

Factsheet Gruppe Nr. 2

Der Amazonas ist eine wichtige Quelle und Senke im globalen Klimasystem bezüglich von Kohlenstoffdioxid, somit ist diese Region von globaler Bedeutung. Die Waldfläche im Amazonas schrumpft hauptsächlich durch das landwirtschaftliche Wachstum, welches die Ausbreitung von Rinderzucht und Sojaplantagen fördert^{1, 234}. Durch indirekte Landnutzungsänderung wird die landwirtschaftliche Grenze weiter ins Amazonasgebiet verschoben³⁴. Auch illegaler Holzschlag trägt zur Entwaldung bei, welcher durch institutionelle Schwäche (Präsidentenwechsel) begünstigt wird¹. Durch die Abholzung und Degradation verliert der Amazonas Kohlenstoff (C) an die Atmosphäre⁵. Ebenfalls nimmt die Funktion als Senke C ab. Seit etwa 2000 wurde circa 30% weniger C pro Jahr gespeichert als in den beiden Jahrzehnten davor^{6,7}. Der Rückgang der Waldfläche geht zudem mit einem Verlust der Biodiversität einher⁸. Diese Kopplung bedroht unsere Nahrungssicherheit. Diverse Ökosystemdienstleistungen, wie die Bestäubung von Blütenpflanzen oder natürliche Bekämpfung von Schädlingen, hängen damit zusammen⁹. Die Biodiversität wirkt auch als Schutz vor Pathogenen, Konkurrenz und klimatischen Veränderungen^{10,11}. Dies beeinflusst auch die indigene Bevölkerung stark, da sie vom Amazonas abhängig sind^{12,13}. Auch birgt der tropische Regenwald durch seine Biodiversität ein grosses Potential für die Entdeckung von neuen Wirkstoffen. Durch dessen Zerstörung wird dieses Potential verringert^{14,15}. Zusätzlich werden indigene Stämme in ländlichen Regionen bedroht, welche medizinische Pflanzen gegen Krankheiten nutzen, wie beispielsweise Malaria^{16,17}.

Es gibt einige Massnahmen, um dem Verlust an Waldfläche entgegenzuwirken, etwa geschützte Gebiete/Territorien, unterschiedliche Strategien und Schutzmassnahmen¹⁸⁻²¹. Aufgrund fehlender Koordination zwischen Akteuren, der politischen Situation in Brasilien, welches einen grossen Teil des Amazonas umfasst, und unkontrollierbaren Buschbränden sind diese Massnahmen jedoch nicht ausreichend und müssen angepasst werden^{19,22-24}.

Durch menschliche Einflüsse wie landwirtschaftliches Wachstum oder der anthropogene Klimawandel verliert der Amazonas nicht nur an Waldfläche, es gehen auch diverse Dienstleistungen verloren. Um diesem Trend entgegenzuwirken, wurden einige Massnahmen entwickelt und impliziert, jedoch hat sich der Trend nicht deutlich geändert. Es ist deshalb zwingend, dass neue Massnahmen entwickelt, beziehungsweise schon bestehende Massnahmen verbessert und angepasst werden.

Teilrecherche: Was sind die Gründe für die Entwaldung?

Valérie Bachmann

Zusammenfassung: Hauptantrieb der Entwaldung ist landwirtschaftliches Wachstum durch indirekte Landnutzungsänderungen². Diese findet statt, wenn landwirtschaftliche Aktivitäten aus einer Region vertrieben und in einer anderen wiederaufgenommen werden (Entwaldung als Folge anderer Ereignisse)²⁵. Aufgrund der steigenden Pachtpreise für Sojaproduktion, verkaufen Viehzüchter im Süden Brasiliens ihr Land an Sojaproduzenten und ziehen selbst nördlich und verschieben dabei die landwirtschaftlichen Grenzen weiter in den Amazonas⁴. Ein weiterer Einflussfaktor sind Präsidentschaftswahlen, da der Staat in der Übergangsperiode eine institutionelle Schwäche aufweist, welche durch illegalen Holzschlag ausgenutzt wird¹. Durch politische Unterstützung und besseren Rechtsschutz konnte bislang fast die Hälfte des Amazonas unter Schutz gestellt werden¹⁹.

