# Tropické lesy

Les je terestrickým ekosystémom, ktorý sa vyvinie vždy, pokiaľ tomu nezabránia faktory ako nedostatok zrážok, chlad alebo nevhodný substrát. Stromy v ekosystéme prevládnu lebo vyhrávajú v súťaži o svetlo, keďže rastú vyššie ako ostatné typy vegetácie, ktorú zatienia. Dokážu to preto, že ich kmene sú z väčšej časti tvorené mŕtvym pletivom, do ktorého nemusia ďalej investovať energiu. Táto stratégia sa vyvinula veľakrát, u rôznych skupín rastlín. Vzniká tak štrukturálne zložitý ekosystém, ktorý dosahuje vrchol diverzity a komplexnosti v tropických oblastiach v ekosystéme tropických dažďových lesov. V trópoch však nachádzame množstvo typov lesa, ktoré sa vyvíjajú v rôznych typoch tropickej klímy, orografických alebo pôdnych podmienkach.

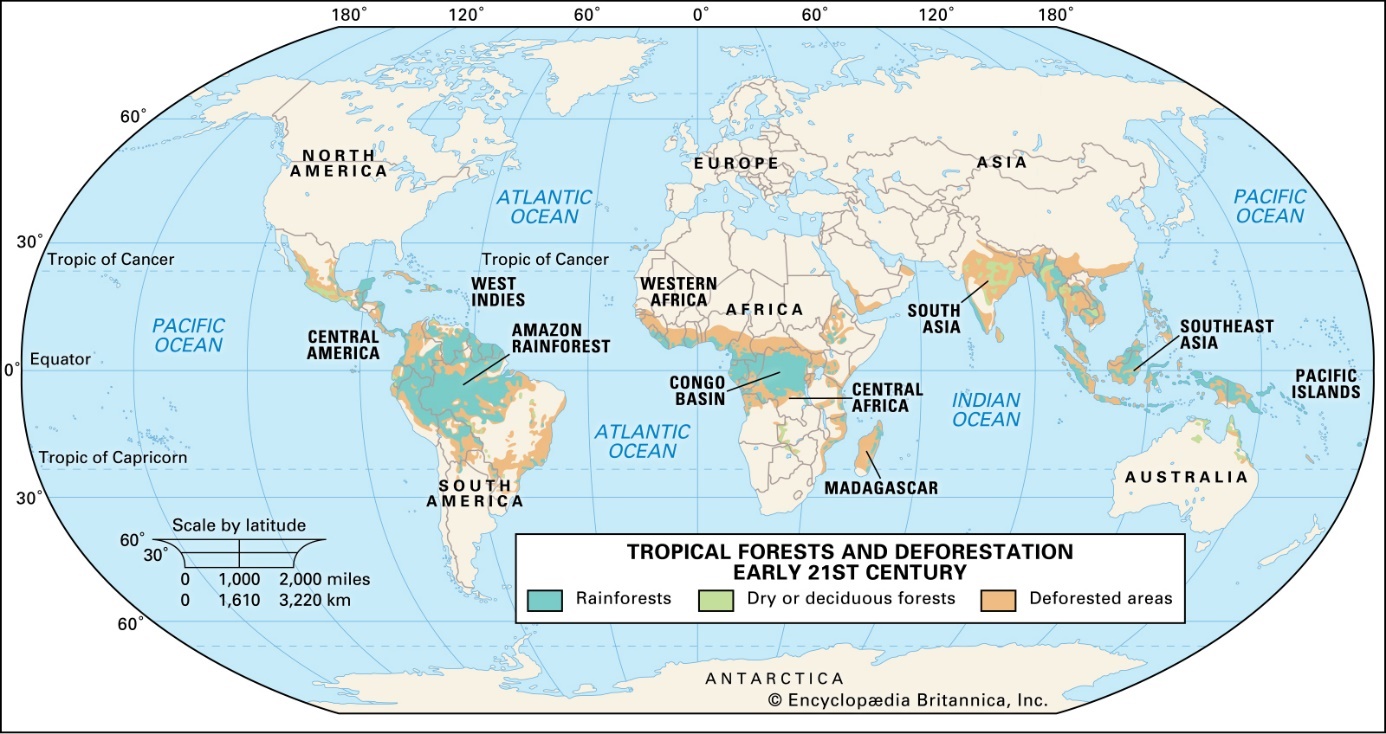
Tropické dažďové lesy sú pre obyvateľov mierneho pásma mýtickým ekosystémom, opradeným dávnymi legendami o krajinách korenia, zlatých mestách stratených v džungli, či kmeňoch bojových Amazoniek. Predstavy dnešných generácií formovali filmy o Stratenom Svete, Tarzanovi, King Kongovi, spolu s množstvom inej, viac či menej vydarenej (prevažne hollywoodskej) produkcie. Zelené peklo obývané množstvom jedovatých živočíchov, skleník plný gigantických stromov a pestrofarebných kvetov, zelené pľúca planéty, to je naša obvyklá predstava o tropických lesoch. Na druhej strane televízie ponúkajú v čoraz dokonalejších prírodopisných filmoch zhustený záznam fascinujúcej reality, ktorý následne vzbudzuje u návštevníkov tropických lesov nereálne očakávania. Tropické lesy inšpirovali najväčších prírodovedcov svojej doby. Alexander von Humboldt, zakladateľ ekológie a fytogeografie, pozoroval pri svojej ceste po tropickej Južnej Amerike na prelome 18. a 19. stor., že vegetácia sa v horách mení s nadmorskou výškou a táto zmena je istou analógiou zmien vegetačných pásiem od rovníka smerom k pólom. Alfred Russel Wallace strávil dlhý čas na Moluckých ostrovoch, kde sa, nezávisle od Charlesa Darwina, dopracoval k vlastnej evolučnej teórii. Tá bola tak podobná Darwinovej teórii evolúcie prírodným výberom, že prinútila Darwina urýchlene zhrnúť svoje životné dielo a zverejniť ho spolu Wallaceovou prácou. Tropické dažďové lesy sa dajú nadnesene označiť aj za chrám evolúcie a možno preto fascinujú generácie biológov. Taxonómovia neustále opisujú a klasifikujú nové taxóny, ekológovia sa snažia objasniť spletité vzťahy organizmov a nájsť vysvetlenia pre mnohé, na prvý pohľad jednoduché otázky, napríklad „Prečo je v tropických dažďových lesoch taká vysoká biodiverzita?“.

Pojem ***tropický dažďový les*** (po nemecky tropische Regenwald) zaviedol koncom 19. storočia nemecký botanik A. F. W. Schimper. Neexistuje jeden typický tropický dažďový les. Zovšeobecnene môžeme hovoriť o vždyzelenom lese, ktorý nachádzame v daždivých trópoch charakteristických nízkou sezónnosťou v distribúcii zrážok. Dominujú v ňom listnaté stromy, zvyčajne aspoň 30 m vysoké, ktoré sú bohato porastené hrubými lianami, drevinnými a bylinnými epifytmi. Väčšina lesov v trópoch však rastie v oblastiach s výraznejšou sezonalitou klímy, prejavujúcou sa najmä fluktuáciou zrážok. Pojem ***tropický vlhký les*** preto zahŕňa aj lesy v oblastiach so sezónnejším podnebím. Patria sem ***tropické vždyzelené sezónne lesy*** a ***monzúnové lesy*** v oblastiach monzúnovej klímy. V monzúnovej klíme spadnú takmer všetky zrážky počas obdobia monzúnov a obdobie sucha je prakticky bez zrážok. Tropické lesy rastú aj v pohoriach, kde s nadmorskou výškou klesá priemerná teplota a zvyšujú sa rozdiely medzi dennou a nočnou teplotou. Spolu so zmenami klimatických podmienok sa s rastúcou nadmorskou výškou mení aj charakter ***tropických horských lesov***. Vo vyššej nadmorskej výške sa zanárajú do oblakov, preto rastú v hmle, ktorá ich obklopuje po väčšiu časť dňa. Tieto ***hmlové lesy*** získavajú veľkú časť vody z hmly, ktorá kondenzuje na vegetácii. Ešte vyššie, pri hornej hranici lesa, nachádzame zakrpatené a pokrútené trpasličie lesy. Mnoho tropických lesov rastie v extrémnych pôdnych podmienkach. V trópoch nachádzame viacero typov lesov sezónne alebo trvalo ovplyvnených nadbytkom vody. Takéto lesy bývajú často druhovo chudobné, dokonca v nich môže prevládať jeden druh stromov. V bambusových lesoch nedominujú dreviny ale vysoké bambusy, ktoré patria medzi trávy. Ako ***mangrovy*** označujeme azonálny ekosystém obojživelných lesov v pobrežnej zóne a v ústiach riek v tropickej a subtropickej oblasti, ktoré sú ovplyvňované prílivom a odlivom a zvýšenou salinitou vody.

Tropické dažďové lesy predstavujú terestrický ekosystém s najvyššou známou diverzitou rastlín a živočíchov. Hoci pôvodne pokrývajú iba 3, 6% povrchu Zeme, čo je 8% povrchu súše, nachádzame v nich až polovicu rastlinných a živočíšnych druhov. Niektoré skupiny sú v nich zvlášť bohato zastúpené, napr. tu žije až 70 - 75 % všetkých známych článkonožcov a 68 % druhov cievnatých rastlín. Len v Kolumbii, Ekvádore a Peru rastie 40 000 druhov cievnatých rastlín. Na Malajskom polostrove rastie asi 8 000 rastlinných druhov patriacich do 1 400 rodov (asi 28 je endemických). Na dvojnásobnej ploche Veľkej Británie nachádzame 1 430 pôvodných druhov rastlín patriacich do 620 rodov (žiaden endemický). V porovnaní s lesmi v miernom pásme je v trópoch ohromujúca diverzita stromov, ktorá sa pohybuje od 100 druhov na hektár na Novej Guinei po 300 druhov na hektár v peruánskej Amazónii. Svetový rekord až 644 druhov stromov na hektár bol zaznamenaný v národnom parku Yasuní v ekvádorskej Amazónii. Aj v tropických dažďových lesoch však platí, že len niekoľko málo druhov drevín je dominantných. V Amazónii podľa niektorých údajov rastie viac ako 1 500 druhov stromov, najnovšie revízie hovoria dokonca o viac ako 10 tisíc druhoch stromov. Avšak zhruba 230 druhov predstavuje polovicu všetkých jedincov stromov. Každý z týchto druhov má v Amazónii viac ako 100 miliónov jedincov. Naopak 62 % všetkých druhov tvorí spolu v Amazónii len 0, 12 % všetkých stromov. Asi 600 druhov má početnosti nižšie ako 1 000 jedincov. Na hektári nížinného lesa v Kostarike bolo narátaných 223 stromov zo 70 druhov. Z toho 66 druhov bolo reprezentovaných len jedným jedincom. Legendárna je diverzita bezstavovcov v tropických dažďových lesoch. V povodí Madre de Dios v Peru bolo na 55 km2 zistených 1 209 druhov motýľov. Na 1 ha panamského pralesa bolo narátaných 18 000 druhov chrobákov, na 1 strome až 43 druhov mravcov a 163 druhov chrobákov. V priemere 45 % druhov hmyzu, ktoré nájdeme na jednom strome sa tam vyskytuje iba v jednom exemplári. Aj stavovce dosahujú v tropických dažďových lesoch vrchol diverzity. V Tipuni v Ekvádore bolo na dvoch 100 ha plochách zaznamenaných 319 druhov vtákov. V Kostarike, ktorá má veľkosť Slovenska, bolo zaznamenaných viac ako 890 druhov vtákov, čo je viac ako na celom Severoamerickom kontinente. Samozrejme však existujú veľké rozdiely v diverzite v rámci rozličných typov tropických dažďových lesov a rozličných geografických oblastí.

## Klimatické faktory a rozšírenie tropických dažďových lesov

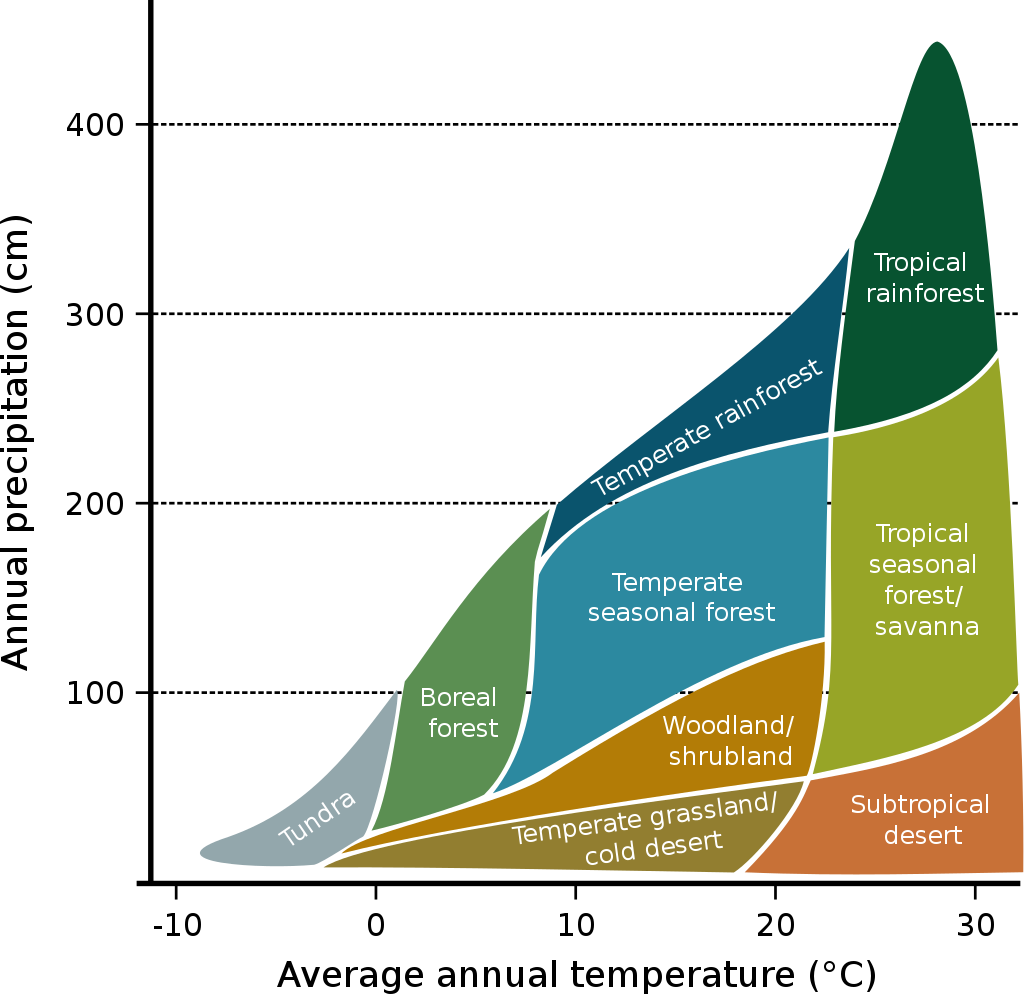
Väčšina tropických dažďových lesov leží v tropickej oblasti medzi 10ºS a 10º J. Pôvodná plocha pokrytá tropickými dažďovými lesmi sa odhaduje zhruba na 12,5 milióna km2, čo je 8, 3 % povrchu pevniny. Vlhká nížina pokrýva asi jednu tretinu trópov. Dnešná rozloha tropických dažďových lesov je však činnosťou človeka výrazne redukovaná. Vplyvom rozloženia kontinentov a oceánov, cirkulácie vzdušných más a oceánskych prúdov a orografických špecifík jednotlivých oblastí, nie je klimatický rovník zhodný s geografickým. Sezónnosť sa zvyšuje so vzdialenosťou od rovníka. V niektorých oblastiach (Mexiko, Florida, India, východná Afrika, Madagaskar) nachádzame tropickú klímu za obratníkmi (23º27´), ktoré sú geografickou hranicou trópov (Obr. 1).



Obr.1 Rozšírenie tropických lesov (https://www.britannica.com/science/tropical-rainforest)

Mangrovy zasahujú na niektorých miestach až za obratník Raka (južné Japonsko, Bermudy, Florida) a na južnej pologuli ďaleko za obratník Kozorožca (Juhoafrická republika, južná Austrália, sever Nového Zélandu). Dôležitou podmienkou rozšírenia mangrovov je teplota nikdy neklesajúca k bodu mrazu.

Výskyt tropických dažďových lesov je podmienený primárne vhodnými klimatickými podmienkami a sekundárne pôdnymi (edafickými) podmienkami (Obr. 2). Priemerná ročná teplota je zvyčajne okolo 27 ºC. Mesačné priemery sa pohybujú medzi 24 a 28 ºC. Sezónna fluktuácia teploty je nižšia, ako výkyvy teploty medzi dňom a nocou, ktoré môžu dosahovať 8 - 10 ºC, preto hovoríme o tzv. diurnálnej klíme. Maximálne teploty zriedka presahujú 35 ºC. V nížinnom tropickom dažďovom lese teplota zriedka klesá viac ako niekoľko stupňov pod 20 ºC, ale na miestach, ako sú údolia na úpätiach vysokých hôr môže klesnúť aj pod 10 ºC. Rozdiely teplôt medzi dňom a nocou sa zvyšujú s nadmorskou výškou. V južnej Amazónii sa občas vyskytujú vpády studeného vzduchu známe ako „friagems“, kedy teploty klesajú takmer k bodu mrazu.



