



Johan R. Slätis

Ilmastonmuutos ja jatkuvapeitteinen metsätalous lisäävät sademetsien liaanikasvustoa vähentäen puiden hiilensidontaa

Slätis J.R. (2022). Ilmastonmuutos ja jatkuvapeitteinen metsätalous lisäävät sademetsien liaanikasvustoa vähentäen puiden hiilensidontaa. *Metsätieteen aikakauskirja 2022-10775*. Tieteen tori. 7 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10775>

Yhteystiedot Universidade de Brasília, Ciências Florestais, Brasília

Sähköposti johan.slatis@aluno.unb.br

Hyväksytty 29.9.2022

Kohoava ilmakehän hiilidioksidipitoisuus ja äärisäiden seuraukset heikentävät sademetsien kykyä sitoa ilmakehän hiiltä. Sademetsät sitovat nyt yli 40 % maanpäällisestä hiilestä, mutta lisääntynyt ilmakehän hiilidioksidipitoisuus, kuivuus ja puiden kaatuminen myrskyissä lisäävät puiden kuolleisuutta koskemattomissa metsissä. Jatkuvapeitteisen metsätalouden hakkuuaukoissa liaanit pystyvät puita paremmin valtaamaan aukkokohtia hidastaen puiden ja taimien kasvua. Liaaneissa hiili sitoutuu pääasiassa lehtiin, joiden elinikä on noin vuosi, jonka jälkeen hiili vapautuu takaisin ilmakehään. Globaaleihin hiilidioksidimallinnuksiin on viime aikoina alettu sisällyttää puiden kuolleisuuden ja liaanien aiheuttama kasvun hidastuminen.

Noin puolet maapallon sademetsistä on Amazonin ja Väli-Amerikan sademetsissä (neotropiikeissa). Pääosa niistä sijaitsee Amazonin vesistöalueella (7 milj. km²) ja sen pohjoispuolella sijaitsevalla Guinean ylängöllä. Tällä alueella kasvaa noin 16 000 eri puulajia ja toistaiseksi on määriteltä yli 9000 liaanilajia. Liaanien osuus sademetsien biomassasta on 5–10 %.

Liaanit ovat puuvartisia köynnöstäviä kasveja, joita esiintyy yli sadassa trooppisessa kasviheimossa. Taksonomisesti liaanit eivät ole sukua keskenään. Liaaneihin luetaan puu- ja kuituvartiset köynnöskasvit, jotka itävät maassa, mukaan lukien rottinki ja muut köynnöstävät palmut. Hemiepi-fyyttejä, jotka itävät puissa, ja köynnöstäviä heiniä (bambu) ei lasketa liaaneihin.

Liaaneilla on eri strategioita, joilla kiivetä ja edetä puusta toiseen esim. kärhien, sahalaitaisten versojen ja satunnaisjuurien avulla. Liaanien mahdollisuuksiin kasvaa puiden latvaan vaikuttaa jonkin verran puun rungon paksuus sekä puun kuoren olemus. Lajit, jotka pudottavat lehtensä kuivan kauden aikana ovat alttiita liaaneille. Liaanien vaikutus puiden kasvuun ja kehitykseen vaihtelee vähäisestä, puun kasvun tyrehtyttävästä kilpailusta aina kuristajaliaanien aiheuttamaan puun ennenaikaiseen kuolemaan saakka. Jo melko ohuet, halkaisijaltaan vain 2–3 cm olevat liaanit yltävät metsän latvuston yläosiin. Puiden kyky selvitä liaanien aiheuttamasta kilpailusta vaihtelee. Vähäoksiset pioneerilajit, kuten *Cecropia* spp. Loefl., voivat kasvaa liaanikasvuston läpi. Koskemattoman metsän keski- ja ylälatvusto kestää huomattavaa liaanikasvuston painoa.

Liaanit luovat elinympäristön apinoille ja pesäpaikkoja linnuille ja vaikuttavat täten kasvilajien siementen leviämiseen. Liaanien satokausi on pidempi kuin puiden varmistaen eläinten ravinnonsaannin toukokuulta lokakuulle kestävän kuivan kauden aikana.