Election driven weakening of deforestation control in the Brazilian Amazon¹: Hauptantrieb der Entwaldung ist die Viehzucht. Weiter sind die Holzindustrie, die Erweiterung der Infrastruktur und Land Reformen, in Form von Soja Plantagen, eine treibende Kraft der Entwaldung. Eine weitere Schlüsselrolle kommt den Präsidentschaftswahlen zu. In der Übergangsperiode weist der Staat eine institutionelle Schwäche auf, welche durch illegalen Holzschlag ausgenutzt wird.

Agricultural Explosion in Brazil: Exploring the Impacts of the Brazilian Agricultural Development over the Amazon²: Als Hauptantrieb der Entwaldung gilt landwirtschaftliches Wachstum (Soja und Viehzucht). Die internationale Nachfrage nach Rind stieg aufgrund von BSE an und die Industrie Staaten förderten weitere Expansion der Weiden als Entwicklungsstrategie. Durch die erhöhte Nachfrage nach Soja wurden die landwirtschaftlichen Grenzen in den Amazonas verschoben und kleine Farmer vertrieben. Diese müssen in urbane Gebiete ausweichen (soziale Probleme) oder noch tiefer in den Amazonas vordringen (weitere Entwaldung).

Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon²⁵: Als Hauptantrieb der Entwaldung gilt indirekte Landnutzungsänderung. ILUC (indirect landuse change) findet statt, wenn landwirtschaftliche Aktivitäten, die aus einer Region vertrieben wurden, an einem anderen wiederaufgenommen werden (Entwaldung kann auch Ergebnis eines fernen Ereignisses sein). Soja vertreibt lokal Viehzucht, welche dann weiter nördlich (Amazonasgebiet) Fläche beansprucht.

Including Carbon Emissions from Deforestation in the Carbon Footprint of Brazilian Beef⁴: Haupttreiber der Entwaldung sind Viehzucht und Sojaplantagen. Bei Ersterem ist der nationale Verbrauch relativ stabil geblieben, während der internationale Anteil stark angestiegen ist. Aufgrund des Sojabooms verkaufen Viehzüchter im Süden ihr Land an Sojaproduzenten und ziehen selbst weiter nördlich und verschieben dabei die landwirtschaftliche Grenze (Landpreis ist im Norden siebenfach niedriger als im Süden). Aufgrund der steigenden weltweiten Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten muss der Amazonas stärker geschützt werden.

Progress and challenges in consolidating the management of Amazonian protected areas and indigenous territories¹⁹: Durch verbesserter Rechtsschutz, Management und politische Unterstützung konnte fast die Hälfte (45.5%) des Amazonas unter Schutzgebiete/ Indigene Gebiete gestellt werden. Durch Entwaldung ist bereits 13.3% der ursprünglichen Walddecke verloren gegangen.

Teilrecherche: Was sind die Folgen des Waldflächenverlustes für die Indigenen Völker?

Gina Galli

Zusammenfassung: Obwohl es Limitierungen und Widerstände der Umwelt bezüglich der indigenen Lebensweise gibt, haben die indigenen Völker kulturelle Spuren im Wald hinterlassen²⁶. Elementaren Ökosystemdienstleistungen im Caqueta River Basin in Kolumbien haben sich verändert²⁷. Die Herausforderungen für Indigenen Territorien im brasilianischen Amazonas und die Bewahrung der nachhaltigen Lebensweise sind gross¹². Traditionelles ökologisches Wissen und wechselnde Anbausysteme indigener Völker im kolumbischen Amazonas und ihre Beziehung / Management mit dem Regenwald haben sich stark verändert¹³. Der Rohstoffabbau in Brasilien hat negative Einflüsse auf die lokale Biodiversität und Ökosystemleistungen, welche für traditionelle Bevölkerungsgruppen und indigene Völker von wichtiger Bedeutung bezüglich ihrer Lebensgrundlagen sind²⁸.

