

RÓŻNORODNOŚĆ BIOSFERY

WBNZ 845

(Biogeografia ekologiczna i ewolucyjna)



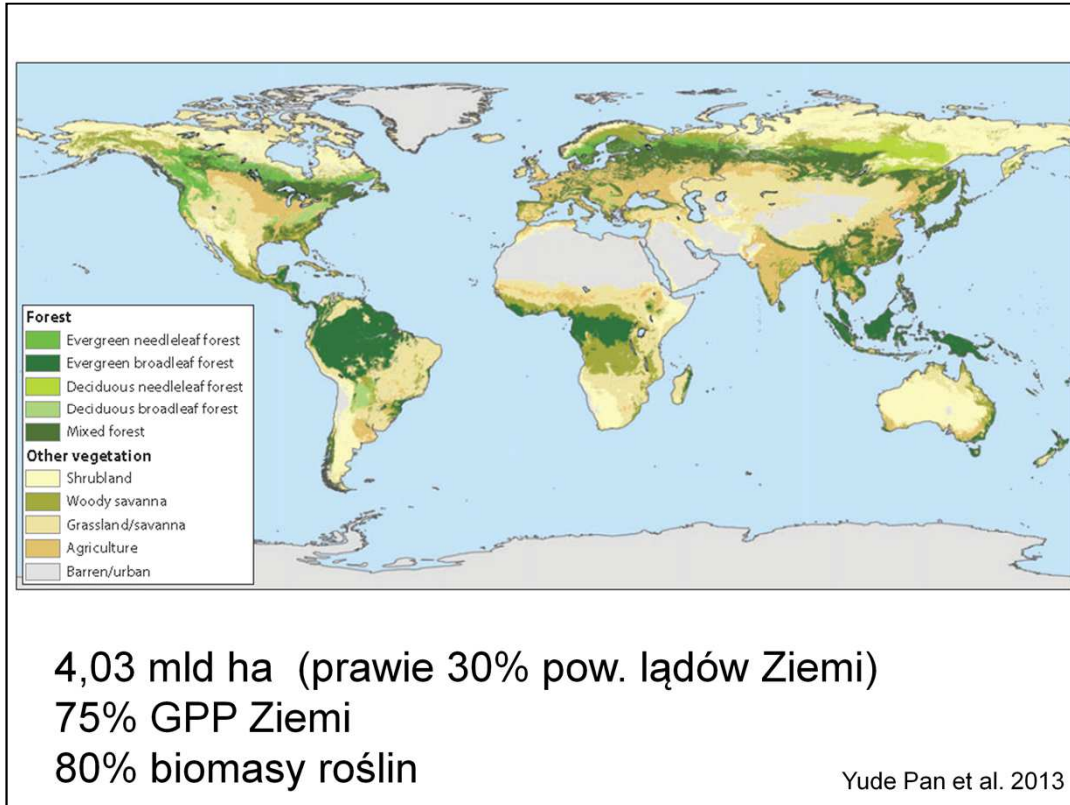
WYKŁAD 7

BIOMY LĄDOWE
LASY
TROPIKALNE

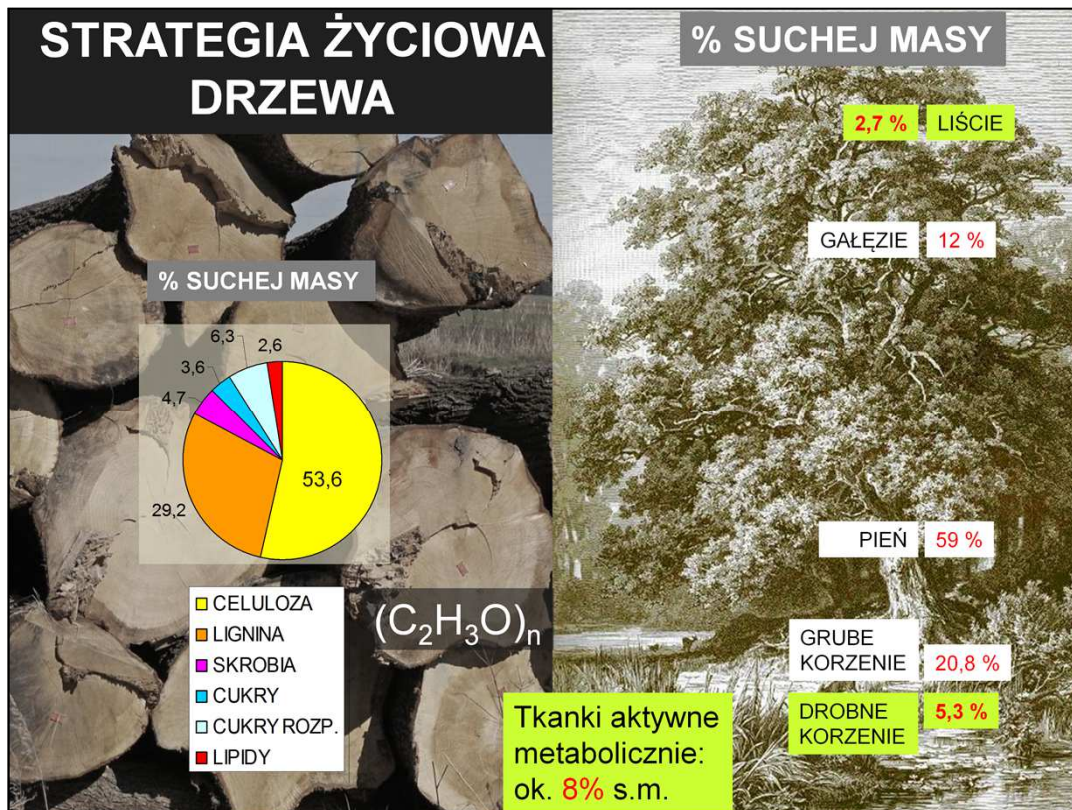


LASY NA ZIEMI



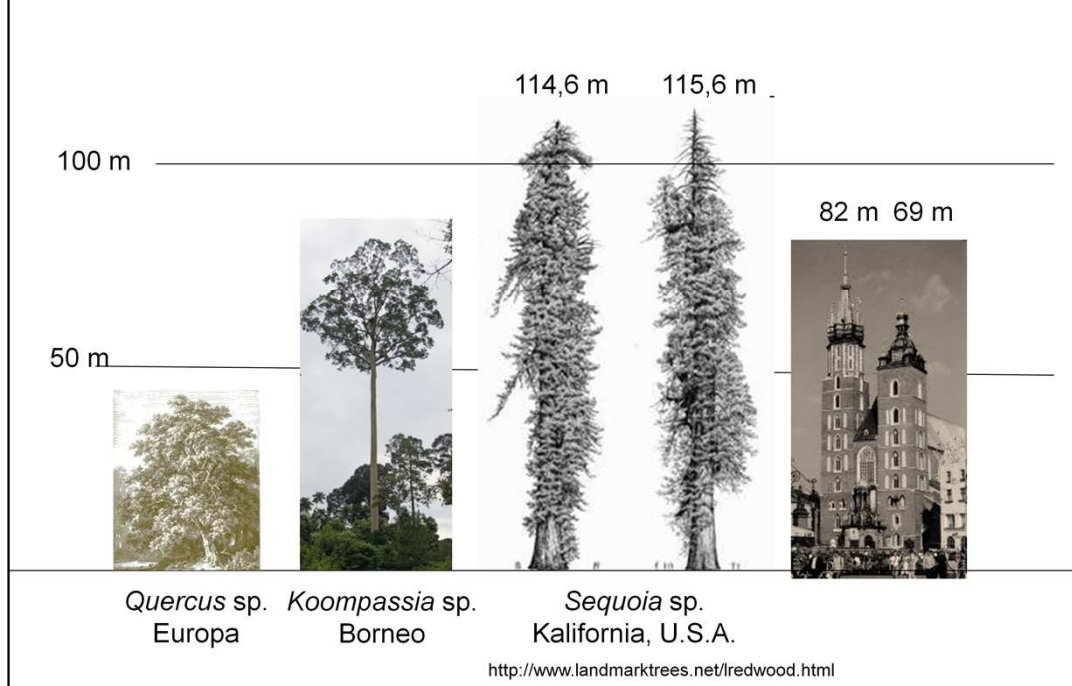


Lądy: 149 mln km²=14900 mln ha = 14,9 mld ha



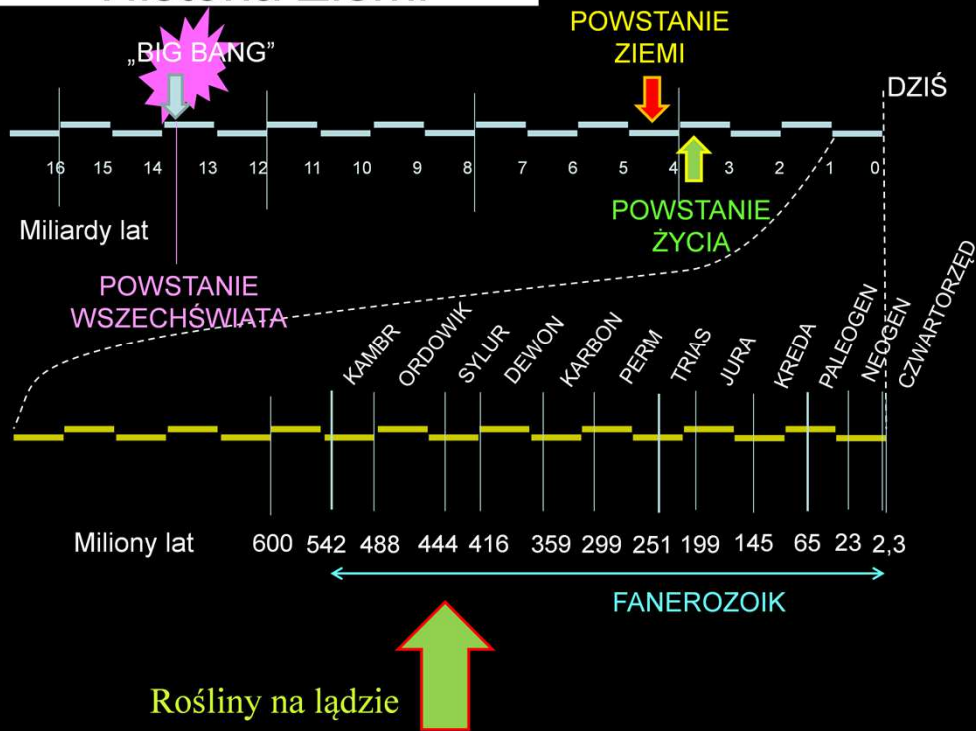
Skład drewna to przede wszystkim celuloza i lignina (polimery) – związki nie tylko odporne mechanicznie, ale trudne do wykorzystania jako surowiec energetyczny (mimo, iż jako zredukowane związki węgla zawierają dużo energii; budowa drzewa jest kosztowna energetycznie – większość energii słonecznej związanej przez fotosyntezę wbudowuje się w te substancje). Bardzo niewiele organizmów posiadało umiejętność chemicznego rozkładu tych związków, w większości są to mikroorganizmy (bakterie i grzyby; chociaż nie tylko). Wiele organizmów, które wykorzystują tę biomasę do swoich potrzeb korzysta ze współpracy z tymi mikroorganizmami w drodze ścisłej symbiozy. Lignina: $(C_{31}H_{34}O_{11})_n$

