parecen ser problemas en la frontera, complicando la implementación de BPA.

Creemos que se requiere investigación adicional para determinar en qué medida los pequeños productores cultivan palma de aceite para recibir ingresos de su rendimiento o con fines especulativos, pues transformar "tierras baldías" en plantaciones de palma de aceite genera ingresos para muchos actores (p. ej. Purnomo *et al.*, 2017; Prabowo *et al.*, 2017). Muchas plantaciones en turba están ubicadas dentro del dominio forestal y ni las compañías ni el gobierno tienen legalmente permitido apoyar a los agricultores en estas tierras obtenidas por medios ilegales. La documentación de los terrenos, especialmente entre agricultores de turba y locales, y en menor medida migrantes, no suele ser reconocida por el Estado (Jelsma *et al.*, 2017a). Esto genera riesgos para los propietarios y reduce el interés en las medidas de intensificación de rendimientos, que toman tiempo antes de que las inversiones den frutos. La intensificación es especialmente relevante cuando las poblaciones están aumentando y la tierra es escasa, pero este no es el caso en grandes partes de las islas menores de Indonesia. En Rokan Hulu, las compañías madereras y de palma de aceite recientemente desarrollaron la infraestructura para abrir nuevas tierras que ahora están disponibles con más facilidad que la mano de obra (Feintrenie *et al.*, 2010). Si bien actualmente las oportunidades de expansión para las grandes compañías son limitadas, aún hay muchas tierras "baldías" pequeñas, que parecen ser ocupadas por inversionistas a escala relativamente pequeña (Bissonette y De Koninck, 2017; Susanti y Maryudi, 2016). Y aunque es probable que la meta de la intensificación para ahorrar tierras vale la pena, se vislumbra una paradoja de Jevons, dado que esta intensificación hace que convertir el terreno en palma de aceite sea más interesante. Por

lo tanto, es necesario que los programas de intensificación incluyan regulaciones, monitoreo y vigilancia apropiada sobre el uso de tierras, si el objetivo es mejorar la sostenibilidad del sector.

En esta investigación se utilizaron varios métodos para evaluar el desempeño de diferentes tipos de pequeños productores. Las incertidumbres relacionadas con las encuestas eran: que los agricultores no solían llevar registros de la finca y que los tamaños reales de las plantaciones eran ligeramente diferentes a lo mencionado por los pequeños productores. Las estimaciones de rendimiento basadas en BBC eran propensas a errores en las evaluaciones de campo (es sabido que se incluyeron los racimos maduros, aumentando el rendimiento ligeramente) y otras suposiciones, todas las cuales afectaron los cálculos de rendimiento. Los equilibrios de nutrientes y los análisis de hojas y raquis son métodos comunes para evaluar las condiciones de nutrientes en plantaciones de palma de aceite de compañías. Sin embargo, si bien los valores críticos únicos pueden proporcionar indicadores del estado nutricional de las palmas, de hecho estos umbrales no son estáticos, pues las concentraciones de nutrientes varían con la edad, las condiciones y el entorno de la palma. Los valores críticos utilizados más comúnmente suelen desarrollarse en materiales de siembra más viejos y, por lo tanto, deben tomarse únicamente como indicativos e interpretarse junto con los datos de rendimiento y aplicación de fertilizantes, y con los síntomas visuales en campo (Fairhurst y Mutert, 1999; Corley, 2009). No obstante, dado que el objetivo principal de este estudio era comparar el desempeño de diferentes tipos de pequeños productores y no desarrollar regímenes de fertilización enfocados, los valores suministrados son suficientes para utilizarlos como punto de referencia. Las interpretaciones fotográficas permitieron a varios expertos compartir su experiencia y evaluar las plantaciones, pero no pueden reemplazar las visitas de campo. La diversidad de herramientas aplicadas en este estudio demostró ser lo suficientemente sensible para detectar las diferencias entre una amplia gama de tipos de pequeños productores y paisajes en los que operan y proporcionan una visión relativamente consistente de las condiciones de las plantaciones de estos productores. Los resultados indican que hay mucho por mejorar en las prácticas de los pequeños productores independientes y están

en línea con publicaciones anteriores (Soliman *et al.*, 2016; Woittiez *et al.*, 2018; Molenaar *et al.*, 2013).