Historical landscape domestication in ancestral forests with nutrient-poor soils in northwestern Amazonia²⁶: Obwohl es Limitierungen der Umwelt bzgl. der Bevölkerungsgrösse gibt, haben die Indigenen Völker eine klare und anhaltende kulturelle Erbschaft im Wald hinterlassen. Hinterlassenschaften der Indigenen im Ökosystem können zum Beispiel in der Bodenbeschaffenheit festgestellt werden.

Analysis of ecosystem services provision in the Colombian Amazon using participatory research and mapping techniques²⁷: In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich die Nachfrage nach Nahrung und Rohmaterialien intensiviert und die produzierenden Flächen, sowie der Stock von Ökosystemleistungen haben sich verändert. Der Bedarf der Einkommensgeneration veränderte sich durch diese Veränderungen. Dieser sozio-ökonomischer Faktor korreliert mit den Veränderungen in der Bereitstellung von wichtigen Ökosystemleistungen. Aber auch Praktiken zur Sicherstellung der Lebensgrundlage, wie zum Beispiel Jagen und Sammeln, und das Konsumverhalten verändern sich aufgrund der Veränderungen der Bereitstellung von wichtigen Ökosystemleistungen.

The sustainability challenges of indigenous territories in Brazil's Amazonia¹²: Die indigenen Schutzgebieten sind von grosser Bedeutung der Erhaltung des Amazonas. Für die Indigenen Völker des Brasilianischen Amazonas wird es in Zukunft grosse Herausforderung bezüglich der nachhaltigen Bewirtschaftung des Regenwaldes sowie der Erhaltung der Schutzgebiete geben.

The changing chagras¹³: TEK (traditionelles ökologisches Wissen) - Veränderungen beinhalten Veränderungen in Landnutzung, Grösse der Produktionsfläche, Temporalität von Landnutzung und kultivierte Diversität. Die Indigene Bevölkerung hat auf die sozialen und ökonomischen Treiber reagiert, sodass sie ihre aktuellen Bedürfnisse und Ansprüche erreichen können. TEK – Veränderungen und die Beziehung zu den Landnutzungspraktiken geben Einblicke darüber, wie sich sozial-ökonomische Dynamiken im Amazonas auswirken auf die indigene Bevölkerung und deren Versorgung und Lebensweise. Wie sich das Management und Entscheidungen bezüglich des tropischen Regenwaldes anpassen müssen um die Nachhaltigkeit zu fördern, kann die TEK Veränderungen als Vorbild dienen. Chagras sind wechselnde Anbausysteme, welche von Indigenen Völkern nach traditionellem ökologischem Wissen erfolgen.

Why releasing mining on Amazonian indigenous lands and the advance of agrobusiness is extremely harmful for the mitigation of world's climate change?²⁸: Abbau / Rohstoffabbau, deren Förderung und unkontrollierbare Feuer in Brasilien haben negative Einflüsse auf die lokale Biodiversität und Ökosystemleistungen, welche für traditionelle Bevölkerungsgruppen und indigene Völker von wichtiger Bedeutung sind. Der Einfluss vom Amazonas auf das globale Klima und Klimawandelabschwächung ist riesig. Ein flächenmässig grosser Teil vom Amazonas liegt in Brasilien.

Dort hatte der politische Machtwechsel grosse Folgen auf den Amazonas und dessen Bevölkerung (auch auf indigene Schutzgebiete) zum Beispiel in Bezug auf Abholzung.

