



Consiglio
dell'Unione europea

Bruxelles, 15 marzo 2019
(OR. en)

7577/19
ADD 1

ENER 180
CLIMA 82
TRANS 205
AGRI 149
ENV 305

NOTA DI TRASMISSIONE

| | |
|----------------|---|
| Origine: | Jordi AYET PUIGARNAU, Direttore, per conto del Segretario Generale della Commissione europea |
| Data: | 13 marzo 2019 |
| Destinatario: | Jeppe TRANHOLM-MIKKELSEN, Segretario Generale del Consiglio dell'Unione europea |
| n. doc. Comm.: | COM(2019) 142 final ANNEXES 1 to 2 |
| Oggetto: | ALLEGATI della RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI sullo stato di espansione della produzione delle pertinenti colture alimentari e foraggiere nel mondo |

Si trasmette in allegato, per le delegazioni, il documento COM(2019) 142 final ANNEXES 1 to 2.

All.: COM(2019) 142 final ANNEXES 1 to 2



Bruxelles, 13.3.2019
COM(2019) 142 final

ANNEXES 1 to 2

ALLEGATI

della

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI

**sullo stato di espansione della produzione delle pertinenti colture alimentari e foraggere
nel mondo**

ALLEGATO I

ESAME DELLA LETTERATURA SULL'ESPANSIONE DELLE COLTURE IN TERRENI CON ELEVATE SCORTE DI CARBONIO

Ambito di applicazione

Il presente esame, effettuato dal Centro comune di ricerca (JRC) della Commissione, offre una panoramica e riassume i risultati più rilevanti della letteratura scientifica sull'espansione delle zone di produzione delle materie prime agricole in terreni con elevate scorte di carbonio ai sensi della RED II.

Soia

Vi è un solo studio oggetto di valutazione inter pares che stima la deforestazione causata dalla soia su scala mondiale, che prende in esame un periodo in cui è inclusa la deforestazione avvenuta dopo il 2008. [Henders et al. 2015] hanno iniziato con misurazioni basate sul GIS della deforestazione annuale in tutte le regioni tropicali e l'hanno ascritta a diversi fattori, tra cui l'espansione della produzione di soia e palma da olio, sulla base di un esame completo della letteratura regionale (l'esame è descritto in dettaglio nelle loro informazioni supplementari). Tali dati si riferiscono tuttavia solo al periodo 2000-2011.

| Stima del JRC della percentuale di deforestazione causata dall'espansione della produzione di soia in Brasile | | | |
|--|-----------|---------|-------------------|
| | Amazzonia | Cerrado | Resto del Brasile |
| % di espansione della produzione di soia brasiliana nel periodo 2008-2017 | 11 % | 46 % | 44 % |
| % di espansione nelle foreste | 5 % | 14 % | 3 % |
| MEDIA PONDERATA dell'espansione nelle foreste in BRASILE | 8,2 % | | |

Data la mancanza di studi che forniscano dati recenti su scala mondiale sono stati aggregati dati riguardanti il Brasile, altri paesi dell'America meridionale e il resto del mondo. Per il Brasile, i dati sull'espansione delle coltivazioni di soia dal 2008 provengono dalla banca dati brasiliana IBGE-SIDRA, e sono stati combinati con i dati sull'espansione nelle zone forestali del Cerrado [Gibbs et al. 2015] per calcolare la media per il periodo 2009-2013 nell'Amazzonia [Richards et al.]¹ e nel resto del paese [Agroicone 2018]. La media ponderata dell'espansione nelle foreste è risultata del 10,4 %. Tale valore è stato combinato con quelli ottenuti per l'Argentina, il Paraguay, l'Uruguay, la Bolivia e il resto del mondo come segue:

| Stima del JRC dell'espansione media (in %) della soia nelle foreste in America latina | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|---------|---------|
| 2008-2017 | Brasile | Argentina | Paraguay | Uruguay | Bolivia |
| Espansione della soia in America latina | 67 % | 19 % | 7 % | 5 % | 2 % |
| Espansione nelle foreste | 8,2 % | 9 % | 57 % | 1 % | 60 % |
| Espansione media dell'America latina nelle foreste | 14 % | | | | |
| STIMA DELL'ESPANSIONE MEDIA (IN %) DELLA SOIA NELLE FORESTE NEL MONDO | | | | | |
| Espansione della soia in America latina rispetto all'espansione nel mondo | 53 % | | | | |
| Espansione presunta nelle foreste nel resto del mondo | 2 % | | | | |
| Espansione media della soia nelle foreste nel mondo | 8 % | | | | |

Per altri paesi dell'America latina l'unico dato quantitativo è quello di [Graesser et al. 2015], che hanno misurato l'espansione di tutti i seminativi nelle foreste. Per le altre parti del mondo in cui si osservano le maggiori espansioni della produzione di soia dal 2008, vale a dire India, Ucraina, Russia e Canada, pochi elementi farebbero supporre l'esistenza di un rapporto di causa-effetto diretto con la deforestazione ed è pertanto stata ipotizzata una percentuale modesta (2 %) di espansione a scapito delle foreste. A livello mondiale la percentuale media dell'espansione di questa coltura è stata quindi stimata all'8 %.

¹ Secondo [Gibbs et al. 2015, fig. 1], in Amazzonia la percentuale media di espansione della soia nelle foreste nel periodo 2009-2013 è stata del 2,2 % circa. I dati del 2008 non sono stati inclusi in quanto il piano del governo brasiliano per la prevenzione e il controllo della deforestazione nella regione amazzonica (PPCDAa) (diritto forestale brasiliano), che è stato seguito da una drastica riduzione della deforestazione in questa regione, non era ancora applicato. Le stime di [Gibbs et al. 2015] si basavano sulla banca dati ufficiale relativa alla deforestazione del progetto PRODES, che veniva utilizzata anche per monitorare la conformità alla normativa del PPCDAa. Tuttavia, [Richards et al. 2017] hanno osservato che, a partire dal 2008, la banca dati di PRODES si è discostata sempre più da altri indicatori della perdita di foreste: il fatto che questa banca dati fosse utilizzata per far rispettare la normativa ha modificato le attività di deforestazione, per cui chi la pratica ha imparato a deforestare piccoli appezzamenti o aree non monitorate dal sistema PRODES. Avvalendosi dei dati di monitoraggio delle foreste della banca dati alternativa del GFC, [Richards et al. 2017] indicano (nelle loro informazioni supplementari) che dal 2008 le stime di PRODES relative alla deforestazione sono inferiori di un fattore medio di 2,3 rispetto a quelle della banca dati del GFC. I dati relativi agli incendi boschivi confermano le variazioni da un anno all'altro relative alle zone soggette a deforestazione previste dal GFC e non quelle di PRODES.

Confronto con altri esami recenti

La maggior parte dei dati relativi alla deforestazione causata dalla produzione di soia sono antecedenti alla moratoria brasiliana della soia del 2008 e non sono pertanto pertinenti ai fini della presente stima.

Un esame commissionato da *Transport and Environment* [Malins 2018] analizza attentamente i dati regionali relativi all'espansione della produzione di soia e alla deforestazione e conclude che *almeno* il 7 % dell'espansione globale dal 2008 è avvenuta a scapito delle foreste. Tuttavia, per le quote di espansione della soia sono stati utilizzati anni diversi e non sono stati presi in considerazione i dati e i risultati di [Agricone 2018] e [Richards et al. 2017].