Conclusión

El sector de los pequeños productores independientes de palma de aceite puede mostrarse como el talón de Aquiles para la sostenibilidad del sector. Aunque nuestra investigación incluyó una amplia variedad de tipos de agricultores, las diferencias en la adopción de BPA fue limitada, además se observaron rendimientos deficientes entre todos los tipos de pequeños productores independientes en este estudio. Nuestros resultados sugieren que la idea de que es más probable que los agricultores grandes y con mayor capital inviertan en BPA, no tiene fundamento. Las razones subyacentes son variadas. Los pequeños agricultores locales y migrantes están atrapados en un sistema que no es amigable con las inversiones y puede tener un potencial de rendimiento limitado debido a patrones y materiales de siembra deficientes. Los programas recientes que buscan aumentar el acceso a fondos para comprar materiales de siembra o fertilizantes apropiados podrían aumentar el potencial de rendimiento con estos grupos. No obstante, viendo que no es más probable que los agricultores grandes, para quienes el capital financiero es comparativamente asequible, inviertan en BPA comparado con los agricultores pequeños y menos capitalizados, es incierto que mejorar el acceso a finanzas llevará a cambios significativos en las prácticas. Las elecciones de los agricultores están informadas por una compleja amalgama de factores que incluye, entre otros, el acceso a mano de obra y conocimiento; cultivos y modos de vida alternativos; la calidad de la infraestructura; peligros de incendios; la situación jurídica de las plantaciones; los mercados de tierras; las políticas gubernamentales y los cambios en los mismos; el acceso al mercado y la incertidumbre de precios del producto; y otras evaluaciones de riesgo que los agricultores hacen. Si bien reconocemos las limitaciones de nuestra investigación (p. ej. tamaño de la muestra, cobertura geográfica limitada), nuestros resultados exponen que, en las condiciones actuales, los pequeños productores en general prefieren una estrategia de bajos insumos y producción por varios motivos. Esto representa un reto importante para iniciativas como ISPO, RSPO y otros promotores

de BPA, y podría resultar en una mayor marginalización de los pequeños productores independientes, si se aumentan los umbrales de sostenibilidad. Para apoyar la implementación de BPA, se recomienda realizar investigaciones adicionales para identificar y cuantificar las aspiraciones y estrategias de los agricultores, pues se relacionan con la intensificación; además de, emplear enfoques que reconozcan la diversidad de los agricultores y los entornos en los que operan, y aceptar que es probable que ciertos tipos de agricultores, como por ejemplo, agricultores en turba con un desempeño deficiente que operan en dominio forestal o en tierras recientemente deforestadas, deban ser excluidos de la cadena de valor para mejorar la sostenibilidad del sector. Relacionar el desempeño con la reclasificación y legalización de tierras en turba también puede ser un camino para aumentar la sostenibilidad. Entre tanto, los responsables de las políticas deberían aunar esfuerzos para hacer que los pequeños productores tengan acceso a materiales de siembra adecuados y a conocimiento sobre BPA, como primer requisito para la intensificación. Los organismos gubernamentales y las ONG deberían buscar el apoyo de los socios de la industria que cuentan con experiencia técnica y que pueden ser una fuente importante de inversión en el subsector. Si se quiere mejorar la sostenibilidad, es imperativo observar más allá de la implementación de BPA, y hay una clara necesidad de reconocer el contexto general en el que estos agricultores operan.

Reconocimientos

Los técnicos de campo fueron Junardi, Siregar, Harry Putra Utama, Tian Hadi Syaputra, Jiani, Iyhaul, Parno y Jojo, quienes hicieron un maravilloso trabajo visitando las plantaciones, encontrando a los agricultores y tomando muestras de las hojas. Pt. Dami Mas y PT. Asian Agri fueron indispensables, pues nos enseñaron a tomar las muestras de las hojas, y agradecemos a PT. PN 5, PRT. Astra y PT. First Resources por compartir los datos de rendimiento para desarrollar los factores de compensación para las evaluaciones de rendimiento de BBC. Se agradece la revisión realizada por el Dr. G. C. Schoneveld y el Prof. Dr. K. E. Giller. Por supuesto, también agradecemos a RISTEK-DIKTI, a dos revisores anónimos, a todos los agricultores, a funcionarios del gobierno, RT y RW y a los que nos ayudaron en el campo. Este trabajo recibió el apoyo de CIFOR, el programa Know For II de DFID y el programa de Gobernanza en Paisajes de Aceite de Palma de USAID, a quienes agradecemos.