Teilrecherche: Welche Massnahmen gibt es, um den negativen Folgen des Verlustes an Waldflächen in den nächsten 20 Jahren entgegenzuwirken?

Isabel Jefferson

Zusammenfassung: Eine einfache Zuweisung von Land auf die indigenen Völker ist für den Schutz des Waldes nicht ausreichend¹⁸. Es braucht ein kontrolliertes Management der geschützten Gebiete und indigenen Territorien¹⁹. Die politische Entwicklung in Brasilien ist ein Hindernis für die Erhaltung der Waldfläche und es müssen neue politische Massnahmen diskutiert werden²². Für Brasilien gibt es Strategien, um das wirtschaftliche Wachstum anzutreiben und gleichzeitig den Verlust an Waldfläche zu senken, wobei die Koordination zwischen allen beteiligten Akteuren entscheidend ist²⁰. Für den Amazonas in Brasilien gibt es unterschiedliche Schutzmassnahmen, welche jedoch aufgrund von nichtkontrollierbaren Buschbränden keine ausreichende Wirkung haben²¹.

Indigenous land rights and deforestation: Evidence from the Brazilian Amazon¹⁸: Die Einführung von indigenen Kommunen und die Zuweisung von Land auf die indigenen Völker hat über kurze und lange Sicht keinen signifikanten Einfluss auf den Verlust an Waldfläche.

Progress and challenges in consolidating the management of Amazonian protected areas and indigenous territories¹⁹: Ein effektives Management von geschützten Gebieten und indigenen Territorien ist notwendig, um den Verlust an Waldfläche zu minimieren, die hydrologischen und klimatischen Funktionen des Waldes aufrecht zu erhalten und den Tipping Point nicht zu überschreiten.

Policy in Brazil (2016-2019) threaten conservation of the Amazon rainforest²²: Der jüngste politische Wandel in Brasilien hat einen negativen Einfluss auf die Erhaltung des Amazonas. Die Studie diskutiert politische Instrumente und Massnahmen, wie die jetzige Situation angepasst werden müsste, um landwirtschaftliche Produktion mit Umweltschutz versöhnen zu können.

Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation²⁰: Es werden für Brasilien 4 Strategien vorgestellt, wie man den Verlust an Waldfläche im Amazonas minimieren und gleichzeitig die Produktion und die soziale Wohlfahrt erhöhen kann. Dabei wird die Koordination zwischen öffentlichen und privaten Akteuren schwer gewichtet.

Forbidden fire: Does criminalizing fire hinder conservation efforts in swidden landscapes of the Brazilian Amazon?²¹: In diesem Paper werden 3 aktuelle Schutzstrategien für den Amazonas in Brasilien kritisch untersucht (Reduction of Deforestation and Degregation REDD, Extractive Reserve RESEX und Green Municipality Pact GMP). Dabei wird festgestellt, dass trotz solchen Schutzmassnahmen nichtkontrollierbare Buschbrände allgegenwärtig bleiben, der Waldflächenverlust im Amazonas weiterhin ein Problem darstellt und somit neue bzw. angepasste Massnahmen notwendig sind.

Teilrecherche: Wie verändert sich der Kohlenstoffspeicher und die Speicherkapazität im Amazonas?

Christina Brodowsky

Zusammenfassung: Der Amazonas verliert Kohlenstoff (C) an die Atmosphäre durch Abholzung und Degradation⁵. Zugleich ist er eine wichtige C-Senke, welche in den letzten beiden Jahrzehnten abgenommen hat²⁹. Ein erhöhter Eintrag von C erfolgt vor allem durch mehr Photosynthese und effizientere Wassernutzung aufgrund der CO₂ Düngung. Verluste entstehen indirekt durch erhöhte Temperaturen (Respiration und Mikroorganismenaktivität erhöhen sich)⁶. Der ausgewachsene Wald hat in den letzten Jahrzehnten zur Milderung der Auswirkungen des Klimawandels beigetragen. In der Amazonasregion wurden die Emissionen mehr als kompensiert³⁰. Die C-Bilanz ändert im Verlaufe der Jahreszeiten, da C in Trocken- und Regenperioden unterschiedlich stark aufgenommen und gespeichert wird³¹.