Secondo un esame commissionato da Sofiproteol [LCAworks 2018] che comprende anche un'analisi della letteratura regionale sulla deforestazione causata dalla produzione di soia nel mondo dal 2006 al 2016, il 19 % dell'espansione globale di questa coltura è avvenuta nelle foreste. Tuttavia non è chiaro quale sia il fondamento dell'ipotesi che lo studio avanza sull'espansione a scapito delle foreste nel "resto del Brasile", e talvolta i "terreni naturali" sono stati conteggiati come foreste. Inoltre, nel calcolare le medie, i dati regionali relativi alla soia sono ponderati in funzione della produzione regionale totale di soia invece che sull'espansione dell'area di produzione. Pertanto il dato del 19 % non può essere ritenuto molto affidabile.

Agroicone ha elaborato un documento per la Commissione che cita un lavoro del 2018 di Agrosatelite non pubblicato nel quale si evidenzia una grande riduzione dell'espansione della soia nel Cerrado (soprattutto nel Matipoba) a scapito delle foreste nel periodo 2014-2017: si è infatti passati dal 23 % nel 2007-2014 all'8 % nel 2014-2017.

Palma da olio

Utilizzando campioni di dati satellitari di piantagioni di palma da olio, [Vijay et al. 2016] hanno stimato la quota dell'espansione di questo prodotto agricolo a scapito delle foreste dal 1989 al 2013, riportando i risultati per paese. Lo studio ha concluso che, in base alle medie nazionali relative all'aumento delle superfici nazionali di raccolta della palma da olio nel periodo 2008-2016, globalmente il **45 %** dell'espansione era avvenuto a scapito di terreni che erano foreste nel 1989.

Gli ulteriori dati di [Henders et al. 2015] attribuivano all'espansione di questa coltura una deforestazione osservata di 0,43 Mha in media all'anno nel periodo 2008-2011, che rappresenta il **45 %** dell'aumento stimato della superficie mondiale coltivata a palma da olio in quel periodo².

In uno studio globale per la Commissione europea, [Cuypers et al. 2013] hanno attribuito la deforestazione misurata a diversi fattori, quali il pascolo, lo sfruttamento forestale e varie colture, a livello nazionale. I risultati dello studio implicavano che, tra il 1990 e il 2008, il 59 % dell'espansione della palma da olio fosse legato alla deforestazione.

² I dati relativi alla superficie di raccolta sono disponibili per tutti i paesi, sebbene la superficie di raccolta sia inferiore alla superficie coltivata perché le palme giovani non danno frutti. Tuttavia, il rapporto tra l'aumento della superficie coltivata e la superficie di raccolta dipende anche dalla porzione di superficie occupata dalle palme giovani di nuovo impianto. Un aumento della superficie coltivata è stato osservato anche nelle statistiche nazionali dell'Indonesia e della Malaysia ed è stato combinato con l'aumento della superficie di raccolta (dati adeguati) per il resto del mondo.

Confronto tra studi regionali relativi a Indonesia e Malaysia

| Percentuale stimata dell'espansione nelle foreste | | | | | | |
|---|-----------|----------------------|---------------|--------------------|----------------------|-----------------|
| | Anni | Malaysia | | Indonesia | | Resto del mondo |
| Espansione della palma nel mondo 2008-2015 | 2008-2015 | 15 % | | 67 % | | 17 % |
| | | Malaysia peninsulare | Borneo malese | Borneo indonesiano | Resto dell'Indonesia | |
| Espansione nazionale 2008-2015 | 2008-2015 | 19 % | 81 % | 77 % | 23 % | |
| Gaveau et al. 2016 | 2010-2015 | | 75 % | 42 % | | |
| Abood et al. 2015 | 2000-2010 | | | >36 % | | |
| SARvision 2011 | 2005-2010 | | 52 % | | | |
| Carlson et al. 2013 | 2000-2010 | | | 70 % | | |
| Gunarso et al. 2013 | 2005-2010 | >6 % | | | | |
| Gunarso et al. 2013 | 2005-2010 | 47 % | | 37-75 % | | |
| Austin et al. 2017 | 2005-2015 | | | >20 % | | |
| Vijay et al. 2016 | 2013 | 40 % | | 54 % | | 13 % |
| Vijay et al. 2016 | 2013 | | | 45 % | | |

[Abood et al. 2015] hanno rilevato che tra il 2000 e il 2010 in Indonesia sono stati deforestati 1,6 milioni di ettari nel quadro di concessioni accordate a produttori industriali di olio di palma. Secondo i dati del governo indonesiano, tale cifra rappresenta il 36 % dell'espansione totale della superficie coltivata a palma da olio registrata in quel periodo.

Per gli stessi anni, le stime di [Carlson et al. 2013] indicavano una percentuale di deforestazione superiore: un perdita di 1,7 Mha di foreste dovuta a concessioni per la coltivazione di palma da olio nel Borneo indonesiano e un'espansione dell'area di raccolta pari a circa il 70 % nella regione [Malins 2018]. In uno studio successivo, per il periodo 2000-2015 [Carlson et al. 2018] riferiscono una perdita di 1,84 Mha di foreste dovuta a concessioni per la coltivazione di palma da olio nel Borneo indonesiano e di 0,55 Mha a Sumatra.

Lo studio [SARvision 2011] ha rilevato che dal 2005 al 2010 sono stati disboscati 865 mila ettari di foreste all'interno dei confini delle concessioni note per la coltivazione di palma da olio in Sarawak, la provincia malese nel Borneo dove avviene la maggior parte dell'espansione di questa coltura. Il dato corrisponde a circa la metà dell'aumento dell'area di raccolta delle palme da olio in quel periodo³.

[Gaveau et al. 2016] hanno rilevato la sovrapposizione tra la deforestazione e l'espansione delle piantagioni industriali di palma da olio (ossia non delle piccole aziende agricole) nel Borneo, a intervalli di 5 anni tra il 1990 e il 2015, ed evidenziato che la grande maggioranza delle superfici occupate da queste piantagioni era coperta da foreste nel 1973; le quote di deforestazione sono inferiori quando si riduce il tempo che intercorre tra il disboscamento e la

³ Non è stato possibile reperire dati relativi alla superficie *coltivata* per la regione e il periodo in questione.

piantumazione. I risultati mostrano che per le piantagioni industriali di palma da olio nel Borneo indonesiano, circa il 42 % dell'espansione dal 2010 al 2015 è avvenuta a scapito di terreni che solo cinque anni prima erano foreste; per il Borneo malese tale dato si attesta attorno al 75 %. La valutazione ha applicato una definizione più restrittiva di foresta rispetto a quella della RED II, considerando solo le foreste con una copertura della volta superiore al 90 % ed escludendo le foreste secondarie (ossia foreste e arbusti ricresciuti dopo incendi o disboscamenti storici).

In uno studio successivo, [Gaveau et al. 2018] mostrano per il periodo 2008-2017 che nel Borneo indonesiano il 36 % dell'espansione di piantagioni industriali (l'88 % delle quali era di palme da olio) è avvenuto a scapito di foreste vergini disboscate nel medesimo anno, mentre nel Borneo malese lo stesso dato si attesta al 69 %. Nel Borneo indonesiano, il tasso di deforestazione causato da piantagioni in anni diversi è strettamente connesso al prezzo dell'olio di palma greggio nella stagione precedente, mentre nel Borneo malese tale correlazione è più debole, suggerendo una pianificazione della deforestazione centralizzata e a più lungo termine. I risultati hanno mostrato che il tasso di espansione della palma da olio ha conosciuto una riduzione rispetto al picco del periodo 2009-2012, mentre la quota che interessa le foreste è rimasta stabile.