PORÓWNANIE WYSOKOŚCI NAJWĘKSZYCH DRZEW

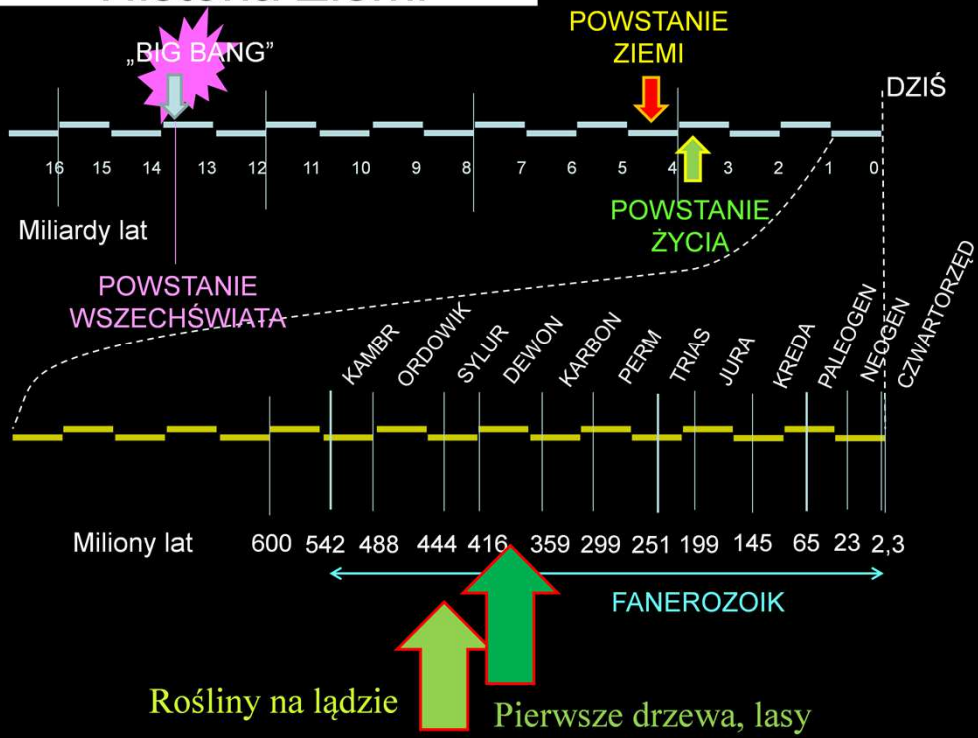


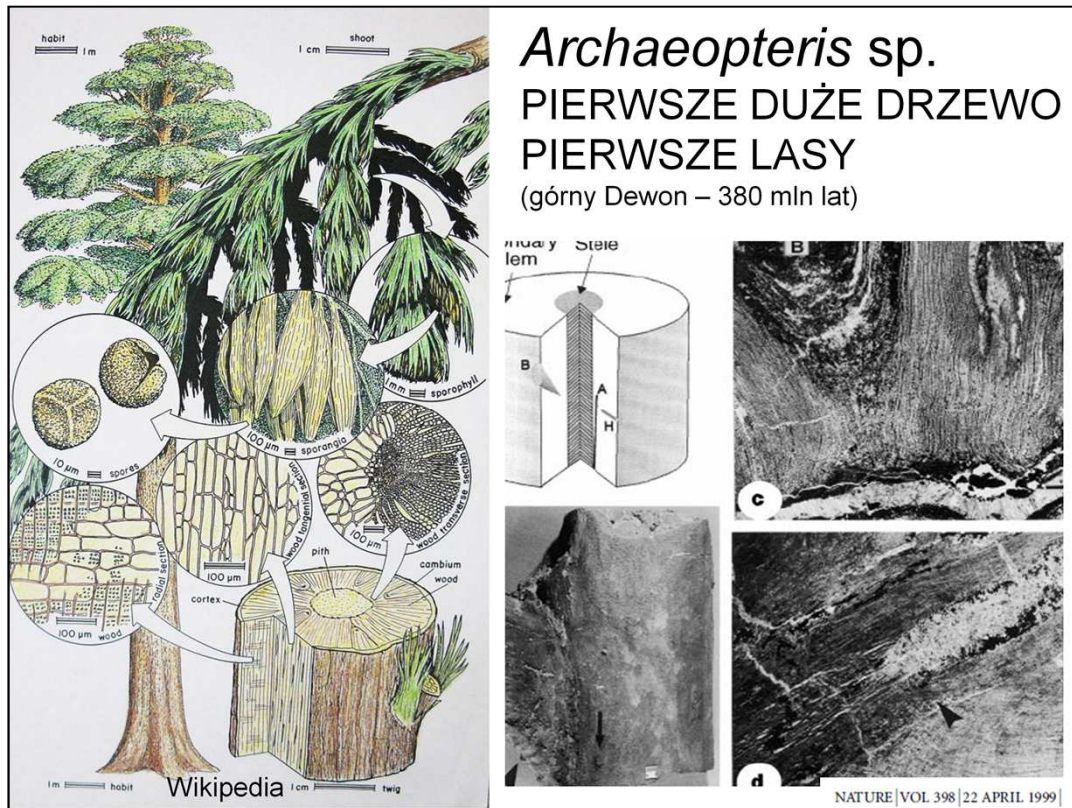
Z sekwoją spokrewnione są dwa inne rodzaje: mamutowiec (*Sequoiadendron*) i metasekwoja (*Metasequoia*), również osiągające gigantyczne rozmiary.

Historia Ziemi



Historia Ziemi

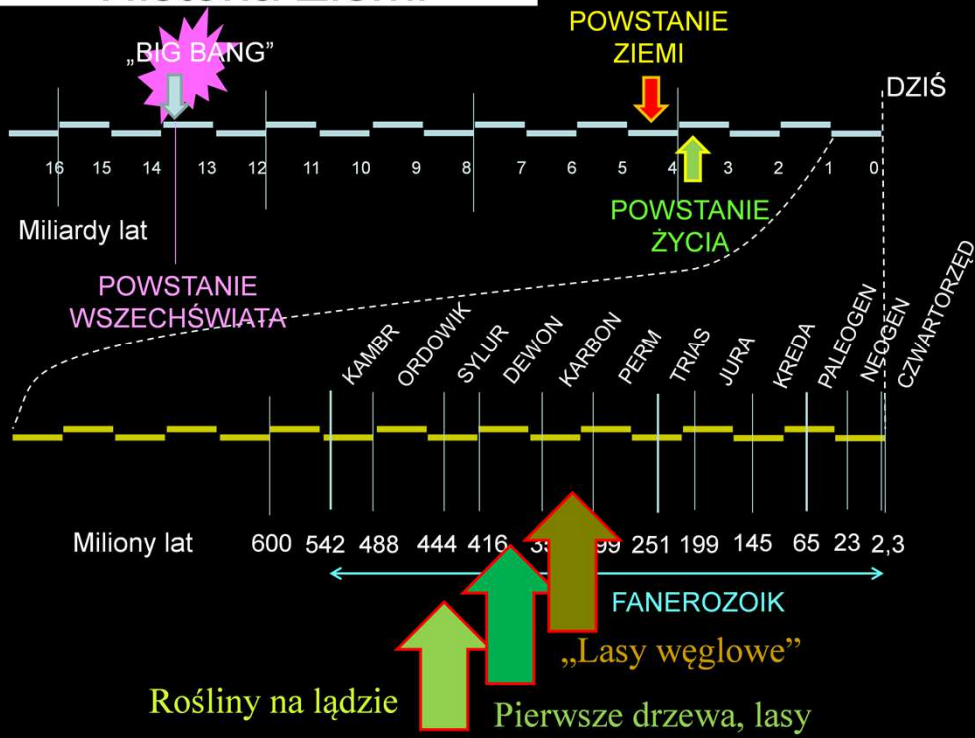


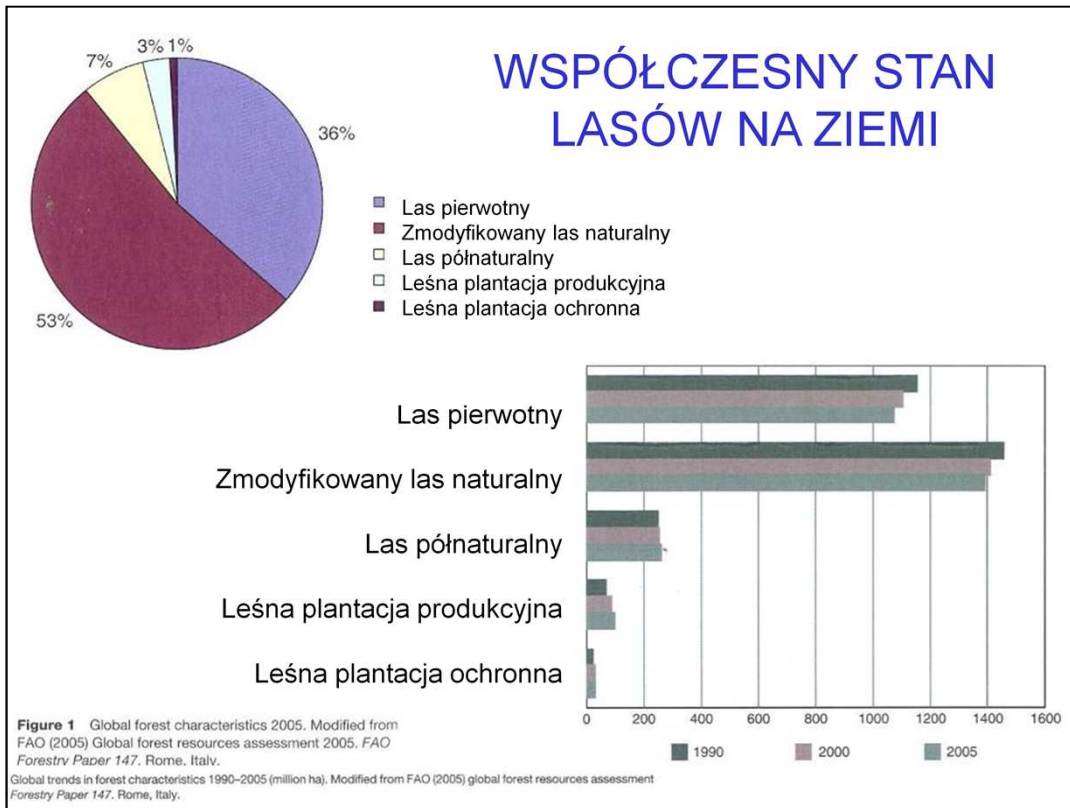


Archaeopteris sp.
PIERWSZE DUŻE DRZEWO
PIERWSZE LASY
 (górnny Devon – 380 mln lat)

Jako pierwsze drzewo-podobne rośliny wymienia się wczesnodewoński takson *Eospermatopteris*, którego skamieniałe pnie przedtem klasyfikowano jako paproć drzewiastą (*Wattieza*). Miały one pnie wysokości do 8 m. i palmowatą koronę. Ale pierwszym naprawdę dużym drzewem, z koroną podobną do współczesnych drzew, formującym prawdziwe lasy, była niewiele młodsza *Archaeopteris*.

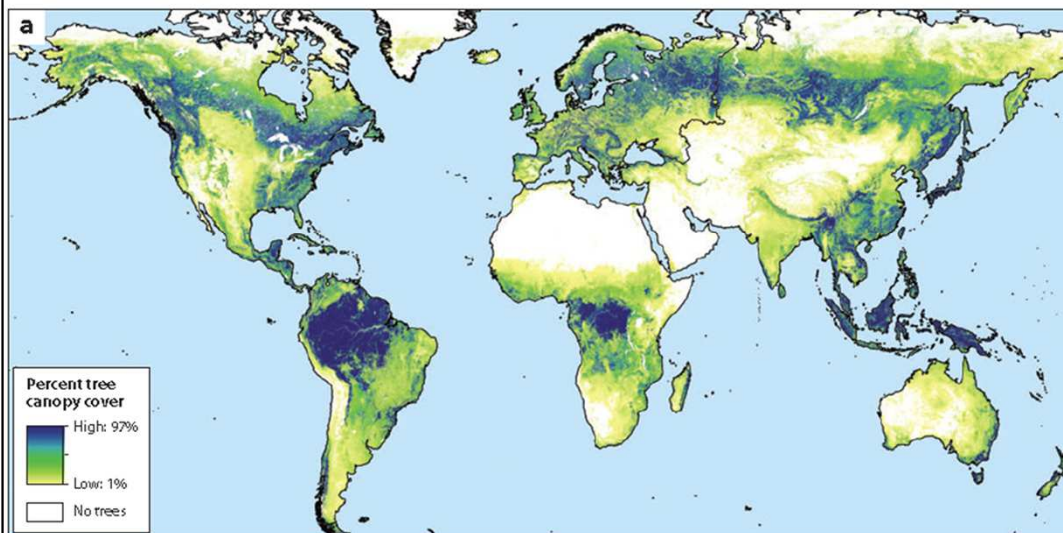
Historia Ziemi





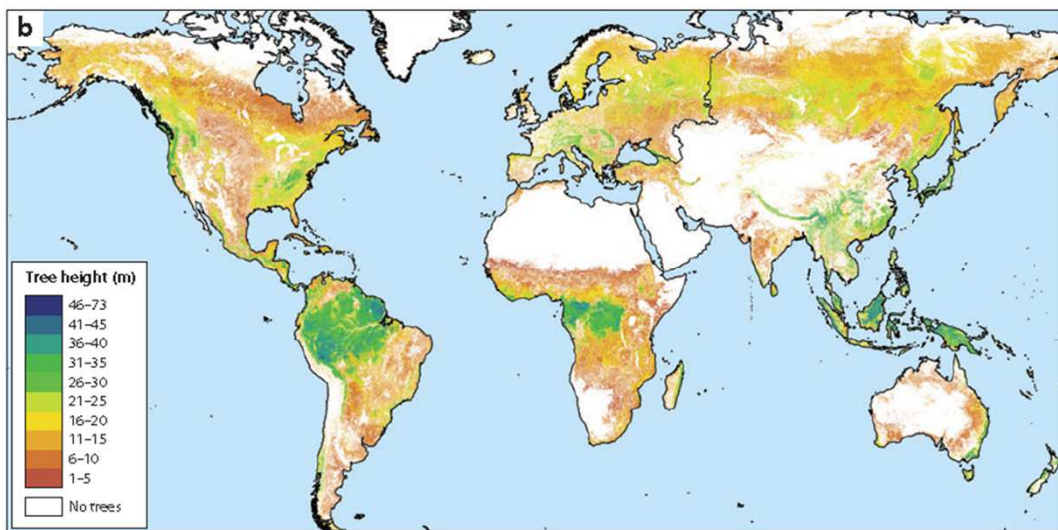
Zdecydowana większość lasów na Ziemi, to systemy zmienione przez człowieka. Stosunkowo najwięcej lasów naturalnych znajduje się w tropikach.

STRUKTURA LASÓW ZIEMI: % POKRYCIA WARSTWĄ KORON



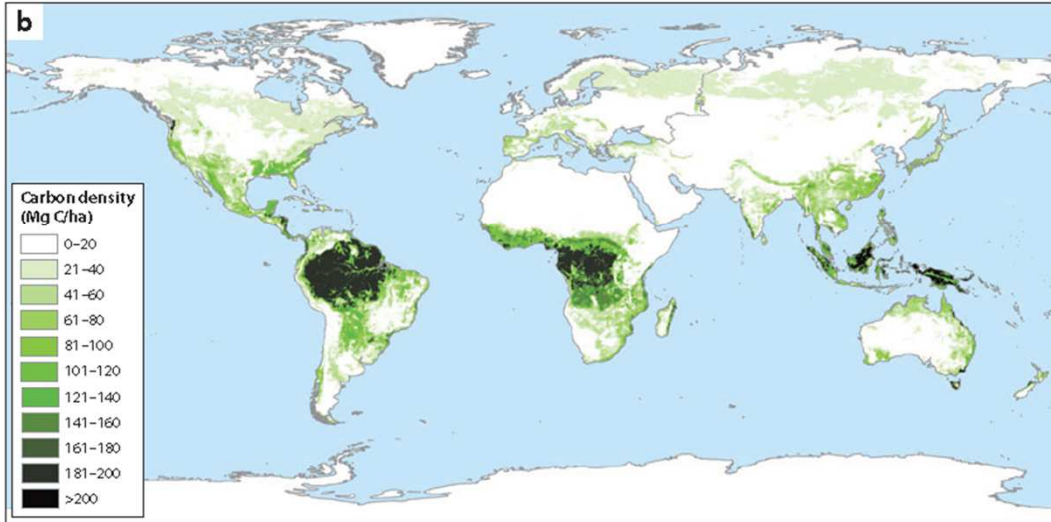
Yude Pan et al. 2013

STRUKTURA LASÓW ZIEMI: WYSOKOŚĆ DRZEW (m)