Obr. 2 Rozšírenie biómov v závislosti na teplote a ročných zrážkach podľa Whittakera (https://en.wikipedia.org/wiki/Biome)

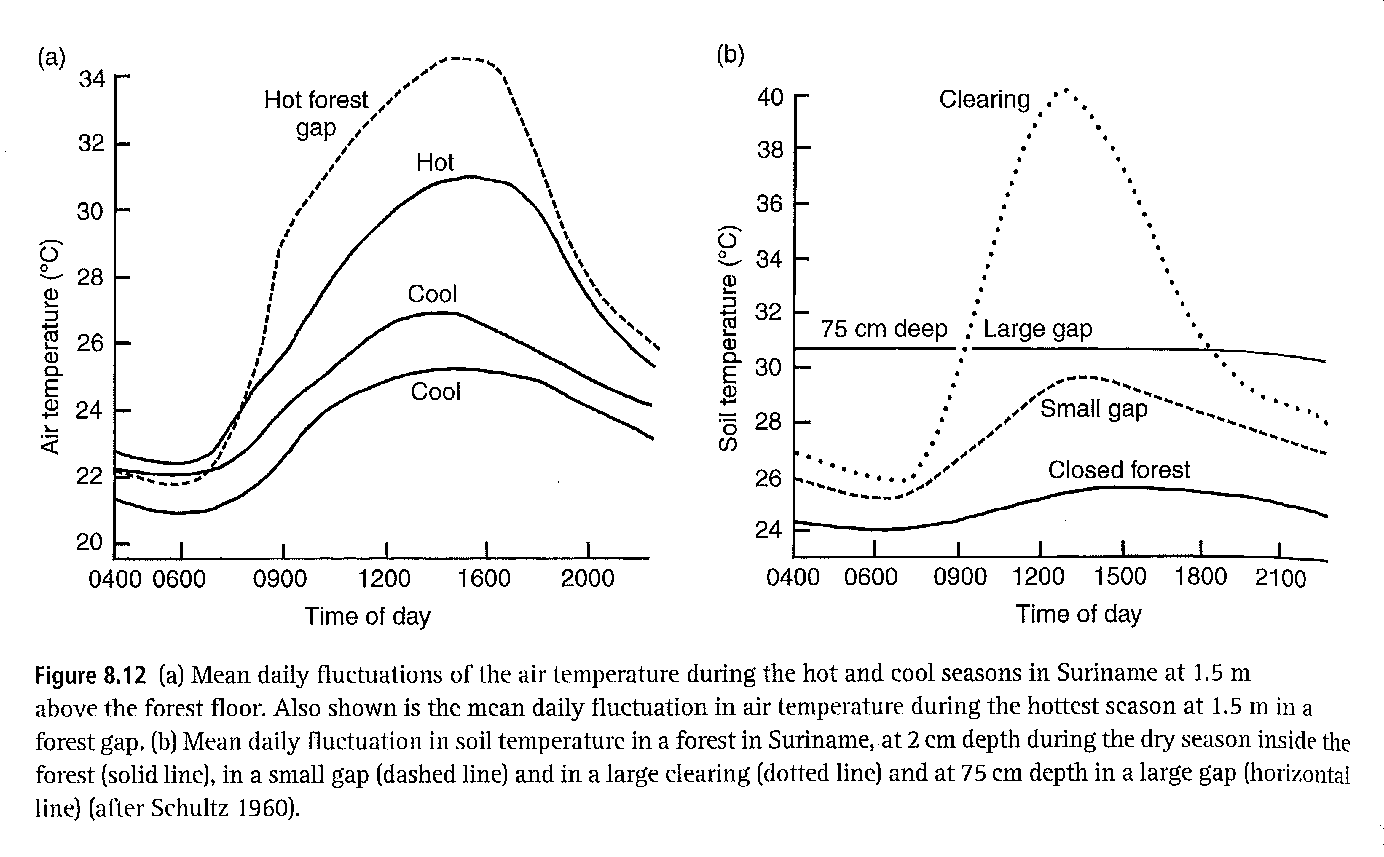
Jedným z najdôležitejších ekologických faktorov podmieňujúcich výskyt tropických dažďových lesov sú zrážky. V priemere je to 2 000 až 3 000 mm ročne, v niektorých regiónoch až viac ako 10 000 mm (napr. región Chocó v severovýchodnej Kolumbii). Dôležitejšia ako celkový ročný úhrn, je distribúcia zrážok počas roka, avšak platí, že v žiadnom mesiaci nepadne menej ako 100 mm zrážok. V intenzite dažďov sú zvyčajne zvýraznené 2 maximá, nasledujúce po jarnej a jesennej rovnodennosti. Smerom k pólom na 10º zem. šírky pozorujeme iba jedno obdobie dažďov. Väčšina zrážok je vo forme intenzívnych prehánok, často v noci. Vlhkosť vzduchu dosahuje cez deň 60 - 80 %, v noci až 95 - 100 %. Mesiac s menej ako 100 mm zrážok je považovaný za relatívne suchý. Na suchšej strane spektra prechádzajú tropické dažďové lesy do sezónnych lesov a saván s tropickými suchými lesmi. Nedostatok aj nadbytok zrážok znižuje výšku stromov a zmenšuje prírastky v tropickom dažďovom lese.

Ďalším faktorom je dĺžka dňa a noci, ktorá je celoročne len málo odlišná od 12 hodín, pričom amplitúda sa zvyšuje so vzdialenosťou od rovníka. Každý posun od rovníka na sever alebo na juh spôsobuje rozdiely v dĺžke fotoperiódy a teda istú sezónnosť, čo môže mať vplyv na vývin a reprodukciu rastlín a živočíchov.

Hlavné oblasti tropickej daždivej klímy sú západná Amazónia, severozápad Južnej Ameriky (pacifické pobrežie Kolumbie a severného Ekvádoru), pacifické pobrežie Strednej Ameriky až po Mexiko, západný okraj rovníkovej Afriky (medzi Guineou a Libériou, v Kamerune a Gabune a v ostrovoch Guinejského zálivu), východné pobrežie Madagaskaru,  väčšina tropickej juhovýchodnej Ázie (juhozápadná Srí Lanka, Indonézia, Malajzia) a Nová Guinea. Priemerný ročný úhrn zrážok rozložených viac-menej rovnomerne počas celého roka presahuje v týchto oblastiach 2 000 alebo 3 000 mm. Potenciálna vegetácia na väčšine tohto územia tvorí tropický dažďový les.

Hlavné oblasti monzúnovej klímy sú severné pobrežie Južnej Ameriky, väčšina Strednej Ameriky, brazílsky Atlantický les, juhozápadná časť Amazónie, východné pobrežie Indie a Barmy, východná Jáva a Bali, Andamanské ostrovy, časť Srí Lanky, Indočína, južná Čína, Filipíny, Madagaskar, väčšina vlhkých trópov Afriky, malé časti severovýchodnej Austrálie a niektoré ostrovy Tichého oceánu. Tieto oblasti sa nemusia výrazne líšiť v celkovom ročnom úhrne zrážok od daždivých trópov, ale rok je rozdelený na sezóny s odlišným množstvom zrážok, vlhkosťou a teplotou vzduchu. Potenciálnou vegetáciou sú tu ***tropické vždyzelené sezónne lesy*** a  ***poloopadavé lesy***. U prvého typu, strácajú niektoré stromy lístie počas obdobia sucha v hornej stromovej etáži, u druhého typu aj v strednej etáži. V oboch klimatických oblastiach je drsnosť obdobia sucha menšia, ako v priľahlých oblastiach tzv. vlhko-suchej tropickej klímy so savanami a tropickými suchými lesmi.

Pre tropické dažďové lesy sú charakteristické vertikálne rozdiely klímy. Už v malej hĺbke pod povrchom pôdy je stála teplota rovná celoročnému priemeru. Pri povrchu, v nadzemnej vrstve, kolíše teplota a vlhkosť v priebehu dňa iba málo, avšak v korunách môže dochádzať za slnečného počasia k značnému prehrievaniu a vysúšaniu povrchu rastlín a živočíchov. Les je tvorený mozaikou porastov s rôznym vekom a štruktúrou, pri ktorých tiež pozorujeme mikroklimatické rozdiely. Kým v súvislom zapojenom poraste je teplota 25 ºC, na priľahlej presvetlenej časti môže dosiahnuť až 40 ºC (Obr. 3).



Obr. 3. (a) Priemerné denné výkyvy teploty vzduchu v teplejšom a chladnejšom období v tropickom dažďovom lese Suriname 1,5 m nad povrchom a denné výkyvy teploty v teplejšom období na lesnej čistine. (b) Výkyvy priemernej dennej teploty lesnej pôdy v tropickom dažďovom lese Suriname počas obdobia sucha v hĺbke 2 cm (podľa Schultz 1960 v Osborne 2012)

Súčasné zloženie tropických dažďových lesov je výsledkom kombinácie historických procesov a súčasných environmentálnych podmienok. Paleogeografické faktory spolu s rozdielmi v súčasnej klíme, pôdnych pomeroch a ľudskom vplyve spôsobili, že spoločenstvá tropických dažďových lesov rôznych geografických oblastí majú špecifické zloženie, ktoré ich charakterizuje a zároveň odlišuje od spoločenstiev iných oblastí.

**Americké tropické dažďové lesy** tvoria 57 % rozlohy všetkých svetových tropických dažďových lesov. Väčšina leží v Amazónii, ktorá je so 7 miliónmi km2 najväčším tropickým lesom na Zemi. Väčšina jej územia je nízko položená rovina, ktorá bola v geologickej minulosti viackrát zaplavená morom aj sladkoui vodou. Tiahne sa od východných úpätí Ánd k Atlantickému pobrežiu v Guayanách a po 15°J v Brazílii. Na severe leží geologicky starobylé územie Guyanskej vysočiny, ktoré odvodňujú Orinoko a Rio Negro. Východnú hranicu predstavujú geologicky mladé Andy s horskými lesmi. Na juhu hraničí s Brazílskou vysočinou so savanami a tropickými suchými lesmi. Najrozšírenejším typom nížinného lesa Amazónie je nikdy nezaplavovaný les ***terra firme***. Z Ánd do nej pritekajú tzv. biele rieky, ktorých voda je sfarbená do svetlohneda množstvom na minerály bohatých sedimentov. Tie sa počas povodní usádzajú v nivách riek, kde vďaka tomu vznikajú pomerne úrodné pôdy. Riečne nivy sú tu porastené lužným lesom nazývaným ***várzea*.** Várzea býva počas povodní úplne zaplavená. Z Guyanskej vysočiny pritekajú tzv. čierne rieky a z Brazílskej vysočiny rieky s priezračnou vodou. Obe oblasti sú geologicky starobylé a vody riek tu preto obsahujú iba malé množstvo živín. Čierne rieky pretekajú oblasťami rašelinísk, preto sú ich vody kyslé. Obsahujú množstvo organických látok z vylúhovanej odumretej vegetácie, ktoré ich sfarbujú do čierna. Na nivách oboch typov riek, chudobných na živiny, rastú sezónne zaplavené lesy nazývané ***igapó***. Od Amazónie sú oddelené dva pobrežné pásy lesa. Pozdĺž brazílskeho pobrežia sa od 7°J po 28°J tiahne Atlanický les (Mata Atlântica), ktorý zdieľa časť bioty s Amazóniou a časť bioty je endemická. Pôvodne zaberal územie 1 až 1, 5 milióna km2, avšak dnes je zredukovaný o 85%. Tropické Andy boli pôvodne pokryté horskými lesmi, ktoré sa tiahli po ich východných svahoch od Bolívie až do Venezuely a severnej Kolumbie. Na západe ich rozšírenie limituje studený Humboldtov (Peruánsky) prúd, ktorý spôsobuje aridizáciu klímy od pobrežia severného Chile až po Ekvádor. Druhý pás lesov sa tiahne pozdĺž Tichomorského pobrežia od severného Ekvádoru, cez Kolumbiu do Panamy. Od Amazónie je oddelený vysokými hrebeňmi Ánd. Stredoamerické lesy spolu s lesmi na Karibských ostrovoch majú rozlohu asi 0, 5 milióna km2 a sú zvyčajne sezónnejšie. Typickými stromami amerických tropických dažďových lesov sú [*Swietenia macrophyll*](https://sk.wikipedia.org/w/index.php?title=Swietenia_macrophylla&action=edit&redlink=1)*a* poskytujúci mahagón, balza (*Ochroma lagopus*) s veľmi ľahkým drevom, kaučukovník (*Hevea brasiliensis*), či *Bartholletia excelsa*, ktorej plody poznáme ako paraorechy.Z Amazónie pochádza aj kakaovník (*Theobroma cacao*). Typickým emergentným stromom je *Ceiba pentandra*, ktorá rastie aj v Afrike. Americké tropické dažďové lesy sú charakteristické vysokou diverzitou vtákov, výskytom kolibríkov (Trochilidae), endemickou čeľaďou broméliovitých (Bromeliaceae), ku ktorej patrí množstvo charakteristických epifytov a ananás, či endemickými kaktusovitými (Cactaceae), množstvom druhov malých primátov Nového sveta (ploskonosé opice Platyrrhini) a absenciou výskytu veľkých opíc Starého sveta (Catarrhini). Ich ďalší typickí obyvatelia sú leňochy, papagáje ara, pekari (*Pecari tajacu*), morčatovité hlodavce (Cavidae) a listorezné mravce (rody *Atta*, *Acromyrmex*).

**Africké tropické dažďové lesy** sú v porovnaní s inými oblasťami chudobnejšie. Je to dôsledkom klimatickej histórie, v ktorej sa opakovali suché obdobia, kedy boli lesy zredukované a následne vyhynulo množstvo špecializovaných lesných foriem rastlín a živočíchov. Dnes je Afrika suchý kontinent pokrytý z veľkej časti púšťami, savanami a tropickými suchými lesmi. Tropické lesy pokrývajú jednu tretinu kontinentu (cez 2 milióny km2), tropické dažďové lesy zaberajú len asi 10% povrchu Afriky. Nájdeme ich v páse pobrežných nížin západnej Afriky zhruba od ústia rieky Senegal pozdĺž Guinejského zálivu. Dve oblasti lesa sú tu oddelené asi 300 km širokým pásmom saván. Z ich pôvodnej rozlohy sa zachovala necelá tretina. Stredoafrický dažďový les na nížine v povodí rieky Kongo predstavuje asi 60% celkovej rozlohy afrických tropických dažďových lesov. Africké nížinné lesy sú v porovnaní s Americkými suchšie, pričom ročný úhrn zrážok je asi 1 500 mm. Na východe sú ohraničené horskými lesmi pokrývajúcimi západné svahy hôr pri východoafrických veľkých jazerách. Vo východne Afrike nájdeme aj izolované oblasti horských lesov.

Africké lesy majú nižšiu diverzitu ako lesy v tropickej Amerike a Ázii. Chýbajú v nich živočíchy s adaptáciami na život v kompaktných dažďových lesoch, ktoré nachádzame všade inde na Zemi. Namiesto nich v afrických lesoch žijú druhy, ktoré dokážu prekonávať otvorené habitaty. Africké lesy sú bohatšie na väčšie cicavce (nad 5 kg), ktoré sú v juhoamerických tropických dažďových lesoch vzácne. Vyvinuli sa tu veľké primáty, ako gorily (*Gorilla gorila*) a šimpanzy (*Pan troglodytes, P. paniscus*) zdržiavajúce sa prevažne na zemi, a veľké lesné herbivory. Typickými sú slony pralesné (*Loxodonta cyclotis*) a žirafy okapie pralesné (*Okapia johnstoni*). Dôvodom spomínanej odlišnosti je klimatická história Afriky, v ktorej sa vyskytujú výrazne suché obdobia. Počas nich sa šírili savany a tropické dažďové lesy boli zatlačené do viacerých refúgií v západnej Afrike a Konžskej nížine. V Amazónii a JV Ázii suchá neboli také extrémne, takže tam nedošlo k potlačeniu súvislého lesa. Stromy v afrických tropických dažďových lesoch môžu dosahovať výšku až 61 m. Mnohé druhy sú hospodársky cennými druhmi. Patria sem napr. viaceré druhy rodu *Khaya* poskytujú africký mahagón, *Pericopsis elata* a *Chlorophora excelsa* majú podobné použitie ako ázijský tík (*Tectona grandis*). V afrických lesoch rastie *Musanga cecropoides*, ktorá má drevo podobne ľahké ako juhoamerická balza. Legendárne je ebenové drevo, ktoré sa získava z druhov rodu *Diospyros* rastúcich v podraste, najmä *D. mespiliformis* a *D. monbuttensis*.Rod zahŕňa až 700 druhov. Z Číny pochádza ich príbuzný ebenovník rajčiakovitý *D. kaki*, ktorého plody poznáme ako hurmikaki. Z afriky pochádza kávovník (*Coffea*) z čeľ. Rubiaceae a *Cola* z čeľ. Sterculiaceae. Z plodov palmy olejovej (*Elaeis quineensis*) sa získava palmový olej, preto sa jej plantáže šíria vo vlhkých trópoch všetkých kontinentov a v niektorých oblastiach sú jednou z hlavných príčin odlesňovania.

**Madagaskar** sa počas dlhého obdobia vyvíjal izolovane, čo viedlo k evolúcii unikátnej bioty. Od Afriky sa oddelil už pred 160 miliónmi rokov, od Indie pred 88 miliónmi rokov. V starších treťohorách panovala na Madagaskare arídna klíma, preto sú suché tŕnisté lesy juhozápadného Madagaskaru považované za staršie ako vlhké lesy na východnom pobreží a v horách. Príchod ľudí pred 2 000 rokmi mal dramatický vplyv na pôvodnú biotu. Viedol k vyhubeniu väčšiny väčšej fauny, rozsiahlemu odlesňovaniu a zavlečeniu nepôvodných druhov. Endemické cicavce zahŕňajú lemury (Lemuridae) a tenreky (Tenrecidae), typická je absencia väčších predátorov. Z Madagaskaru pochádza nádherne kvitnúci strom *Delonix regia*.

**Ázijské tropické dažďové lesy** pokrývajú 2, 2 milióna km2 od Butánu, cez Mjanmarsko a Bangladéš, časti Indie, Barmy, časť Indočíny, Malajský polostrov, množstvo ostrovov juhovýchodnej Ázie, ktorých väčšina patrí Indonézii, až po Filipíny. Veľkú časť ázijských lesov predstavujú monzúnové lesy.  Z nich pochádza známy tík (*Tectona grandis*) využívaný na nábytok. Geologická a klimatická história oblasti je zložitá. Významnú úlohu zohrala kolízia Indie s Euráziou pred 50 miliónmi rokov, ktorej výsledkom je okrem iného vznik Himalájí. V štvrtohorách sa striedali obdobia, počas ktorých sa pri poklese hladiny oceánu vynárali a prepájali pevniny a pri vzostupe hladín dochádzalo k ich izolácii a vzniku ostrovov, ako ich poznáme dnes. Tieto procesy formovali dnešné zloženie bioty. Vďaka prepojeniu dnešných ostrovov počas pleistocénnych ľadových dôb vznikol koridor, ktorým migrovala biota zo severu do južných refúgií. Výsledkom je diverzita primitívnych dvojklíčnolistových rastlín v horských lesoch JV Ázie. Ázijské lesy sú výnimočné výskytom ihličnanov, medzi nimi araukárie (*Araucaria cunninghamii*, *A. hunsteini*), ktoré vo väčšine tropických lesov nerastú. Typickou čeľaďou sú dipterokarpovité (Dipterokarpaceae), rody *Dipterocarpus* a *Shorea*. *Alstonia spatulata* z lesov východnej Malajzie má drevo ešte ľahšie ako americká balza. *Dyera costulata* je zdrojom latexu do žuvačiek, gutaperčovník (*Palaquium gutta*) zdrojom gutaperče, čo je latex, jeden z prvých plastov.Pochádza odtiaľto množstvo druhov ovocia, ako viacero druhov chlebovníkov (rod *Arctocarpus*), kam patrí aj najväčší plod *A. scortechnii*, dosahujúci hmotnosť až 25 kg, rambutan (*Nephelium lappaceum*), durian (*Durio zibethinus*) a mangovník (*Mangifera indica*). Ázijské lesy sú aj domovom rastlín poskytujúcich korenie - škoricovníka (*Cinnamomum verum*), muškátovníka (*Myristica fragrans*) a piepora čierneho (*Piper nigrum*). Fauna ázijských tropických lesov je bohatá, medzi typických obyvateľov patria veľké opice makaky (*Macaca* sp.), gibony (rod *Hylobates*), orangutany (bornejský *Pongo pygmaeus* a sumatrianský *P. abelii*), viacero druhov svíň (rod *Sus*), [nosorožec indický](https://sk.wikipedia.org/wiki/Nosoro%C5%BEec_indick%C3%BD) (*Rhinoceros unicornis*) a [nosorožec jávsky](https://sk.wikipedia.org/wiki/Nosoro%C5%BEec_j%C3%A1vsky) (*R. sondaicus*) a slon indický (*Elephas maximus*).