[Gunarso et al. 2013] hanno analizzato i cambiamenti della copertura del suolo connessi all'espansione della palma da olio in Indonesia e Malesia per la tavola rotonda sull'olio di palma sostenibile (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*). I cambiamenti più recenti segnalati riguardano aree coltivate a palma da olio piantumate tra il 2005 e il 2010 e indicano la percentuale di area che nel 2005 rientrava in una serie di categorie d'uso del suolo. Sommando le categorie che rispondono *inequivocabilmente* alla definizione di foresta della direttiva, l'espansione nelle foreste in tutta l'Indonesia è almeno pari al 37 %. Tuttavia, altre categorie d'uso del suolo riportate comprendono terreni arbustivi (che, stando allo studio, sono principalmente terreni forestali degradati), che pure, tendenzialmente, risponderebbero alla definizione di foresta di cui alla direttiva; si tratta di un'estesa categoria in Indonesia, dal momento che le foreste nei pressi delle piantagioni sono spesso degradate da incendi avvenuti anni prima che la piantagione vi si espanda. Se si contano queste categorie d'uso del suolo precedenti come foreste (come queste aree probabilmente erano nel 2000), la percentuale di deforestazione totale in Indonesia per il periodo 2005-2010 sale a circa il 75 %, confermando sostanzialmente i risultati di [Carlson 2013].

Per quanto riguarda la Malaysia, [Gunarso et al. 2013] riferiscono che, nel periodo 2006-2010, il 34 % dell'espansione della palma da olio avveniva direttamente nelle foreste, sebbene abbiano anche registrato una notevole espansione in "suoli nudi" nel 2006 e ipotizzato che parte di essi fossero nudi perché in fase di conversione da terreni forestali. Dalle informazioni supplementari dello studio si evince che oltre un terzo dei suoli nudi nel 2006 era terreno forestale sei anni prima, il che indica che probabilmente si tratta di foreste disboscate pronte per la piantumazione. L'inclusione di queste zone forestali farebbe innalzare al 47 % la quota di deforestazione dovuta alla palma da olio in Malaysia.

Invece di usare immagini satellitari per identificare la precedente copertura del suolo delle aree interessate dall'espansione della palma da olio, [Austin et al. 2017] hanno esaminato mappe della destinazione d'uso del suolo elaborate dal ministero indonesiano dell'Ambiente e delle politiche forestali e hanno riscontrato che su tali mappe solo il 20 % circa dei terreni utilizzati per espandere la coltivazione industriale di palma da olio tra il 2005 e il 2015 era classificato come "foresta" cinque anni prima. La definizione di foresta di [Austin et al. 2017] prevede una copertura della volta superiore al 30 % (anziché > 10 % della direttiva) e non comprende i terreni arbustivi, che ai sensi della direttiva potrebbero in alcuni casi essere considerati foresta. Un ulteriore 40 % dell'espansione della palma da olio è avvenuto in categorie di destinazione d'uso del suolo in cui sono compresi terreni arbustivi. Per questi

motivi si ritiene che, ai fini della presente relazione, il dato del 20 % di [Austin et al. 2017] potrebbe costituire una stima per difetto dell'espansione nelle foreste nel periodo 2010-2015.

| Stima del JRC dell'espansione (in %) della palma da olio nelle foreste nel resto del mondo | | | | |
|---|--------------------|----------------|--------|-----------------|
| | Anno di espansione | America latina | Africa | Resto dell'Asia |
| Espansione della palma da olio a livello mondiale 2008-2015 | 2008-2015 | 9 % | 3 % | 5 % |
| Furumo e Aide 2017 | 2001-2015 | 20 % | | |
| Maaijard et al. 2018 | | | 6 % | |
| Vijay et al. 2016 | 2013 | 21 % | 6 % | 4 % |
| Media ponderata per il resto del mondo | 2013 | 13 % | | |

Come indicato nella tabella, per il resto del mondo sono riportate percentuali più basse di espansione in terreni forestali. Ponderando i risultati per l'America latina, l'Africa e il resto dell'Asia (Indonesia e Malaysia escluse) si ottiene una percentuale media di espansione delle piantagioni di palma da olio nelle foreste del 13 %.

Nel complesso, considerati i risultati degli studi regionali sull'espansione della palma da olio in terreni che presentano elevate scorte di carbonio in Malaysia e Indonesia e i dati che dimostrano tale espansione nel resto del mondo, la percentuale media mondiale dell'espansione della palma da olio nelle foreste del 45 % proposta da [Vijay et al. 2016] può essere considerata una stima plausibile.

Quota di espansione della palma da olio a scapito delle torbiere

| | anni | Malaysia | | Indonesia | | Resto del mondo |
|--|-----------|----------------------|---------|--------------------|----------------------|-----------------|
| % dell'espansione mondiale di palma da olio 2008-15 | 2008-15 | 15% | | 69% | | 16% |
| | | Resto della Malaysia | Sarawak | Borneo indonesiano | Resto dell'Indonesia | |
| % di espansione nazionale 2008-15 | 2008-15 | 33% | 67% | 77% | 23% | |
| Quota di espansione della palma da olio nelle torbiere | | | | | | |
| SARvision 2011 | 2005-10 | | 32% | | | |
| Omar et al. 2010 | 2003-2009 | 30% | | | | |
| Abood et al 2014 | 2010 | | | 21%* | | |
| Austin 2017 | 2005-2015 | | | >20% | | |
| Gunarso et al. 2013 | 2005-10 | | | 26% | | |
| Miettinen et al. 2012, 2016 | 2007-15 | 42% | | 24% | | |
| Miettinen et al. 2012, 2016 | 2010-15 | 36% | | 25% | | |
| Media mondiale per interpolazione 2008-15 | | 23% | | | | |
| * quota delle concessioni note per la coltivazione di palma da olio nelle torbiere | | | | | | |

[Abood et al. 2014] hanno rilevato che il 21 % delle concessioni indonesiane note di palma da olio interessavano torbiere e il 10 % suoli torbosi profondi (> 3 metri), che dovrebbero essere protetti dal drenaggio in virtù di un decreto governativo del 1990. Secondo lo studio, tra il 2000 e il 2010 è stata registrata una perdita di 535 kha di paludi-torbiere boscate a causa delle concessioni indonesiane per la coltivazione di palma da olio, il che rappresenta il 33 % dell'espansione di questa coltura in terreni dati in concessione.

[Miettinen et al. 2012, 2016] hanno analizzato immagini satellitari ad alta risoluzione per monitorare a più riprese la diffusione di piantagioni di palme da olio mature nelle torbiere tra il 1990 e il 2015. Per individuare le zone torbiere hanno utilizzato l'archivio digitale europeo delle mappe del suolo del JRC e riferiscono che tra il 2007 e il 2015 le piantagioni di palma da olio si sono estese per 1 089 kha nelle torbiere indonesiane e per 436 kha nelle torbiere malesi. Dividendo queste cifre per l'aumento della superficie coperta da palme da olio mature in tale periodo⁴ si ottiene un'espansione delle palme da olio nella torba pari al 24 % in Indonesia e al 42 % in Malaysia. Per il periodo più recente trattato nello studio (2010-2015), queste cifre corrispondono rispettivamente al 25 % e 36 %.

Il Malaysian Palm Oil Board ha pubblicato uno studio sull'olio di palma [Omar et al. 2010] che si fonda sull'individuazione con l'ausilio del GIS di coltivazioni di palma da olio, e su una mappa del suolo a cura del ministero dell'Agricoltura malese. Lo studio riferisce che nel paese la percentuale di coltivazione di palme nella torba è aumentata dall'8,2 % nel 2003 al 13,3 % nel 2009, rispettivamente pari a 313 e a 666 kha. Nello stesso periodo i dati indicano che la superficie totale destinata alla coltivazione di palme da olio si è estesa da 3 813 a 5 011 kha, per cui la quota di tale espansione a scapito della torba è stata del 30 %.