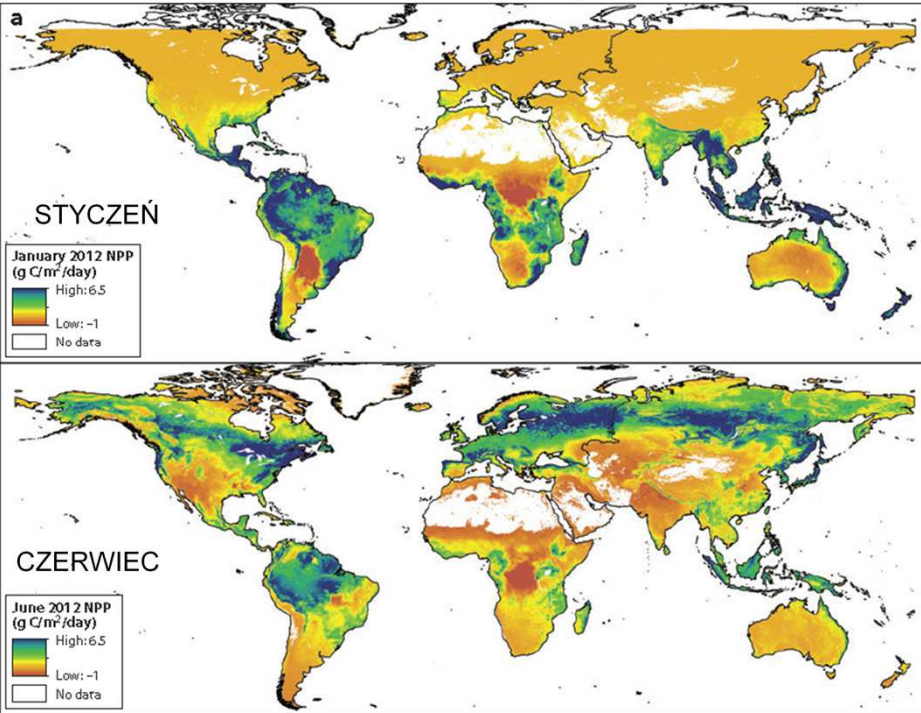
Yude Pan et al. 2013

STRUKTURA LASÓW ZIEMI: STAN BIOMASY (t C/ha)



Yude Pan et al. 2013

PRODUKTYWNOŚĆ (NPP) W SEZONACH



Yude Pan et al. 2013

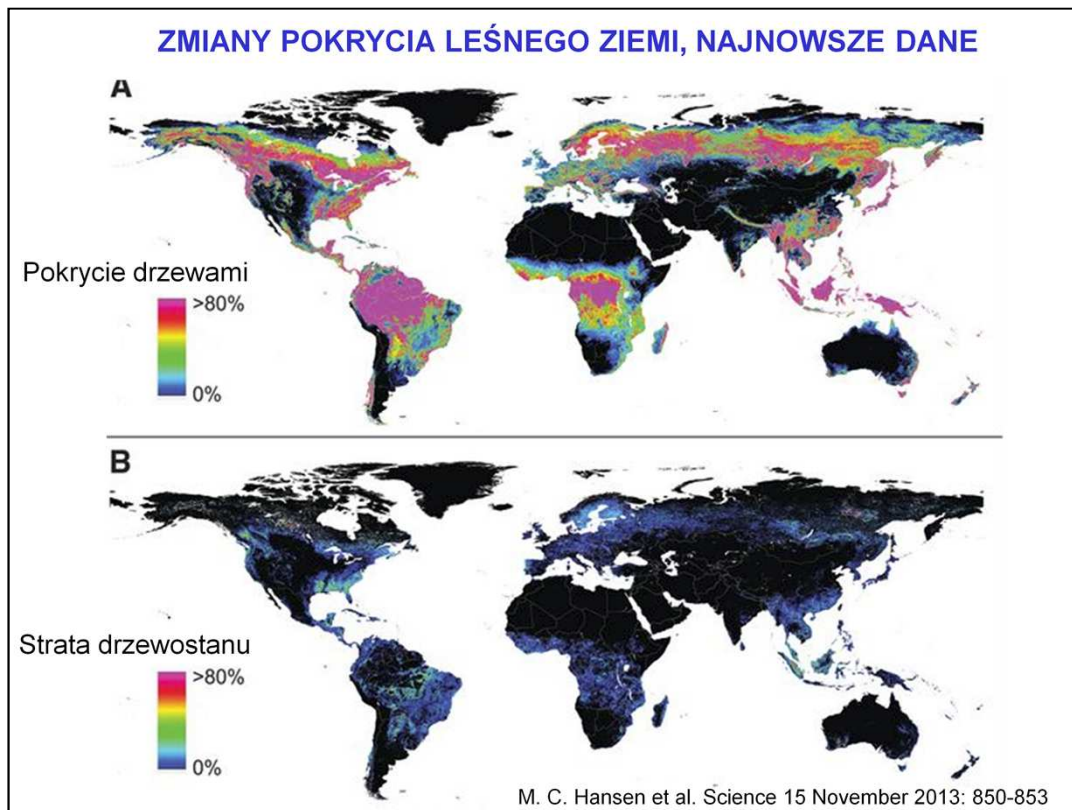


Fig. 1(A) Tree cover, (B) forest loss, and (C) forest gain. A color composite of tree cover in green, forest loss in red, forest gain in blue, and forest loss and gain in magenta is shown in (D), with loss and gain enhanced for improved visualization. All map layers have been resampled for display purposes from the 30-m observation scale to a 0.05° geographic grid.

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

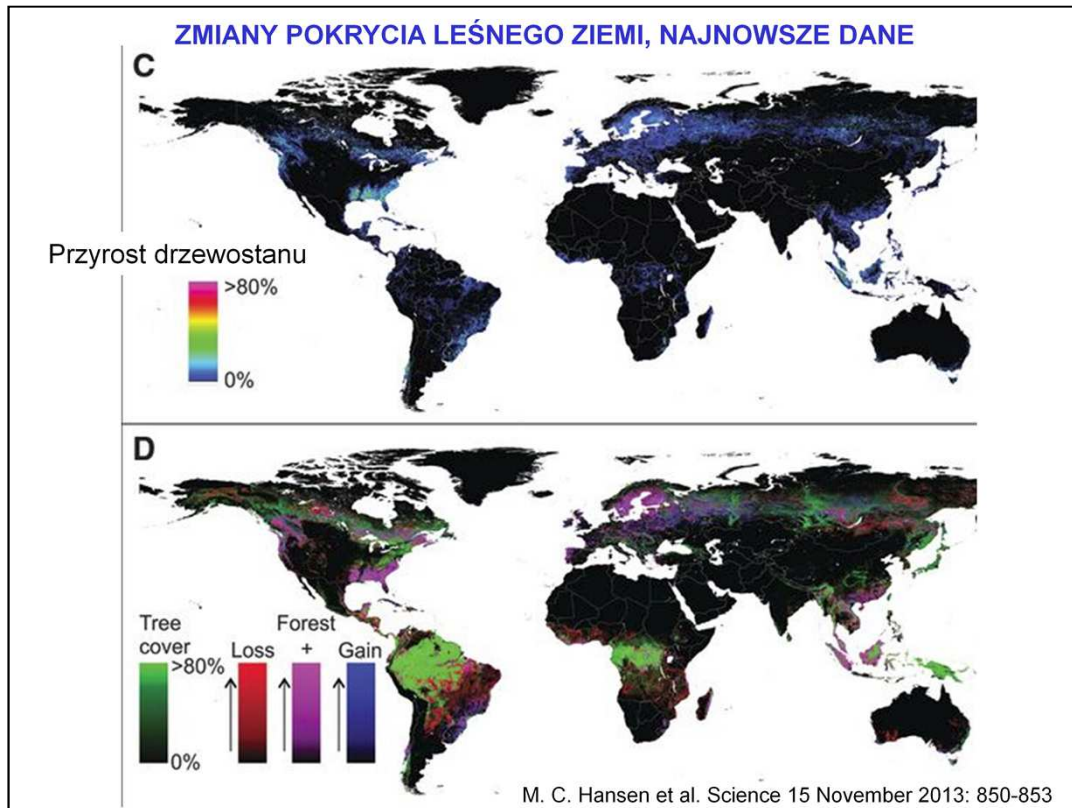


Fig. 1(A) Tree cover, (B) forest loss, and (C) forest gain. A color composite of tree cover in green, forest loss in red, forest gain in blue, and forest loss and gain in magenta is shown in (D), with loss and gain enhanced for improved visualization. All map layers have been resampled for display purposes from the 30-m observation scale to a 0.05° geographic grid.

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

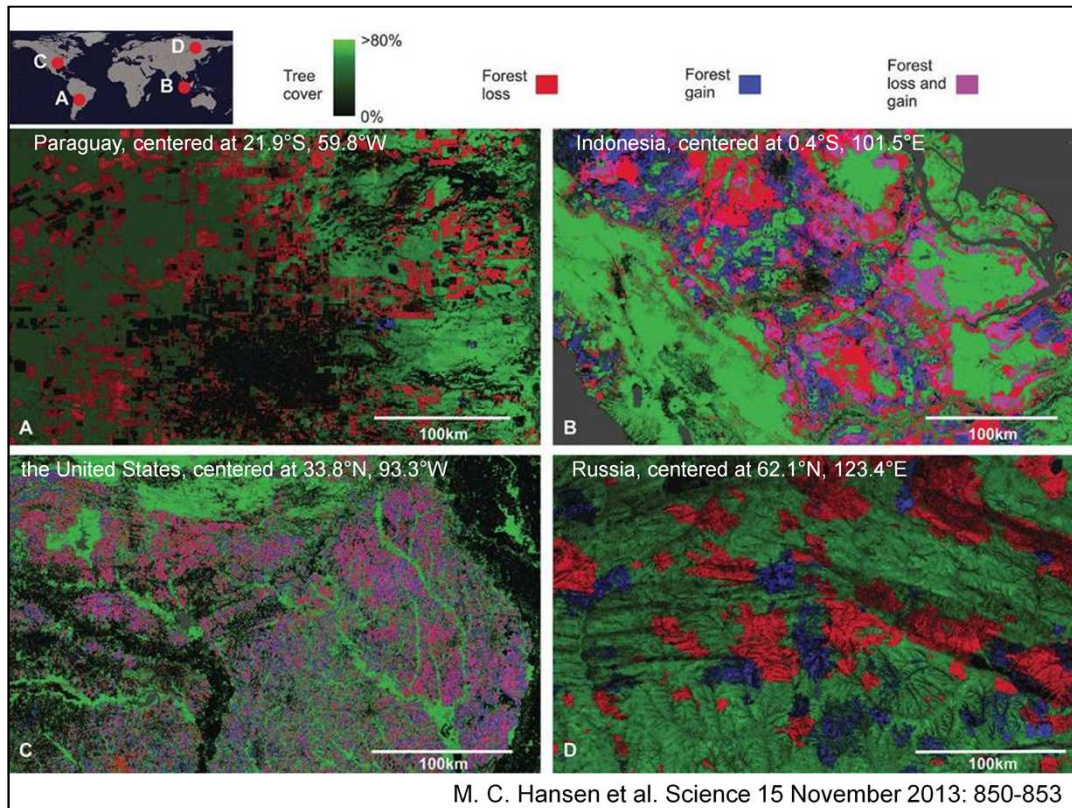


Fig. 2 Regional subsets of 2000 tree cover and 2000 to 2012 forest loss and gain. (A) Paraguay, centered at 21.9°S, 59.8°W; (B) Indonesia, centered at 0.4°S, 101.5°E; (C) the United States, centered at 33.8°N, 93.3°W; and (D) Russia, centered at 62.1°N, 123.4°E.

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

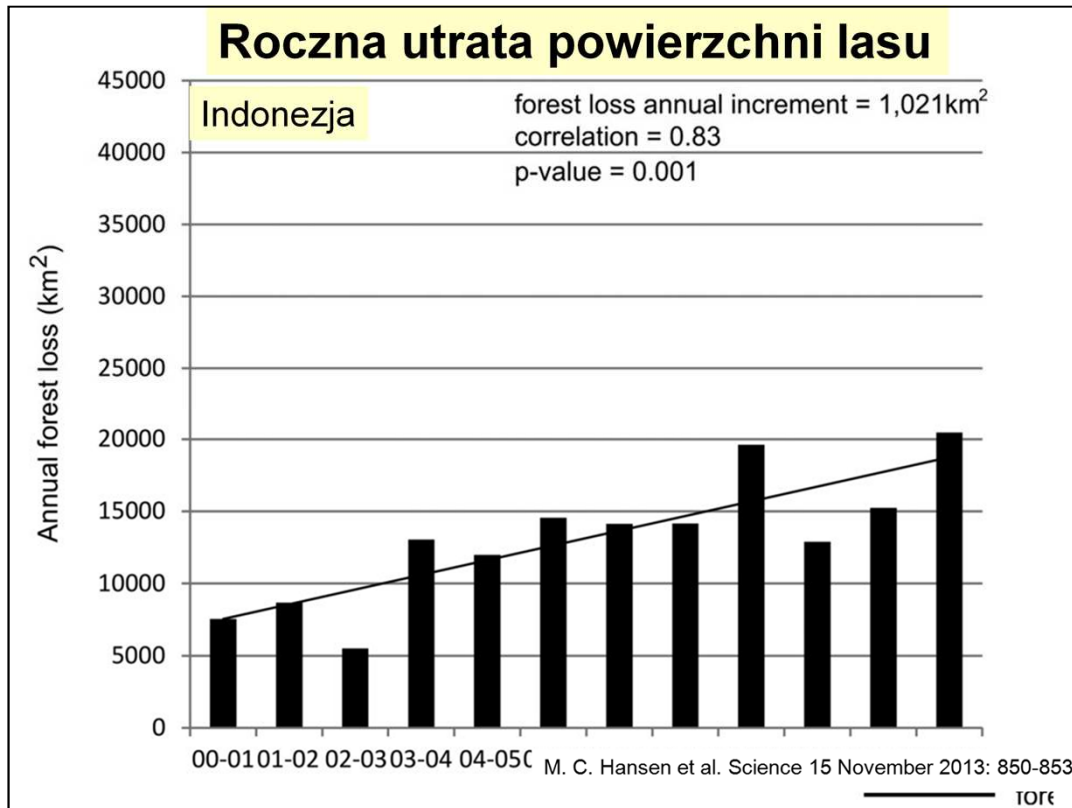


Fig. 3 Annual forest loss totals for Brazil and Indonesia from 2000 to 2012. The forest loss annual increment is the slope of the estimated trend line of change in annual forest loss.