Ilmastonmuutos, liaanit ja sademetsän rakenteen muutos

Hiilidioksidilannoitus näyttää nopeuttavan kasvukiertoa etenkin neotrooppisissa sademetsissä. Sademetsissä puiden kuolleisuus on lisääntynyt äärisäiden vuoksi viimeisen 40 vuoden aikana, Amazoniassa kuolleisuus on paikoitellen kaksinkertaistunut. Myös puiden taimettuminen lisääntyi. Vuonna 2016 El Niño -sääilmiö aiheutti kuivuuden Amazoniassa, jossa menetettiin arviolta 2,5 miljardia puuta (metsäpalot mukaan lukien). Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on noussut vuodesta 1980 vuoteen 2020 tasosta 340 ppm tasolle 420 ppm.

Ilmastonmuutoksen aiheuttaman mortaliteetin vuoksi liaanien lukumäärä ja biomassa lisääntyy koskemattomissa metsissä noin prosentoin vuodessa. Kasvu johtuu pääasiassa lisääntyneestä kasvusta ja taimettumisesta luonnollisesti syntyneissä aukkokohdissa.

Liaanit kasvavat koskemattomissa metsissä laikkuina, joiden kohdalla on aikaisemmin ollut aukko. Liaanilaikkujen määrä hehtaaria kohti vaihtelee. Esimerkiksi metsäinventaariorissa Itä-Amazonissa tunnistettiin noin 62 liaanilajia ja 2500–5500 liaanirankaa hehtaarilla ennen jatkuvapeitteisen metsätalouden hakkuita. Uusien aukkojen ja palaneiden alueiden lisääntynyt valo suosii liaaneja ja pioneeripuita, joiden siemenet itävät aukkokohdissa (Kuva 1). Liaanit leviävät



Kuva 1. Liaanien ja puiden siementaimia sademetsän aukkokohdissa. Paragominas, 2021. Kuva: Johan Slätis.

myös kasvullisesti ympäröiviin puihin. Valon lisääntyessä sademetsän myöhäisen sukcession lajien uusiutuminen taantuu, koska ne itävät varjossa ja tasaisessa maankosteudessa. Näiden lajien väheneminen on haaste pitkäjänteiselle metsänhoidolle, koska näistä monien puuainees on painavaa ja lajit ovat kaupallisesti merkittäviä.

Liaanien ja puiden kilpailu

Liaanit investoivat puuaineesen kasvuun vähemmän kuin puut ja ne reagoivat kohoavaan hiilidioksidipitoisuuteen tuottamalla enemmän lehtiä. Liaanit voivat tuottaa jopa 40 % metsän lehtimassasta. Liaanien lehdet heijastavat puita voimakkaammin fotosynteettisesti aktiivista säteilyä takaisin avaruuteen vähentäen sekä metsän hiilinielua että tuottavuutta.

Liaaneilla on useita ominaisuuksia, jotka parantavat niiden kilpailukykyä puihin nähden:

1. Kasvun kohdistaminen lehtiin puuaineesen sijaan.
2. Liaanit tarvitsevat vähemmän energiaa lehvästön kasvattamiseen. Liaanilehdet ovat puihin nähden ohuempia ja niissä on vähemmän pigmenttiä.
3. Liaaneilla on 15 % parempi kyky käyttää fotosynteettisesti aktiivista säteilyä verrattuna puihin. Liaanien tehokkaampi yhteyttämiskyky johtuu lehtien säännöllisestä kasvutavasta ja kulmasta aurinkoon nähden.
4. Tehokkaampi vedenottokyky kuivan kauden aikana ja parempi ravinteidenottokyky (P ja K) sademetsän huuhtoutuneesta ja ravinneköyhästä maaperästä mahdollistaa pidemmän kasvukauden puihin nähden.
5. Liaanien siementuotanto on suurempi kuin puiden. Maahan kertynyt liaanien ja puiden muodostama siemenpankki lähtee kasvamaan, kun valo aukkokohdissa lisääntyy.
6. Liaanit kestävät puita paremmin kuumuutta ja tuulta.

Liaanit voivat suojata metsää kovilta tuuilta ja maaperää paikoissa, joissa ihmistoiminnan johdosta lähes kaikki kasvillisuus on poistettu tai tuhoutunut. Liaanien kasvu hidastuu, kun sademetsän aukkokohdat umpeutuvat. Liaanien määrä suhteessa puihin vähenee noin 30–70 vuotta aukkohtien ilmaantumisen jälkeen.