[SARvision 2011] ha rilevato che dal 2005 al 2010 sono stati disboscati 535 ettari di torbiere boscate all'interno dei confini di concessioni note di palma da olio in Sarawak, la provincia malese maggiormente interessata dell'espansione della palma da olio. Il dato corrisponde a circa il 32 % dell'aumento della superficie di raccolta di questa coltura in quel periodo⁵. Non sono conteggiate né la perdita di torbiera boscata dovuta alla palma da olio al di fuori dei confini della concessione, né la conversione di torbiere che non erano boscate al momento della conversione.

[Gunarso et al. 2013] segnalano una percentuale anormalmente bassa di espansione delle palme da olio nella torba in Malaysia (solo il 6 % tra il 2000 e il 2010, secondo le informazioni supplementari fornite). Si tratta di un valore di gran lunga inferiore a qualsiasi altra stima, anche delle fonti malesi, per cui è stato ignorato⁶.

⁴ Miettinen et al. conteggiano solo le superfici con palme mature; pertanto, in questo caso è opportuno dividere per la superficie coperta da palme mature anziché per la superficie coltivata totale. Sono stati utilizzati i dati del *Foreign Agricultural Service* del dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti sulle "superfici di raccolta", che in realtà fanno riferimento a "superfici occupate da piante mature", e sono stati raffrontati con altri dati quali le vendite di piantule di palma da olio. I dati della FAO risultano meno utili perché, ad esempio, rispecchiano riduzioni temporanee nell'area di raccolta nel periodo 2014/15 a causa delle inondazioni in Malaysia.

⁵ Non è stato possibile reperire dati relativi alla superficie piantata per la zona e il periodo in questione.

⁶ [Gunarso et al. 2013] suggeriscono una spiegazione: hanno considerato che si trattasse di "pantumazione nella torba" solo se il suolo era una palude-torbiera umida cinque anni prima; se invece era già stato drenato, è stato considerato come un suolo con destinazione d'uso diversa, ad esempio un "suolo nudo". La conversione da palude a palma da olio richiede non solo il disboscamento, ma anche la costruzione di una fitta rete di canali di drenaggio e la compattazione del suolo, il che allunga i tempi prima che le palme da olio possano essere identificate con le immagini satellitari. Di conseguenza, mentre nella Malaysia peninsulare (con poche torbiere), nel periodo 2005-2010 non si è assistito a un'espansione della palma da olio in suoli nudi, in Sarawak questo fenomeno ha interessato il 37 % dell'espansione. Vi è inoltre un elevato tasso di conversione da palude-torbiera a "agrosilvicoltura e piantagioni" e quindi da "agrosilvicoltura e piantagioni" a piantagioni di

Per l'Indonesia, i dati supplementari di [Gunarso et al. 2013] mostrano come tra il 2005 e il 2010 il 24 % dell'espansione della palma da olio sia avvenuto in paludi-torbiere e la percentuale sale al 26 % circa se si includono anche i terreni convertiti da paludi-torbiere a "suoli nudi".

Secondo [Austin et al. 2017], in Indonesia la quota di espansione della palma da olio nella torba è rimasta intorno al 20 % per tutti i periodi presi in esame (1995-2015), senza alcuna correzione per il "suolo nudo". Il motivo per cui i risultati di Austin sono inferiori rispetto ad altri risiede nell'utilizzo della mappa delle torbiere del "BBSDLP⁷" del ministero dell'Agricoltura indonesiano (H. Valin, comunicazione privata, 5 dicembre 2018). La mappa non comprende le zone in cui la profondità della torba è inferiore a 0,5 m⁸, il che spiega in parte perché essa mostra il 13,5 % di torbiere in meno rispetto alle mappe di Wetlands International, che, a loro volta, probabilmente sottostimano la zona torbiera del 10-13 % circa, secondo i riscontri sul terreno [Hooijer e Vernimmen 2013].

Non sono disponibili dati quantitativi relativi alla quota di espansione delle palme nelle torbiere nel resto del mondo. Dal 2008 al 2015 il 9 % dell'espansione della palma da olio avveniva in America latina, il 5 % nel resto dell'Asia e il 3 % in Africa. In Sud America, in particolare in Perù, Bolivia, Venezuela e lungo il Rio delle Amazzoni, vi sono estese zone di torba tropicale ma non si tratta di zone di produzione di olio di palma significative. Tuttavia, la palude-torbiera tropicale più estesa al mondo si trova nel bacino del Congo. Qui esiste già almeno un'enorme concessione per la coltivazione di palma da olio di 470 kha (equivalente, ad esempio, al 10 % dell'intera superficie occupata da palme da olio in Malaysia) che si estende per l'89 % su torba [Dargie et al. 2018]. Il timore è che, con il rallentare della crescita della produzione nei paesi del sud-est asiatico, aumenterà l'afflusso di investimenti per sviluppare questa coltura nelle torbiere in Africa e in America latina.

Dando maggior rilievo ai risultati di [Miettinen et al. 2012, 2016], che possono essere considerati gli studi più avanzati in questo campo, e ipotizzando che il drenaggio delle torbiere per fare spazio alle palme da olio nel resto del mondo sia pari a zero, si ottiene per interpolazione una stima (media ponderata) dell'espansione delle palme da olio pari al 23 % a livello mondiale tra il 2008 e il 2011.

Canna da zucchero

Oltre l'80 % dell'espansione globale della canna da zucchero è stato registrato in Brasile tra il 2008 e il 2015.

[Cuypers et al. 2013] hanno stimato che il 36 % dell'espansione della canna da zucchero a livello mondiale tra il 1990 e il 2008 sia avvenuto su terreni che in precedenza erano foreste, ma è probabile che si tratti di una stima per eccesso ai fini dell'analisi: la deforestazione è stata attribuita alla silvicoltura e all'espansione di pascoli e altre colture su *scala nazionale*. L'estensione della deforestazione attribuita ai pascoli è stata ridotta dal momento che questi terreni non hanno sostanzialmente conosciuto un'espansione *netta*; per contro, poiché la canna da zucchero è stata interessata da una grande espansione, le è stata attribuita gran parte della deforestazione avvenuta su scala nazionale. Tuttavia, il fatto che le *regioni* del Brasile interessate dall'espansione di questa coltura non coincidano con quelle caratterizzate da un'elevata deforestazione non è stato preso in considerazione nell'analisi di [Cuypers et al. 2013]

palma da olio in periodi successivi di 5 anni; pertanto le piantagioni di palma da olio potrebbero essere state scambiate, nella fase iniziale, per agrosilvicoltura o piantagioni di altre colture.

⁷ Il BBSDLP è il centro indonesiano per la ricerca e lo sviluppo delle risorse del territorio agricolo.

⁸ Un ettaro di torba tropicale della profondità di 0,5 m contiene circa 250-300 tonnellate di carbonio che verranno quasi tutte rilasciate nel primo decennio successivo al drenaggio.

[Adami et al. 2012] hanno segnalato che tra il 2000 e il 2009 solo lo 0,6 % dell'espansione della canna da zucchero del Brasile centro-meridionale è avvenuta a scapito delle foreste. Sebbene circa il 90 % dell'espansione della canna da zucchero a livello mondiale in tale periodo si è verificato in questa regione, anche altre aree del paese non contemplate dallo studio sono state interessate da una certa espansione.