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

W Indonezji zaznacza się wzrost tempa utraty drzewostanu

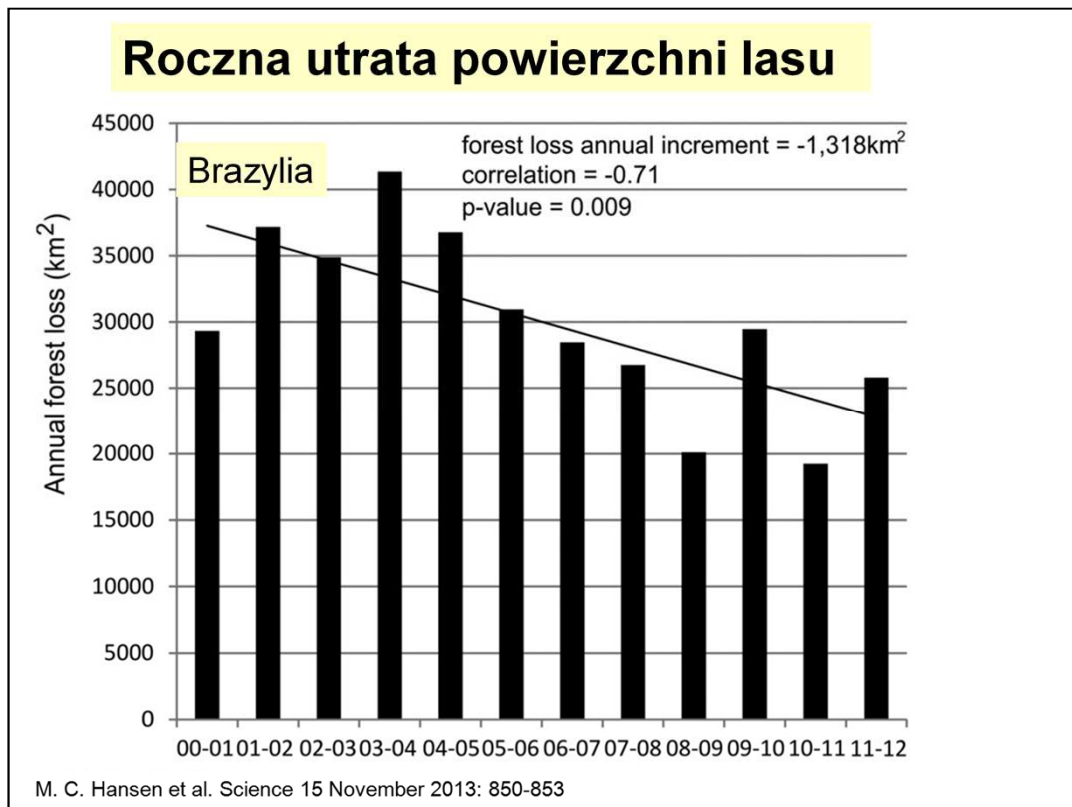


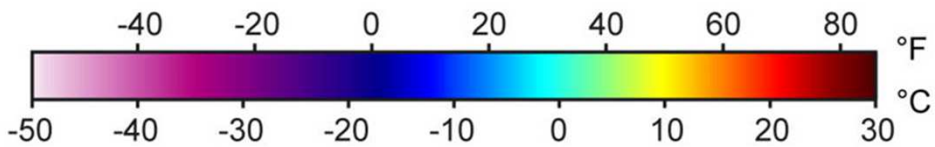
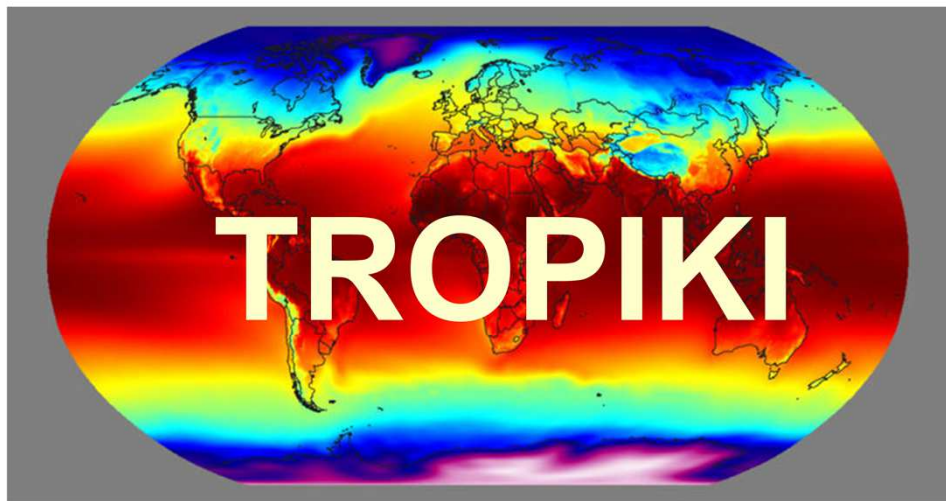
Fig. 3 Annual forest loss totals for Brazil and Indonesia from 2000 to 2012. The forest loss annual increment is the slope of the estimated trend line of change in annual forest loss

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

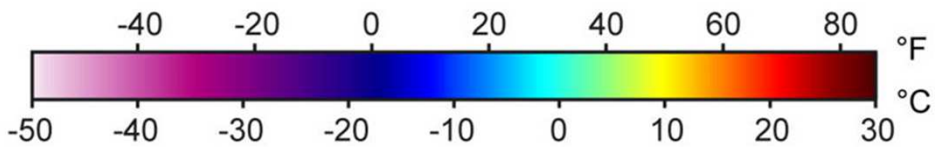
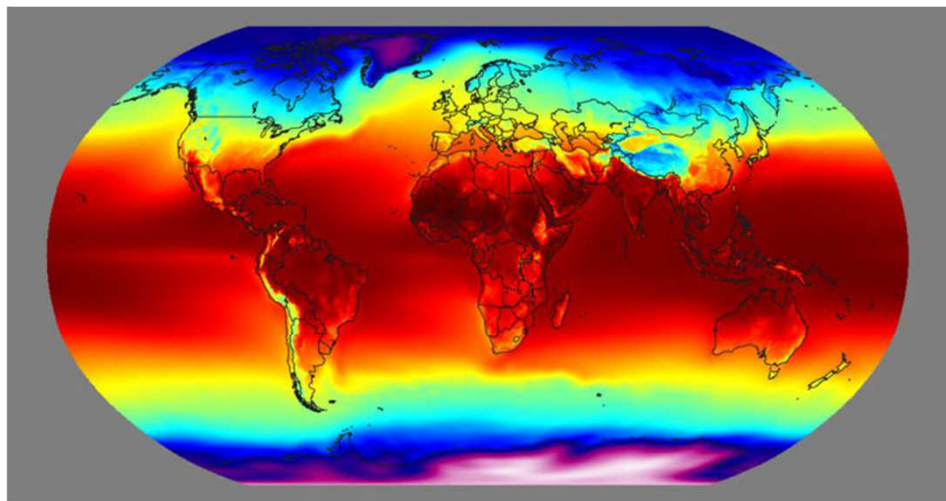
W Brazylii jest tendencja przeciwna: tempo ubywania drzewostanów maleje.

ŚREDNIA ROCZNA TEMPERATURA ZIEMI



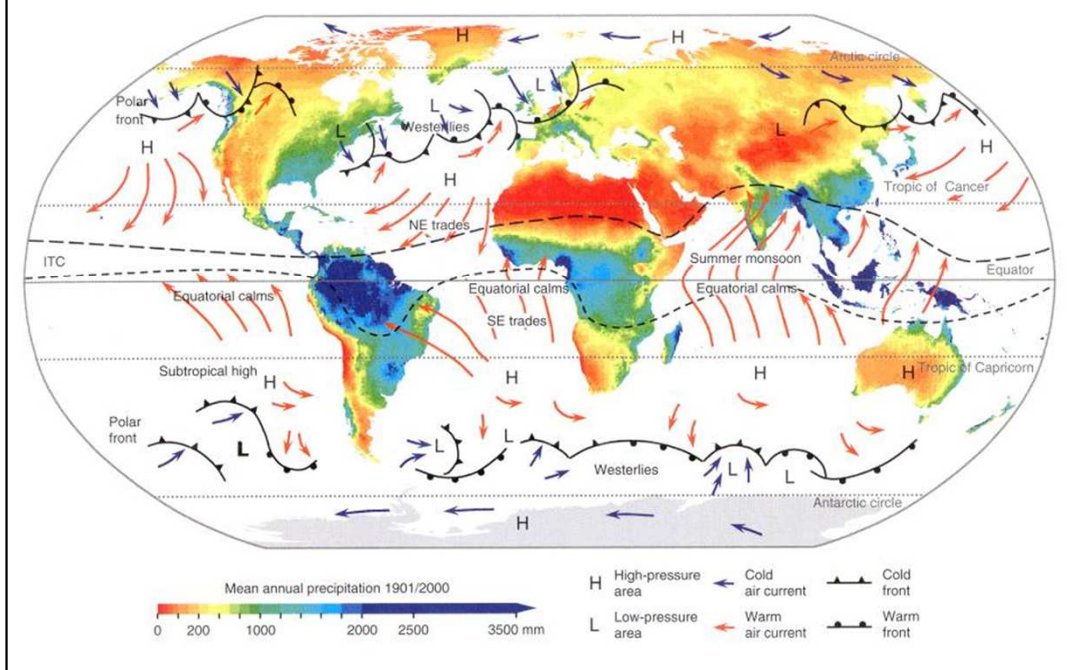
Annual Mean Temperature

ŚREDNIA ROCZNA TEMPERATURA ZIEMI



Annual Mean Temperature

ŚREDNIE ROCZNE SUMY OPADÓW



GLOBALNA EWAPOTRANSPIRACJA (WG. DANYCH SATELITARNYCH - MODIS)

W. Yuan et al. / Remote Sensing of Environment 114 (2010) 1416-1431

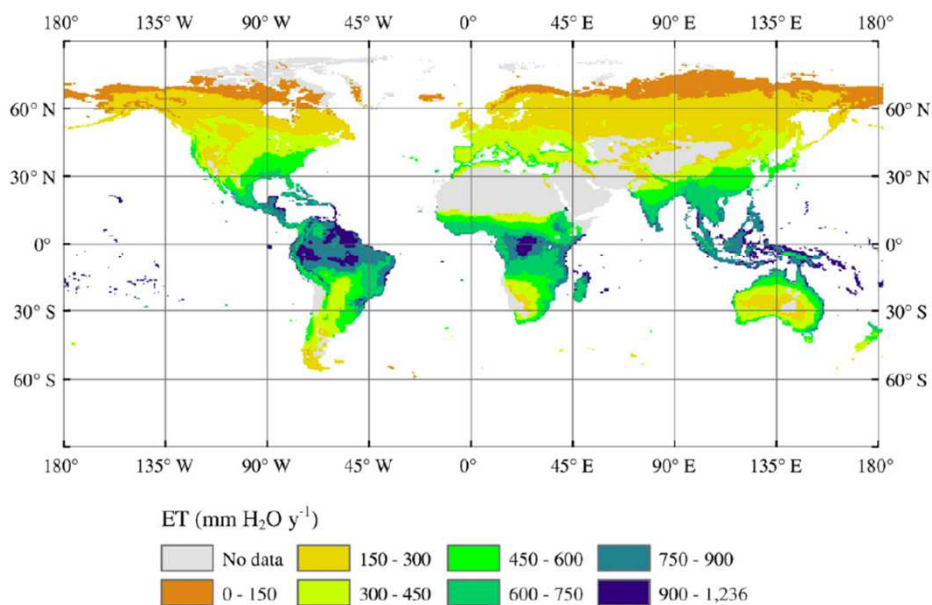
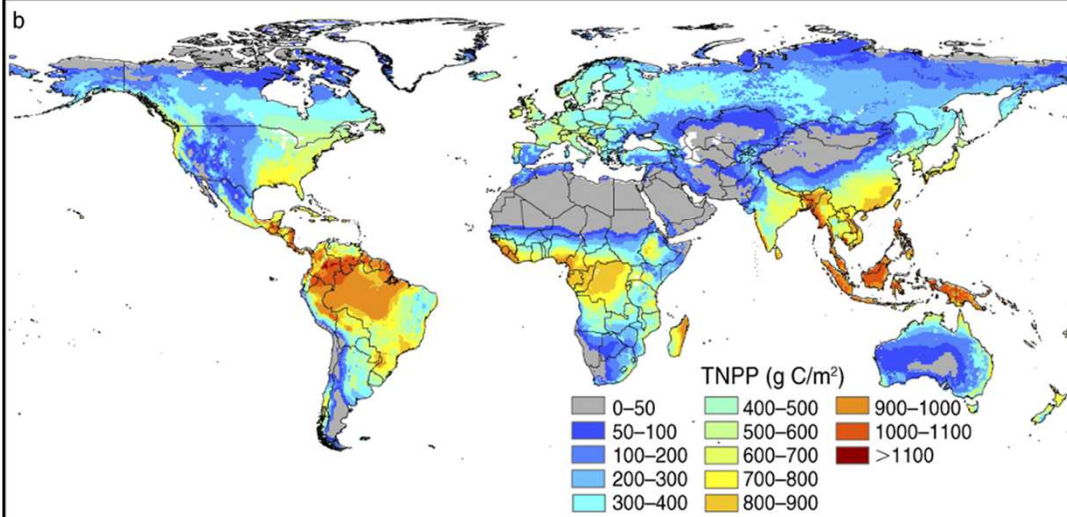


Fig. 9. Global evapotranspiration (ET) driven by interpolated $0.5^{\circ} \times 0.6^{\circ}$ MERRA meteorological data and MODIS data averaged from 2000 to 2003.