Apéndice A. Información complementaria

La información complementaria de este artículo puede ser consultada en línea en <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.004>.

Referencias

- Abood, S. A., Lee, J. S. H., Burivalova, Z., Garcia-Ulloa, J., Koh, L. P., 2014. Relative contributions of the logging, fiber, oil palm, and mining industries to forest loss in Indonesia. *Conservation Lett.* 1, 58-67.
- Afrizal, 2013. Oil palm plantations, customary rights, and local protests: a West Sumatra Case Study. En: Anton Lucas, C. W. (Ed.), *Land for the People: the State and Agrarian Conflict in Indonesia*. Ohio University Press, pp. 149-182.
- Aidenvironment, 2013. *Diagnostic Smallholder Survey Instrument; Smallholder Survey Guidance-Ingles*. (Amsterdam, 48 páginas).

- Alcott, B., 2005. Jevons' paradox. *Ecol. Econ.* 54, 9-21.
- Bissonnette, J.-F., De Koninck, R., 2017. The return of the plantation? Historical and contemporary trends in the relation between plantations and smallholdings in Southeast Asia. *J. Peasant Stud.* 44 (4), 918-938.
- Bonneau, X., Ochs, R., Quasairi, L., Lubis, L. N., 1993. Hybrid coconut mineral nutrition on peat, from the nursery to the start of production. *Oleagineux* 48, 9-26.
- BPDPKS, 2017. Smallholder plantation replanting program: challenges and Opportunities. En: 13th Indonesian Palm Oil Conference and 2018 Price Outlook; Growth through Productivity and Partnership with Smallholders, Session 2 Palm Oil for Indonesian Welfare. IOPA, Bali Nusa Dua Convention Centre, Nusa Dua, Bali (1-3 November).
- Brandi, C., Cabani, T., Hosang, C., Schirmbeck, S., Westermann, L., Wiese, H., 2015. Sustainability standards for palm oil: challenges for smallholder certification under the RSPO. *The Journal of Environment & Development* 24 (3), 292-314.
- Busch, J., Ferretti-Gallon, K., Engelmann, J., Wright, M., Austin, K. G., Stolle, F., Turubanova, S., Potapov, P. V., Margono, B., Hansen, M. C., Baccini, A., 2015. Reductions in emissions from deforestation from Indonesia's moratorium on new oil palm, timber, and logging concessions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112 (5), 1328-1333.
- Byerlee, D., Deininger, K., 2013. The rise of large farms in land-abundant countries: do they have a future? En: Holden, S. T., Otsuka, K., Deininger, K. (Eds.), *Land Tenure Reform in Asia and Africa: Assessing Impacts on Poverty and Natural Resource Management*. Palgrave Macmillan Reino Unido, Londres, pp. 333-353.
- Byerlee, D., Stevenson, J., Villoria, N., 2014. Does intensification slow cropland expansion or encourage deforestation? *Global Food Security* 3 (2), 92-98.
- CIFOR, 2014. Pre-fire deforestation in Riau from 1990 to 2013. <http://gislab.cifor.cgiar.org/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7b7CCA4303-DC884A68-878FBC38B28F3BE8%7d> (accessed on 16-05-2016).
- Colchester, M., Jiwani, N., Andiko Sirait, M., Firdaus, A. Y., Surambo, A., Pane, H., 2006. *Palm Oil and Land Acquisition in Indonesia: Implications for Local Communities and Indigenous Peoples*. Moreton-in-Marsh and Bogor: Forest Peoples Programme. *Perkumpulan Sawit Watch, HuMa, World Agroforestry Centre*.
- Comte, I., Colin, F., Grünberger, O., Follain, S., Whalen, J. K., Caliman, J. -P., 2013. Landscape-scale assessment of soil response to long-term organic and mineral fertilizer application in an industrial oil palm plantation, Indonesia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 169, 58-68.
- Corley, R. H. V., 2009. How much palm oil do we need? *Environ. Sci. Policy* 12 (2), 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.10.011>.
- Cramb, R. A., 2013. Palmed off: incentive problems with joint-venture schemes for oil palm development on customary land. *World Dev.* 43, 84-99.