**Nová Guinea a Austrália** boli po väčšinu štvrtohôr spojené, preto zdieľajú do istej miery podobnú biotu. Nová Guinea je geologicky pomerne mladý ostrov, ktorý je zo 77 % zalesnený, čo predstavuje 692 tisíc km2. Austrália je prevažne suchá, napriek tomu lesy zaberajú 1, 5 milióna km2. Väčšinu predstavujú tropické suché lesy s dominujúcimi eukalyptami (*Eucalyptus*) a akáciami (*Acacia*). Vlhké monzúnové lesy rastú iba pri pobreží Severného teritória a Queenslandu. Eukalypty prenikajú aj na Novú Guineu, avšak miestnym lesom nedominujú, keďže pôvod flóry tu je najmä ázijský. V horách Novej Guiney nachádzame araukárie *Araucaria cunninghamii* a *A. hunsteini*, ktorá je najvyšším tropickým stromom dosahujúcim rekordnú výšku 88, 9 m. V močiarnych lesoch je bežná palma ságová (*Metroxylon sagu*). Typické sú lesné vačkovce s ovíjavými chvostmi rodu *Phalanger*, a stromové kengury rodu *Dendrolagus* a nelietavé vtáky kazuáre (rod *Casuarius*)*.*

Tropické lesy nachádzame aj na pomerne izolovaných ostrovoch, ktoré vznikli sopečnou činnosťou (oceánske ostrovy) alebo sú starobylými zvyškami kontinentov (kontinentálne ostrovy). Do prvej skupiny radíme Havajské ostrovy a množstvo menších ostrovov a súostroví v Tichom oceáne, napr. Fidži, Vanuatu, Francúzska Polynézia. Do druhej skupiny patria Seychelské ostrovy a Nová Kaledónia. Pôvodná vegetácia ostrovov sa často vyvinula v neprítomnosti herbivorných stavovcov, takže má iba slabo vyvinuté obranné mechanizmy. Vo faune zvyčajne chýbajú väčší predátori, čoho výsledkom je strata plachosti a u pôvodne okrídlených druhov aj schopnosti lietať. Oceánske ostrovy zvyčajne obýva množstvo endemitov, ktoré vznikli adaptívnou radiáciou z druhov, ktoré dokázali prekonať otvorené oceány. Z viac ako tisíc pôvodných druhov krytosemenných rastlín Havajských ostrovov je 89 % endemických. Biota oceánskych ostrovov je zvyčajne relatívne mladá, hoci sú známe príklady taxónov, ktoré sú staršie. Ostrovy kontinentálneho pôvodu sú zvyčajne obývané reliktnými druhmi, ktoré sú potomkami pôvodnej kontinentálnej bioty. Aj tu pozorujeme vysoký endemizmus, diverzita je tu však nižšia, ako na kontinentoch, čo je spôsobené zvýšeným vymieraním druhov na ostrovoch.

## Pôdne pomery

Pôdy sú hneď po klíme najdôležitejším faktorom kontrolujúcim distribúciu a skladbu tropických lesov. Niektoré druhy tropických lesov môžeme priamo spojiť s niektorým „zonálnym” pôdnym typom, reflektujúcim „normálnu” klímu a vegetáciu. Väčšina pôd pod tropickými lesmi však vznikla pedogenetickými procesmi ovplyvnenými lokálnymi topografickými, geologickými a hydrologickými pomermi, ako i aktivitami organizmov. Tropické pôdy sú preto veľmi rôznorodé. Napriek predstave o ich vysokej úrodnosti, ku ktorej zvádza veľká biomasa a druhová diverzita pozorovaná v tropických dažďových lesoch, rastie väčšina tropických dažďových lesov na chudobných, neúrodných pôdach. V súvislosti s pedologickými a klimatickými pomermi v oblastiach rastu tropických dažďových lesov sa preto často hovorí o tzv. ***mokrých púšťach***.

Tropické pôdy sú často veľmi staré. Zvetrávanie počas veľmi dlhého obdobia umožňuje vývoj hlbokých pôd s hrúbkou pôdneho profilu 15 m i viac. To spôsobuje, že na rozdiel od pôd mierneho pásma, kde pochádza podstatná časť živín v pôde zo zvetrávania materskej horniny, je v trópoch materská hornina v hĺbke, kde erózia zriedka dosahuje až k nezvetranému, na živiny bohatému horninovému podložiu, a teda nemôže prispieť k obsahu živín vo vrstvách pôdy dôležitých pre organizmy. Tropické pôdy sú často žlté alebo červené, čo je dané prítomnosťou oxidov a hydroxidov železa a hliníka. Takéto pôdy nazývame ***laterity***, z latinského „*later*“, teda tehla, čo odkazuje na ich tehlovočervenú farbu. Laterity sa vyvíjajú vo vlhkej tropickej klíme.

Pôdotvorný proces (pedogenéza) je determinovaný vysokými teplotami a zrážkami spôsobujúcimi intenzívne chemické zvetrávanie, silné vylúhovanie a vymývanie živín z vrchných vrstiev pôdneho profilu. Vysoká vlhkosť a teplota tropických pôd vedú aj k rýchlemu rozkladu zvyškov vegetácie a inej organickej hmoty. Preto je úrodná humusová vrstva veľmi tenká. Väčšina bežných minerálov podlieha chemickému rozkladu na kaolínový íl a oxidy železa a hliníka. Tropické pôdy sú preto zvyčajne viac oglejené, ako pôdy v miernom pásme. Kaolínový íl má však nízku katiónovú výmennú kapacitu a vodnú retenčnú kapacitu, takže schopnosť zadržiavať živiny a vodu je závislá predovšetkým od obsahu humusu a je nízka ak je tento nízky. Obsah živín je tak v mnohých tropických pôdach determinovaný obsahom uhlíka. V organickej hmote je zvyčajne obsiahnutých 95% pôdneho dusíka a síry, najmenej polovica fosforu a mnohé mikroživiny (Zn, Mn, Fe, Cu). Tropické dažďové lesy veľmi efektívne zachytávajú živiny, čo ukázal aj experiment vo Venezuelskej Amazónii, pri ktorom bolo v pôde zachytených 99,9 % dodaného vápnika a fosforu. Celý proces prebieha v horných 10 - 20 cm pôdneho profilu, ktorý obsahuje väčšinu jemných koreňov, mykoríznych húb, pôdnych mikroorganizmov a organickej hmoty. Takýto efektívny systém indikuje relatívny nedostatok živín. Ten je dôsledkom vylúhovania, ktoré spôsobuje nízke koncentrácie základných živín – sodíka, draslíka a vápnika a rýchleho rozkladu organickej hmoty. Vrstva hrabanky je preto tenká a aj obsah organickej hmoty v pôde je nízky. To však neplatí všeobecne. Napríklad v oblastiach s málo priepustným podložím a nadbytkom vody sa môžu hromadiť hrubé vrstvy nerozloženého rastlinného materiálu vo forme rašeliny. Spomínané vlastnosti tropických pôd zapríčiňujú aj vysokú citlivosť ekosystému tropického dažďového lesa na antropické zásahy. Po vyrúbaní lesa a premene plochy na pole sa živiny zvyčajne veľmi rýchlo vyčerpajú a pôda degraduje, často nezvratne.

Až 63 % tropických dažďových lesov rastie na neúrodných ultisoloch a oxisoloch. Oba pôdne typy sa vyvíjajú na starých hlinitých a oglejených pôdach s nízkym pH. Ultisoly nachádzame na miestach s najintenzívnejšími zrážkami a nízkou sezonalitou, oxisoly zasa na miestach s výraznejšou sezonalitou, kde aspoň 4 mesiace po sebe výpar prevyšuje zrážky. Na geologicky mladších územiach, alúviách riek a na miestach s nedávnou vulkanickou činnosťou sa vyvíjajú pomerne úrodné pôdy, ktoré dokážu lepšie zachytávať živiny. Lesy na takýchto pôdach sú dnes vzácne, keďže väčšinou podľahli odlesneniu a premene územia na poľnohospodársku pôdu. Na vápencoch sa tvorí podstatne odlišná, na vápnik bohatá a preto veľmi úrodná červená pôda, označovaná ako ***terra rosa***. Lesy rastúce na vápencoch nachádzame v Amazónii, Karibiku a Malajzii. Chýbajú v Afrike.

V horách pôdny typ ovplyvňuje množstvo zrážok. V sezónne suchých horách sa s nadmorskou výškou zvyšuje obsah organickej hmoty. Vyskytujú sa tu plytšie pôdy, pretože je tu slabšie zvetrávanie. Vo vlhkejších horách sa tvoria rašelinové pôdy s hmlovými lesmi. Tieto pôdy sú vylúhované, podzolizované alebo zamokrené, s redukovanou mikrobiálnou aktivitou a teda nízkou úrodnosťou.

V tropických dažďových lesoch nachádzame množstvo ***azonálnych ekosystémov*** viazaných na špecifické lokálne pôdne pomery. Dokonca aj v tropických nížinách pozorujeme veľkú variabilitu pôd v závislosti od reliéfu a od materskej horniny. Na vrcholoch vyvýšenín sa nachádzajú nadmerne odvodnené pôdy, v údoliach sú naopak často zle odvodnené zamokrené pôdy.

Na rozdiel od lesov mierneho pásma, nachádzame v tropických dažďových lesoch značné množstvo humóznej pôdy v korunách stromov. Pozostáva z rozličných zvyškov vegetácie a živočíchov, zmiešaných s minerálnou zložkou vynesenou zo zeme mravcami. Korunový humus sa akumuluje na horizontálnych hrubých konároch, v miestach rozkonárenia kmeňa, v štrbinách drsnej kôry, na bázach listov a pod. Epifyty taktiež zvyšujú jeho zachytávanie. Pozoruhodným javom je čerpanie živín koreňmi stromov, na ktorých sa humus akumuloval. Korunový humus môžu využívať aj popínavé rastliny, napr. aj u nás pestovaná mexická *Monstera deliciosa* (Araceae) tu zakoreňuje svoje vzdušné korene.

Mangrovy rastú priamo v plytkej vode pri morskom brehu. Najrozsiahlejšie porasty vytvárajú v ústiach riek, kde rastú na zasolených, zamokrených, tmavých bahnitých pôdach s nedostatkom vzduchu a so zásaditým resp. neutrálnym pH. Ako zrážky a riečna voda nahrádzajú morskú vodu, postupne rastie acidita a obsah organickej hmoty v pôde a mangrovy sa menia na tropické rašelinno-močiarne lesy a neskôr na sladkovodné močiarne lesy s veľmi úrodnými pôdami.

Tab.1 Nadzemná biomasa a obsah živín v rozličných tropických vlhkých lesoch (Longman, Jeník, 1987)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Biomasa | Živina (kg/ha) | | | | |
| Lokalita | t/ha | N | P | K | Ca | Mg |
| *Alfisoly a mierne úrodné pôdy* |  |  |  |  |  |  |
| Panama | 316 | - | 158 | 3020 | 3900 | 403 |
| Venezuela | 402 | 1980 | 290 | 1820 | 3380 | 310 |
| Ghana | 233 | 1685 | 112 | 753 | 2370 | 320 |
| *Neúrodné oxisoly a ultisoly* |  |  |  |  |  |  |
| Pobrežie Slonoviny - Banco | 510 | 1400 | 100 | 600 | 1200 | 530 |
| - Yapo | 470 | 1000 | 70 | 350 | 1900 | 180 |
| Brazília | 406 | 2430 | 59 | 435 | 432 | 201 |
| Venezuela | 335 | 1084 | 40 | 302 | 260 | 69 |
| Kolumbia | 182 | 741 | 27 | 277 | 432 | 133 |
| *Chudobné piesočnaté pôdy* |  |  |  |  |  |  |
| Venezuela - caatinga | 185 | 336 | 32 | 321 | 239 | 53 |
| - vysoká bana | 180 | 618 | 62 | 669 | 568 | 200 |
| - nízka bana | 37 | 212 | 28 | 155 | 276 | 43 |
| - otvorená bana | 5,5 | 32 | 2 | 29 | 24 | 7 |
| *Horské pôdy* |  |  |  |  |  |  |
| Nová Guinea | 310 | 683 | 37 | 664 | 1281 | 185 |
| Puerto Rico | 197 | 814 | 43 | 517 | 894 | 340 |
| Venezuela | 348 | 876 | 53 | 1321 | 745 | 215 |
| Jamaica - živný humus | 337 | 857 | 41 | 829 | 940 | 193 |
| - surový humus | 209 | 426 | 30 | 272 | 353 | 155 |
| Hawai | 176 | 367 | 28 | 380 | 756 | 72 |

## Typy tropických lesov

Tropické lesy boli klasifikované rôznym spôsobom na základe taxonomického zloženia, štruktúry, fyziognómie a prostredia. Podobné podmienky prostredia vedú k vývoju podobnej vegetácie dokonca aj na rôznych kontinentoch. Preto je klasifikácia na základe klimatických a topografických podmienok najpoužívanejšia.

**Nesezónny nížinný tropický dažďový les** predstavuje najkomplexnejší a najbohatší typ lesa. Má mnohoetážovú štruktúru zloženú z viacerých stromových etáží a diskontinuálneho bylinného podrastu. Zapojená korunová etáž je vo výške 30 až 40 m. Z nej vyrastajú emergentné stromy vysoké cez 60 m. Mnohé z nich sú opadavé. Bázy ich kmeňov tvoria mohutné oporné piliere (nesprávne nazývané aj doskovité korene). Kôra stromov je zvyčajne hladká a tenká. Bežné sú kvety na kmeňoch (kauliflória) a konároch (ramiflória). Listy žijú dlho, sú hrubé a kožovité, zvyčajne celookrajové s odkvapkávacími špičkami. Množstvo druhov je viazaných na zapojenú prostrednú etáž. K zemi preniká len málo svetla, chudobný podrast je tvorený prevažne regenerujúcimi stromami. Palmy a iné nerozkonárené stromy sú vzácne, popínavé dreviny takmer chýbajú. Bežné môžu byť druhy s veľkými listami. Cievnaté epifyty sú bežné najmä na vyšších stromoch, ale menej početné ako v horských lesoch. Lišajníky a machy sú vzácne, zato veľké drevnaté liany sú všadeprítomné. Takýto les sa vyvíja v oblastiach bez ozajstného obdobia sucha, kde aj v najsuchších mesiacoch spadne viac ako 100 mm zrážok. Nájdeme ho v západnej Amazónii, Indonézii, Malajzii, na Novej Guiney, miestami na JZ Srí Lanke, pri Tichomorskom pobreží Mexika a na menších územiach západnej Afriky v oblasti Guinejského zálivu. Pásy takéhoto lesa nájdeme pozdĺž vodných tokov aj v oblastiach sezónnych lesov a saván, kde ich nazývame ***galériové lesy***. V tropických nížinách nachádzame aj množstvo azonálnych lesných ekosystémov, ktorých výskyt je podmienený špecifickými pôdnymi podmienkami (sezónne zaplavovanie, množstvo vody, pH, obsah živín a pod.). Podrobne o nich píšeme v kapitole nižšie.

**Tropické sezónne dažďové lesy** rastú v oblastiach s obdobím sucha trvajúcim od niekoľkých týždňov po šesť mesiacov. Väčšina trópov sa nachádza v tomto type klímy. Najväčšie kontrasty medzi obdobím dažďov a sucha pozorujeme v oblastiach monzúnovej klímy, kde rastú ***monzúnové lesy***. Rozdiely v distribúcii zrážok sa so vzdialenosťou od rovníka zvyšujú, teploty sú naopak celoročne stabilné. Nedostatok zrážok spôsobuje stres, na ktorý sa vegetácia musí adaptovať. Tam kde je obdobie sucha krátke, rastú vždyzelené stromy a les pripomína nížinný nesezónny tropický dažďový les. S predlžovaním obdobia sucha sa vegetácia mení. Klesá floristická diverzita aj štrukturálna variabilita vegetácie. V lese je menej epifytov, lián, menej stromov má na báze kmeňov oporné doskovité piliere. Emergentné stromy môžu dosiahnuť výšku až 60 m, ale vždyzelené stromy sú menšie a väčšinou rastú v spodnej etáži. Stromy tvoriace najvyššiu etáž v období sucha šetria vodou, preto zhadzujú lístie. Vo vlhkejších oblastiach je to asi tretina stromov, s rastúcou intenzitou sucha sa podiel opadavých stromov zvyšuje. Výnimkou sú monzúnové lesy na severe Austrálie, ktoré sú tvorené vždyzelenými druhmi eukalyptov. V ázijských monzúnových lesoch rastú aj borovice a bežné sú porasty bambusov. Takéto lesy nazývame ***semiopadavé***. Aj v tomto type lesa majú mnohé stromy oporné piliere. Stromy sú adaptované na časté požiare, ktoré sú živené opadaným suchým lístím. Ich kôra hrubne a je drsnejšia. Kauliflória a ramiflória sú zriedkavejšie ako v nesezónnych lesoch. V korunách stromov rastú početné epifyty, najmä paprade a orchideje. Tropické sezónne dažďové lesy sú najrozšírenejším typom tropického lesa. Rastú na väčšine územia Strednej Ameriky, v JV Amazónii na ploche 1, 8 milióna km2, aj v brazílskom Atlantickom lese. Väčšina vlhkých trópov Afriky má sezónnu klímu. Sezónne dažďové lesy nájdeme aj v južnej Ázii, kde sa nachádzajú najväčšie oblasti monzúnových lesov. Tie rastú aj vo východnej Brazílii, na juhu Strednej Afriky a na severe Austrálie.