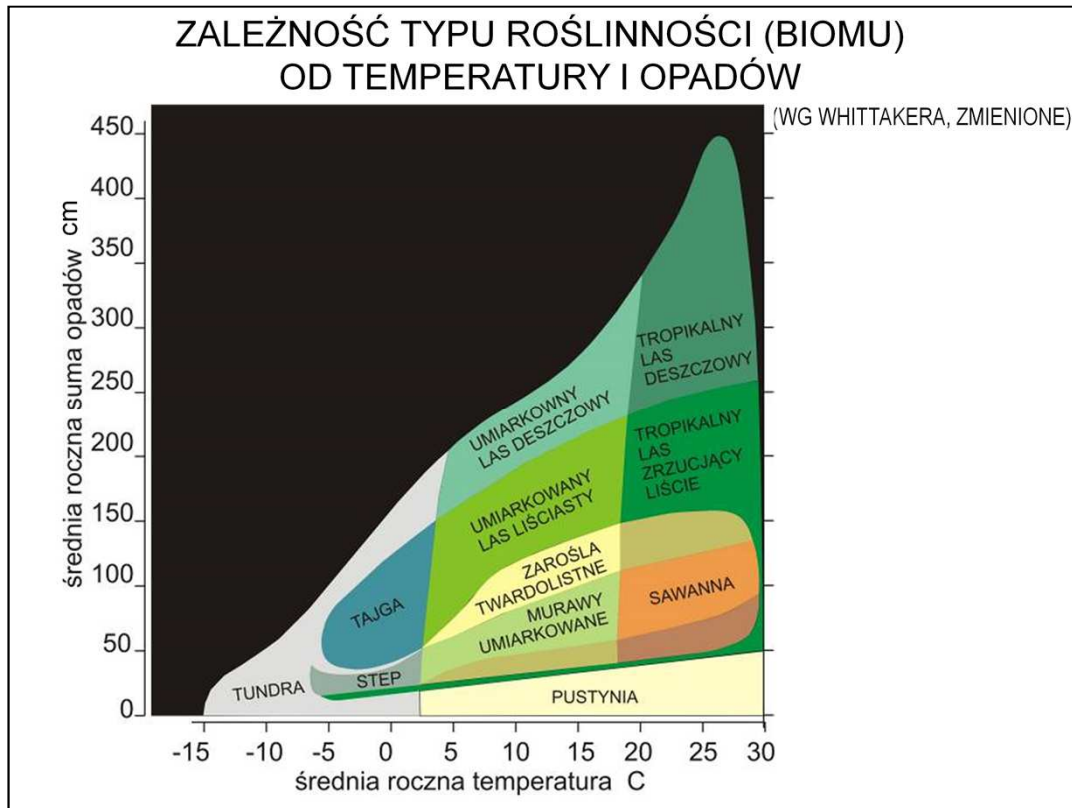
Wysoka średnia roczna suma opadów i wysoka średnia temperatura (poprzednie mapy) determinują również wysoką wartość współczynnika rzeczywistej ewapotranspiracji.

PRODUKCJA PIERWOTNA NETTO (TNPP) NA LĄDACH ($\text{g C m}^{-2}\text{rok}^{-1}$)

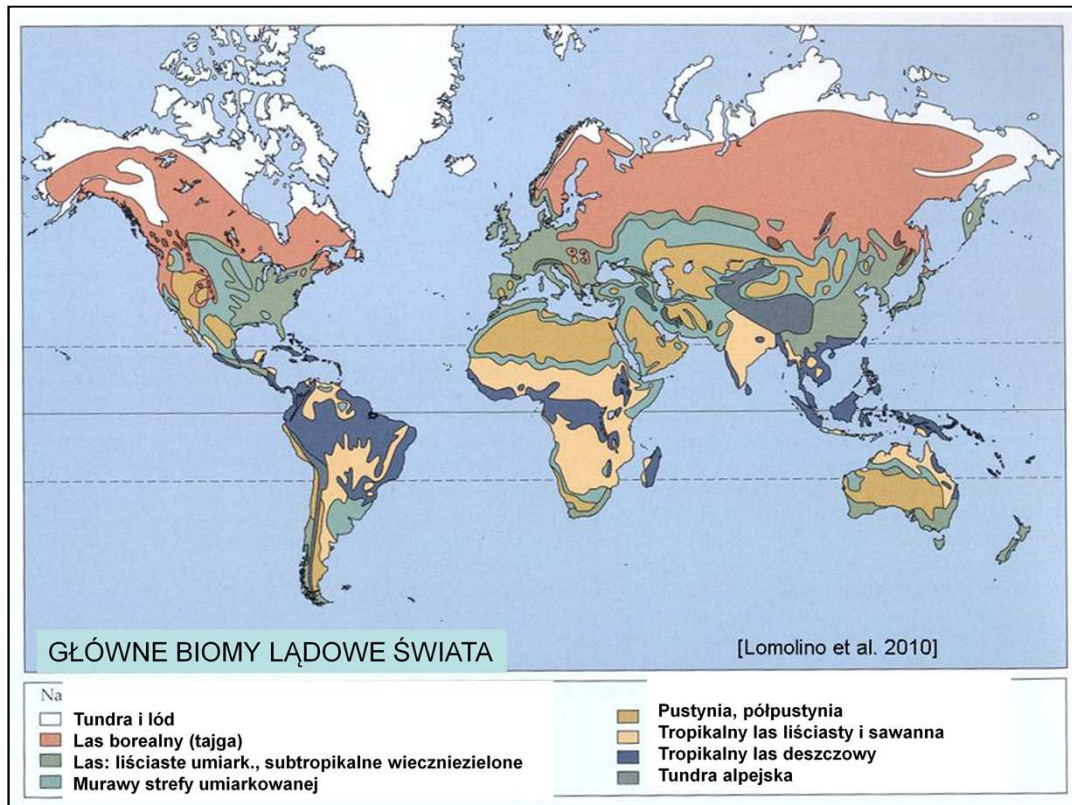


Ecology, 89(8), 2008, pp. 2117-2126

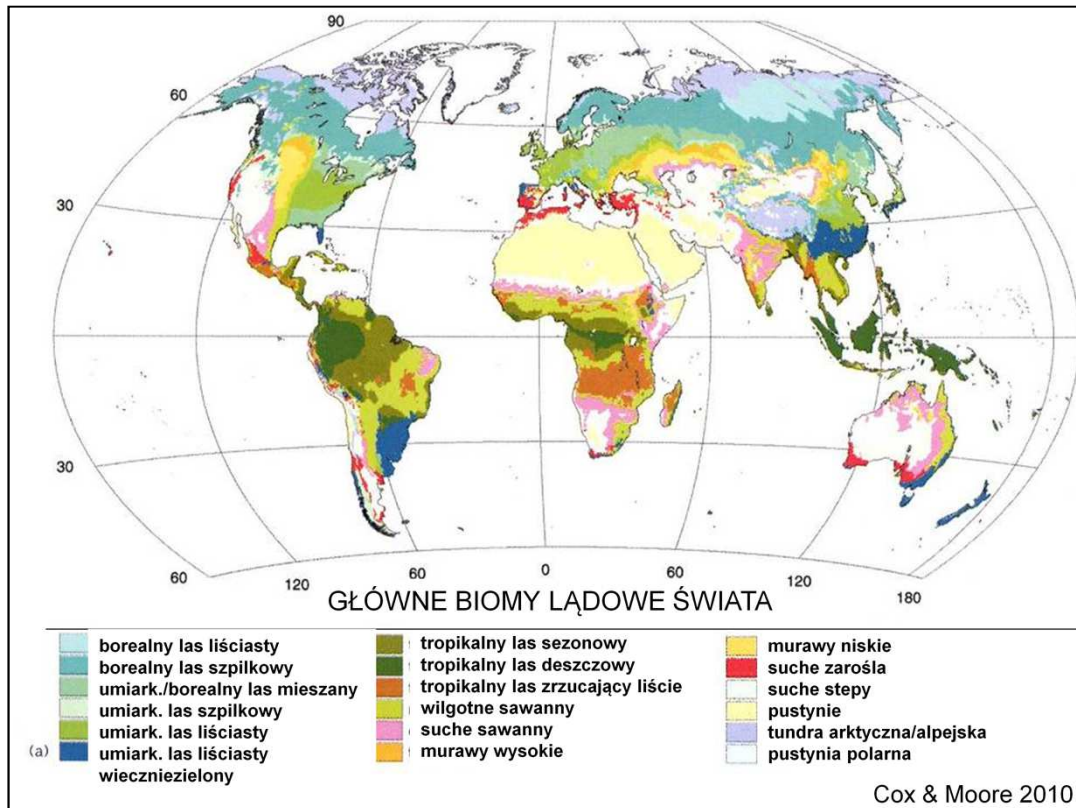
Produkcja pierwotna netto jest ściśle uzależniona od ewapotranspiracji; zatem, te dwa czynniki: temperatura i opady, determinują rodzaj roślinności w danym regionie.



Ścisłość tej determinacji pozwala sporządzić wykres, w którym każdej istniejącej kombinacji średniej rocznej temperatury i sumy opadów odpowiada konkretny typ biotomu. Miejsce w górnym prawym rogu: maksymalne opady, maksymalna temperatura, zajmują tropikalne (równikowe) lasy deszczowe.



Powyższy schemat dość ściśle odpowiada mapie rzeczywistego rozmieszczenia biomów na lądach Ziemi. Tu – najbardziej uogólniona prezentacja (tylko 7 biomów)

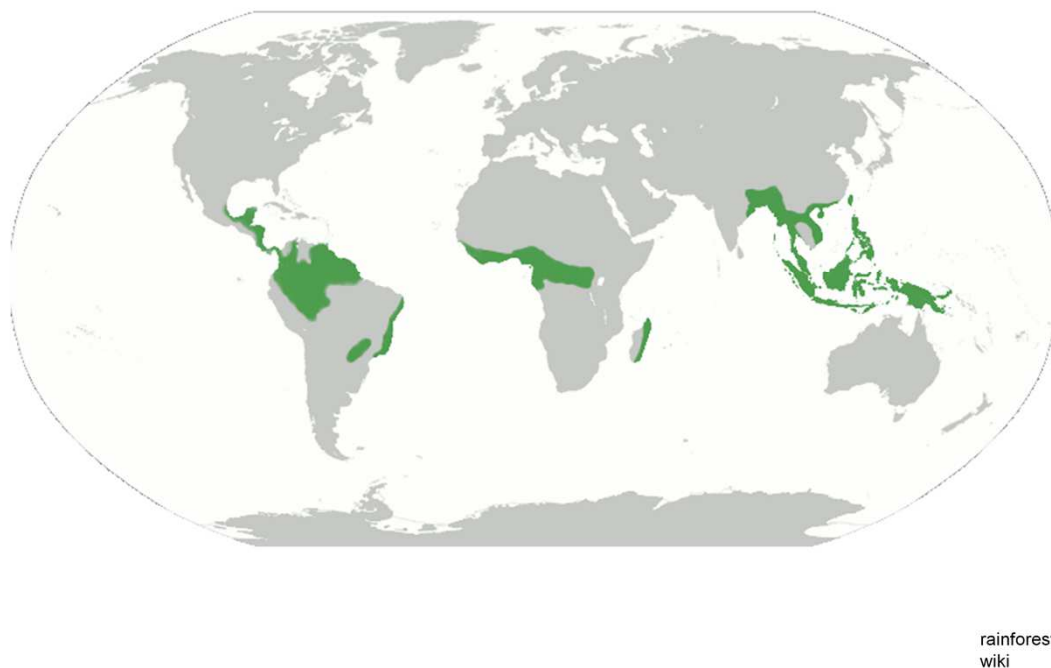


Bardziej drobiazgowy podział, na 17 biomów. Podział jest zawsze nieco arbitralny. W rzeczywistości mamy często do czynienia z wieloma formacjami pośrednimi, co umyka klasyfikacji i nie da się narysować na mapie.

NIZINNY, RÓWNIKOWY
LAS DESZCZOWY

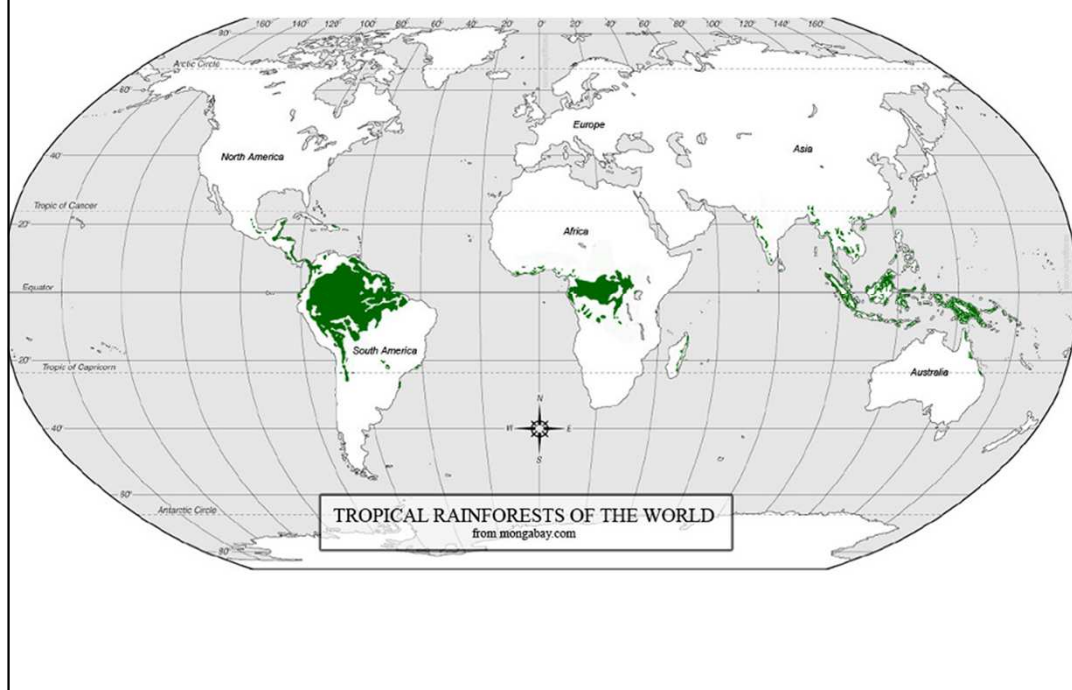


TROPIKALNY LAS DESZCZOWY – ZASIĘG PIERWOTNY



Pierwotny zasięg lasów równikowych jest już obecnie nieaktualny wskutek nadmiernej eksploatacji rzeczywiście rosnące lasy równikowe zajmują fragmenty tego zasięgu.

TROPIKALNY LAS DESZCZOWY – ZASIĘG OBECNY



To jest zasięg obecny, i tak nazbyt optymistyczny, bo wyrąb trwa cały czas.

Mata Atlantica – zasięg pierwotny



„Biomias do Brasil”, 2005

Ważną odmiana lasu deszczowego jest las atlantycki – położony daleko na południe od równika, przy wschodnim wybrzeżu Brazylii, ale zbliżony pod wieloma względami go do typowego lasu równikowego. Był obiektem fascynacji Karola Darwina.