Jatkuvapeitteinen sademetsätalous Brasilian Amazoniassa ja liaanien lisääntyminen

Amazonin sademetsien metsävarojen hyödyntämiseksi ja laittomien hakkuiden hillitsemiseksi Brasilian liittovaltion metsäviranomaisen, Servico Florestal Brasileiro (SFB), myöntää hakkuulupia korvausta vastaan metsäyriyksille. Tarjouskilpailun voittaneet yritykset voivat korjata puuta jatkuvapeitteisen metsänhoidon periaatteiden mukaan. Hakkuumäärät ovat arvioidun kasvun mukaan, noin 30 m³ puuta 35 vuoden välein hehtaaria kohti. Hakkuuluvissa on määritelty mm. suojelualueet, mitä puulajeja saa hakata ja millaisia sosiaalisia velvollisuuksia metsäyriyksellä on. SFB suunnittelee hakkuulupien lisäämistä nykyisestä miljoonasta hehtaarista viiteen miljoonaan hehtaariin. Laajennus vastaa Sveitsin pinta-alaa.

Liaanien lisääntyminen hakkuiden jälkeen jatkuvapeitteisessä metsätaloudessa asettaa haasteita metsän hoidolle ja uusiutumiselle (Kuva 2). EMBRAPA, Brasilian Luonnonvarakeskus, on tutkinut Itä-Amazoniassa, Parán osavaltiossa jatkuvapeitteistä puuntuotantoa 1990-luvulta saakka. Alueilla esiintyy noin 400 eri puulajia hehtaaria kohti, joista noin 70 lajilla on kaupallista arvoa. EMBRAPA yhdessä yliopistojen metsätieteellisten tiedekuntien kanssa tutkii mm. jatkuvapeittei-



Kuva 2. Taimettuminen lianivaltaisessa aukossa. Paragominas, 2021. Kuva: Johan Slätis.

sen kasvatuksen vaikutusta metsän ekologiaan ja metsätalouden kannattavuuteen sekä korjuuteknologiaa. EMBRAPA:n tutkija Lucas Mazzei toimii väitöskirjaohjaajanani tutkimuksessa, jossa selvitetään lianien aiheuttaman puiden kasvun hidastumisen ekologisia lainalaisuuksia sekä arvioidaan hiilinielun pienentymistä ja lianien aiheuttamaa taloudellista menetystä jatkuvapeitteisessä sademetsätaloudessa.

Käytännössä kaikki tutkimustulokset neotropiikeista osoittavat, että lianien raivaus on metsätaloudellisesti kannattavaa, mutta metsäyhtiöt eivät toistaiseksi raivaa liaaneja puiden kasvun lisäämiseksi. Hakkuulupasopimukset (metsänvuokraukset) tehdään SFB:n kanssa 40 vuodeksi ja metsäviranomaiset voivat kannustaa lianien raivaamiseen vuokranalennuksin. Tutkimuksessamme kartoitamme metsäyhtiöiden kantaa lianien raivaukseen. Metsäyhtiöt leikkaavat lianit kaadetavien puiden ympäriltä noin vuotta ennen hakkuuta korjuusuunnitelman laatimisen yhteydessä. Leikkaus saattaa vähentää korjuun aiheuttamia vaurioita jäljelle jääviin puihin, koska lianit repivät oksia, ja joskus koko latvan, pois naapuripuista kaadon yhteydessä (Kuva 3). On arvioitu, että olisi kannattavinta leikata lianit 10–20 vuotta ennen hakkuuta kasvun varmistamiseksi. Aikainen raivaus vähentäisi korjuuvaurioita, lisäisi työturvallisuutta ja tuottavuutta.



Kuva 3. Liaanikasvustoa ja katkenneita puunlatvoja hakkuun jälkeen jatkuvapeitteisessä sademetsänhoidossa. Paragominas, 2021. Kuva: Johan Slätis.

Palautuvatko sademetsät ennalleen?

Sademetsien palautumiskykyyn ihmistoiminnan jälkeen vaikuttavat hakkuiden intensiivisyys, toiminnan kesto sekä kasvupaikkatekijät. Mallinnukset viittaavat siihen, että lajirikkaus palautuu 11–228 vuoden aikana; sen sijaan lajikoostumus ei välttämättä palaudu enää hakkuita edeltävään tilaan. Ilmastonmuutoksen ja ihmistoiminnan seuraukset, kuten liaanien lisääntyminen, muuttavat metsän lajikoostumusta todennäköisesti peruuttamattomasti. Jatkuvapeitteiset metsät saattavat tulevaisuudessa menettää hakkuisissa ja myrskyissä ylälatvuspuuston; 40–50 m korkeat puut katoavat ja jäljelle jää keski- ja matalalatuksista, liaanikasvuston peittämää matalatuottoista metsää.