**Tropické suché lesy** rastú v oblastiach, kde obdobie sucha trvá šesť mesiacov a dlhšie a počas dvoch mesiacov obdobia sucha spadne menej ako 25 mm zrážok. Lesy tu ešte dokážu prežiť, ale tvoria ich opadavé druhy stromov. Drevinová vegetácia je v nich nižšia, často až krovitého charakteru, dominujú xerofyty adaptované na časté požiare. Prechod zo sezónnych dažďových lesov do suchých lesov býva pozvoľný. S rastúcim suchom sa postupne rozvoľňuje korunová etáž a v podraste sa zvyšuje množstvo tráv. Požiare a spásanie vegetácie majú za následok zmenu lesa na savanu. V tomto procese má významnú úlohu činnosť človeka.

**Horský tropický dažďový les** sa vyvíja v tropických horách v dôsledku zmien podmienok súvisiacich s narastajúcou nadmorskou výškou. Teplota klesá o 0, 6°C na každých 100 m nadmorskej výšky, zvyšujú sa teplotné rozdiely medzi dňom a nocou a rastie množstvo zrážok. Prvé, takmer nebadané zmeny vegetácie môžeme pozorovať už v nadmorských výškach okolo 300 m, v ktorej chýbajú niektoré druhy stromov nížinného lesa. Vo výškach okolo 700 - 800 m sú zmeny viditeľnejšie, niekedy tu hovoríme o pásme ***podhorských lesov***. Stromy sú príbuzné druhom nížinného lesa, ale patria k iným druhom a sú nižšie. Korunová etáž je vo výške maximálne 30 m a iba málo druhov túto výšku presahuje. Koruny stromov začínajú nižšie na kmeni. Oporné doskovité piliere sú zriedkavejšie a zároveň menšie. Vzácna je kauliflória a chýbajú veľké liany. Podrast je bohatý, časté sú stromové paprade alebo malé palmy. Početné sú cievnaté a iné epifyty. Povrch pôdy je bohatý na byliny a machy, prítomné sú liany. Vo výškach nad 1 200 m n. m. sa charakter lesa radikálne mení. Úplne miznú stromy nížinného lesa, nahrádzajú ich horské druhy. Druhová diverzita stromov klesá, vysoká je diverzita epifytov. Výška stromov sa s rastúcou nadmorskou výškou ďalej znižuje, zapojená korunová etáž je nižšia ako 18 m. Zmenšuje sa veľkosť listov stromov, ktorá predstavuje adaptáciu umožňujúcu uchovanie vody v podmienkach vysúšania spôsobeného častým výskytom vetrov. Bežné sú ihličnaté stromy rodov *Podocarpus*, *Araucaria* a *Dacyrodes*. Nachádzame tu aj početné palmy. V Amerike to je rod *Ceroxylon*, do ktorého patrí aj najvyššia palma *C. quindiunense* dorastajúca do výšky 60 m. Rastie v horských lesoch centrálnej Kolumbie. Vo výškach okolo 2 500 m n. m. je zvyčajne základňa takmer vždy prítomných oblakov, v ktorých je ponorený ***horský hmlový les***. Oblaky poskytujú vlahu vo forme tzv. horizontálnych zrážok, ktoré tvorí voda kondenzujúca na povrchu vegetácie. Prostredie tu je preto väčšinou vlhké, pôdy sú zamokrené, môže sa tvoriť rašelina, ich povrch býva pokrytý rašeliníkom (*Sphagnum*) a lišajníkmi, bežné sú plavúne. Kmene a konáre stromov sú porastené machmi a lišajníkmi, hojné sú epifytické orchideje. Od Argentíny po Floridu nachádzame typické závoje bromélii *Tillandsia usneoides* visiace z korún stromov. Bežné sú stromové paprade. Na miestach, kde bol lesný porast narušený prírodnými procesmi alebo činnosťou človeka, niekedy prevládnu porasty bambusov, ktoré môžu dosahovať výšku až 40 m. Hoci patria medzi trávy (Poaceae), hovoríme v tomto prípade o ***babmusovom lese***. Poznáme asi 480 druhov bambusov. V Afrike sa v horách vo výškach 2 400 - 2 800 m n. m. nachádza pás bambusových lesov s dominujúcim druhom *Arudinaria alpina*, dosahujúcim výšku 12 - 15 m. Najznámejšími obyvateľmi bambusových lesov sú panda veľká a panda červená, ktorých areály sa tiahnu od JZ Číny cez západné Mjanmarsko do Nepálu. Vo výškach 2 800 – 3 200 m n. m. sa výška stromov znižuje na niekoľko metrov, miestami nepresahuje 1, 5 m. Stromy v takomto ***subalpínskom krivolese*** sú pokrútené, porastené machmi, lišajníkmi a plazivými papraďami. Najrozsiahlejšie porasty trpasličích lesov nachádzame v Andách. Dominuje v nich rod *Polylepis*. Horná hranica lesa je premenlivá, závisí od orientácie svahu, množstva zrážok a lokálnej geomorfológie. Stromy najvyššie vystupujú v zárezoch na svahoch, kde je viac vlhkosti a sú chránené pred vetrom. V Andách a na Novej Guinei miestami vystupuje horná hranica lesa až do 3 900 m n. m. Nad touto výškou nasleduje pásmo vysokohorskej tundry. Horná hranica lesa môže byť nižšie na ostrovoch, kde sú vrcholové partie hôr arídnejšie, preto je rast lesa limitovaný nedostatkom vlahy. V menších horských masívoch sa kvôli menšej ploche ich povrchu vzduch menej prehrieva, preto sú hranice horskej vegetácie posunuté nižšie. Hranica lesa je na pieskovcových stolových horách v južnej Venezuele a priľahlej Brazílii a Guyane posunutá na asi 2 500 m n. m., čo je spôsobené extrémnymi pôdnymi pomermi s nedostatkom živín. Horské lesy sú bohaté na endemity. V nižších častiach nájdeme druhy okolitých dažďových lesov, v najvyšších partiách dominujú nízke stromy rodu *Bonnetia*. Teploty vzduchu tiež klesajú so zemepisnou šírkou a sú nižšie aj v oblastiach pri pobrežiach oceánov. Preto je hranica horských lesov aj alpínskej vegetácie v týchto oblastiach položená nižšie.

**Tropické močiarne lesy rastú** na sezónne alebo trvalo zaplavenýchpôdach.V terénnych depresiách a dnách údolí s viac-menej permanentným nadbytkom pôdnej vlhkosti a slabým prevzdušnením pôdy nachádzame močiarne lesy. Výška stromov nedosahuje 30 m a koruny často nie sú spojené do súvislej etáže. Časté sú oporné korene, oporné piliere a dýchacie korene. Posledné spomenuté korene, umožňujú príjem vzduchu koreňovým systémom, keďže v zaplavenej pôde je vzduchu málo alebo úplne absentuje. Rozlišujeme širokolistý typ, kde dominujú dvojklíčnolistové druhy a typ, kde dominujú palmy aširokolisté stromy sú rozptýlené v podraste. Na zle odvodnených, podmáčaných územiach nemôže väčšina druhov stromov prosperovať, takže porasty tvorí menej druhov, prípadne len jeden dominantný druh. Ide najmä o palmy (napr. *Metroxylon* v močiaroch Novej Guinei, *Elaeis guineensis* v Afrike, *Nypa* v malajských mangrovoch, *Mauritia* v močiaroch tropickej Ameriky). V nivách riek nachádzame sezónne zaplavované ***aluviálne tropické dažďové lesy***.Tie sú bohatšie ako trvalo zaplavené močiarne lesy, vytvárajú mnohoetážovú štruktúru, koruny sú zapojené, častý je bylinným podrast a bežné sú palmy. V porovnaní s nížinným tropickým dažďovým lesom sú cievnaté epifyty početnejšie. Stromy často obsahujú  oporné piliere a oporné korene. Početné sú svetliny spôsobené kratšou dobou života emergentných stromov. Na najnižšej možnej úrovni terénu pozdĺž brehov riek rastú v úzkom pruhu príbrežné lesy. Keďže sú často zaplavované, rastie tu obmedzené množstvo druhov stromov, ktoré sú často mohutne rozkonárené. Kroviny sú odolné voči narúšaniu riekou. Bylinný podrast takmer chýba, epifyty sú vzácne a popínavé rastliny početné. V savanách ich označujeme ako ***galériové lesy*.** Ich obdoba sa v oblastiach pokrytých dažďovým lesom niekedy označuje ako nepravý galériový les. Najčastejší typ aluviálneho tropického dažďového lesa je príležitostne zaplavovaný a nachádzame ho na relatívne suchých terasách pozdĺž riek. Niektoré emergentné stromy tu dosahujú gigantické rozmery s výškou nad 50 m, s opornými piliermi vysokými až 10 m. Rastú tu epifyty, početné sú popínavé dreviny a byliny. Sezónne zaplavované lesy sú pod vodou niekoľko mesiacov, niekedy dva alebo viackrát ročne. Vrchná stromová etáž je prerušovaná a nerovnakej výšky. Stromy sú často s opornými koreňmi. Strednej a nižšej stromovej etáži často dominuje niekoľko druhov schopných vegetatívneho rozmnožovania. Na otvorených miestach nachádzame palmy a vyššie byliny. V Amazonskej nížine rozoznávame nikdy nezaplavovanú oblasť ***terra firme*** s najvyšším, najproduktívnejším a druhovo najbohatším mezofilným lesom. Dočasne sezónne zaplavované depresie pozdĺž permanentných tokov tzv. bielych riek nazývané ***várzea*** s odlišným typom lesa. Aspoň 6 mesiacov v roku zaplavené ***igapó***, rastiev povodiach „čiernych riek” odvodňujúcich rozsiahle oblasti rašelinných a vresoviskových tropických dažďových lesov. Lesy podobné várzei a igapú nachádzame aj v povodí Konga a várzei podobné lesy nájdeme aj na Novej Guinei. V Ázii boli takéto lesy väčšinou premenené na ryžové polia.

**Tropický rašeliniskový les** sa vyvíjav oblastiach tropickej nesezónnej klímy, na nepriepustnom kyslom podloží s nadbytkom vody a hromadiacou sa rašelinou (organosolom). Rašelina má pH zvyčajne nižšie ako 4. Ázijské rašeliniská môžu mať šírku viac ako 100 km a hĺbku viac ako 20 m. Výška stromov zvyčajne nepresahuje 20 m. Výnimkou sú niektoré ostrovy juhovýchodnej Ázie, napríklad Borneo, kde na hlbokej rašeline rastú lesy vysoké aj 45 m. Spoločenstvo stromov je tvorené len niekoľkými pomaly rastúcimi širokolistými druhmi alebo palmami. K výbave stromov patria dýchacie a oporné korene. V podraste je málo bylín, prevažne reprezentovaných papraďami. Nedostatok živín si rastliny často kompenzujú mäsožravosťou. V širokolistom type lesa dominujú dvojklíčnolistové rastliny a existuje aj typ s dominantnými palmami tvoriacimi dýchacie korene. Rozšírené sú najmä v Ázii na Sumatre a Borneu, na Novej Guinei, v Malajzii, v južnom Thajsku a ostrove Mindanao. Nájdeme ich na niektorých miestach v Amazonskom dažďovom lese, na severnom pobreží Guyán a niektorých karibských ostrovoch. Veľmi vzácne sú v Afrike. Spolu pokrývajú plochu 300 - 450 tisíc km2.

**Tropické vresoviskové lesy** sa vyvíjajú na kyslom silikátovom podloží, avšak bez nadbytku vody. Takéto podmienky nachádzame na kremičitých pieskoch. Vresoviskové lesy nachádzame na Malajskom polostrove, Borneu, v Indočíne a na Novej Guinei. V Afrike sú len na malom pobrežnom území v Gabune, zato v Amazónii sú veľmi rozšírené, hlavne v povodí Rio Negro. Pozostávajú z nízkych, tenkých stromov, porast nie je členený do etáží a je len ťažko priechodný. V prípade extrémne kyslých pôd s pH pod 2, 8 sa zapojené lesy nevyvíjajú, ale sú nahrádzané nesúvislými húštinami, na Borneu nazývanými ***pandang*** alebo ***kerengas***. V takýchto podmienkach je častým javom mäsožravosť rastlín (typické rody mäsožravých rastlín sú *Nepenthes*, *Drosera, Utricularia*), čo predstavuje adaptáciu na získavanie doplnkových živín rozkladom tiel polapených živočíchov. V Amazónii a Guyanách sa vresovcové lesy na piesočnatom podloží vysoké 20 m a so zapojenou korunovou etážou označujú ako ***campinarana*** (alebo ***caatinga-gapo***). V povodí Rio Negro pokrývajú územia s rozlohou stoviek až tisícov km2. Stromy sú zreteľne skleromorfné, podobne ako v hmlových lesoch. Tenké stromy vytvárajú húštiny mladých jedincov a korene môžu predstavovať až 60 % biomasy. Korene tvoria spolu s pomaly sa rozkladajúcou organickou hmotou koberce, ktoré sú veľmi málo odolné voči požiarom. Ak je substrátom priepustný hrubý piesok, rastie v blízkosti vodných tokov nad úrovňou záplav „vysoká caatinga” so stromami vysokými 20 – 30 m. O niečo vyššie, kde je už značný vodný stres prosperuje iba nižšia ***campina*** s výškou stromov do 8 m. Viac ako 2 m nad úrovňou hladiny vo vodnom toku možno nájsť už len krovinatú ***banu***. Vody vytekajúce z takýchto oblastí sú tmavo sfarbené tanínmi a ďalšími organickými látkami. Vodný režim pôd tu závisí do značnej miery od obsahu ílu. Tam kde je vyšší ako 5 %, nachádzame zreteľne odlišný, neskleromorfný les.

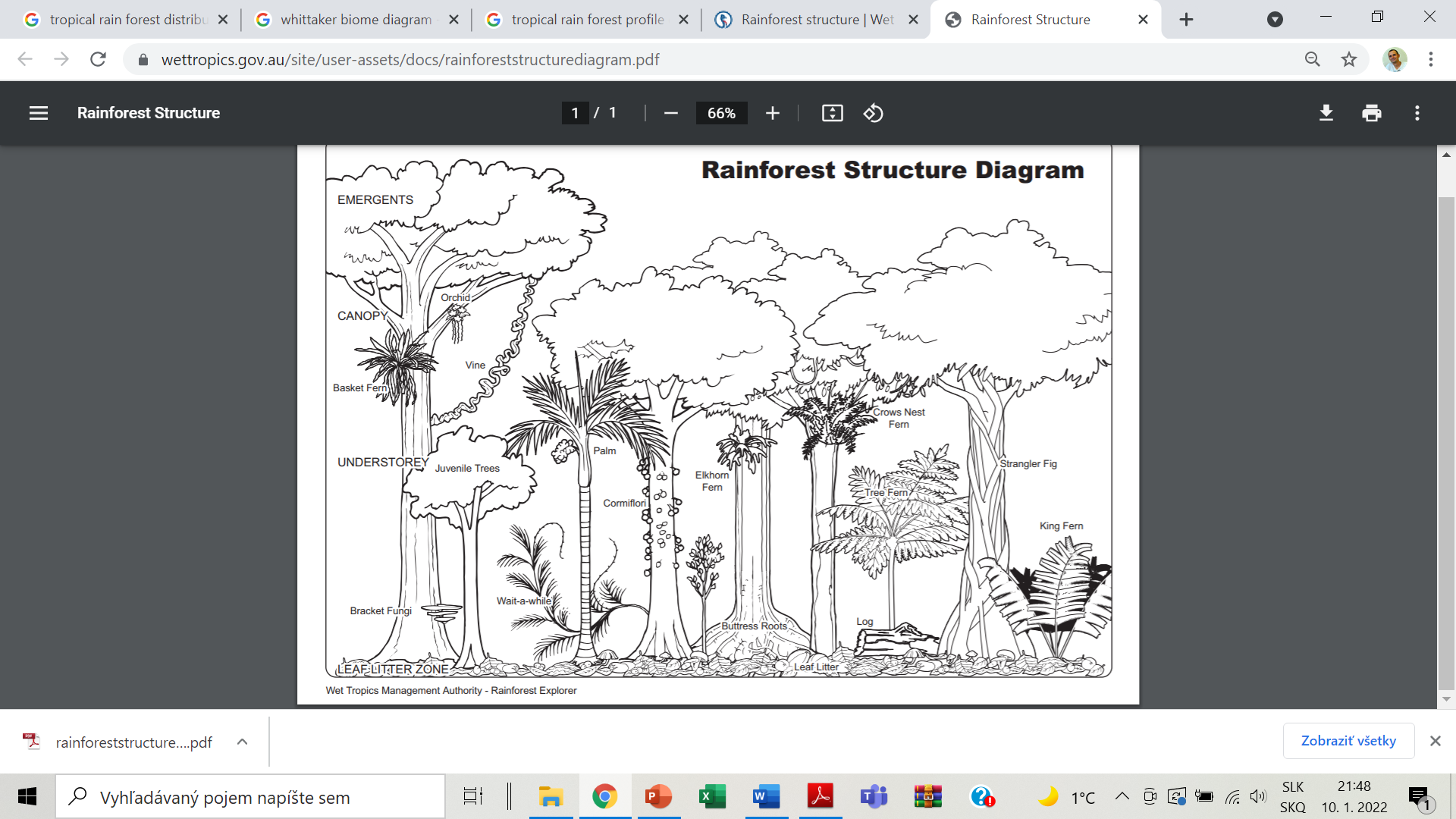
**Mangrovy** sú špecifické nízke (do 15 m) lesy s drevinami prispôsobenými na rast v zamokrenom a zasolenom prostredí. Medzi mangrovníky rátame zhruba 60 druhov stromov a krov patriacich do asi 12. čeľadí. Vyznačujú sa toleranciou k slanej, brakickej i sladkej vode. V oblastiach so slanou a brakickou vodou nemajú konkurentov a preto vytvárajú pomerne chudobné spoločenstvá. Nachádzame ich v prílivovej zóne tropických a subtropických morí. V oblasti do 30ºod rovníka pokrývajú mangrovy 60 - 70 % pobrežnej línie. Najrozsiahlejšie porasty mangrovov nachádzame na miestach, kde pevnina len pozvoľna prechádza do mora, teda v ústiach riek a okolo pobrežných lagún. Na miestach so strmým pobrežím môžu tvoriť iba úzky pás krovinatých formácií pozdĺž brehovej línie. Najbohatšie mangrovy sú v Indo-Pacifickej oblasti, kde sú tvorené z asi 30 druhov (iné zdroje hovoria o 20) a v Atlantickej oblasti len z 10 (5) druhov drevín. Dominantnými rodmi sú *Rhizophora*, ktorého príslušníci tvoria tzv. červené mangrovy a rody *Avicenia* a *Bruguiera*, tvoriace tzv. čierne mangrovy. Rod *Rhizophora* je charakteristický oblúkovitými vzdušnými opornými koreňmi, *Avicenia* tenkými dýchacími koreňmi, *Bruguiera* kolenovitými dýchacími koreňmi. Rod *Laguncularia* vytvára kyjakovito zhrubnuté dýchacie korene. Špecializované korene, tolerantné k prostrediu s nízkym obsahom kyslíka, slúžia na ukotvenie rastliny v nestabilnom, jemnom substráte. Dýchacie korene sú pokryté špecializovanými bunkami nazývanými lenticely, ktoré sa na vzduchu otvárajú, čím umožňujú prísun vzduchu do koreňov. Fyziologické adaptácie mangrovníkom umožňujú filtrovať slanú vodu koreňmi alebo vylučovať prebytočnú soľ listami. Semenáčiky mangrovníkov rodov *Rhizophora* a *Avicenia* klíčia ešte na materskej rastline, čo im po odpadnutí umožňuje rýchle zakorenenie.