High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon⁵: Abholzung und Degradation des Amazonas führen zu einem Verlust des C-Speichers. Diese Speicher sind sehr unterschiedlich in den Teilgebieten des Amazonas und hängen vor Allem vom Untergrund und dem Waldtyp ab. Zwischen 1999 und 2009 wurden 1.1% des Kohlenstoffs im Peruanischen Amazonas freigesetzt.

Long-term decline of the Amazon carbon sink²⁹: Besonders die Amazonasregion hat in den letzten Jahrzehnten als C-Senke gewirkt. Die Senke bleibt zwar noch für den grössten Teil des 21. Jahrhunderts bestehen, wird aber immer kleiner. Durch erhöhte CO₂ Konzentrationen können die Bäume zwar schneller wachsen, sind dadurch aber schneller wachstumsbedingten Risiken ausgesetzt wie beispielsweise einem erschwerten Wassertransport oder der Gefahr, umzustürzen. Dies kann zu einer früheren Mortalität führen und teilweise die abgeschwächte Kohlenstoffsенke erklären. Eine Abschwächung von ca. 30% von 0.54 Pg C yr⁻¹ in den 1990ern zu 0.38 Pg C yr⁻¹ in den 2000ern ist die Folge.

Sensitivity of tropical carbon to climate change constrained by carbon dioxide variability⁶: Die terrestrische Speicherung von Kohlenstoff wird einerseits zunehmen wegen erhöhter Photosynthese und effizienterer Wassernutzung und andererseits abnehmen wegen erhöhter Respiration des Bodens und der Pflanzen.

Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions³⁰: Die C-Senke des Amazonas könnte gefährdet sein durch die Auswirkungen des Klimawandels. In den 1980ern und 90ern blieb die Senke bei ca. 500 Tg C pro Jahr. Im 21. Jahrhundert nahm die Senke um etwa 30% ab. Durch fossile Brennstoffe, Abholzung, Degradation und Fragmentation wurden zwischen 1980 und 2010 etwa 431 (326, 538) Tg C freigesetzt.

Evidence for strong seasonality in the carbon storage and carbon use efficiency of an Amazonian forest³¹:

Die Veränderung der C-Flüsse über die Jahreszeiten wird besser beschrieben. Es wird gezeigt, dass C-Akkumulation im Boden in der Trockenperiode vier Mal grösser ist. Einerseits weil die Primärproduktion effizienter und andererseits die Bodenrespiration schwächer sind. Während der Trockenperioden wird C eher in den Wurzeln gespeichert, während es in Feuchtperioden in den Blättern angereichert wird.

Teilrecherche: Effekt des Biodiversitätsverlusts durch den Waldflächenverlust auf die Verfügbarkeit medizinischer Ressourcen

Sandrine Waldner

Zusammenfassung: Ungefähr zwei Drittel der biologischen Diversität kommt in den tropischen Zonen vor. Mindestens 800 Pflanzen in den tropischen Zonen von Brasilien sind von wirtschaftlichem und hunderte davon von medizinischem Wert¹⁴. Viele Leute in ländlicher Region nutzen medizinische Pflanzen nicht nur bei Erste-Hilfe Behandlungen, sondern auch gegen Krankheiten³². Zum Beispiel werden bestimmte Pflanzen als Medikament gegen Malaria eingesetzt¹⁷. Schon als Medikament genutzte Pflanzen können untersucht und synthetisch nachgemacht werden³³. Durch erhöhte Forschungsaktivitäten im Bereich Entdeckung neuer Pflanzen steigt das grosse Potential für die Entdeckung von neuen Wirkstoffen und somit für neue Medikamente¹⁵.