- Cramb, R., McCarthy, J. F., 2016. *The Oil Palm Complex: Smallholders, Agribusiness and the State in Indonesia and Malaysia*. NUS Press, Singapur.
- DIS-BUN Propinsi Riau, 2015. Lampiran Surat Kepala Dinas Perkebunan Provinsi Riau; 503/ Disbun-Pengemb/tanggal 01 September 2015 (Excel file only). Dinas Perkebunan Propinsi Riau, Pekanbaru.
- DJP, 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa Sawit 2014-2016* Directorate General of Estate Crops, Yakarta, pp. 69.
- DJP, 2017a. Pedoman peremajaan tanaman kelapa sawit pekebun, pengembangan sumber daya manusia dan bantuan sarana dan prasarana dalam kerangka pendanaan badan pengelola dana perkebunan kelapa sawit. En: 29/KPTS/KB.120/3/2017. Direktorat Jenderal Perkebunan, Yakarta.
- DJP, 2017b. *Statistik Perkebunan Indonesia; Kelapa Sawit 2015-2017*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Yakarta.
- Euler, M., Krishna, V., Schwarze, S., Siregar, H., Qaim, M., 2017. Oil palm adoption, household welfare, and nutrition among smallholder farmers in Indonesia. *World Dev.* 93, 219-235.
- Fairhurst, T.H., Griffiths, W., 2014. Oil palm: best management practices for yield in tensification. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Singapur.
- Fairhurst, T., Härdter, R., 2003. *The Oil Palm. Management for Large and Sustainable Yields*. Singapore: Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute. International Potash Institute.
- Fairhurst, T. H., Mutert, E., 1999. Interpretation and management of Oil Palm Leaf Analysis Data. *Better Crops International* 13 (1), 48-51.
- Feintrenie, L., Chong, W., Levang, P., 2010. Why do farmers prefer oil palm? Lessons learnt from Bungo district, Indonesia. *Small-Scale Forestry* 9 (3), 379-396.
- Forest People Program, 2013. Constitutional Court Ruling Restores Indigenous Peoples' Rights to their Customary Forests in Indonesia. <https://www.forestpeoples.org/en/topics/rights-land-natural-resources/news/2013/05/constitutional-court-rulingrestores-indigenous-pe>(accessed on 05-05-2018).
- Foster, H. L., Prabowo, N. E., 2006. Partition and transfer of nutrients in the reserve tissue and leaves of oil palm. En: *Workshop on Nutrient Needs in Oil Palm*. IPNI, Singapur, pp. 18 (17-18 de octubre).
- Gaveau, D. L. A., Salim, M. A., Hergoualc'h, K., Locatelli, B., Sloan, S., Wooster, M., Marlier, M. E., Molidena, E., Yaen, H., Defries, R., Verchot, L., Murdiyarso, D., Nasi, R., Holmgren, P., Sheil, D., 2014. Major atmospheric emissions from peat fires in Southeast Asia during non-drought years: evidence from the 2013 Sumatran fires. *Sci. Rep.* 4, 6112.
- Gaveau, D. L. A., Pirard, R., Salim, M. A., Tonoto, P., Parks Husnayaen S. A., Carmenta, R., 2017. Overlapping land claims limit the use of satellites to monitor No-Deforestation commitments and No-Burning compliance. *Conserv. Lett.* 10 (2), 257-264.