Biotop mangrovov je pri prílive zaplavovaný brakickou alebo slanou vodou a zanášaný sedimentmi, pri odlive naopak vysychá. Podľa frekvencie zaplavovania, vysychania a salinizácie pôdy sa vytvára zonácia rôznych druhov mangrovníkov. Na prímorskej strane rastú druhy odolné voči pôsobeniu prílivu a príboja, znášajúce pravidelné, dlhé zaplavenie.

Mangrovy sú pomerne bohato osídlené životom. Rastú v nich halofilné (slanomilné) rastliny, napr. palma *Nypa fruticans* (v Ázii), alebo kozmopolitne rozšírená papraď *Acrostichum aureum*. V korunách môžu žiť rôzne epifyty, napr. v Amerike bromélie. Nachádzame tu tiež množstvo živočíchov. Vo vode žijú ustrice a množstvo druhov krabov a rýb, ktoré sú cenným zdrojom potravy miestnych komunít. Typické sú obojživelné ryby rodov *Boleophtalmus* a *Periophthalmus*. Zvláštnosťou je skokan *Rana carnivora*, rozšírený na ostrovoch juhovýchodnej Ázie, ktorý znáša brakickú vodu a dokonca pláva aj v mori. Z plazov sú tu najmä krokodíly a hady. Veľmi bohaté sú spoločenstvá vtákov, typickými sú napr. pelikány, kormorány, volavky a rybáriky. Zistených tu bolo 32 druhov cicavcov, medzi nimi vydry, lamantíny. V korunách stromov v Amerike vrešťany, hulmany, makaky a v Ázii kahau nosatý. Pokiaľ sa mangrovy rozumne využívajú, dokážu aj človeku poskytnúť množstvo cenných surovín od potravy, až po drevo. Avšak necitlivým zaobchádzaním spôsobeným predovšetkým nadmernou ťažbou dreva a rozširovaním aquakultúr na chov kreviet dochádza k postupnej likvidácii mangrovov.

#### Spoločenstvo tropického dažďového lesa

Ako už bolo spomenuté, tropický dažďový les je druhovo najbohatším suchozemským ekosystémom. Hlavnou životnou formou sú makrofanerofyty, hlavne dvojklíčnolistové stromy a jednoklíčnolistové palmy. Ich vegetatívne orgány vytvárajú zložitú **vertikálnu etážovitú štruktúru**, ktorá je akousi kostrou pre množstvo diferencovaných mikrobiotopov. (Obr. 4)



Obr. 4 Profil austrálskeho tropického dažďového lesa (https://www.wettropics.gov.au/site/user-assets/docs/rainforeststructurediagram.pdf)

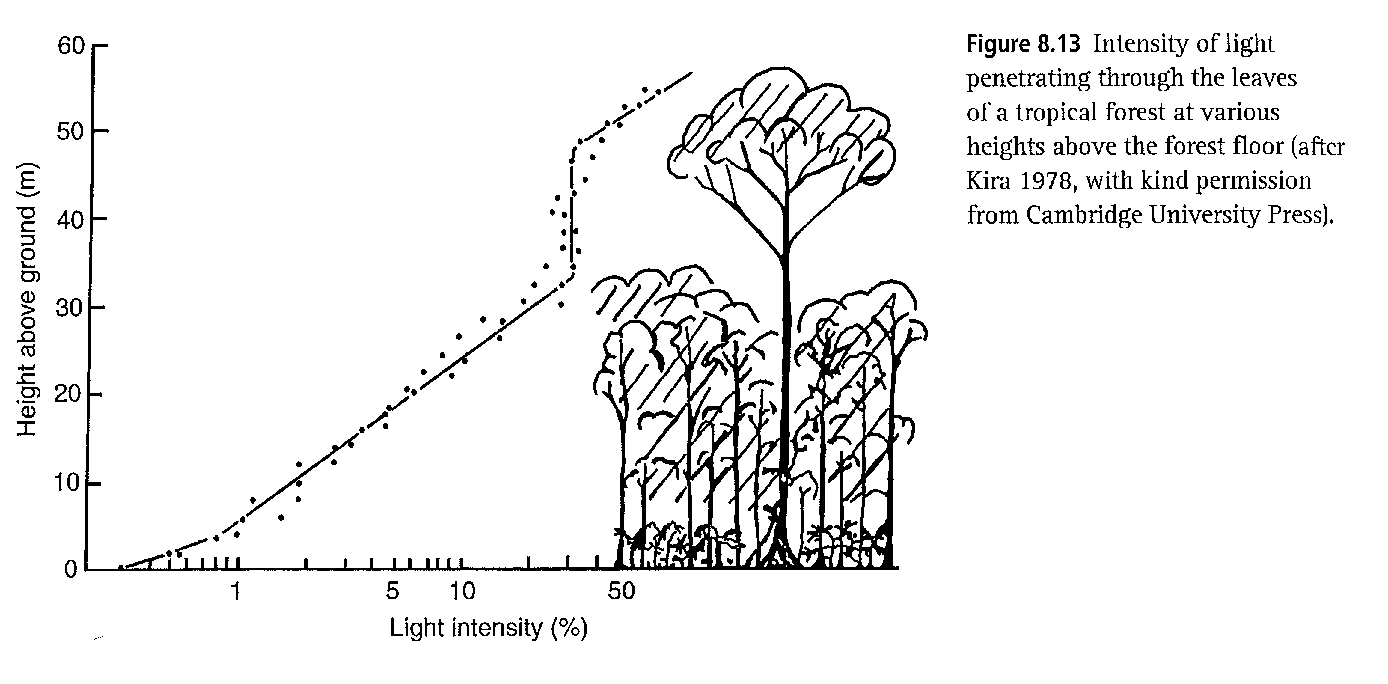
V porovnaní s lesmi mierneho pásma je zvyčajne obtiažne definovať jednoznačne rozlíšené etáže. Napriek tomu môžeme hypotetický tropický dažďový les stratifikovať (Tab. 2).

Tabuľka 2: Teoretická stratifikácia tropického dažďového lesa podľa západoafrických tropických dažďových a vždyzelených sezónnych lesov (Longman, Jeník, 1987)

|  |
| --- |
| Etáž Stručný opis |
| Najvrchnejšia korunová etáž Emergentné stromy, popínavé dreviny a epifyty nad 25 - 30 m |
| Prostredná korunová etáž Vysoké stromy a popínavé dreviny medzi 10 – 25 m |
| Spodná korunová etáž Nízke stromy a mladina medzi 5 – 10 m |
| Krovinová etáž Semenáčiky stromov, kríky, trpasličie stromy medzi 1 a 5 m |
| Bylinná etáž (podrast) Menšie semenáčiky stromov, byliny, paprade, machy do 1 m |
| Vrchná vrstva koreňov Kompaktná masa koreňov do hĺbky 5 cm |
| Prostredná vrstva koreňov Redšie koreňové systémy v hĺbke 5 – 50 cm |
| Spodná vrstva koreňov Rozptýlené korene v hĺbke nad 50 cm |

V reálnom tropickom dažďovom lese samozrejme nemusia byť všetky etáže takto vyvinuté, pretože jednotlivé etáže nie sú izolované. Naopak, sú navzájom poprepájané kmeňmi a konármi samotných stromov, množstvom popínavých drevín, bylín, visiacich epifytov a migrujúcimi živočíchmi. Väčšina stromov je štíhlych s obvodom kmeňa nepresahujúcim 1 m, takže návštevník zvyknutý na zrelé listnaté lesy mierneho pásma môže nadobudnúť dojem, že je v mladom poraste. Porast sa člení do etáží s nápadne vyvinutými alebo nahromadenými rastlinnými orgánmi, s odlišnými životnými podmienkami, často obývaných odlišnými živočíchmi. Maximálna výška korunovej etáže zriedka presiahne 50 m, hoci niektoré druhy môžu dosahovať až 70 alebo 80 m. Ovplyvnená je množstvom a periodicitou zrážok, teplotou, vlhkosťou pôdy a množstvom živín. Najvyššie stromy nachádzame v oblastiach, kde sa striedajú vlhšie a suchšie obdobia, ročný úhrn zrážok je okolo 2 000 mm a pôdy sú stredne zamokrené. V protiklade s rozšírenými predstavami, prízemná vrstva nížinného lesa nie je zvyčajne tvorená nepriechodnou masou vegetácie. Naopak, je iba zľahka porastená semenáčikmi a je ľahko priechodná. Nepriechodná džungľa z lian a podrastu je charakteristická pre narušené miesta, ktoré človek vytvára pozdĺž ciest, okolo sídel, polí a na umelo vytvorených náhlych prechodoch medzi lesom a savanou. Prirodzené okraje sa vytvárajú pozdĺž riek, na morskom pobreží a na okrajoch rozsiahlych presvetlených častí spôsobených hurikánmi. Spoločenstvá sú odlišné od spoločenstiev lesného interiéru. Charakteristickými stromami sú rody *Cecropia* v tropickej Amerike a *Macaranga* v Ázii, v Afrike druh *Musanga cecropioides* (viac Tab. 3).

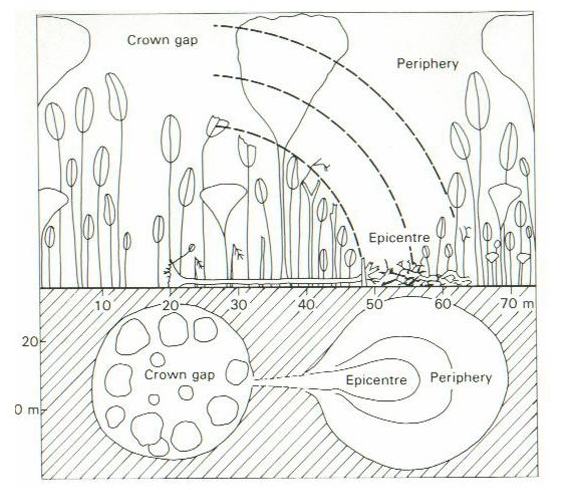
Pri prechode korunami stromov sa výrazne mení množstvo a kvalita svetla (Obr. 5). Vrchnú korunovú etáž s emergentnými stromami porastenými heliofilnými epifytmi, naplno vystavenými slnečnému žiareniu, nazývame ***eufotická*** vrstva lesa. Táto prijíma 25 - 100 % slnečného žiarenia. Je najproduktívnejšiou časťou lesa, tvorí sa tu väčšina biomasy a je tu najväčšia diverzita živočíchov. Prechodom nižšie množstvo svetla rapídne klesá. Pod prostrednou korunovou etážou v tzv. ***oligofotickej*** vrstve množstvo svetla klesá na 1 - 3 %. Epifyty sú tu menej početné, reprezentované tieňomilnými (sciofilnými) druhmi, ako sú paprade, machy a pečeňovky. V oligofotickej vrstve prebieha intenzívny „boj” o svetlo. Minimálny prienik svetla k zemi sa prejavuje aj chudobným podrastom.



Obr. 5 Intenzita svetla prenikajúceho tropickým lesom v rozličných výškach lesného porastu (Osborne 2012)

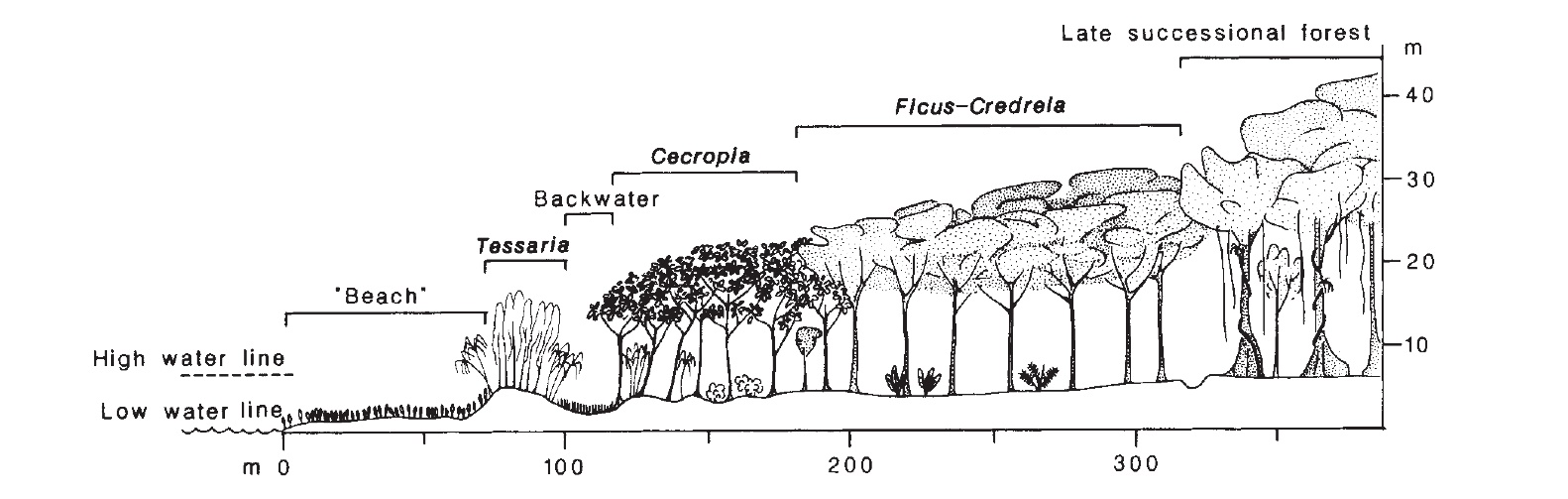
Svetelné podmienky sa nemenia len vertikálne, ale aj horizontálne a samozrejme v čase. Ďalším zdrojom diverzity svetelných podmienok sú drobné oslnené plôšky pôdy. Tie sa tvoria hlavne za slnečných dní. Vytvára ich korunami stromov prenikajúce priame svetlo spolu so svetlom odrazeným vegetáciou a difúznym svetlom rozptýleným vegetáciou. Pohybujú sa spolu so slnkom. Menia sa aj pohybom konárov a listov vo vetre. Svetelné podmienky sa menia aj sezónne, čo súvisí predovšetkým s vývojom oblačnosti.

Vývinové cykly tropického dažďového lesa sa prejavujú v jeho komplikovanej **horizontálnej štruktúre,** kedy les tvorí mozaika zložená z porastov rozličného veku a teda aj v rozličnom stupni vývinu. ***Zrelý les*** je najviac zastúpenou a relatívne najstabilnejšou časťou lesnej mozaiky. Nepozorujeme extrémne výkyvy abiotických podmienok, ani výrazné populačné explózie. Pod neporušenou korunovou etážou prežívajú tieňomilné byliny, semenáčiky a trpasličie stromy iba v nízkych hustotách a preto je takýto les zvyčajne ľahko priechodný. Ak je v poraste vtrúsené väčšie množstvo starých, odumierajúcich stromov, hovoríme o fáze prezretosti alebo ***fáze dezintegrácie***. Je charakteristická lámaním jednotlivých konárov a kmeňov, pričom zdravé stromy sa ešte zväčšujú a na veľkých konároch pozorujeme hojný rast epifytov. ***Svetliny*** bývajú zvyčajne vytvorené pádom veľkého stromu alebo skupiny stromov pospájaných popínavými rastlinami (Obr. 6).



Obr. 6 Vertikálny a horizontálny pohľad na stavbu tropického dažďového lesa na mieste pádu dominantného stromu (podľa Oldeman 1978)

Narušenie korunovej etáže stimuluje hojný rozvoj popínavých rastlín a bylín rastúcich na zemi, zrýchľuje rast semenáčikov stromov, vytvára hojný mladý porast a klíčia semená predovšetkým pionierskych druhov stromov. Táto fáza zvyčajne predstavuje 5 % plochy lesa, viac je to iba v močiarnych lesoch. Následne nasleduje ***obdobie intenzívneho rastu*** semenáčikov, kedy húština semenáčikov a mladých stromov vypĺňa svetlinu. Rastliny rastú rýchlo a husto pri sebe, takže v tejto fáze zaznamenávame najväčšiu produkciu biomasy. Táto fáza môže byť spomalená expanziou bambusov, stromových papradí, paliem a pod. Podmienky pre bylinný podrast sú v každom prípade nepriaznivé (Obr. 7).