[Sparovek et al. 2008] concordano nel dire che nel periodo 1996-2006 l'espansione della canna da zucchero nel Brasile centro-meridionale ha interessato quasi esclusivamente pascoli o altre colture (perché nella regione restano ben pochi terreni forestali); tuttavia, essa è avvenuta per un altro 27 % in zone "periferiche" intorno e all'interno del bioma amazzonico, nel Nordest e nel bioma della foresta atlantica. In queste regioni periferiche è stata osservata una correlazione tra la perdita di foreste per comune (*município*) e l'espansione della canna da zucchero. Lo studio non riporta tuttavia dati sulla percentuale di espansione nelle foreste.

Di conseguenza, dalla letteratura non è possibile quantificare in modo adeguato la deforestazione dovuta alla canna da zucchero.

Granturco

Generalmente non si pensa ai cereali come a una causa della deforestazione, in quanto sono per lo più prodotti in zone temperate in cui tale fenomeno ha una portata tendenzialmente modesta. Tuttavia, il granturco è anche una coltura tropicale, spesso praticata da piccoli agricoltori, e la cui coltivazione, nelle grandi aziende agricole, è sovente alternata con quella della soia. Una parte sproporzionata dell'espansione del granturco avviene in regioni tropicali dove la deforestazione è più comune e ad alta intensità di carbonio.

| % dell'espansione mondiale di superficie di raccolta di granturco 2010-15 | |
|---|--------------|
| Cina | 29,8% |
| Brasile | 11,6% |
| Angola | 10,5% |
| Nigeria | 9,8% |
| Argentina | 8,9% |
| Federazione russa | 7,0% |
| Mali | 3,1% |
| Messico | 1,7% |
| Cameroon | 1,6% |
| altri paesi (soprattutto in via di sviluppo) | 16% |
| RACCOLTO MEDIO PONDERATO 2010-15 (t/ha) | 3,935 |

L'espansione in Cina si è concentrata su terreni marginali situati nel nord-est del paese [Hansen 2017], che si suppone siano perlopiù steppe e terreni erbosi piuttosto che foreste. In Brasile e in Argentina la percentuale di deforestazione imputabile all'espansione di questa coltura potrebbe essere la stessa attribuita alla soia in Brasile. Secondo [Lark et al. 2015], il 3 % dell'espansione del granturco negli USA tra il 2008 e il 2012 è avvenuto a scapito delle foreste, l'8 % a scapito di zone arbustive e il 2 % a scapito di zone umide. Risulta ciò non di meno difficile fare una stima globale senza esaminare nel dettaglio la situazione di ciascun paese.

Riferimenti

- [Abood et al. 2015] Abood, S. A., Lee, J. S. H., Burivalova, Z., Garcia-Ulloa, J., & Koh, L. P. (2015). *Relative Contributions of the Logging, Fiber, Palm oil, and Mining Industries to Forest Loss in Indonesia*. *Conservation Letters*, 8(1), 58–67. <http://doi.org/10.1111/conl.12103>
- [Adami et al. 2012] Adami, M., Rudorff, B. F. T., Freitas, R. M., Aguiar, D. A., Sugawara, L. M., & Mello, M. P. (2012). Remote Sensing Time Series to Evaluate Direct Land Use Change of Recent Expanded Sugarcane Crop in Brazil. *Sustainability*, 4, 574–585. <http://doi.org/10.3390/su4040574>
- [Agroicone 2018] Moriera, A, Arantes,S., and Romeiro, M. (2018). RED II information paper: assessment of iLUC risk for sugarcane and soybean biofuels feedstock. Agroicone, Sao Paulo 2018.
- [Austin et al. 2017] Austin, K. G., Mosnier, A., Pirker, J., McCallum, I., Fritz, S., & Kasibhatla, P. S. (2017). Shifting patterns of palm oil driven deforestation in Indonesia and implications for zero-deforestation commitments. *Land Use Policy*, 69(August), 41–48. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.036>
- [Carlson et al. 2013] Carlson, K. M., Curran, L. M., Asner, G. P., Pittman, A. M., Trigg, S. N., & Marion Adeney, J. (2013). Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan palm oil plantations. *Nature Clim. Change*, Retrieved from <https://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n3/pdf/nclimate1702.pdf>
- [Curtis et al. 2018] Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108–1111. <http://doi.org/10.1126/science.aau3445>
- [Cuypers et al. 2013] Cuypers, D., Geerken, T., Gorissen, L., Peters, G., Karstensen, J., Prieler, S., van Velthuisen, H. (2013). The impact of EU consumption on deforestation : Comprehensive analysis of the impact of EU consumption on deforestation. European Commission. <http://doi.org/10.2779/822269>
- [Dargie et al. 2018] Dargie, G.C., Lawson, I.T., Rayden, T.J. et al. Mitig Adapt Strateg Glob Change (2018). <https://doi.org/10.1007/s11027-017-9774-8>
- [FAOstat 2008], Food and Agriculture Organization of the United Nations, Searchable database of crop production statistics, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- [Fehlenberg et al. 2017] Fehlenberg, V., Baumann, M., Gasparri, N. I., Piquer-Rodriguez, M., Gavier-Pizarro, G., & Kuemmerle, T. (2017). The role of soybean production as an underlying driver of deforestation in the South American Chaco. *Global Environmental Change*, 45(April), 24–34. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.05.001>
- [Furumo & Aide 2017] Furumo, P. R., & Aide, T. M. (2017). Characterizing commercial palm oil expansion in Latin America: land use change and trade. *Environmental Research Letters*, 12(2), 024008. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5892>
- [Gaveau 2016] Gaveau, D.L.A., Sheil, D., Husnayaen, Salim, M.A., Arjasakusuma, S., Ancrenaz, M., Pacheco, P., Meijaard, E., 2016. Rapid conversions and avoided deforestation: examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo. *Nature - Scientific Reports* 6, 32017.
- [Gaveau 2018] Gaveau, D.L.A., Locatelli, B., Salim, M.A., Yaen, H., Pacheco, P. and Sheil, D. Rise and fall of forest loss and industrial plantations in Borneo (2000–2017). *Conservation Letters*. 2018;e12622. <https://doi.org/10.1111/conl.12622>

[Gibbs et al. 2015] Gibbs, H. K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D. C., Noojipady, P., Walker, N. F. (2015). Brazil's Soy Moratorium: Supply-chain governance is needed to avoid deforestation. *Science*, 347(6220), 377–378. <http://doi.org/10.1126/science.aaa0181>.

[Graesser et al. 2015] Graesser, J., Aide, T. M., Grau, H. R., & Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters*, 10(3), 034017. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017>

[Gunarso et al. 2013] Gunarso, P., Hartoyo, M. E., Agus, F., & Killeen, T. J. (2013). *Palm oil and Land Use Change in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea*. RSPO. <http://doi.org/papers2://publication/uuid/76FA59A7-334A-499C-B12D-3E24B6929AAE>
Supplementary materials: <https://rspo.org/key-documents/supplementary-materials>

[Hansen et al. 2017] Hansen, J., M.A. Marchant, F. Tuan, and A. Somwaru. 2017. "U.S. Agricultural Exports to China Increased Rapidly Making China the Number One Market." *Choices*. Q2. <http://www.choicesmagazine.org/choices-magazine/theme-articles/us-commodity-markets-respond-to-changes-in-chinas-ag-policies/us-agricultural-exports-to-china-increased-rapidly-making-china-the-number-one-market>

[Henders et al 2015] Henders, S., Persson, U. M., & Kastner, T. Trading forests: Land-use change and carbon emissions embodied in production and exports of forest-risk commodities. *Environmental Research Letters*, 10(12), 125012. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125012>
<http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125012>

[Hooijer and Vernimmen 2013] Hooijer, A. and Vernimmen, R. 2013 "Peatland maps: accuracy assessment and recommendations" Report by Deltares & Euroconsult Mott MacDonald for Implementation of Agentschap NL 6201068 QANS Lowland Development edepot.wur.nl/251354

[Jusys 2017] Jusys, T. (2017) A confirmation of the indirect impact of sugarcane on deforestation in the Amazon, *Journal of Land Use Science*, 12:2-3, 125-137, DOI: 10.1080/1747423X.2017.1291766

[Lark et al. 2015] Lark, T.J, Salmon, M.J, & Gibbs, H. (2015). Cropland expansion outpaces agricultural and biofuel policies in the United States. *Environmental Research Letters*. 10. 10.1088/1748-9326/10/4/044003.