- Van Gelder, J. W., Sari, A., Pacheco, P., 2017. Managing Palm Oil Risks: a brief for financiers. RSPO (November). Gellert, P., 2015. Palm oil expansion in Indonesia: Land grabbing as accumulation by dispossession. *World Dev.* 33 (8), 1345-1364.
- Gillespie, P., 2010. Politics, power and participation: a political economy of oil palm in the Sanggau district of West Kalimantan. Australian National University, Canberra (PhD. tesis).
- Gillespie, P., 2011. How does legislation affect oil palm smallholders in the Sanggau District of Kalimantan, Indonesia? *Australas. J. Nat. Resour. Law Pol.* 14 (1), 1-37.
- Goh, K. J., 2005. Fertilizer recommendation systems for oil palm: estimating the fertilizer rates. En: Malaysian Oil Scientists' and Technologists' Association (MOSTA) Best Practices Workshops 2004: Agronomy and Crop Management, March to August 2004, pp. 235-268 Kuala Lumpur.
- Goh, K. J., Härdter, R., Fairhurst, T. H., 2003. Fertilizing for maximum return. En: Härdter, R., Fairhurst, T. H. (Eds.), *Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields*. PPI/PPIC and IPI, Singapore, pp. 279-306.
- Hayami, Y., 2010. Chapter 64 Plantations Agriculture. En: Prabhu, P., Robert, E. (Eds.), *Handbook of Agricultural Economics*. vol. 4. Elsevier, pp. 3305-3322.
- Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S., Dorward, A., 2010. The future of small farms: trajectories and policy priorities. *World Dev.* 38 (10), 1349-1361.
- Hidayat, N. K., 2017. At the bottom of the value chain: Sustainability certification and the livelihoods of palm oil smallholders in Indonesia. Maastricht University, Maastricht (PhD. tesis).
- Hidayat, K. N., Glasbergen, P., Offermans, A., 2015. Sustainability certification and palm oil smallholders' livelihood: a comparison between scheme smallholders and independent smallholders in Indonesia. *Int. Food Agribus. Man.* 18 (3).
- Ivancic, H., Koh, L. P., 2016. Evolution of sustainable palm oil policy in Southeast Asia. *Cogent Environmental Science* 2 (1).
- Jelsma, I., Schoneveld, G. C., Zoomers, A., van Westen, A. C. M., 2017a. Unpacking Indonesia's independent oil palm smallholders: an actor-disaggregated approach to identifying environmental and social performance challenges. *Land Use Policy* 69, 281-297.
- Jelsma, I., Slingerland, M., Giller, K. E., Bijman, J., 2017b. Collective action in a small holder oil palm production system in Indonesia: the key to sustainable and inclusive smallholder palm oil? *J. Rural. Stud.* 54, 198-210.
- KPK, 2016. *Kajian Sistem Pengelolaan Komoditas Kelapa Sawit*. Direktorat Penelitian dan pengembangan ke deputian bidang pencegahan korupsi pemberantasan korupsi Republik Indonesia, Jakarta, pp. 53.
- Lee, J., Ghazoul, J., Obidzinski, K., Koh, L., 2013. Oil palm smallholder yields and income constrained by harvesting practices and type of smallholder management in Indonesia. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 1-13.

- Liwang, T., 2017. Support of research to increase palm oil productivity with special reference to improved planting materials. En: 13th Indonesian Palm Oil Conference and 2018 Price Outlook; Growth through productivity and Partnership with Smallholders, Session 3. Increasing productivity through intensification and efficiency. IOPA, Bali Nusa Dua Convention Centre, Nusa Dua (1-3 November).
- Mathews, J., Foong, L. C., 2010. Yield and harvesting potentials. *Planter* 86, 699-709.
- McCarthy, J. F., Zen, Z., 2016. Agribusiness, agrarian change, and the fate of oil palm smallholders in Jambi. En: McCarthy, J. F., Cramb, R. (Eds.), *The Oil Palm Complex: Smallholders and the State in Indonesia and Malaysia*. National University of Singapore, Singapore, pp. 109-154.
- MoA, 2011. Peta sebaran lahan gambut di Sumatera. En: Balau besar penelitian dan pengembangan sumberdaya lahan pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian RI, (Yakarta).
- MoF, 2014. SK.878/MenHut-II/2014 Tentang Kawasan Hutan Provinsi Riau. (Yakarta).
- Molenaar, J. W., Persch-Orth, M., Lord, S., Taylor, C., Harms, J., 2013. Diagnostic Study on Indonesian Palm Oil Smallholders: Developing a better understanding of their performane and potential. International Finance Corporation, Yakarta.
- Ng, S. K., Uexküll, H. R. v., Thong, K. C., Ooi, S. H., 1990. Maximum exploitation of genetic yield potentials of some major tropical tree crops in Malaysia. En: Symposium on Maximum Yield Research, (17 August, Kyoto).
- Ng, P. H. C., Chew, P. S., Goh, K. J., Kee, K. K., 1999. Nutrient requirements and sustain ability in mature oil palms - an assessment. *The Planter* 75, 331-345.
- Obidzinski, K., Andriani, R., Komarudin, H., Andrianto, A., 2012. Environmental and social impacts of oil palm plantations and their implications for biofuel production in Indonesia. *Ecol. Soc.* 17 (1), 25.
- Prabowo, D., Maryudi, A., Senawi, Imron, M. A., 2017. Conversion of forests into oil palm plantations in West Kalimantan, Indonesia: Insights from actors' power and its dy namics. *Forest Policy Econ.* 78, 32-39.
- Purnomo, H., Shantiko, B., Sitorus, S., Gunawan, H., Achdiawan, R., Kartodihardjo, H., Dewayani, A. A., 2017. Fire economy and actor network of forest and land fires in Indonesia. *Forest Policy Econ.* 78, 21-31.
- Rankine, I., Fairhurst, T., 1998. *Oil Palm Field Handbook; Mature*. Potash & Phosphate Institute, Singapore.
- Rival, A., Montet, D., Pioch, D., 2016. Certification, labelling and traceability of palm oil: can we build confidence from trustworthy standards? *OCL* 23 (6), D609.
- Rokan Hulu, B. P. S., 2015. Kabupaten Rokan Hulu dalam angka 2015. Badan Pusat Statistik Kabupaten Rokan Hulu.