Obr. 7 Primárna sukcesia tropického dažďového lesa na alúviu rieky Manu v Peruánskej Amazónii (podľa Salo 1986, http://living-amazonia.org/?page\_id=56&lang=en)

Tabuľka 3: Príklady čeľadí a rodov s dominantnými, početnými alebo subendemickými druhmi drevín v hlavných oblastiach rozšírenia tropických lesov. Doplnené sú údaje o epifytoch a drevinách prevládajúcich v sekundárnych lesoch (Longman, Jeník, 1987)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Región | Čeľaď | Rod, resp. druh |
| Americký | Leguminosae | *Andira, Apuleia, Dalbergia, Dinizia, Hymenolobium, Mora* |
|  | Sapotaceae | *Manilkara, Pradosia* |
|  | Meliaceae | *Cedrela, Swietenia* |
|  | Euphorbiaceae | *Hevea* |
|  | Myristicaceae | *Virola* |
|  | Moraceae | *Cecropia, Ficus* |
|  | Lecythidaceae | *Bertholletia* |
|  | Epifyty | paprade, Orchidaceae, Bromeliaceae, Cactaceae |
|  | Sekundárne lesy | Cecropia, Miconia, Vismia guaianensis, Ochroma |
| Africký | Leguminosae | *Albizia, Brachystegia, Cynometra, Dialium, Erythrophleum, Gilbertiodendron* |
|  | Sterculiaceae | *Cola, Nesogordonia, Tarrietia, Triplochiton* |
|  | Meliaceae | *Carapa, Entandrophragma, Khaya, Trichilia* |
|  | Euphorbiaceae | *Drypetes, Macaranga, Ricinodendron, Uapaca* |
|  | Moraceae | *Antiaris, Chlorophora, Ficus, Musanga* |
|  | Sapotaceae | *Afrosersalisia, Chrysophyllum* |
|  | Ulmaceae | *Celtis* |
|  | Epifyty | paprade, Orchidaceae |
|  | Sekundárne lesy | *Harungana madagascariensis, Macaranga* spp*., Musanga cecropioides, Trema guineensis* |
| Indo-Malajský | Dipterocarpaceae | *Dipterocarpus, Dryobalanops, Hopea, Shorea, Parashorea* |
|  | Moraceae | *Artocarpus, Ficus* |
|  | Anacardiaceae | *Mangifera* |
|  | Actinidiaceae | *Actinidia* |
|  | Daphniphyllaceae | *Daphniphyllum* |
|  | Dilleniaceae | *Dillenia* |
|  | Gonystylaceae | *Gonystylus* |
|  | Leguminosae | *Koompassia* |
|  | Meliaceae | *Aglaia, Dysoxylum* |
|  | Epifyty | paprade, Orchidaceae, Asclepiadaceae, Rubiaceae |
|  | Sekundárne lesy | *Elaeocarpus, Glochidion, Macaranga, Mallotus, Melastoma* |
| Austrálsko-Ázijský | Myrtaceae | *Eucalyptus, Agonis, Baeckea, Backhousia, Osbornia* |
|  | Dipterocarpaceae | *Dipterocarpus* |
|  | Casuarinaceae | *Casuarina, Gymnostoma* |
|  | Himantandraceae | *Galbulimima* |
|  | Corynocarpaceae | *Corynocarpus* |
|  | Dilleniaceae | *Hibbertia* |
|  | Menispermaceae | *Carronia* |
|  | Cunoniaceae | *Ceratopetalum* |

*V aluviálnych tropických dažďových lesoch mnohých tropických regiónov je jedným z gigantických stromov Ceiba pentandra. V Amazónii je priemerná výška lesa 30 – 40 m. Príkladom druhov, ktoré tu môžu dosiahnuť výšku až 50 m sú Dinizia excelsa (Leguminosae) a Bertholletia excelsa (Lecythidaceae). Podobné rozmery dosahujú stromy v Afrike. Príkladom emergentných gigantických stromov sú Entandrophragma cylindricum (Meliaceae) a Piptadeniastrum africanum (Leguminosae). Najvyššie stromy nachádzame v Indo-Malajzskej oblasti. Rekordné výšky boli namerané na Sarawaku (Borneo) u Koompassia excelsa (Leguminosae) – 84 m a na Novej Guinei 89 m u Araucaria hunsteinii. Dryobalanops aromatica a ďalšie druhy čeľade Dipterocarpaceae môžu dosiahnuť až 60 m. Výšku a vertikálnu štruktúru lesa výrazne ovplyvňuje nadmorská výška. Napr. v západnej Malajzii sa postupne znižuje zo 42 m v nadmorskej výške 150 m, na 15 m v 1 800 m n. m.*

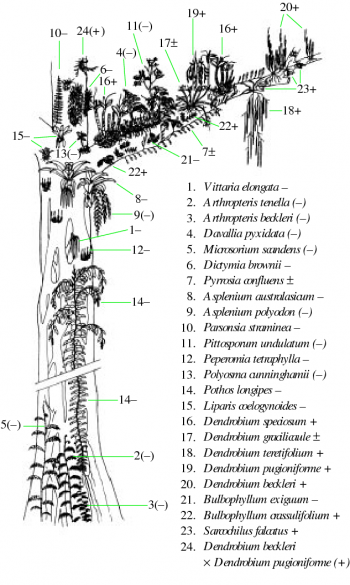
Mnohými atribútmi sa dvojklíčnolistové tropické stromy nelíšia od stromov v iných častiach sveta. Nachádzame u nich však aj črty, ktoré nenachádzame (alebo len veľmi zriedka) v iných geografických oblastiach. Patria sem vetvenie a habitus koruny, tvar listov a kvetov a rôzne adaptácie koreňového systému. Väčšina tropických stromov netvorí letokruhy, a preto sa ťažšie určuje ich vek. Na zlepšenie stability im slúžia ***oporné doskovité piliere***. Najmohutnejšie bývajú vyvinuté u niektorých emergentných stromov, ako sú *Mora excelsa* v Južnej Amerike, *Kostermansia malayana* v juhovýchodnej Ázii a *Piptadeniastrum africanum* v Afrike, kde môžu dosahovať výšku až 10 m. V spodnej časti kmeňa vytvárajú niektoré druhy ***adventívne korene***. Tie ostávajú malé a tenké alebo sa predlžujú, sekundárne hrubnú a keď preniknú do pôdy tvoria rôzne typy ***oporných koreňov***. Na slabo prevzdušnených podmáčaných pôdach sú častou adaptáciou ***dýchacie korene***. Veľkú variabilitu dýchacích ale aj oporných koreňov nachádzame u mangrovníkov.

Medzi tropickými stromami nachádzame druhy s veľkosťou plochy listu od menej ako 0, 25 cm2 po viac ako 16, 4 dm2. Prevládajúca veľkosť listov sa mení s nadmorskou výškou. V Kostarike bolo zastúpenie stromov s veľkými listami (nad 45 cm2) v nížinnom a podhorskom lese 82 %, 46 % v nižších partiách horského lesa a iba 5 % v horskom lese. Tvar listov je rozmanitý, hoci prevládajú tmavozelené kožovité listy podlhovastého kopijovitého tvaru. Hlavne pod hlavnou korunovou etážou má väčšina listov čepele s ***odkvapkávacími špičkami***. Tie urýchľujú vysúšanie povrchu a tým zlepšujú transpiráciu a redukujú osídľovanie listov epifylickými machmi, lišajníkmi a riasami. Koruny emergentných stromov sú vystavené silnej insolácii a vyšším výkyvom vlhkosti a preto majú zvyčajne menšie listy bez odkvapkávacích špičiek. Takéto stromy majú odlišné listy v mladom veku, keď rastú pod úrovňou hlavnej korunovej etáže a v dospelosti, keď ich koruna vyčnieva z porastu. U listov drevín často nachádzame ***stopky s kĺbami***, umožňujúcimi pohyb listov podľa oslnenia. Výmena listov vždyzelených stromov prebieha buď nepretržite a u jednotlivých konárov nezávisle alebo pri rôznej synchronizácii opadu a pučania. Vtedy tvoria niektoré druhy nové listy skôr, ako opadnú staré, iné v tesnej nadväznosti na opad predchádzajúcej generácie.

***Životné cykly*** a stratégie rozmnožovania sú u stromov v tropických dažďových lesoch mimoriadne diverzifikované. Keďže v interiéry lesa je vysoká vlhkosť a slabé prúdenie vzduchu, opeľovanie vetrom väčšinou nepripadá do úvahy. Kvety preto zvyčajne opeľujú živočíchy. Najčastejšie hmyz, ale aj vtáky (v Novom Svete kolibríky, čeľ. Trochilidae) a netopiere. Zvláštnosťou je ***kauliflória*** – tvorba kvetov na kmeni a konároch, kedy sú nápadné reprodukčné orgány dosiahnuteľné aj pre nelietavý hmyz (známa je okrem iného u kakaovníka). Zriedkavá je ***fyloflória*** – tvorba kvetov na listoch. Semená tropických stromov sú u 50 - 90 % druhov rozširované stavovcami. Väčšina stavovcov sa v tropických dažďových lesoch živí plodmi. Plody sú teda často dužinaté, prispôsobené na ***endozoochóriu*** (šírenie prostredníctvom tráviaceho traktu živočíchov). Stromy vrchnej korunovej etáže mávajú ťažké plody, ktoré po opadnutí ľahko prerážajú koruny stromov a krov v interiéri lesa. Po dopade na zem slúžia ako potrava živočíchom, ktoré šíria ich semená. Inou stratégiou je vytváranie okrídlených, vetrom šírených semien. Vo všeobecnosti platí, že pionierske dreviny obsadzujúce svetliny sú skôr vetrom opelivé alebo ich opeľujú drobné živočíchy, ich plody majú veľa malých semien, ktoré sú ľahké a môžu sa šíriť vetrom. U stromov najvrchnejšej a prostrednej korunovej etáže prevládajú veľké kvety opeľované väčšími živočíchmi. Plody sú veľké, dužinaté s malým počtom semien. Rastliny v podraste by mali mať menšie kvety, opeľovače a plody s väčším množstvom malých semien. Z týchto zovšeobecnení existuje samozrejme množstvo výnimiek, napr. *Ceiba pentandra*, ktorá patrí medzi emergenty a má veľké množstvo drobných semien roznášaných vetrom.

Stromovité štruktúry vytvárajú aj iné cievnaté rastliny, predovšetkým palmy, bambusy a stromové paprade. Množstvo spomedzi zhruba 2 600 známych druhov paliem rastie roztrúsených v poraste, iné majú tendenciu tvoriť na podmáčaných miestach monokultúry. Napr. v centrálnej Amazónii bolo zistené, že palmy tvoria až 10 % stromov v tropickom dažďovom lese. Bambusy sú pomerne časté, hlavne v podmáčaných terénnych depresiách a na svahoch tropických hôr. Šíria sa prevažne vegetatívne. V Andách nachádzame rody *Chusquea* a *Guadua*, v Ázii až 30 m vysoké porasty *Dendrocalamus giganteus* a *Gigantochloa aspera*. Neoddeliteľnou súčasťou tropických dažďových lesov sú stromové paprade čeľade Cyatheaceae.

Komplexnosť nadzemných vertikálnych štruktúr je výrazne zvýšená výskytom početných ***epifytov*** a popínavých rastlín (Obr. 8). Odhady vravia, že zhruba 10 % cievnatých rastlín (cez 20 000 druhov) patrí medzi epifyty, pričom najpočetnejšie sú v horských lesoch. V rôznych výškach nad povrchom vytvárajú makroepifyty tzv. korunové záhradky, napr. v Neotrópoch sú to Orchidaceae a Araceae a iba v tejto oblasti rastúce Bromeliaceae, Cactaceae, Cyclanthaceae a Marcgraviaceae. Medzi makroepifyty patria zástupcovia čeľadí zahŕňajúcich aspoň 400 druhov. Ide o Aspleniaceae (400 druhov), Hymenophyllaceae (500), Polypodiaceae (970), Araceae (850), Bromeliaceae (919), Orchidaceae (14 000), Ericaceae (483), Gesneriaceae (549), Melastomaceae (483), Moraceae (521) a Piperaceae (710). Kmene, konáre a listy sú v takýchto podmienkach často významnejším substrátom bylín, ako povrch pôdy. Väčšina epifytov má ľahké, vetrom sa šíriace semená. Dôležité sú aj mikroepifyty, medzi ktoré radíme machy, pečeňovky, riasy a lišajníky.



Obr. 8. Epifyty a liany  na 40 m emergentnom strome *Ficus watkinisiana* v subtropickom dažďovom lese v Dorrigo National Park, New South Wales, Austrália (podľa Winter et al. 1983)

***Popínavé dreviny a byliny*** sú rozličných veľkostí, morfológie a životných foriem. Popínavé dreviny označujeme ako ***liany***. V niektorých lesoch môžu tvoriť až 40 % druhov rastlín. Pri šplhaní používajú rozličné prichytávacie orgány a na hostiteľa pôsobia tým, že redukujú rýchlosť jeho rastu. Najpočetnejšie bývajú na stromoch na okrajoch svetlín a pozdĺž brehov vodných tokov. Pre živočíchy predstavujú hlavnú spojovaciu cestu medzi zemou a korunami stromov. Popínavé rastliny väčšinou šplhajú od zeme smerom hore alebo klíčia v korunách stromov, ako epifyty a rastú smerom k zemi, kým ich korene nezakorenia v pôde (mnohé druhy z rodu *Philodendron*). Pri viacerých druhoch rodu *Anthurium* ostávajú korene v kontakte so stromom a ako pravé epifyty nikdy nerastú až do pôdy. Medzi lianami nachádzame pozoruhodnú skupinu tzv. ***stromových škrtičov***, ktoré začínajú rásť ako epifyty v korune hostiteľského stromu, neskôr k zemi vysielajú korene, ktoré po dosiahnutí pôdy zakoreňujú, postupne hrubnú a obopínajú kmeň hostiteľského stromu. Ten po určitom čase odumrie a škrtič vytvorí samostatný strom. Škrtiče sú okrem rodu *Ficus* početné aj v rodoch *Spondias* (Anacardiaceae, Filipíny), *Fagraea* (Loganiaceae) a *Timonius* (Rubiaceae) na Papui a v Ázii, *Clusia* (Guttiferae) a *Coussapoa* (Cecropiaceae) v Novom Svete, *Metrosideros* (Myrtaceae) na Novej Kaledónii a Novom Zélande*, Schefflera* (Araliaceae) a *Wightia* (Scrophulariaceae)*.*

***Pravé kry*** (dreviny rozkonárujúce sa pri báze) nachádzame v pôvodných tropických dažďových lesoch len zriedka. Väčšinu drevín v podraste predstavujú roztrúsené semenáčiky väčších stromov, palmy a miniatúrne ***trpasličie stromy***. Medzi tie patria rody *Dracaena* a *Pycnocoma* s vejárom listov na vrchole kmeňa.

***Bylinná etáž*** v zapojenom tropickom dažďovom lese len zriedka pokrýva viac ako 10 % povrchu pôdy. Tvorí ju menej druhov, ako je druhov stromov a epifytov na určitom území. Napríklad na niekoľkých km2 primárneho tropického dažďového lesa v Guyane tvorí bylinnú etáž asi 30 druhov kvitnúcich rastlín a 10 - 20 druhov machov, zatiaľ čo drevín tu rastie niekoľko stoviek druhov. Dvojklíčnolistové byliny najčastejšie patria medzi čeľade Rubiaceae, Gesneriaceae, Begoniaceae, Melastomaceae a Acanthaceae. Jednoklíčnolistové patria medzi Cyperaceae, Poaceae, Comelinaceae, Marantaceae, Zingiberaceae a Araceae. Paprade nachádzame medzi epifytmi aj v bylinnej etáži väčšiny tropických lesov. Vo všetkých tropických regiónoch nájdeme čeľade Lycopodiaceae, Selaginellaceae, Hymenophyllaceae, Adiantaceae, Thelypteridaceae a Aspidiaceae. Tropické lesy sú bohaté na ***parazitické kvitnúce rastliny***. Popísaných je asi 700 druhov čeľade Loranthaceae, ktoré majú zelené listy a preto ich zaraďujeme medzi hemiparazity. Pozorujeme u nich aj ***hyperparazitizmus***, kedy haustóriá jedného druhu prenikajú do pletív iného parazitického druhu. Ďalšou čeľaďou, v ktorej poznáme množstvo parazitických druhov sú Santalaceae. Patrí tu *Santalum album,* poskytujúce kvalitné drevo a olej. Viac ako 100 druhov čeľade Balanophoraceae sa podobá na huby, s ktorými boli v minulosti zamieňané. Asi najznámejšou je čeľaď Rafflesiaceae, s druhom *Rafflesia arnoldi*, ktorý má najväčší známy kvet s priemerom okolo 1 m. Tento špecializovaný druh má úplne redukované takmer všetky vegetatívne orgány, ktoré normálne nachádzame u cievnatých rastlín.

Ďalšou skupinou cievnatých rastlín sú väčšinou drobné, na zatienenej pôde rastúce ***saprofyty***, živiace sa rozkladajúcimi sa zvyškami organizmov. Patria medzi čeľ. Gentianaceae (*Voyria, Leiphaimos, Sebaea*), Burmanniaceae (*Burmannia, Gymnosiphon*) a Orchidaceae (*Auxopus*). Väčšina saprofytických druhov má extrémne malé semená, ktoré sa šíria už pri slabom pohybe vzduchu.

Pôdy tropických lesov sú väčšinou chudobné na živiny. Jednou zo stratégií, ktorými rastliny riešia nedostatok živín je ich získavanie rozkladom živočíšnej koristi, zvyčajne hmyzu a iných bezstavovcov. ***Mäsožravosť*** sa vyvinula vo viacerých skupinách. Bublinatky (Lentibulariaceae) zvyknú rásť vo vode a na mokrých miestach. Nemajú korene, namiesto nich im rastú listy premenené na pasce. Najväčšia z nich je *Utricularia humboldti*, ktorá často rastie v listových ružiciach bromélií. Druhy z rodov *Heliamphora* (Amerika) a *Nepenthes* (Ázia) lovia korisť do krčiažkov. V nich je voda spolu s tráviacou tekutinou, v ktorej korisť zahynie a je rozložená.

Machy a pečeňovky sú neodmysliteľnou súčasťou spoločenstva tropických dažďových lesov. Tieňomilné druhy pokrývajú spodnú časť kmeňov (napr. *Frullania,* Lejeuneaceae), zatiaľ čo voči suchu odolné druhy sú súčasťou korunových záhradiek (*Macromitrium*). V hmlových tropických dažďových lesoch často prevísajú z konárov girlandy machov (*Meteriopsis* a *Squamidium*)*.* Riasy a sinice nachádzame na kameňoch, pôde, kôre a ako súčasť epifylickej (na listoch rastúcej) flóry. Huby a lišajníky obývajú všetky časti tropického dažďového lesa. Huby predstavujú široké spektrum symbiotických, saprofytických a parazitických druhov. Huby a baktérie žijúce v symbióze s koreňovým systémom stromov majú nezastupiteľnú úlohu pri príjme živín a rozklade organickej hmoty.