[LCAworks 2018] Strapasson, A., Falcao, J., Rossberg, T., Buss, G., and Woods, J. Land use Change and the European Biofuels Policy: the expansion of oilseed feedstocks on lands with high carbon stocks. Technical report prepared by LCAworks Ltd., in collaboration with Sofiproteol, France.

[Machado et al. 2012] Macedo, M. N., DeFries, R. S., Morton, D. C., Stickler, C. M., Galford, G. L., & Shimabukuro, Y. E. (2012). Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(4), 1341–6. <http://doi.org/10.1073/pnas.1111374109>

[Malins. 2017] Malins, C. (2017). For peat's sake - Understanding the climate implications of palm oil biodiesel. Cerulogy and Rainforest Foundation Norway, London 2017. Retrieved from <http://www.cerulogy.com/uncategorized/for-peats-sake/>

[Malins 2018] Malins, C. (2018). *Driving deforestation: the impact of expanding palm oil demand through biofuel policy*, London 2018. Retrieved from <http://www.cerulogy.com/palm-oil/driving-deforestation/>

- [Meijaard et al. 2018] Meijaard, E., Garcia-Ulloa, J., Sheil, D., Wich, S.A., Carlson, K.M., Juffe-Bignoli, D., and Brooks, T. (2018). Palm oil and biodiversity. <http://doi.org/https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.11.en>
- [Miettinen et al. 2012] Miettinen, J., Hooijer, A., Tollenaar, D., Page, S. E., & Malins, C. (2012). Historical Analysis and Projection of Palm oil Plantation Expansion on Peatland in Southeast Asia. Washington, D.C.: International Council on Clean Transportation.
- [Miettinen et al. 2016] Miettinen, J., Shi, C., & Liew, S. C. (2016). Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990. *Global Ecology and Conservation*, 6, 67–78. <http://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.02.004>
- [Morton et al. 2006] Morton, D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., ... Morissette, J. (2006). Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(39), 14637–14641. <http://doi.org/10.1073/pnas.0606377103>
- [Omar et al. 2010] Omar, W., Aziz, N.A., Mohammed A.T., Harun, M.H. and Din, A.K.; "Mapping of oil palm cultivation on peatland in Malaysia, Malaysian Palm Oil Board Information series 529, MPOB TT No. 473, June 2010. ISSN 1511-7871.
- [Page et al. 2011] Page, S.E., Morrison, R., Malins, C., Hooijer, A., Rieley, J.O. Jaujiainen, J. (2011). Review of Peat Surface Greenhouse Gas Emissions from Palm oil Plantations in Southeast Asia. *Indirect Effects of Biofuel Production*, (15), 1–77.
- [Richards et al. 2017] Richards, P. D., Arima, E., VanWey, L., Cohn, A., & Bhattarai, N. (2017). Are Brazil's Deforesters Avoiding Detection? *Conservation Letters*, 10(4), 469–475. <http://doi.org/10.1111/conl.12310>
- [SARVision 2011] SARVision. (2011). Impact of palm oil plantations on peatland conversion in Sarawak 2005-2010, (January 2011), 1–14. <http://archive.wetlands.org/Portals/0/publications/Report/Sarvision%20Sarawak%20Report%20Final%20for%20Web.pdf>
- [Searle & Giuntoli 2018] Searle, A. S., and Giuntoli, J. (2018). Analysis of high and low indirect land-use change definitions in European Union renewable fuel policy.
- [Sparovek et al. 2008] Sparovek, G.; A. Barretto; G. Berndes; S. Martins; and Maule, R. (2008). "Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996–2006." *Mitigation and Adaption Strategies for Global Change*, 14(3), p. 285.
- [USDA 2008] United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. Searchable database of Production, Supply and Distribution data of crops. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>
- [Vijay et al. 2016] Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Smith, S. J., Walker, W., Soto, C., ... Rodrigues, H. (2016). The Impacts of Palm oil on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. *PLOS ONE*, 11(7), e0159668. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>
- [Waroux et al. 2016] Waroux, Y., Garrett, R. D., Heilmayr, R., & Lambin, E. F. (2016). Land-use policies and corporate investments in agriculture in the Gran Chaco and Chiquitano. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), 4021–4026. <http://doi.org/10.1073/pnas.1602646113>
- [Yousefi et al. 2018]. Yousefi, A., Bellantonio, M., and Hurowitz, G., The avoidable Crisis, *Mighty Earth*, Regnskogfondet and FERN, March 2018, <http://www.mightyearth.org/avoidablecrisis/>

ALLEGATO II

ANALISI GIS

1.

Metodo

Al fine di stimare la deforestazione e le relative emissioni associate all'espansione delle colture agroenergetiche a partire dal 2008 in zone con una densità di copertura della volta superiore al 10 %, è stato utilizzato un approccio di modellizzazione geospaziale che combina una mappa della deforestazione del Global Forest Watch (GFW) con mappe dei tipi di colture di MapSPAM e EarthStat. Di seguito sono riassunti ulteriori dettagli sull'approccio e, nella tabella, figurano i dati utilizzati nell'analisi. L'analisi è stata effettuata utilizzando una dimensione del pixel di circa 100 ettari all'equatore.

Fonti dei dati

Dati relativi alle colture

Attualmente non sono disponibili mappe coerenti a livello mondiale che mostrino l'espansione di ogni singola coltura agroenergetica nel tempo, sebbene siano in corso ricerche per ottenere tali informazioni per quanto riguarda la palma da olio e la soia mediante l'interpretazione delle immagini satellitari. Ai fini di tale analisi, si è fatto affidamento su due fonti per le mappe relative a un unico anno e a un'unica coltura: MapSPAM (IFPRI e IIASA 2016), che rileva la distribuzione mondiale di 42 colture nel 2005⁹, e EarthStat (Ramankutty et al. 2008), che mappa le superfici coltivate e i pascoli nel 2000. Entrambe le fonti di dati sulle colture sono il risultato di approcci che combinano una serie di dati di input geolocalizzati per elaborare stime plausibili della distribuzione mondiale delle colture. I dati comprendono le statistiche sulla produzione a livello delle unità amministrative (subnazionali), le mappe delle diverse coperture del suolo prodotte da immagini satellitari e le mappe che evidenziano la vocazione agricola dei terreni elaborate sulla base del paesaggio, delle condizioni climatiche e del suolo locali.

Data la mancanza sia di mappe mondiali aggiornate per le singole colture, sia di informazioni coerenti in merito alla loro espansione nel tempo, una delle ipotesi di fondo della nostra analisi è che la deforestazione totale e le relative emissioni di gas a effetto serra che si verificano all'interno di una zona dal 2008 possono essere attribuite a una determinata coltura in base alla superficie proporzionale della coltura rispetto alla superficie agricola totale, pascoli inclusi, presente nello stesso pixel della mappa culturale.