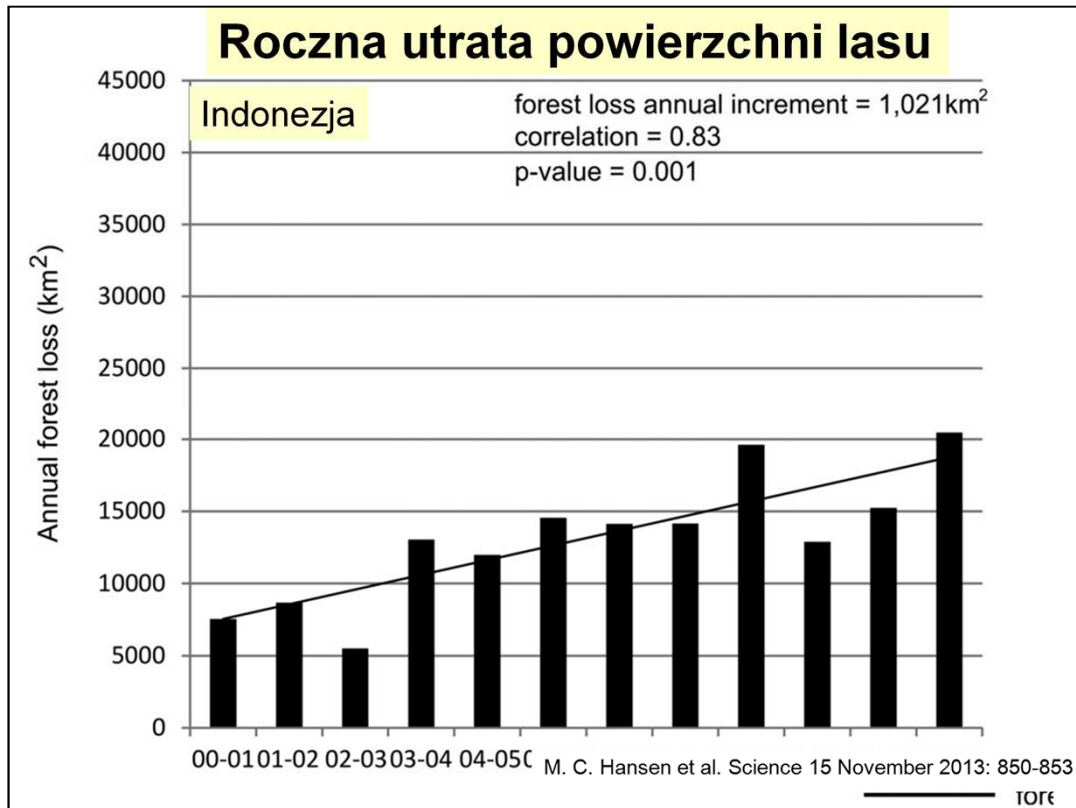


Fig. 3 Annual forest loss totals for Brazil and Indonesia from 2000 to 2012. The forest loss annual increment is the slope of the estimated trend line of change in annual forest loss.

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

W Indonezji zaznacza się wzrost tempa utraty drzewostanu

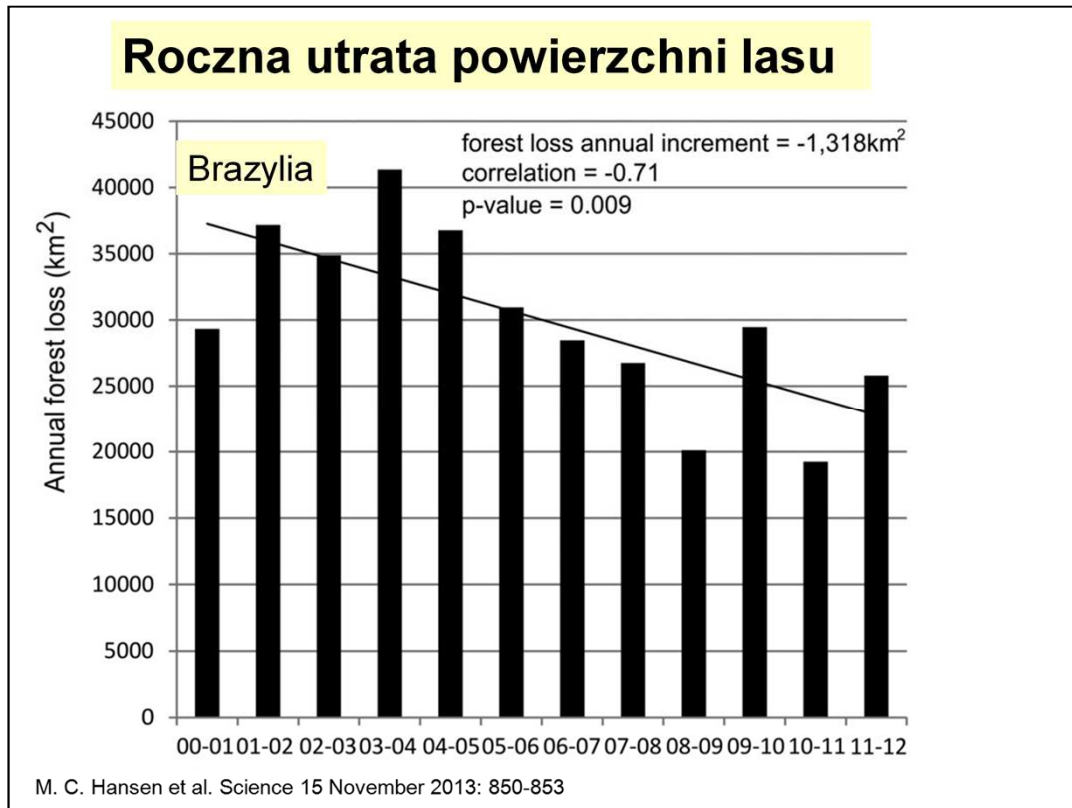


Fig. 3 Annual forest loss totals for Brazil and Indonesia from 2000 to 2012. The forest loss annual increment is the slope of the estimated trend line of change in annual forest loss

High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change

M. C. Hansen et al. Science 15 November 2013: 850-853.

W Brazylii jest tendencja przeciwna: tempo ubywania drzewostanów maleje.



Las deszczowy - Amazonia: postępująca deforestacja
(LANDSAT)



2010



2001



2002



2003



2004



2005



2006



2007



2008



2009



2010



PLANTACJA BANANÓW (WENEZUELA)



OIL PALM PLANTATION IN BORNEO (MALAYSIA)

African oil palm *Elaeis guineensis*



PLANTACJA BANANÓW (WENEZUELA)



PLANTACJA BANANÓW (WENEZUELA)

Banany, produkowane na plantacja we wszystkich krajach tropikalnych, można kupić na całym świecie, w Polsce - każdym prawie wiejskim sklepiku. Świadczy to o wielkości tej produkcji na eksport. Plantacje zajmują miejsce wilgotnych lasów tropikalnych.



PLANTACJA PALMY OLEJOWEJ, WENEZUELA

Jednym z najsilniejszych konkurentów wilgotnych lasów równikowych jest palma olejowa. Jej plantacje wypierają naturalną roślinność w południowo-wschodniej Azji (Indonezja), także w Ameryce południowej.

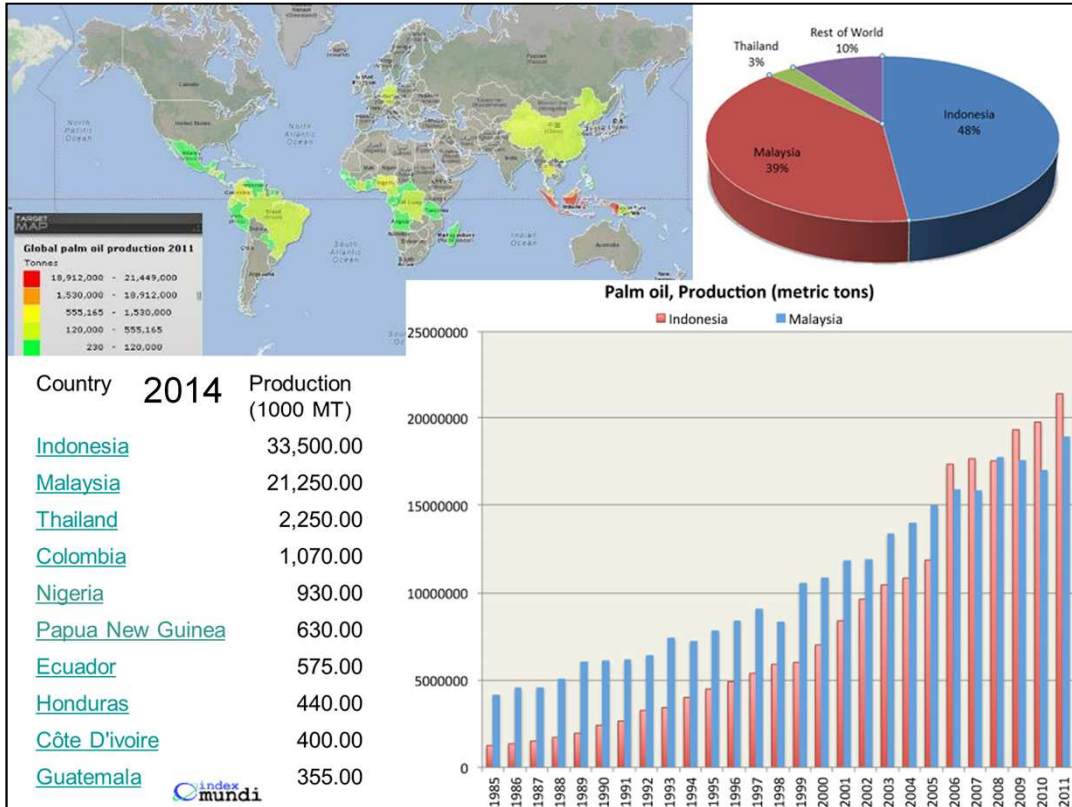


PLANTACJA PALMY OLEJOWEJ, WENEZUELA

Palma olejowa dostarcza poszukiwanego surowca dla chemii, w tym dla chemii gospodarczej i do produkcji kosmetyków. Niektóre popularne także u nas marki manifestują swój związek z plantacjami palmy olejowej – ale olej palmowy jest używany w bardzo wielu produktach.

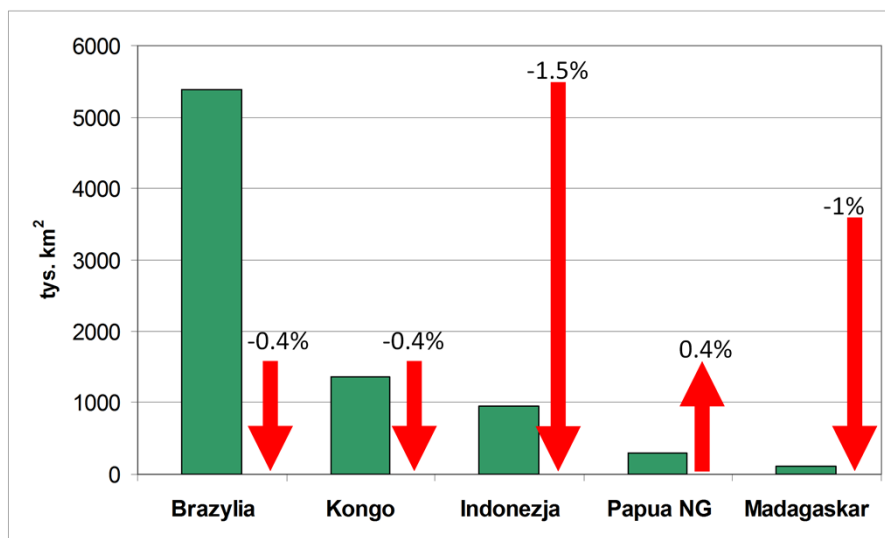






<http://www.indexmundi.com/>

OBSZAR ISTNIEJĄCYCH JESZCZE LASÓW RÓWNIKOWYCH I TEMPO ICH WYCINANIA (% ROCZNIE)



Singh & Sharma, Tropical Ecology 50(1): 7-21, 2009

Obszar zajmowany przez lasy równikowe kurczy się błyskawicznie.



PLANTACJA EUKALIPTUSÓW

Brazylia, Pantanal

BIOM: RÓWNIKOWY LAS DESZCZOWY

Cecha	Wartość	Uwagi
Śr. temp. roczna	20-32°C	amplituda dobową > amp.roczna
Suma opadów	2000-4000 mm	nawet do 10000 mm
Pory roku		brak – słabo zaznaczone
Stan biomasy	18-48 kg/m ²	nadziemna
Produkcja pierwotna	2000 – 3800 g s.m. m ⁻² rok ⁻¹	nadziemna
Producenci	wysokie drzewa	pnącza, epifity, epifile
Roślinożercy	owocożerność	specjalizacja, głównie w koronach
Drapieżne		nadrzewne
Dekompozycja	błyskawiczna; grzyby, bakterie, bezkręgowce	
Gleby	ubogie, laterytowe (ferralitowe, oxisols)	

Parametry klimatyczno-produkcyjne lasów równikowych (uogólnione i uproszczone).