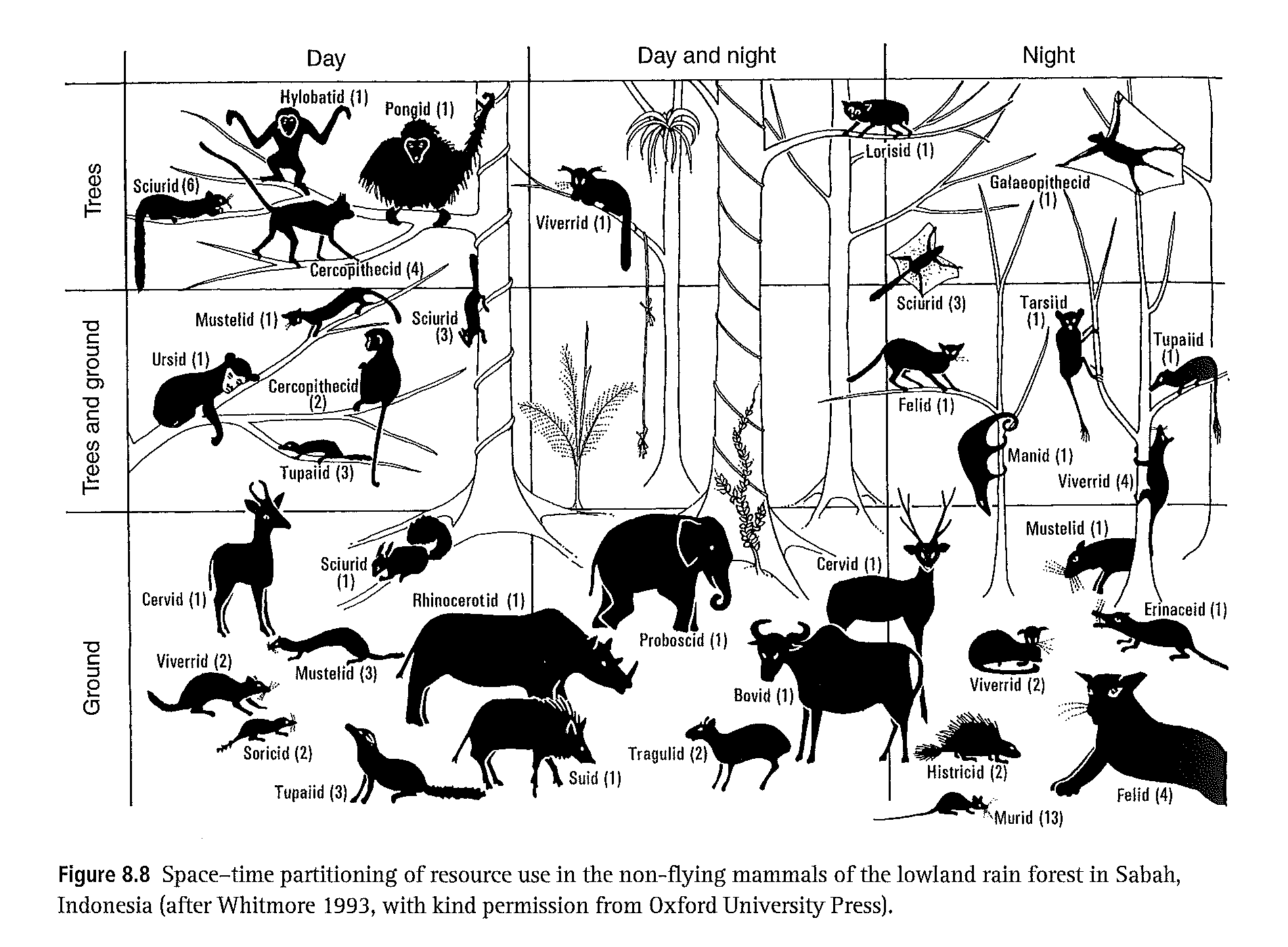
Medzi nadzemnou a podzemnou časťou tropického dažďového lesa leží vrstva hrabanky a koreňov. Hĺbka prenikania koreňov môže byť rozličná. Niektoré tropické stromy tvoria korene prenikajúce za vodou a živinami do hĺbky niekoľko metrov, zatiaľ čo popínavé rastliny, trpasličie stromy a byliny korenia len v najvrchnejšej vrstve pôdy. V podmáčaných pôdach prevládajú plytké koreňové systémy, hlbšie nachádzame korene iba ako špeciálne adaptácie, napr. na ukotvenie rastliny v nestabilnom substráte (oporné, chodúľovité, kolenovité korene).

Diverzita rastlinných foriem tropického dažďového lesa je základom, z ktorého vychádza ***diverzita živočíchov***. Vysoká primárna produkcia spolu s chemickou a mechanickou rozmanitosťou pletív rastlín vytvárajú množstvo potravných ník a rozmanitosť potravných väzieb. Článkonožce aj stavovce tu na súši dosahujú maximálnu druhovú diverzitu. Pre fungovanie takéhoto nesmierne zložitého spoločenstva je veľmi dôležitý prenos informácií, ktoré sú sprostredkovávané hlavne čuchovými, sluchovými a zrakovými orgánmi. Na kontaktovanie rôznych pohlaví živočíchov slúžia feromóny. Aromatické látky vydávané rastlinami informujú opeľovače a živočíchy živiace sa plodmi (frugivory). V šere lesa má veľký význam informácia zvukovými signálmi. Tie využívajú predovšetkým živočíchy s nočnou aktivitou. V korunách stromov, kde je viac svetla, sú využívané optické signály, čo sa odráža v pestrosti kvetov, plodov, hmyzu a vtákov. Naopak, na maskovanie vyvinuli adaptácie, ktoré im umožňujú splynúť s prostredím. Niektoré typy zafarbenia, ktoré by v inom prostredí boli nápadné (pruhovaný kožuch tigra, škvrnité sfarbenie jaguára) sú v svetelných podmienkach podrastu vynikajúcim maskovaním. Iné živočíchy, napr. chameleóny a niektoré druhy žiab dokážu meniť farbu podľa prostredia. Zaujímavou formou obrany sú tzv. ***mimikry***, kedy nejedovaté druhy napodobňujú výzorom druhy jedovaté alebo jedlé druhy napodobňujú druhy nejedlé. Takto sa snažia odpudiť alebo zastrašiť potenciálnych predátorov. Ďalšou adaptáciou je ***kamufláž***, kedy organizmus splýva s okolím. Legendárnu kamufláž majú strašilky (Phasmatodea), napr. známy rod *Phyllium*, ktorého telo je na nerozoznanie od listu.

Bezstavovce sú najpočetnejšou skupinou čo do množstva druhov, ako aj jedincov. Je medzi nimi množstvo mikroskopických skupín. Z Nigérie je údaj o 38 000 jedincoch mikroskopických článkonožcov na m2 povrchovej vrstvy pôdy. Na 1 ha tropického dažďového lesa môže žiť cez 40 000 druhov hmyzu a iných bezstavovcov. Množstvo bezstavovcov sa líši podľa typu lesa. Napr. u Criptostigmata (Acari) bolo v aluviálnom tropickom dažďovom lese zistených okolo 22 800 jedincov na m2, 93 400 v dipterokarpovom (Dipterocarpaceae) a 5 600 vo vresoviskovom lese. Článkonožce majú nezastupiteľnú úlohu pri rozklade organickej hmoty, kolobehu živín a toku energie. Môžeme ich nájsť kdekoľvek od korún stromov, až po hlbšie vrstvy pôdy. Väčšina hmyzu však obýva koruny stromov. Sú medzi nimi herbivory, karnivory aj dekompozitory. Predstavujú hlavný zdroj potravy pre hmyzožravé stavovce ako obojživelníky, jaštery, vtáky, hmyzožravce a pod. Chrobáky sú veľmi pestrou skupinou predstavujúcou asi 40 % známych druhov hmyzu. Na 1 ha panamského lesa bolo nájdených 18 tisíc druhov chrobákov. Dvoma najpočetnejšími skupinami hmyzu v tropických dažďových lesoch sú termity a mravce. Z 2 300 opísaných druhov termitov je väčšina tropických. Najväčšiu diverzitu dosahujú v mezofilných nížinných tropických dažďových lesoch. Termity, ktoré radíme medzi dekompozitory, dominujú pôdnym živočíchom. Dosahujú abundancie 2 000 – 4 000 jedincov na m2. Na jednom mieste môže v tropickom dažďovom lese koexistovať až 60 druhov. V Zaire bolo nájdených 870 kolónií termitov na 1 ha lesa. Z Malajzie pochádza údaj, o spracovaní až 32 % listového opadu termitmi; iné odhady hovoria o 1 - 16 %. Biomasa termitov vysoko prevyšuje herbivory a ich predátory a je zhruba 3-krát vyššia ako biomasa vtákov a cicavcov. Na rozdiel od termitov, ktoré žijú predovšetkým na zemi, mravce nachádzame najčastejšie v korunách stromov. Pri Manause (Brazília) tvorili mravce 10 % biomasy živočíchov (1/3 biomasy hmyzu). V Paname bolo len na jednom strome nájdených 43 druhov z 26 rodov. Asi najznámejšie sú mravce listorezy rodu *Atta*, obývajúce tropickú Ameriku. Ich robotnice odhrýzajú kusy listov, následne ich nosia do mraveniska, kde v špeciálnych podzemných záhradkách pestujú huby, ktorými sa živia. Kolónia má niekoľko miliónov jedincov. Spotrebujú odhadom 0, 2 % hrubej primárnej produkcie. Okrem toho ju následkom defoliácie redukujú o 1 %. V tropických dažďových lesoch nachádzame zástupcov mnohých ďalších skupín bezstavovcov. Väčšina tu dosahuje vrchol diverzity. Podobne, ako u rastlín, je aj diverzita živočíchov sústredená do korún stromov, hoci aj diverzita pôdnych živočíchov je vysoká. V korunách stromov nachádzame špecifické mikrohabitaty, ako napr. malé vodné nádrže v ružiciach listov (typické pre bromélie), v ktorých sa tvoria miniatúrne vodné ekosystémy obývané napr. larvami a kuklami komárov a žubrienkami žiab.

Vo faune stavovcov rozličných regiónov nachádzame mnohé paralely, ale i odlišnosti. Neotrópy majú napr. najviac druhov plodožravých netopierov a vtákov, pričom počet druhov plodožravých primátov je podobný, ako v Afrike. Pri prerátaní údajov na plochu lesa sú čo do počtu vtákov Neotrópy a Afrika podobné, ale zároveň 1, 3-násobne bohatšie ako Ázia. Primátov je v Afrike 3, 2-krát viac, ako hocikde inde. Netopiere vykazujú 1,8-krát vyššie denzity v juhovýchodnej Ázii v porovnaní s inými regiónmi. Neotrópy sú najbohatšie na sladkovodné ryby. Amazónia má najbohatšiu rybiu faunu na svete (2 500 – 3 000 druhov), z 80 % tvorenú sumcotvarými (Siluriformes) a characidovitými (Characidae). Tieto sú hlavnými plodožravými živočíchmi v zaplavovaných aluviálnych lesoch, kde majú nezastupiteľnú funkciu v šírení semien niektorých druhov stromov. Mimo Južnej Ameriky sú plodožravé a semenožravé ryby iba slabo zastúpené.

Veľké množstvo ekologických ník v korunách stromov sa odzrkadľuje, okrem iného, vo veľkom počte tu žijúcich druhov cicavcov (Obr. 9). Ako potrava bylinožravcov slúžia púčiky, listy, kvety a plody. Hoci je biomasa cicavcov žijúcich v korunách stromov a na zemi približne rovnaká, sú na zemi žijúce cicavce zastúpené menším počtom väčších jedincov. V tropických dažďových lesoch nenachádzame pravé zemné cicavce, čo je spôsobené vysokou pôdnou vlhkosťou, malým množstvom hrabanky a pôdnych červov. Na zemi žijúce cicavce sú zvyčajne samotárske (hoci existujú výnimky, ako sú mnohé druhy svíň), zatiaľ čo stromové cicavce často vytvárajú neustále sa presúvajúce skupiny. Cicavce vo všeobecnosti vykazujú vysokú druhovú diverzitu a nízke populačné hustoty. U príbuzných druhov sa vyvinuli rozdiely v čase aktivity, potravnej špecializácii a preferencii rozličných etáží lesa.



Obr. 9 Zastúpenie nelietavých cicavcov s dennou a nočnou aktivitou v rôznych poschodiach tropického dažďového lesa na Borneu (podľa MacKinnon 1972)

Druhová bohatosť cicavcov je v porovnaní s vtákmi vždy nižšia (až 5-násobne). Medzi vtákmi prevládajú hmyzožravé druhy (50 - 75 %), zatiaľ čo u cicavcov tvoria iba 19 - 42 %. Vďaka schopnosti lietať môžu vtáky loviť drobnú pohyblivú korisť v trojrozmernom prostredí tropického dažďového lesa aj bez opory rastlín. Podobnú výhodu majú netopiere, ktoré predstavujú veľký podiel fauny cicavcov. Viac ako polovica stromov a krov (50-90 %) je navštevovaná plodožravými stavovcami, ktoré rozširujú ich semená endozoochóriou. Všetky plodožravé primáty Nového Sveta sú stromové, zatiaľ čo v Starom Svete nachádzame terestrické (šimpanzy a mandrily v Afrike, makaky v Ázii) aj stromové druhy (guerézy v Afrike, gibony v Ázii).

Nielen vegetácia vplýva na živočíchy, ale tento vzťah platí aj naopak. Napr. slony okrem toho, že svojou deštrukčnou činnosťou prispievajú k tvorbe svetlín v lesoch, pravdepodobne ovplyvnili liany v afrických tropických dažďových lesoch. Je známe, že liany sú tu oveľa pevnejšie ukotvené v korunách stromov, a preto nejdú ľahko strhnúť. Vysvetľované je to práve vplyvom lesných slonov, ktorých potravu tvoria z polovice liany, čo vytvorilo selekčný tlak v prospech lepšie uchytených lian.

Adaptáciou na pohyb v korunách stromov je ovíjavý chvost, ktorý sa vyvinul u stavovcov na rôznych kontinentoch. U plodožravých, listožravých a všežravých cicavcov, ako sú vačice, opice, medvedíky kynkažu a kuandu (príbuzní dikobrazom) slúžia na istenie, keď sa zvieratá kŕmia na koncoch konárov, pomáhajú pri pohybe po nestabilnom podklade a počas zostupu. U hadov slúži skôr ako kotva, keď sa zvyšok tela vymrští ku koristi. Schopnosť kĺzavého letu sa vyvinula u obojživelníkov, plazov a cicavcov. Hoci je to energeticky nenáročný, rýchly spôsob transportu a úniku pred predátormi v korunách stromov, v Afrike je známy iba u jednej malej skupiny hlodavcov a v Amerike u jednej skupiny žiab. Najviac druhov stavovcov schopných kĺzavého letu je v Ázii, napr. na Borneu je to až 33 druhov obojživelníkov, plazov a cicavcov. Najviac druhov s ovíjavým chvostom je v tropickej Amerike. Obe skupiny sú najslabšie zastúpené v Afrike. Môže to byť spôsobené historickými faktormi, ale môže to aj odzrkadľovať selekčné procesy v lesoch s rozličnou štruktúrou. Najviac lián nachádzame v afrických lesoch, menej v tropickej Amerike a najmenej v Ázii. Keďže koruny stromov bývajú spojené práve lianami, môže ich veľké zastúpenie v Afrike vytvárať dostatok spoľahlivých možností pre pohyb v korunovej etáži a spomínané adaptácie sú tu preto asi zbytočné.

###### Dynamika ekosystému tropického dažďového lesa

Ekosystém tropického dažďového lesa má na svoje fungovanie k dispozícii vysoký príkon slnečnej svetelnej aj tepelnej energie, dostatok vody, skôr suboptimálne až pesimálne zdroje živín a vysoko diverzifikované zdroje genetickej informácie, uložené v organizmoch. Život tropického dažďového lesa je riadený predovšetkým prítomnou genetickou informáciou. To je principiálna odlišnosť od ekosystémov v oblastiach s drsnejšími klimatickými podmienkami, kde sú určujúcimi abiotické faktory. Samozrejme aj v tropických dažďových lesoch majú vplyv abiotické činitele, ako sú lesné požiare, záplavy, zosuvy pôdy, sopečná činnosť, či občasné extrémne obdobia sucha, ale tieto vplyvy nie sú rozhodujúce.

Dynamika ekosystému sa najlepšie popisuje v termínoch, ako je kolobeh látok a tok energie a sukcesné procesy. Tu nachádzame veľké rozdiely medzi tropickými dažďovými lesmi a lesmi mierneho pásma. Napr. v tropickom dažďovom lese sú viac ako 3/4 organického uhlíka viazané v dreve, zatiaľ čo v ihličnatom lese mierneho pásma je jeho polovica v pôde. V tropických lesoch je kolobeh látok prakticky uzavretý, výsledná čistá produkcia „zrelého“ lesa je teda takmer nulová. Výnimkou sú rašelinné lesy, kde sa akumuluje časť produkcie vo forme rašeliny. U mladých a regenerujúcich porastov je čistá primárna produkcia (energia akumulovaná zelenými rastlinami mínus straty respiráciou, rozkladom a požieraním herbivormi) vyššia. Hoci majú tropické dažďové lesy podstatne väčšiu biomasu dreva a listov, ako lesy mierneho pásma a hrubá primárna produkcia je dvojnásobná, výsledná čistá produkcia je zhruba rovnaká. Je to spôsobené vyššími stratami vzniknutými respiráciou rastlín a živočíchov.

Tabuľka 4: Rozdiely v biomase, stratách respiráciou a v „udržiavacích nákladoch“ medzi listnatým lesom mierneho pásma a tropickým dažďovým lesom (Longman, Jeník 1987)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Les | Miesto | Nadzemná biomasa (t/ha)  drevo listy | Straty respiráciou   (t/ha/rok)  drevo listy | Udržiavacie  Náklady (t/t/rok)  drevo listy |
| 46-ročný bukový les | Dánsko | 129 2,7 | 4,5 4,6 | 0,035 1,7 |
| Nížinný dipterokarpový (Dipterocarpaceae) les | Malajzia | 414 7,6 | 18,8 29,1 | 0,045 3,8 |

O tropických dažďových lesoch sa často hovorí, že sú nezávislé od živín uvoľňovaných zvetrávaním geologického substrátu. Dôvody boli opísané v časti venovanej pôdam. Z toho vyplýva, že musia mať veľmi efektívny systém zachytávania, využitia a recyklácie živín. Výskum v lesoch na chudobných piesčitých pôdach severovýchodnej Brazílie ukázal, že vylúhovanie živín z pôdy bolo menšie alebo rovné ich prísunu z atmosféry. Zvetrávanie materskej horniny teda nie je hlavným zdrojom živín. Z toho vyplýva, že tropický dažďový les je zjavne udržiavaný prísunom živín z atmosféry. V tejto oblasti je významným zdrojom prach zo Sahary, ktorý pasáty prinášajú krížom cez Atlantický oceán. Samozrejme, neplatí to vždy, hlavne pri lesoch na úrodných pôdach sú straty živín vyššie. Nadzemná biomasa lesa sa veľmi nelíši medzi lesmi na rôznych pôdnych typoch (výnimkou sú lesy na extrémne chudobných, piesočnatých pôdach). Miera fixácie živín z atmosféry je v rôznych typoch lesa odlišná. Napr. pre várzeu je odhad 200 kg/ ha vzdušného dusíka ročne, 20 kg/ ha pre ultisoly a pre neúrodné oxisoly okolo 2 kg/ ha/ rok. Pre svoju schopnosť viazať živiny a pozíciu v korunách majú v kolobehu živín významnú úlohu epifyty.