Amazonin sademetsän kasvillisuudella on vähintään noin 55 miljoonan vuoden historia. Tänä ajanjaksona maapallon hiilidioksidipitoisuus on vaihdellut ja keskilämpötila on ollut sekä lämpimämpi että kylmempi (-4 – +14 astetta) kuin nykyään. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden jatkuva kohoaminen ja sen tuomat sään ääri-ilmiöt muuttavat trooppisten metsien dynamiikkaa, rakennetta ja pinta-alaa. Liaanit vaikuttavat tähän prosessiin muuttamalla metsän lajikoostumusta ja hidastamalla puiden kasvua.



Kuva 4. Runkojen korjuuseen käytetyt koneet tuhoavat osan edellisen hakkuun jälkeen kasvanutta taimikkoa. Paragominas, 2021. Kuva: Johan Slätis.

Jatkuvapeitteinen sademetsätalous on vasta alkutaipaleellaan, toiminta on tähän saakka ollut korjuukeskeistä. Tulevaisuuden jatkuvapeitteisten sademetsien viljelyyn tarvitaan lisää metsänhoidollisia toimenpiteitä, liaanien harventamisen lisäksi täydennysistutuksia ja korjuutekniikan kehittämistä (Kuva 4). Ihmistoiminta ja ilmastonmuutos haittaavat sademetsän kasvua ja siksi jatkuvapeitteisten sademetsien hoitoon on tarve suunnata enemmän huomiota.

Kiitokset

Prof. Lucas Mazzei toimi inventaariomatkan johtajana. Keilla florestal vastasi ylläpidosta.

Rahoitus

Universidade de Brasília/Programa de Pós-Graduação Ciências Florestais/CAPES ja EMBRAPA Amazônia Oriental on tukenut taloudellisesti väitöskirjaopiskelijoiden osallistumista kuukauden pituiseen inventaariomatkaan Fazenda Rio Capimiin.

Lähteitä

- van der Heijden G, Powers J, Schnitzer S (2015) Lianas reduce carbon accumulation and storage in tropical forests. *P Natl Acad Sci USA* 112: 13267–13271. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504869112>.
- Laurance WF, Andrade AS, Magrath A, Camargo JLC, Valsko JJ, Campbell M, Fearnside PM, Edwards W, Lovejoy TE, Laurance SG (2014) Long-term changes in liana abundance and forest dynamics in undisturbed Amazonian forests. *Ecology* 95: 1604–1611. <https://doi.org/10.1890/13-1571.1>.
- Magrath A, Senior RA, Rogers A, Nurdin D, Benedick S, Laurance WF, Santamaria L, Edwards DP (2016) Selective logging in tropical forests decreases the robustness of liana–tree interaction networks to the loss of host tree species. *P Roy Soc B-Biol Sci* 283, article id 20153008. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.3008>.
- Marshall AR, Platts PJ, Chazdon RL, Seki H, Campbell MJ, Phillips OL, Gereau RE, Marchant R, Liang J, Herbohn J, Malhi Y, Pfeifer M (2020) Conceptualizing the global forest response to liana proliferation. *Front For Glob Change* 3, article id 35. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00035>.
- Meunier F, Visser MD, Shiklomanov A, Dietze M.C, Guzmán QJA., Sanchez-Azofeifa GA, De Deurwaerder HPT, Krishna Moorthy SM, Schnitzer SA, Marvin DC, Longo M, Liu C, Broadbent EN, Almeyda Zambrano AM, Muller-Landau HC, Detto M, Verbeeck H (2021) Liana optical traits increase tropical forest albedo and reduce ecosystem productivity. *Glob Chang Biol* 28: 227–244. <https://doi.org/10.1111/gcb.15928>.
- Schnitzer SA, DeFilippis DM, Visser M, Estrada-Villegas S, Rivera-Camaña R, Bernal B, Pérez S, Valdéz A, Valdéz S, Aguilar A, Dalling JW, Broadbent EN, Almeyda Zambrano AM, Hubbell SP, Garcia-Leon M (2021) Local canopy disturbance as an explanation for long-term increases in liana abundance. *Ecol Lett* 24: 2635–2647. <https://doi.org/10.1111/ele.13881>.
- Vidal E, Gerwing J (2003) *Ecologia e Manejo de Cipós na Amazônia Oriental*. [Liaanien ekologia ja käsittely Itä-Amazoniassa]. Belém, Imazon. <https://imazon.org.br/publicacoes/ecologia-e-manejo-de-cipos-na-amazonia-oriental>. Viitattu 3.8.2022.