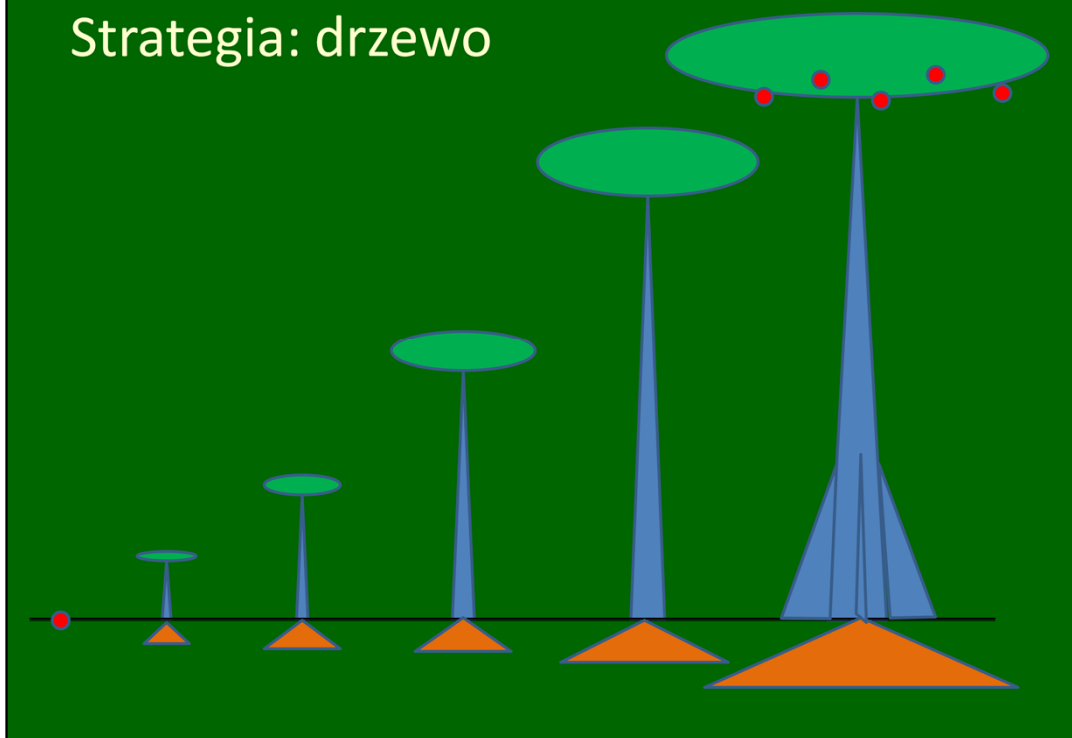
STRATEGIE ADAPTACYJNE W LESIE DESZCZOWYM

- Wysoka produktywność
- Ograniczone zasoby – bardzo ostra konkurencja
 - O światło
 - O pierwiastki odżywcze
 - Bardzo silne inne interakcje
 - Antagonistyczne (drapieżnictwo, „wyścig zbrojeń”)
 - Mutualistyczne

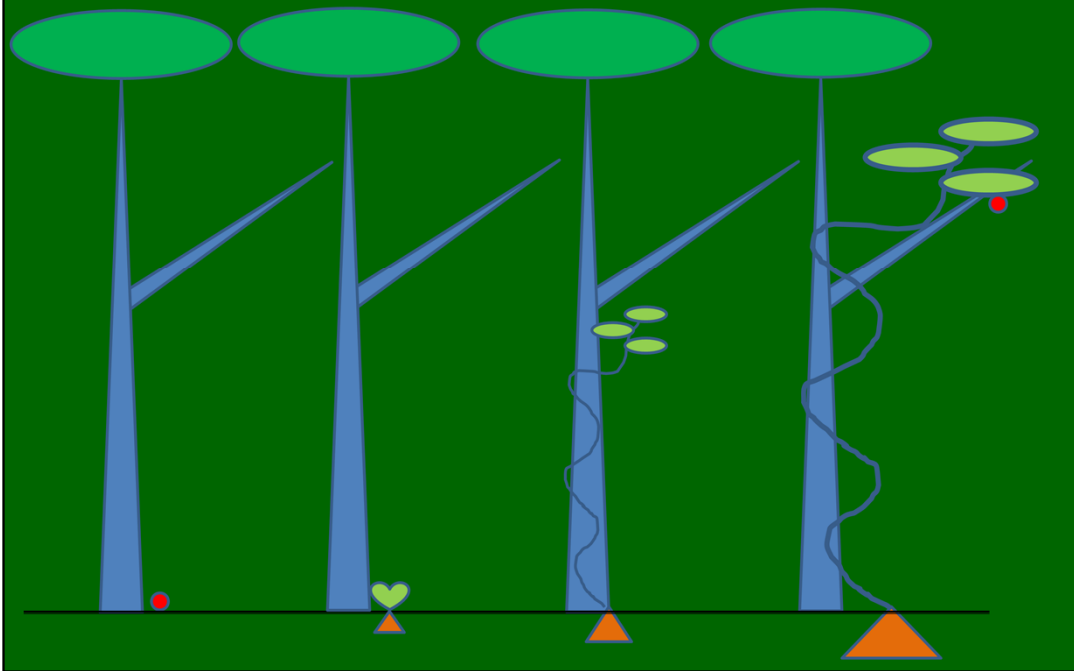


Ekosystem lasu deszczowego odznacza się laterytową glebą i błyskawiczną dekompozycją, tak że warstwa ściółki i gleby jest bardzo cienka.

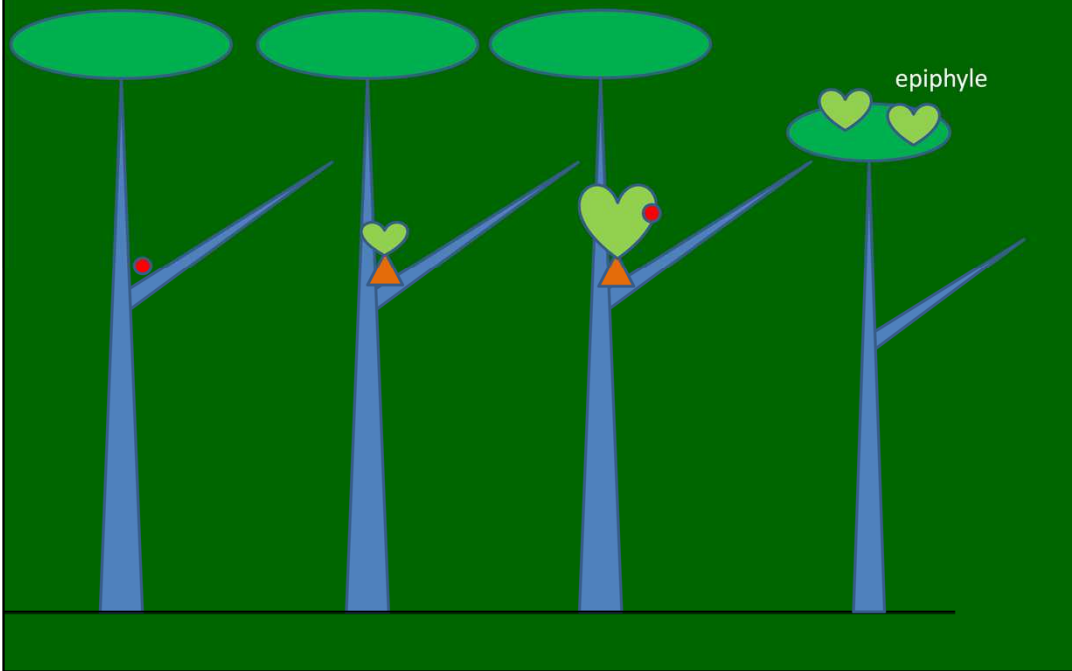
Strategia: drzewo



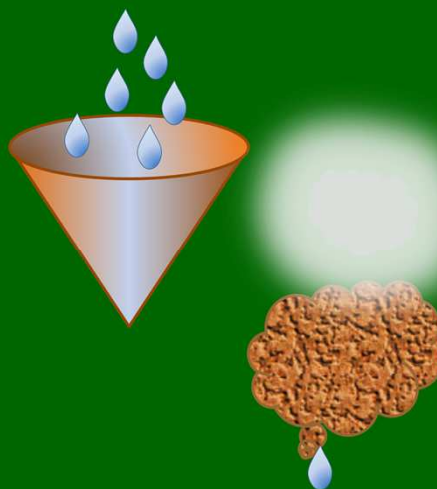
Strategia: pnącze, liana



Strategia: epifit

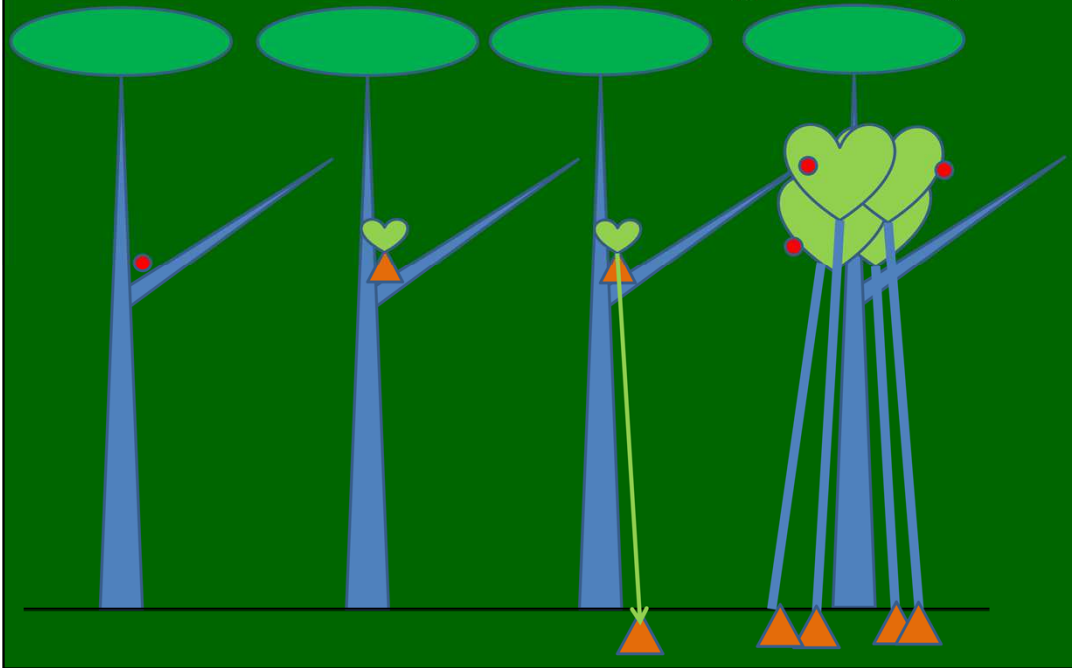


Epifit: lejek albo gąbka

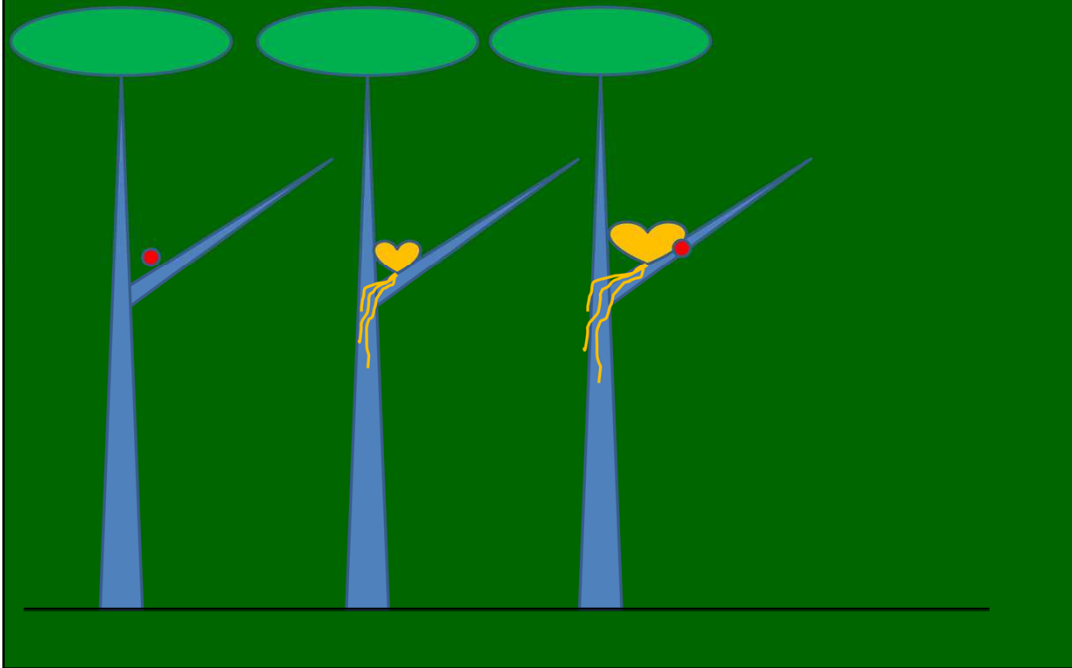


Strategia: hemi-epifit

(„dusiciel”)



Strategia: pasożyt



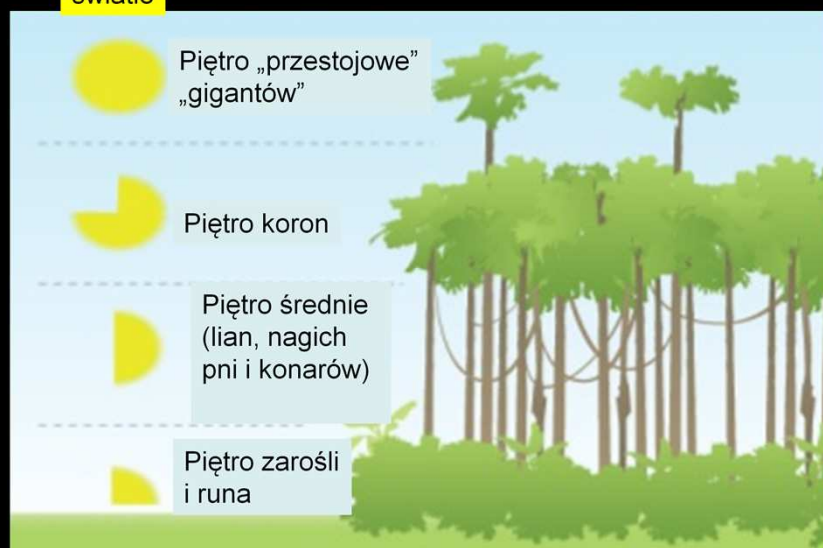
Strategie adaptacyjne autotrofów

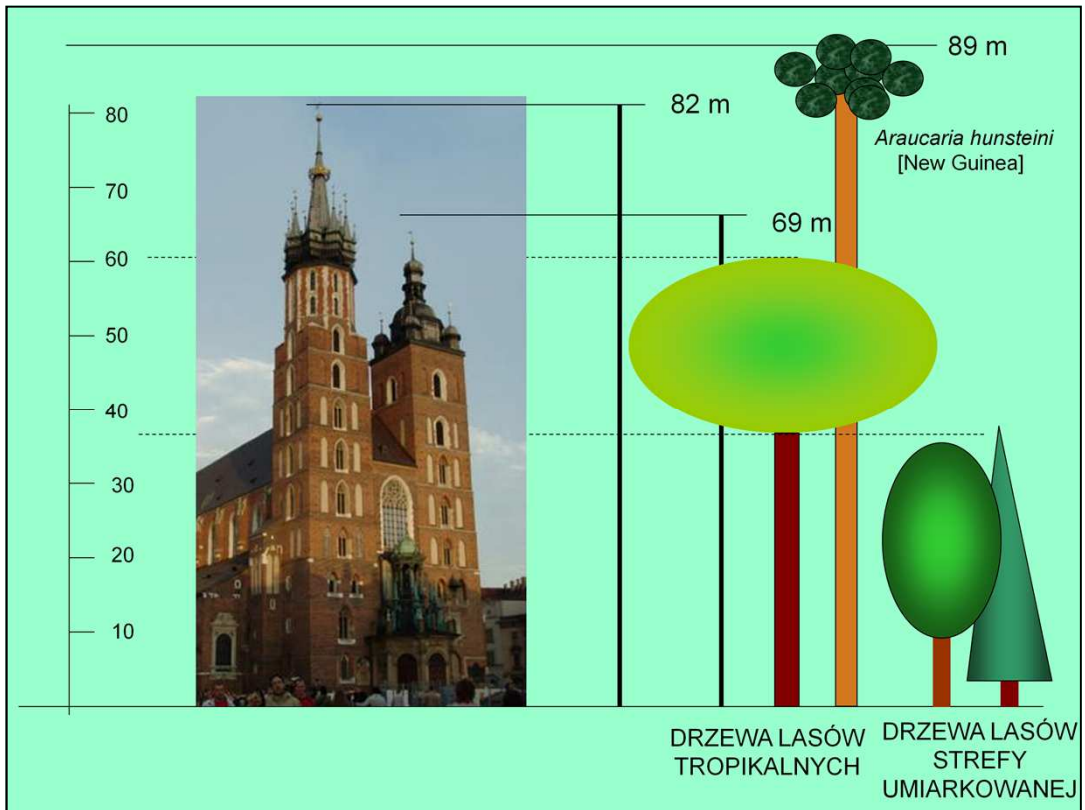
1

- Drzewa lasu deszczowego
 - Z przyporami
 - „Walking trees”
 - Gatunki wczesnosukcesyjne „gaps” (m.in.palmy)
- Zoochoria