Každý organizmus podlieha po smrti procesu rozkladu, ktorým sa zložité organické makromolekuly rozkladajú na jednoduchšie organické a anorganické látky a uvoľňuje sa časť energie v nich viazaná. V nížinných tropických dažďových lesoch sa ročne rozkladá okolo 5 t/ ha organickej hmoty (merané v sušine). Je to asi 5-krát viac, ako v lesoch mierneho pásma. Rýchlosť rozkladu je takisto vysoká - zhruba 30 až 50 % ročne, avšak existujú veľké rozdiely medzi rôznymi typmi lesa v závislosti od klímy a úrodnosti pôdy. V chladnejších horských lesoch a na lesoch na neúrodných piesočnatých pôdach je rozklad pomalší. Hoci listy predstavujú napr. u *Araucaria hunsteinii* (Nová Guinea) iba 5 % živej biomasy, obsahujú až 23, 5 % živín. Rozklad lístia trvá v tropickom dažďovom lese iba 3 - 4 mesiace, v porovnaní s 2 a viac rokmi v lesoch vyšších zemepisných šírok. V porovnaní s ostatnými terestrickými ekosystémami sa relatívne veľká časť (až 10 %) organickej hmoty rozkladá v korunách skôr, než sa dostane na zem. V procese rozkladu a mineralizácie organickej hmoty hrajú najvýznamnejšiu rolu huby a baktérie, hoci bylinožravce a saprofyty najmä spomedzi bezstavovcov majú tiež nezastupiteľné miesto. Tu sú najdôležitejšie termity, ktorým pri trávení dreva pomáhajú symbiotické prvoky obývajúce ich tráviaci trakt.

Jedným z najdôležitejších medzidruhových vzťahov v tropickom dažďovom lese je vzťah medzi cievnatými rastlinami a hubami, predovšetkým symbióza medzi koreňmi stromov a hubami zo skupiny Basidiomycetes a Zygomycetes, nazývaná ***mykoríza***. V prípade, že hýfy húb zo skupiny Basidiomycetes obaľujú povrch koreňov hovoríme o ***ektomykoríze***. Bola zaznamenaná aspoň pre 17 rodov patriacich do 6 čeľadí tropických stromov. Bežnejšia je ***endomykoríza***, kedy hýfy húb z čeľade Endogonaceae (Zygomycetes) prenikajú až do pletív koreňov hostiteľských stromov. Endomykoríza napomáha extrakcii živín z pôdneho roztoku, zatiaľ čo huby podieľajúce sa na ektomykoríze môžu priamo rozkladať odumretú organickú hmotu, a teda priamo recyklovať živiny. Význam mykorízy vidno aj z faktu, že až 80 % hmotnosti kombinovaného systému tvorí huba. Mykoríza zlepšuje príjem vody a živín, pričom je tak efektívna, že koreňové vlásky sú často nadbytočné a preto redukujú. Na veľmi chudobných pôdach prevládajú druhy stromov s obligátnou mykorízou, u ktorých sa koreňové vlásky úplne strácajú a ich funkciu preberajú hýfy húb. U koreňov nachádzame aj ďalšie medzidruhové interakcie napomáhajúce pri fixácii živín. Rozpustené živiny môžu zachytávať napr. riasy a vzdušný dusík dokážu viazať hľúzkotvorné aj voľne žijúce baktérie.

V predchádzajúcich častiach bolo už zmienené o vertikálnej a horizontálnej štruktúre tropických dažďových lesov. Horizontálna diverzita je spôsobená okrem lokálnych odlišností v geológii a topografii terénu, predovšetkým rozličnou vekovou štruktúrou porastov, ktoré nie sú uniformné, ale naopak, sú tvorené mozaikou rôzne veľkých plôch v rôznom štádiu vývoja porastu. Sukcesia v trópoch je viac náhodný a menej predpovedateľný, nelineárny proces, postupujúci rozmanitými cestami z iniciálneho (pionierskeho) štádia do štádia zrelosti. K narúšaniu porastov a následnej regenerácii dochádza vplyvom rôznych faktorov. Požiare, sopečná činnosť a veterné smršte zvyčajne narúšajú porast na väčších plochách. Pozdĺž brehov riek je to erózna činnosť vody, na svahoch zosuvy pôdy. Významným faktorom môže byť aj aktivita veľkých zvierat, hlavne slonov a nosorožcov a samozrejme človeka. Po takýchto vplyvoch nasleduje ***exodynamická sukcesia*.** Tá po desaťročiach až storočiach vedie cez štádium sekundárneho lesa ku klimaxovému ekosystému.Padajúce konáre alebo celé stromy, narušené činnosťou húb, ďalších patogénov a bezstavovcov vytvárajú menšie svetliny. Keďže sú koruny stromov často pospájané lianami, môže jeden strom pri páde so sebou strhnúť aj okolité stromy. Padanie stromov sa zvyšuje v období dažďov, kedy voda eroduje pôdu v okolí koreňov. Okrem toho konáre porastené epifytmi nasiaknu vodou a oťažejú vďaka čomu sa ľahšie lámu. Strata niektorej z hlavných vetiev môže viesť k destabilizácii celého stromu a k jeho následnému pádu. Takto sa porast zmladzuje a vznikámozaika rôznovekých malých plôch. V tomto prípade hovoríme o ***endodynamickej sukcesi***.Z veľkosti a frekvencie svetlín bola vypočítaná doba obnovy porastu na Kostarike 118 + 27 rokov a 108 – 117 rokov na Sumatre. Svetliny sú rozličné, čo do veľkosti aj frekvencie, nepredvídateľné v čase i priestore. Hovoríme tu o ***dynamike svetlín***.

Pád stromu vytvorí niekoľko prostredí líšiacich sa teplotnými a svetelnými podmienkami. Pod bývalou korunou vzniká svetlina s nedotknutou spodnou korunovou a krovinovou etážou. Tam kde padla koruna je epicentrum obklopené okrajovými zónami s plynulým prechodom od mikroklímy svetliny k mikroklíme podrastu. Ak došlo k vyvráteniu stromu, vytvoria sa oblasti s rozličnými pôdnymi podmienkami. Vo vzniknutej svetline nastupuje sukcesia, na ktorej sa podieľajú 3 kategórie stromov. Malé pionierske druhy sú krátkoveké, neschopné klíčenia v tieni. V tieni nie sú schopné klíčiť ani veľké pionierske druhy, ktoré nachádzame aj v zrelom lese. Avšak druhy primárneho lesa sú schopné klíčiť a rásť v tieni. Denzita stromov je v prvom roku po vytvorení svetliny 2, 5 jedincov na m2, po 5 rokoch klesá na 1 strom na m2. Spočiatku prevládajú druhy sekundárneho lesa. Niektoré z nich vyrastú až 4 m/ rok. Celková výška porastu je po piatich rokoch 10 m, množstvo druhov sekundárneho lesa sa znižuje, zatiaľ čo každý rok pribúdajú 1 - 2 primárne druhy. Dĺžka života pionierskych druhov je oveľa kratšia, ako u druhov primárnych. Napr. mnohé americké cekrópie (*Cecropia*) žijú iba okolo 20 rokov, zatiaľ čo primárne druhy zvyčajne 200 – 350 rokov, niekedy viac. Rozličné typy životných cyklov stromov spolu s rôznou dĺžkou života rastlín, ktoré sú prvými imigrantami alebo klíčia zo semennej banky sú príčinou, prečo je zrelá fáza tropického dažďového lesa tak pestrá a nepredpovedateľná. Ďalším dôvodom môže byť, že mnohé klimaxové druhy majú okamžite klíčiace semená. Ich semenáčiky dokážu prežiť, iba ak už existuje medzera v korunovej etáži alebo sa táto vytvorí skôr, než minú rezervu zásobných živín. Smrť starého stromu nemusí nastať náhle, takže sa nevytvára spomenutý typ svetliny. Odumieranie sa začína stratou časti koreňového systému, redukciou aktivity kambia a odumieraním konárov. Kmeň a väčšie konáre práchnivejú, strom je napadnutý hmyzom, hubami a baktériami, postupne sa rozpadá, až na záver padne kmeň.

V prípade, že je les narušený na veľkých plochách (rádovo kilometre štvorcové) vytvárajú sa exogénnou sukcesiou rozsiahle sekundárne lesy. Ak narušenie spôsobili vyššie spomenuté prírodné živly, hovoríme o prirodzenom sekundárnom lese, ak činnosť človeka, ide o umelý sekundárny les. V týchto prípadoch rozoznávame 4 sukcesné štádia: ***pionierske***, ***rané sekundárne***, ***neskoré sekundárne*** a ***klimax***. Druhy, ktoré tvoria prvé dve štádiá sú široko rozšírené a v jednotlivých tropických lesoch sa znova a znova objavujú vo veľkých množstvách. Druhy neskorého sekundárneho štádia dosahujú značných rozmerov a aspoň v Afrike často pochádzajú skôr z lesných formácií relatívne suchších oblastí, než zo svetlín regenerujúceho sa pôvodného lesa. V klimaxovom štádiu je dosiahnuté vyvážené spoločenstvo, v ktorom rastú tieňomilné (resp. tieň tolerujúce) druhy v rovnováhe so svetlomilnejšími emergentnými stromami. Ak je skladba lesa určovaná klímou, pôdnymi pomermi a pozíciou v katéne, môže byť lesné spoločenstvo považované za ***klimatický klimax***. Ak je ovplyvnená ďalšími faktormi, ako je podmáčanie, extrémne vysúšanie pôdy alebo extrémny nedostatok živín, hovoríme o ***edafickom klimaxe***.

Človek a tropické dažďové lesy

Neprerušené trvanie tropických dažďových lesov sa odhaduje na 150 miliónov rokov, podľa iných zdrojov sa objavili začiatkom treťohôr pred 70 miliónmi rokov. Ich poloha a rozloha sa menia spolu so zmenami klímy, kontinentálnym driftom, následkom kolísania hladiny oceánov, či vplyvom horotvorných procesov. V obdobiach, keď bola zemská klíma ako dnes, zasahovali tropické dažďové lesy do vyšších zemepisných šírok, napr. začiatkom treťohôr až na Aljašku. Dnes vieme, že orogenetické (horotvorné) a vulkanické procesy významne ovplyvnili speciáciu a druhovú diverzitu v trópoch. Africké trópy boli počas treťohôr a štvrtohôr z tohto hľadiska relatívne stabilné, čo môže byť dôvodom pre relatívne menší počet lesných druhov. Naopak, ostrovy juhovýchodnej Ázie, Malajský polostrov a tropická Austrália boli počas treťohôr a štvrtohôr postihované ponáraním a vynáraním pevninských más, vulkanickou činnosťou a morskými záplavami, čo prispelo k vysokej diverzite fauny a flóry regiónu a k miešaniu bioty dnes izolovaných ostrovov. Formovanie Ánd nepochybne ovplyvnilo vegetáciu Amazónie. Paleoekologické výskumy ukázali, že aj počas pleistocénu dochádzalo k značným zmenám v rozlohe a zložení tropických lesov. Striedanie humídnych pluviálov (obdobia dažďov) so semiarídnymi interpluviálmi ovplyvňovalo zmeny rozlohy tropických lesov a saván. Počas vrcholiacich glaciálov vo vyšších zemepisných šírkach, boli trópy vystavené obdobiam sucha, čo spôsobilo, že plocha tropických dažďových lesov bola v niektorých oblastiach zredukovaná. Podľa intenzity sucha ich nahrádzali buď sezónne lesy alebo savany. Napr. v západnej Afrike boli tropické dažďové lesy zredukované na 3 malé refúgiá v Libérii, západnej Ghane a Kamerune. Na druhej strane sa pri poklese hladín oceánov vynárali rozsiahle oblasti oceánskych šelfov, takže sa zväčšovala plocha pevniny a zároveň sa prepájali územia, ktoré sú dnes oddelené morom.

Je známe, že predkovia človeka opustili pred miliónmi rokov tropické dažďové lesy, aby sa usídlili v afrických savanách. Neskôr sa mnohé národy do tropických lesov vrátili. Tropické dažďové lesy, hoci predstavujú pre človeka nie práve najpriaznivejšie prostredie, boli ešte v nedávnej minulosti osídlené množstvom skupín zberačov a lovcov, živiacich sa lovom divokej zvere a zberom lesných rastlín. Dnes sú tieto etniká zatlačované do stále odľahlejších a často aj nehostinnejších oblastí alebo sú postupne asimilované dominantnou kultúrou danej oblasti. Nízka úrodnosť pôdy obmedzovala na väčšine územia trópov usadené poľnohospodárstvo, preto bola uplatňovaná metóda kočovného poľnohospodárstva. Spočíva v rúbaní a vypaľovaní menších políčok, na ktorých sa pôda vyčerpá zvyčajne po 2 - 3 úrodách. Potom sa pole opustí a o kus ďalej sa založí ďalšie. Pôvodné sa nechá zarásť lesom a opäť sa vyklčuje až po desiatkach rokov. Takýmto spôsobom aj prírodné národy premieňajú pôvodné primárne lesy na lesy sekundárne. Často používané slovo „prales“, predpokladajúce, že ide o prastaré a človekom nepozmenené ekosystémy, je z tohto dôvodu nevhodné. Aj na miestach označovaných ako primárne lesy boli neraz nájdené zvyšky osídlenia, preto je lepšie hovoriť o starých sekundárnych lesoch. Skutočne panenské pralesy dnes nachádzame len vo veľmi odľahlých oblastiach a aj to zvyčajne iba na strmých svahoch alebo zamokrených územiach.

Tropické dažďové lesy plnia niekoľko dôležitých funkcií. V prvom rade majú ***stabilizačnú klimatickú funkciu***, pretože vo svojej biomase viažu veľké množstvo CO2, ktorý je najvýznamnejším skleníkovým plynom. Ich vypaľovaním sa každoročne uvoľní do atmosféry medzi 0, 9 a 2, 7 gigaton CO2 (spaľovaním fosílnych palív 5, 2 gigaton). Okrem vplyvu na globálnu klímu majú tropické dažďové lesy aj výrazný vplyv na ***regionálne klimatické pomery***. Je to najmä dôsledok evapotranspirácie, ktorou sa dostáva do atmosféry množstvo vody, čím sa zväčšuje oblačnosť a zvyšuje vlhkosť. V Amazónii pochádza 50 - 80% zrážok z evapotranspirácie lesných porastov a iba zvyšok je prinášaný z iných oblastí, najmä vetrami od Atlantiku. Odstránenie vegetácie má za následok vysúšanie celých rozsiahlych území. Tropické dažďové lesy sú takisto obrovským evolučným laboratóriom a ***zdrojom genofondu*** rastlín a živočíchov. Už dnes sa mnohé z nich s úspechom využívajú v medicíne, hľadajú sa nové poľnohospodársky využiteľné plodiny. Avšak väčšina z ich obrovského genetického bohatstva je doteraz nepreskúmaná a nevyužitá. So zmenšujúcou sa rozlohou tropických dažďových lesov vymierajú druhy bez toho, aby sme ich spoznali a prípadne v budúcnosti využili.

Tropické dažďové lesy dnes miznú spolu s rozrastajúcou sa ľudskou populáciou. Ich úbytok je dôsledkom rozširovania plantáží úžitkových drevín a poľnohospodárskych plodín, rozširovania pastvín dobytka, ľudských obydlí, výstavby veľkých priehrad, selektívnej túlavej ťažby cenných druhov stromov alebo hromadnej veľkoplošnej ťažby stromov na celulózu a stavebné drevo. V krajinách tzv. tretieho sveta bieda a hlad nútia ľudí, aby zakladali nové a nové políčka, zahrýzajúce sa stále ďalej do džungle. Do konca 80. rokov minulého storočia bola 1/2 plochy tropických dažďových lesov zlikvidovaná alebo silne pozmenená. Afrika stratila viac ako polovicu, Ázia a Amerika najmenej 40 % z ich rozlohy. Začiatkom 80. rokov bolo ročne zlikvidovaných len kvôli poľnohospodárstvu 100 000 km2 (1 km2 každých 5 min.) a podobná plocha bola zdevastovaná ťažbou dreva. V druhej polovici 80. rokov bolo len v Amazónii ročne zničených 80 000 km2. Každý rok bolo takto zlikvidovaných 2, 5% biómu. V 90. rokoch sa tempo odlesňovania znížilo na 0, 8 % celkovej rozlohy tropických lesov ročne, čo predstavuje 153 tisíc km2. Tempo odlesňovania kolíše, ale stále ostáva vysoké. Rastúce povedomie ľudí o význame tropických dažďových lesov a rozvoj metód trvalo udržateľného využitia viedli k zvýšenému úsiliu chrániť to, čo sa z nich zachovalo. Hoci sa od 90. rokov ničenie tropických dažďových lesov spomalilo, ich plocha sa napriek tomu neustále zmenšuje. Za rok 2020 bolo odlesnených 120 tisíc km2, z čoho 42 tisíc km2 tvorilo súčasť primárneho lesa.

**Literatúra**

Alaby M. 2006. Tropical Forests. Biomes of the Earth. Chelsa House, 272 s.

Ghazoul J., Sheil D. 2010. Tropical Rain Forest Ecology, Diversity, and Conservation. Oxford University Press, 516 s.

Jeník J. 1984. Veľký obrazový atlas lesa. Mladé letá – Artia, Bratislava, 500 s.

Jeník J. 1998. Ekosystémy (Úvod do organizace zonálních a azonálních biomu). Nakladatelství UK, Karolínum, Praha, 135 s

Jeník J. 2009. Kapitoly ze života v tropech. Sborník článků pro časopis Živa. První dobrá, Praha, 187 s.

Keddy P.A. 2017. Plant Ecology. Origins, Processes, Consequences. 2nd Edition. Cambridge University Press, 604 s.

Longman K.A., Jeník J. 1987. Tropical Forest and Its Environment. (2nd ed.), Longman Scientific & Technical, London, UK, 347 s.

Mabberley, D.J. 1992: Tropical Rain Forest Ecology. (2nd ed.), Blackie, Glasgow and London, UK, 300 s.

Osborne P.L. 2012. Tropical Ecosystems and Ecological Concepts. Cambridge University Press, 522 s.

Plesník, P. 2004. Všeobecná biogeografia. UK Bratislava, 428 s.

Prach K., Štech M., Říha P. 2009. Ekologie a rozšíření biomů na Zemi. Scientia, Praha, 151 s.

Woodward, S. 2003: Biomes of the Earth. Greenwood Press, Westport, CT, USA, 435 pp.