Dati relativi alla deforestazione

Le mappe pubblicate della perdita annua di copertura arborea a livello mondiale, ricavate dalle osservazioni satellitari e disponibili su Global Forest Watch per il periodo dal 2001 al 2017, hanno costituito la base dell'analisi della deforestazione. I dati sulla perdita di copertura arborea sono disponibili in una risoluzione di 30 metri o in una dimensione del pixel di 0,09 ettari. I dati originali relativi alla perdita di copertura arborea di Hansen et al. (2013) non distinguono tra conversione permanente (ossia deforestazione) e perdita temporanea di copertura arborea dovuta alla silvicoltura o a incendi. Pertanto, ai fini della presente analisi

⁹ I dati aggiornati di MapSPAM per il 2010 sono stati resi pubblici il 4 gennaio 2019, subito dopo il completamento dell'analisi.

abbiamo incluso solo il sottoinsieme di pixel della perdita di copertura arborea che rientravano nelle zone dominate dalla *deforestazione dovuta alle colture di materie prime*, così come sono mappate in una risoluzione di 10 km da Curtis et al. (2018)¹⁰. Le zone in cui sono dominanti altri fattori, come la silvicoltura o l'agricoltura itinerante, sono state pertanto escluse dall'analisi. Nella classe della *deforestazione dovuta alle colture di materie prime*, sono stati presi in considerazione per l'analisi solo i pixel con una percentuale di copertura arborea superiore al 10 %, dove la "percentuale di copertura arborea" è definita come la densità di copertura della volta arborea della superficie del terreno nel 2000. Considerati i criteri specifici inclusi nella RED II (cfr. lettere "b" e "c" nella precedente sezione "Contesto"), i risultati dell'analisi sono stati disaggregati in deforestazione per gli anni dal 2008 al 2015 per le superfici con copertura arborea superiore al 30 % e per le superfici con copertura arborea compresa tra il 10 % e il 30 %.

Curtis et al. (2018) sottolineano la possibilità che all'interno di un paesaggio in un dato momento vi siano molteplici fattori che concorrono alla perdita di copertura arborea e che quello dominante possa variare tra un anno e l'altro nei 15 anni presi in analisi; il loro modello individua un solo fattore dominante che ha contribuito in misura maggiore alla perdita di copertura arborea in tale paesaggio nel periodo in analisi. Una delle ipotesi utilizzata nella presente analisi è che la perdita di copertura arborea all'interno delle zone dominate dalla *deforestazione dovuta alle colture di materie prime* sia tutta dovuta all'espansione di nuove superfici agricole. Questa ipotesi tenderebbe a sopravvalutare l'effetto delle colture di materie prime agricole in quei pixel. D'altro canto, l'agricoltura potrebbe anche espandersi in zone dominate dall'agricoltura itinerante o dalla silvicoltura; anche queste classi delle mappe di Curtis et al. (2018) sono state escluse dalla nostra analisi. Ciò significa che il metodo adottato potrebbe sottostimare la deforestazione dovuta alle colture. Tuttavia, le impronte delle nove colture incluse nell'analisi rientravano principalmente nella classe della deforestazione dovuta alle colture di materie prime e si presume pertanto che le superfici coltivate al di fuori di questa classe fossero proporzionalmente di piccole dimensioni (cfr. il modello di attribuzione delle colture di seguito) e che pertanto il loro contributo al totale finale fosse limitato.

Dati relativi alle torbiere

L'estensione delle torbiere è stata definita usando le stesse mappe di Miettinen et al. 2016 che hanno mappato i cambiamenti della copertura del suolo tra il 1990 e il 2015 nelle torbiere della Malaysia peninsulare, di Sumatra e del Borneo. Per Sumatra e Kalimantan, Miettinen et al. (2016) hanno incluso la torba indicata negli atlanti delle torbiere Wetlands International in scala 1:700 000 (Wahyunto et al. 2003, Wahyunto et al. 2004), in cui la torba era definita come segue: "suolo costituito dall'accumulo di materia organica, come resti di piante, nell'arco di un lungo periodo di tempo. Il suolo della torba è solitamente saturo d'acqua o allagato tutto l'anno a meno che non sia drenato." Come illustrato da Wahyunto e Suryadiputra (2008), gli atlanti delle torbiere racchiudevano invece dati provenienti da diverse fonti che utilizzavano principalmente immagini (dati satellitari, radar e fotografie aeree), insieme a indagini e rilievi del suolo, per mappare la distribuzione della torba. Per la Malaysia si è fatto riferimento alle torbiere indicate dall'archivio digitale europeo delle mappe del suolo (Selvaradjou et al. 2005).

Data l'importanza della torba nell'uso complessivo del suolo per la coltura di palma da olio e nell'impronta di gas a effetto serra, è stata effettuata un'analisi specifica della deforestazione dovuta all'espansione di questa coltura agroenergetica nei suoli torbosi. Grazie ai dati relativi all'espansione della palma da olio industriale di Miettinen et al. 2016 è stata elaborata una

¹⁰ È in corso un aggiornamento dello studio di Curtis et al. (2018) per mostrare i fattori dominanti nella perdita di copertura arborea dopo il 2015.

stima della perdita di superficie di copertura arborea avvenuta prima dell'anno dell'espansione nota della palma da olio dal 2008 al 2015.

Dati relativi alle emissioni di gas a effetto serra

Le emissioni derivanti dalla deforestazione a partire dal 2008 sono state stimate come la perdita di carbonio del bacino di biomassa epigea. Le emissioni sono espresse in unità di megatonnellate di anidride carbonica (Mt CO₂).

Le emissioni prodotte in seguito alla perdita di biomassa epigea sono state calcolate sovrapponendo la mappa della perdita di copertura arborea (dal 2008 al 2015) a una mappa della biomassa legnosa epigea viva nel 2000. La mappa della biomassa, prodotta dal Woods Hole Research Center ed elaborata a partire da osservazioni satellitari e sul terreno, è disponibile sul Global Forest Watch. Tutta la perdita di biomassa è stata considerata come emissioni "impegnate" nell'atmosfera al momento della deforestazione, anche se vi sono scarti temporali associati ad alcune cause della perdita di alberi. Le emissioni sono stime "lorde" e non "nette", il che significa che non sono stati presi in considerazione né la destinazione d'uso del suolo dopo la deforestazione né il relativo valore del carbonio. La quota di carbonio della biomassa epigea è stata ipotizzata pari a 0,5 (IPCC 2003) e il carbonio è stato convertito in anidride carbonica utilizzando un fattore di conversione di 44/12 o 3,67. Un vantaggio derivante dall'uso di una mappa della biomassa forestale con valori continui basata su pixel, anziché associare ai diversi tipi di copertura del suolo valori di stock di carbonio in base alle categorie (ad esempio, foreste, arbusti, livello 1 IPCC, ecc.), è che i dati utilizzati per stimare la perdita di biomassa sono del tutto indipendenti dalla scelta della mappa della copertura del suolo utilizzata per stimare il cambiamento della copertura del suolo.

L'analisi non include le emissioni associate ad altri bacini di carbonio, come biomassa ipogea (radici), legname morto, lettiera e carbonio nel suolo, decomposizione della torba o incendi.

Portata dell'analisi

L'analisi complessiva è stata delimitata sovrapponendo la mappa della deforestazione dovuta alle colture di materie prime (Curtis et al. 2018) alle colture agroenergetiche in esame (palma da olio, cocco, frumento, colza, granturco, soia, barbabietola da zucchero, girasole e canna da zucchero). Nell'analisi sono stati presi in considerazione solo i pixel inclusi in una delle nove colture di interesse e che hanno toccato la deforestazione dovuta alle colture di materie prime.