Conservation of Medicinal and Aromatic Plants in Brazil Roberto F. Vieira¹⁴: Untersuchung der Pflanzen im wirtschaftlichen Sinn sind sehr wichtig, da min. 800 Pflanzen in den tropischen Zonen von Brasilien als mögliche Medikamente dienen könnten. Ungefähr zwei Drittel der biologischen Diversität kommt in den tropischen Zonen vor. Universitäten legen Pflanzen Genom Plasma Banken an, um die Arten sicher zu konservieren.

Use of medicinal plants and pharmaceuticals by indigenous communities in the Bolivian Andes and Amazon³²: Viele Leute in ländlichen Regionen benutzen Pflanzen bei Erste-Hilfe Behandlungen, aber auch bei Krankheiten werden viele Heilpflanzen eingesetzt. Da Spitäler oft zu weit weg sind oder der westlichen Medizin nicht getraut wird, sind pflanzliche Heilmittel von grosser Bedeutung. Dabei spielt es eine Rolle, wie entfernt ein indigenes Volk von der Zivilisation liegt. Weit entfernte Völker vertrauen der modernen Medizin wenig bis gar nicht und greifen deshalb auf traditionelle und natürliche Heilmittel zurück.

Survey of medicinal plants used as antimalarials in the Amazon¹⁷: Bestimmte Pflanzenarten können als Schutz vor Malaria benutzt werden. Die Leber kann durch verschieden Pflanzen gestärkt werden. Bei Fieber sind auch diverse Pflanzen bekannt, die bei der Senkung helfen. Diese Nutzung von natürlichen Mitteln gegen Krankheiten wird gegenüber der modernen Medizin in vielen Gegenden des Amazonas von indigenen Völkern bevorzugt.

The Promise of Plant-Derived Natural Products for the Development of New Pharmaceuticals and Agrochemicals³³: Ein Medikament durchläuft drei Perioden: die Entdeckungsphase, die Entwicklungsphase und schlussendlich die Vermarktungsphase. Zuerst muss die Entscheidung getroffen werden, dass man nach einem neuen Medikament sucht. Danach recherchiert man, ob es Pflanzen gibt, die bei der bestimmten Krankheit helfen und welche Inhaltsstoffe diese enthalten.

Medicinal plants in Brazil: Pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives¹⁵: Pflanzenforschung ist eines der wichtigsten Forschungsgebiete in Brasilien, da dort noch sehr viel Potential vorhanden ist. Vor allem im Bereich der Medizin. In der indigenen Bevölkerung ist die Verwendung von medizinischen Pflanzen weit verbreitet. Was die Entwicklung eines Medikamentes vereinfachen könnte. Insgesamt publizierten die Brasilianer 34'614 Papers in den letzten 28 Jahren über Pflanzen aus dem Amazonas.

Teilrecherche: Verlust von Biodiversität für die Weltbevölkerung im Bezug auf die Nahrungssicherheit

Kaj Wiklund

Zusammenfassung: Der Verlust von Biodiversität, welcher direkt mit dem Verlust von Waldfläche zusammenhängt⁸, bedroht unsere Nahrungssicherheit, da einerseits diverse Ökosystemdienstleistungen wie die Bestäubung von Blütenpflanzen oder natürliche Bekämpfung von Schädlingen damit zusammenhängen⁹ und andererseits die genetische Diversität, die in den Tropen gross ist¹⁰, ein Schutz vor diversen Bedrohungen wie Pathogenen, Konkurrenz und klimatische Veränderungen ist^{11,34}.

Thresholds of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes⁸: Diversität der Spezien wurde mithilfe Interviews und Beobachtungen erhoben. Anschliessend wurde dies mit der Flächenbedeckung des Waldes verglichen. Je weniger Waldfläche, desto weniger Arten, vor allem wenn weniger als 45% Wald waren. Die Artenzahl nahm schneller ab bei Flächenverluste, wenn die Gesamtwaldfläche weniger als 45% war.

Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being⁹: Verlust von Biodiversität und Ökosystemen trifft zuerst und am härtesten die ärmeren, dessen Existenz direkt davon abhängt. Die Nahrungsmittelproduktion ist generell bedroht, da diverse Ökosystemdienstleistungen wie die Bestäubung oder natürliche Schädlingsbekämpfung von der Biodiversität abhängig sind.

Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges¹⁰: Die genetische Diversität der Saat, welche unter anderem eine enorme Wichtigkeit für die Landwirtschaft hat, verringert sich in einer alarmierenden Rate. Ärmere Gebiete wie häufig in den Tropen haben eine hohe genetische Diversität und es ist wichtig, diese vor Ort zu bewahren.

Food Security through biodiversity conservation³⁴: Unsere Nahrung besteht aus wenigen Pflanzen und Tierarten. Eine geringere genetische Diversität bedeutet weniger Möglichkeiten für Wachstum und Fortschritt. Ebenfalls sind sie sehr verwundbar für Krankheiten, Prädatoren und klimatische Veränderungen. Das Nutzen des Potentials der Biodiversität ist entscheidend für die Nahrungssicherheit und nachhaltige Landwirtschaft.

Biodiversity loss and its impact on humanity¹¹: Die Biodiversität erhöht die Stabilität von Ökosystemfunktionen und steigert dessen Produktivität. Verlust von gewisser Lebensformen kann die Struktur und Funktion stark beeinflussen. Je mehr Biodiversität verloren geht, desto schneller verändert sich das System. Eine höhere Biodiversität steigert die Resistenz gegen invasive Arten und Pathogene.

1. Rodrigues-Filho, S. *et al.* Election-driven weakening of deforestation control in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy* **43**, 111–118 (2015).
2. Agricultural Explosion in Brazil- Exploring the Impacts of the Brazilian Agricultural Development over the Amazon.
3. Arima, E. Y., Walker, R. T., Perz, S. G. & Caldas, M. *Loggers and Forest Fragmentation: Behavioral Models of Road Building in the Amazon Basin*.
4. Cederberg, C., Persson, U. M., Neovius, K., Molander, S. & Clift, R. Including carbon emissions from deforestation in the carbon footprint of brazilian beef. *Environmental Science and Technology* **45**, 1773–1779 (2011).
5. Asner, G. P. *et al.* High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **107**, 16738–16742 (2010).
6. Cox, P. M. *et al.* Sensitivity of tropical carbon to climate change constrained by carbon dioxide variability. *Nature* **494**, 341–344 (2013).
7. Brien, R. J. W. *et al.* Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature* **519**, 344–348 (2015).
8. Ochoa-Quintero, J. M., Gardner, T. A., Rosa, I., de Barros Ferraz, S. F. & Sutherland, W. J. Thresholds of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes. *Conservation Biology* **29**, 440–451 (2015).
9. Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F. S. & Tilman, D. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* **4**, 1300–1305 (2006).
10. Sundar, I. Food security through biodiversity conservation. *Ipcbee* **13**, 131–138 (2011).
11. Cardinale, B. J. *et al.* Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* **486**, 59–67 (2012).
12. le Tourneau, F. M. The sustainability challenges of indigenous territories in Brazil's Amazonia. *Current Opinion in Environmental Sustainability* vol. 14 213–220 (2015).
13. Fonseca-Cepeda, V., Julián Idrobo, C. & Restrepo, S. The changing chagras: Traditional ecological knowledge transformations in the Colombian amazon. *Ecology and Society* **24**, (2019).
14. Šatović, Z. *et al.* Conservation of Medicinal and Aromatic Plants in Brazil. *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security* **122**, 261–269 (2012).
15. Dutra, R. C., Campos, M. M., Santos, A. R. S. & Calixto, J. B. Medicinal plants in Brazil: Pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. *Pharmacological Research* **112**, 4–29 (2016).
16. Vandebroek, I. *et al.* Use of medicinal plants and pharmaceuticals by indigenous communities in the Bolivian Andes and Amazon. *Bulletin of the World Health Organization* vol. 82 (2004).
17. Brandão, M. G. L., Grandi, T. S. M., Rocha, E. M. M., Sawyer, D. R. & Krettli, A. U. Survey of medicinal plants used as antimalarials in the Amazon. *Journal of Ethnopharmacology* **36**, 175–182 (1992).