- RSPO, 2017. RSPO Smallholder Strategy; Objectives, Outputs and Implementation. Kuala Lumpur.
- Sayer, J., Ghazoul, J., Nelson, P., Klintuni Boedhihartono, A., 2012. Oil palm expansion transforms tropical landscapes and livelihoods. *Glob. Food Sec.* 1 (2), 114-119.
- Soliman, T., Lim, F. K. S., Lee, J. S. H., Carrasco, L. R., 2016. Closing oil palm yield gaps among Indonesian smallholders through industry schemes, pruning, weeding and improved seeds. *Royal Soc. Open Sci.* 3 (8).
- SPKS, 2018. Undangan Diskusi National Definisi dan Karakteristik Petani Swadaya Kelapa Sawit. SPKS, Hotel Sari Pan Pacific, Yakarta (8 February).
- Susanti, A., Maryudi, A., 2016. Development narratives, notions of forest crisis, and boom of oil palm plantations in Indonesia. *Forest Policy Econ.* 73, 130-139.
- Tester, M., Langridge, P., 2010. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science* 327 (5967), 818-822.
- Uexküll, H.v., Henson, I. E., Fairhurst, T., 2003. Canopy management to optimize yield. En: Härdter, R., Fairhurst, T. H. (Eds.), *Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 163-180.
- USDA, 2016. *Oilseeds: World Markets and Trade*. Foreign Agricultural Service, Washington D. C.
- Villoria, N. B., Golub, A., Byerlee, D., Stevenson, J., 2013. Will yield improvements on the forest frontier reduce greenhouse gas emissions? A global analysis of oil palm. *Am. J. Agric. Econ.* 95 (5), 1301-1308.
- Woittiez, L. S., Haryono, S., Turhina, S., Dani, H., Dukan, T. P., Smit, H., 2015. *Smallholder Oil Palm Handbook (beta version)*. Wageningen & The Hague: Wageningen University and SNV International Development Organisation.
- Woittiez, L. S., Slingerland, M., Rafik, R., Giller, K. E., 2018. Nutritional imbalance in smallholder oil palm plantations in Indonesia. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 111 (1), 73-86.
- Zen, Z., McCarthy, J. F., Chalil, D., Sitorus, H., Shahputra, M., 2015. High Carbon Stocks (HCS) and the socio-economics of palm oil: Towards improving the sustainability of the oil palm sector in Indonesia.
- Zen, Z., Barlow, C., Gondowarsito, R., McCarthy, J. F., 2016. Interventions to promote smallholder oil palm and socio-economic improvement in Indonesia. En: Cramb, R., McCarthy, J. F. (Eds.), *The Oil Palm Complex: Smallholders, agribusiness and the State in Indonesia and Malaysia*. National University of Singapore, Singapur, pp. 78-108.