Modello di attribuzione delle colture

La deforestazione e le emissioni complessive all'interno di un dato pixel di 1 km sono state attribuite alle varie colture agroenergetiche di interesse in proporzione alla superficie occupata da ciascuna coltura presente nel pixel ("coltura X", ad esempio soia) rispetto alla superficie totale dei terreni agricoli nel pixel, definita come la somma delle terre coltivate e dei pascoli. In tal modo, il contributo relativo di ciascuna coltura agroenergetica all'impronta agricola totale di ogni pixel è servito da base per attribuire l'impronta corrispondente della deforestazione e delle emissioni di gas a effetto serra.

Poiché non era immediatamente disponibile una mappa unica, coerente a livello mondiale e aggiornata dei terreni agricoli, disaggregati per tipo di coltura, è stato applicato un processo in due fasi per stimare il ruolo svolto dalle colture agroenergetiche di interesse nella deforestazione e nelle emissioni in un dato luogo (equazione 1). Nella prima fase sono stati utilizzati i dati relativi alle colture per l'anno più recente disponibile (MapSPAM, anno 2005) per calcolare il rapporto tra la coltura X e il totale dei terreni coltivati in un pixel. Nella seconda sono stati utilizzati i dati di EarthStat (anno 2000) per calcolare il rapporto tra il totale dei terreni coltivati e la somma di pascoli e terreni coltivati totali in un pixel (sono stati

utilizzati i dati di EarthStat perché quelli di MapSPAM non includono mappe dei pascoli e anche l'espansione dei pascoli incide sulle dinamiche di deforestazione). La combinazione delle due fasi ha permesso di calcolare approssimativamente il contributo relativo della coltura X all'impronta agricola totale all'interno di un dato pixel, pur utilizzando fonti di dati diverse relative a periodi diversi.

Equazione 1:

$$\frac{\text{MapSPAM Coltura X (2005)}}{\text{MapSPAM superficie tot. coltivata (2005)}} \times \frac{\text{Earthstat superficie tot. coltivata (2000)}}{\text{Earthstat superficie tot. coltivata + dei pascoli (2000)}} = \frac{\text{Coltura X}}{\text{Coltura + pascoli}}$$

Calcoli finali

Una volta create le mappe di attribuzione delle colture per ciascuna coltura agroenergetica di interesse, abbiamo moltiplicato la deforestazione totale e le emissioni di gas a effetto serra totali per la proporzione della coltura X in ciascun pixel di 1 km, e calcolato statistiche riepilogative globali disaggregate per la deforestazione e le emissioni che si verificano nei terreni con una densità di copertura della volta superiore al 30 % e nei terreni con una densità di copertura della volta compresa tra il 10 % e il 30 %.

I risultati dell'analisi GIS indicano la deforestazione osservata negli 8 anni civili dal 2008 al 2015 e associata a colture diverse. Per vedere quale percentuale dell'espansione di una coltura è associata alla deforestazione, la superficie totale della deforestazione avvenuta nel periodo in esame è stata divisa per il corrispondente aumento della superficie su cui è coltivata la coltura. Per tener conto del fatto che una coltura può ancora provocare deforestazione anche quando complessivamente la superficie mondiale di quella coltura diminuisce, ma si espande in alcuni paesi, le percentuali sono state calcolate in base all'aumento *lordo* della superficie mondiale su cui è coltivata la coltura, che corrisponde alla somma degli aumenti della superficie della coltura nei paesi in cui non si è registrata una riduzione.

Inoltre, i dati sulle superfici di raccolta sono stati adeguati per ottenere informazioni sulle superfici piantate: per le colture annuali, l'aumento della superficie coltivata è stato considerato identico a quello della superficie di raccolta; per le colture (semi)permanenti, è stata presa in considerazione la quota della superficie coltivata che non è stata oggetto di raccolta perché le piante non sono ancora mature. La canna da zucchero deve essere ripiantata ogni cinque anni, ma i raccolti sono solo quattro, dato che il primo anno non è ancora matura. Le palme da olio vengono ripiantate ogni 25 anni e producono frutti negli ultimi 22 anni.

Per la maggior parte delle colture è stata utilizzata la banca dati [FAOstat 2008] che mostra la superficie di raccolta per anno civile. Solo per le palme da olio sono stati scelti i dati del [USDA 2008] in quanto si riferiscono a tutte le superfici coperte da palme da olio mature, anche per gli anni in cui la raccolta è stata impedita dalle inondazioni. La banca dati comprende anche altri paesi per questa coltura.

Tabella: sintesi delle fonti dei dati nell'analisi GIS elaborata dal WRI

| Serie di dati | Fonte |
|--|---|
| Estensione di foreste e torbiere | |
| Copertura arborea 2000 | Hansen et al. 2013 |
| Torbiere | Miettinen et al. 2016 |
| Deforestazione | |
| Perdita di copertura arborea | Hansen et al. 2013 (+ aggiornamenti annuali su GFW) |
| Deforestazione dovuta alle colture di materie prime | Curtis et al. 2018 |
| Espansione della palma da olio, 2000-2015 (per la stima della deforestazione nella torba) | |
| Indonesia, Malaysia | Miettinen et al. 2016 |
| Emissioni di gas a effetto serra | |
| Biomassa epigea | Zarin et al. 2016 |
| Dati sull'estensione delle colture e dei pascoli | |
| MapSPAM (area fisica) | IFPRI e IIASA 2016 |
| EarthStat | Ramankutty et al. 2008 |

Riferimenti

Curtis, C., C. Slay, N. Harris, A. Tyukavina, M. Hansen. 2018. "Classifying Drivers of Global Forest Loss." *Science* 361: 1108-1111. doi: 10.1126/science.aau3445.

Graesser, J., Aide, T. M., Grau, H. R., & Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters*, 10(3), 034017. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017>Hansen, M. P. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. Stehman, S. Goetz, T. Loveland et al. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 341: 850-853. doi: 10.1126/science.1244693.

International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2016. "Global Spatially-Disaggregated Crop Production Statistics Data for 2005 Version 3.2", *Harvard Dataverse* 9. doi: 10.7910/DVN/DHXBJX.

IPCC 2003: Penman J., M. Gytandky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, Ngara, K. Tanabe et al. 2003. "Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry." *Institute for Global Environmental Strategies for the IPCC*. Japan.

Miettinen, J., C. Shi, and S. C. Liew. 2016. "Land Cover Distribution in the Peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra, and Borneo in 2015 with Changes since 1990." *Global Ecology and Conservation* 6: 67–78. doi: [10.1016/j.gecco.2016.02.004](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.02.004)

Ramankutty, N., A. Evan, C. Monfreda, and J. Foley. 2008. "Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000." *Global Biogeochemical Cycles* 22. doi:10.1029/2007GB002952.

Selvaradjou S., L. Montanarella, O. Spaargaren, D. Dent, N. Filippi, S. Dominik. 2005. "European Digital Archive of Soil Maps (EuDASM) – Metadata on the Soil Maps of Asia." *Office of the Official Publications of the European Communities*. Luxembourg.

Wahyunto, S. Ritung, H. Subagjo. 2003. "Maps of Area of Peatland Distribution and Carbon Content in Sumatra, 1990-2002." *Wetlands International – Indonesia Programme & Wildlife Habitat*. Canada.

Wahyunto, S. Ritung, H. Subagjo. 2004. "Maps of Area of Peatland Distribution and Carbon Content in Kalimantan, 1990-2002." *Wetlands International – Indonesia Programme & Wildlife Habitat*. Canada.

Zarin, D., N. Harris, A. Baccini, D. Aksenov, M. Hansen, C. Azevedo-Ramos, T. Azevedo, B. Margono, A. Alencar, C. Gabris et al. 2016. "Can Carbon Emissions from Tropical Deforestation Drop by 50% in 5 Years?" *Global Change Biology* 22: 1336-1347. doi: 10.1111/gcb.13153