18. BenYishay, A., Heuser, S., Runfola, D. & Trichler, R. Indigenous land rights and deforestation: Evidence from the Brazilian Amazon. *Journal of Environmental Economics and Management* **86**, 29–47 (2017).
19. Gullison, R. E. & Hardner, J. Progress and challenges in consolidating the management of Amazonian protected areas and indigenous territories. *Conservation Biology* **32**, 1020–1030 (2018).
20. Stabile, M. C. C. *et al.* Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation. *Land Use Policy* **91**, (2020).
21. Carmenta, R., Coudel, E. & Steward, A. M. Forbidden fire: Does criminalising fire hinder conservation efforts in swidden landscapes of the Brazilian Amazon? *Geographical Journal* **185**, 23–37 (2019).
22. de Area Leão Pereira, E. J., Silveira Ferreira, P. J., de Santana Ribeiro, L. C., Sabadini Carvalho, T. & de Barros Pereira, H. B. Policy in Brazil (2016–2019) threaten conservation of the Amazon rainforest. *Environmental Science and Policy* **100**, 8–12 (2019).
23. Stabile, M. C. C. *et al.* Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation. *Land Use Policy* **91**, (2020).
24. Carmenta, R., Coudel, E. & Steward, A. M. Forbidden fire: Does criminalising fire hinder conservation efforts in swidden landscapes of the Brazilian Amazon? *Geographical Journal* **185**, 23–37 (2019).
25. Arima, E. Y., Richards, P., Walker, R. & Caldas, M. M. Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters* **6**, (2011).
26. Franco-Moraes, J. *et al.* Historical landscape domestication in ancestral forests with nutrient-poor soils in northwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management* **446**, 317–330 (2019).
27. Ramirez-Gomez, S. O. I. *et al.* Analysis of ecosystem services provision in the Colombian Amazon using participatory research and mapping techniques. *Ecosystem Services* **13**, 93–107 (2015).
28. Diele-Viegas, L. M. & Rocha, C. F. D. Why releasing mining on Amazonian indigenous lands and the advance of agrobusiness is extremely harmful for the mitigation of world's climate change? Comment on Pereira et al. (Environmental Science & Policy 100 (2019) 8–12). *Environmental Science and Policy* vol. 103 30–31 (2020).
29. Brien, R. J. W. *et al.* Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature* **519**, 344–348 (2015).
30. Phillips, O. L. *et al.* Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions. *Carbon Balance and Management* **12**, 1–9 (2017).
31. Rowland, L. *et al.* Evidence for strong seasonality in the carbon storage and carbon use efficiency of an Amazonian forest. *Global Change Biology* **20**, 979–991 (2014).
32. van Vliet, N. *et al.* The Use of Traditional Ecological Knowledge in the Context of Participatory Wildlife Management: Examples from Indigenous Communities in Puerto Nariño, Amazonas-Colombia. in *Ethnozoology Animals in our Lives* 497–512 (Elsevier Inc., 2018). doi:10.1016/B978-0-12-809913-1.00026-0.

33. McChesney, J. D. *The Promise of Plant-Derived Natural Products for the Development of New Pharmaceuticals and Agrochemicals*. (1995). doi:10.1021/bk-1995-0588.ch006.
34. Sunderland, T. C. H. Food security: why is biodiversity important? *International Forestry Review* **13**, 265–274 (2011).