PIĘTRA NIZINNEGO RÓWNIKOWEGO LASU DESZCZOWEGO

światło







STRATEGIE DRZEW: KORZENIE SZKARPOWE

(Rancho Grande)

Strategia drzew lasu deszczowego: korzenie szkarpowe; skórzaste, trwałe liście z kapinosem;





© jw

Gyranthera caribensis



© jw

Gyranthera caribensis

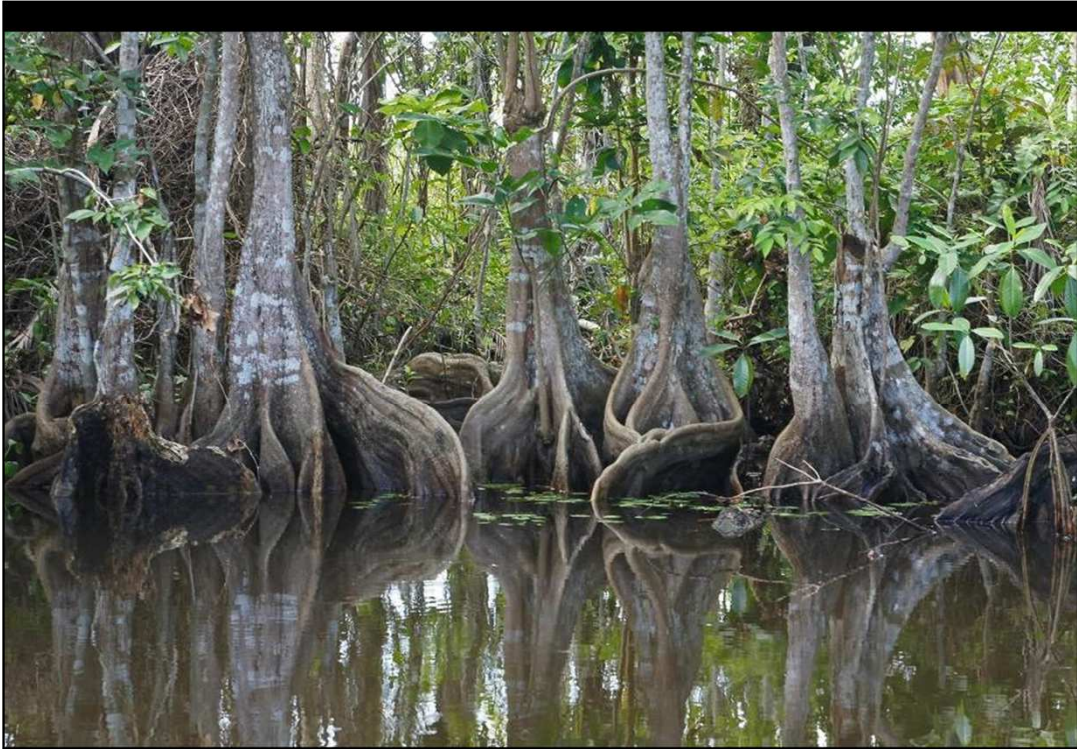


Wiele neotropikalnych gatunków drzew należy do rodziny Malvaceae (Bombacoideae). Ten gatunek zaopatruje nasiona w potężne skrzydłaki



© jw

Gyranthera caribensis



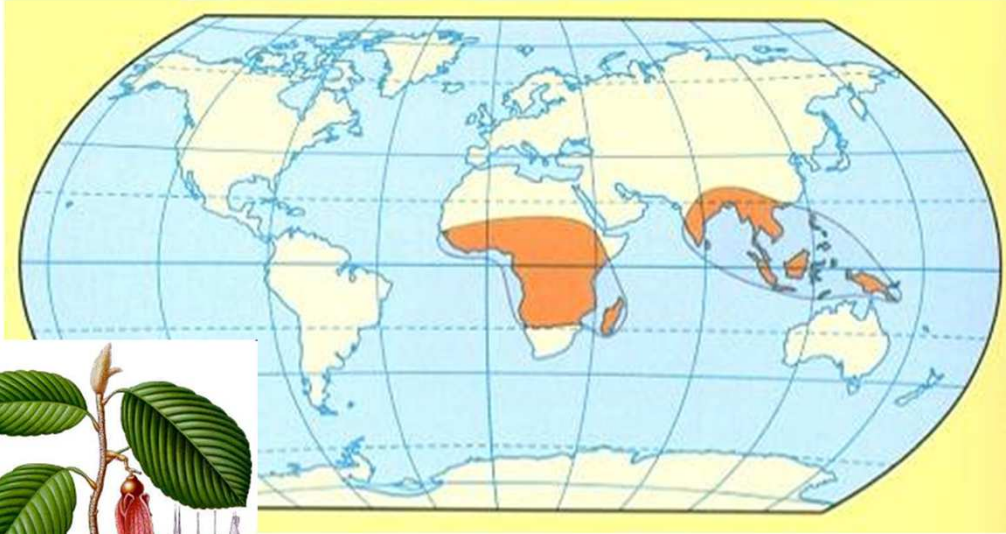
Catatumbo, Venezuela



Kapok *Ceiba* sp.

Catatumbo, Venezuela

Zasięg rodziny Dipterocarpaceae (dwuskrzydłowate)



Ok. 500 gatunków drzew
nizinnych lasów deszczowych

Shorea faguetiana (Borneo) : 88 m

W Afryce i Azji dominującą rodziną drzew leśnych jest Dipterocarpaceae.



© jw



Dipterocarpaceae
Sabah, Borneo, Malaysia

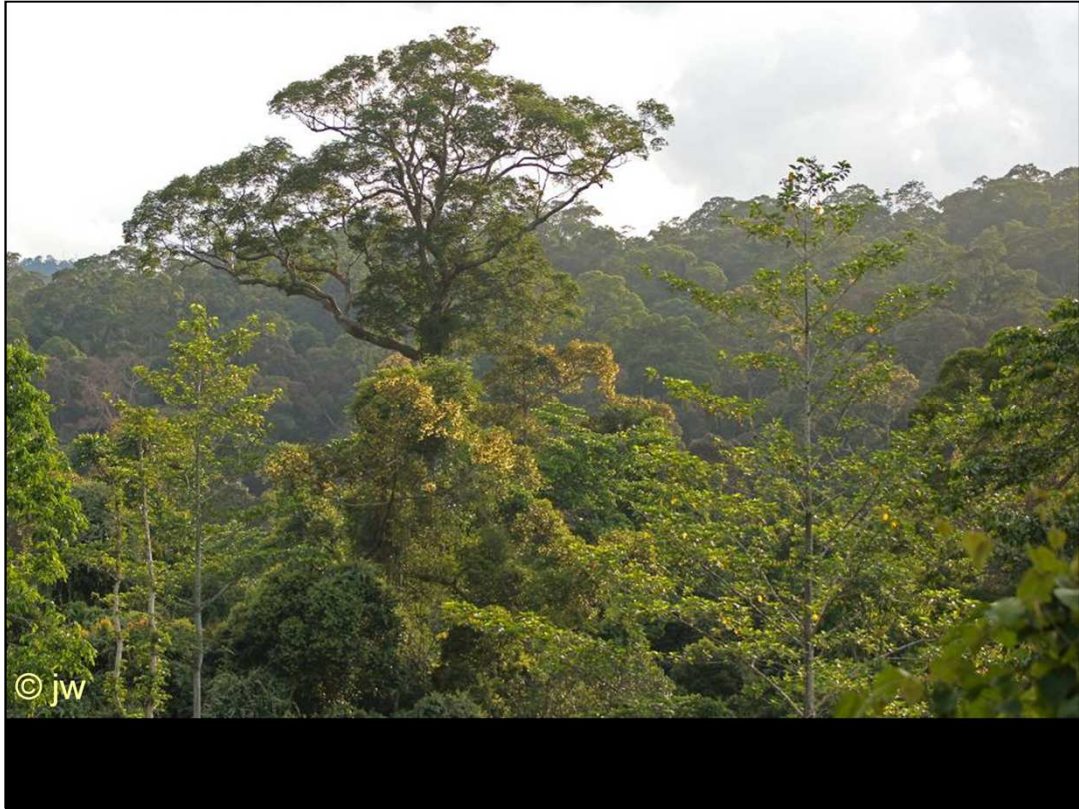
Dipterocarpaceae

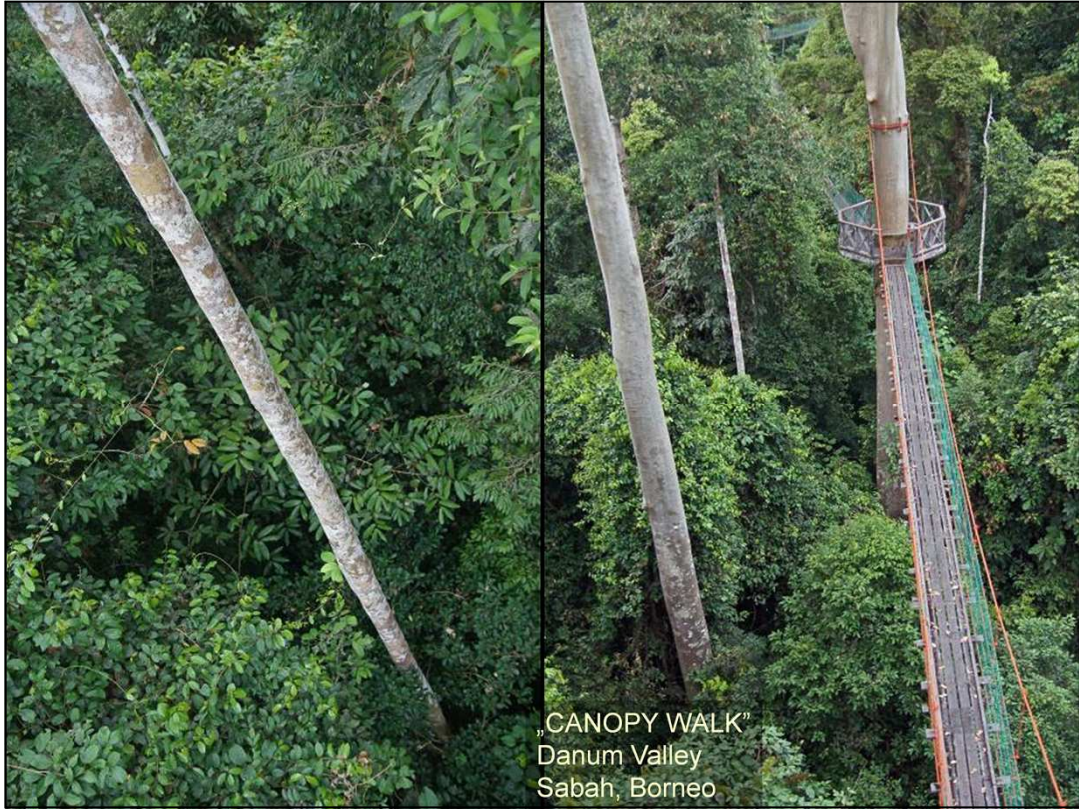




© jw

Dipterocarpaceae







Z góry można zauważyć charakterystyczną cechę drzew lasu deszczowego – rozwiniętą zdolność do pobierania pierwiastków odżywczych nie tylko przez korzenie, ale również przez liście. Są gatunki, które w koronie tworzą pułapkę na przenoszone przez powietrze biekty – liście drzew, pył, itd., z których powstaje ściółka, dekomponująca się i uwalniająca substancje odżywcze.



STRATEGIE DRZEW: KORZENIE PODPOROWE („WALKING TREES”)

Rancho Grande

Obok korzeni przyporowych, typowym pokrojem są korzenie podporowe; drzewo (palma) wygląda jak na szczudłach; wydawałoby się, że wypuszczając korzenie z jednej strony drzewo mogłoby się przemieszczać. To jednak nieprawda.



Wiele gatunków ma kolczaste pnie, jak ta wczesnosukcesyjna palma macanilla z Wenezueli.

Np. w Corcovado-Kostaryka – kolce zapobiegają wspinaniu się na drzewa przez gryzonie („szczury”), które w koronach żerują na niedojrzałych owocach (małpy tego nie robią, wolą dojrzałe).



Inne kolczaste pnie – drzewo kapokowe (*Ceiba* sp.)



Paproć drzewiasta
Cyathea sp.

(Caracas, IVIC)

Typowe dla lasów deszczowych, zwłaszcza w położeniach górskich (lasy mgłowe) są paprocie drzewiaste, o pokroju niewielkich palm.



PAPROĆ DRZEWIASTA; LAS GÓRSKI, ANDY, WENEZUELA



Przymierze obronne z mrówkami; większość „kolonistów” rozsiewana przez ptaki i nietoperze. Ważne drzewo, rozmaite użytkowanie. Owoce – snake fingers – Indianie dawali psom pogryzionym przez jadowite węże. Bardzo charakterystyczna dla całej tropikalnej Ameryki. Liście [podobno preferowane przez leniwce].



Cecropia sp. (Urticaceae). Wenezuela

Cecropia jest typowym gatunkiem wczesnosukcesyjnym.

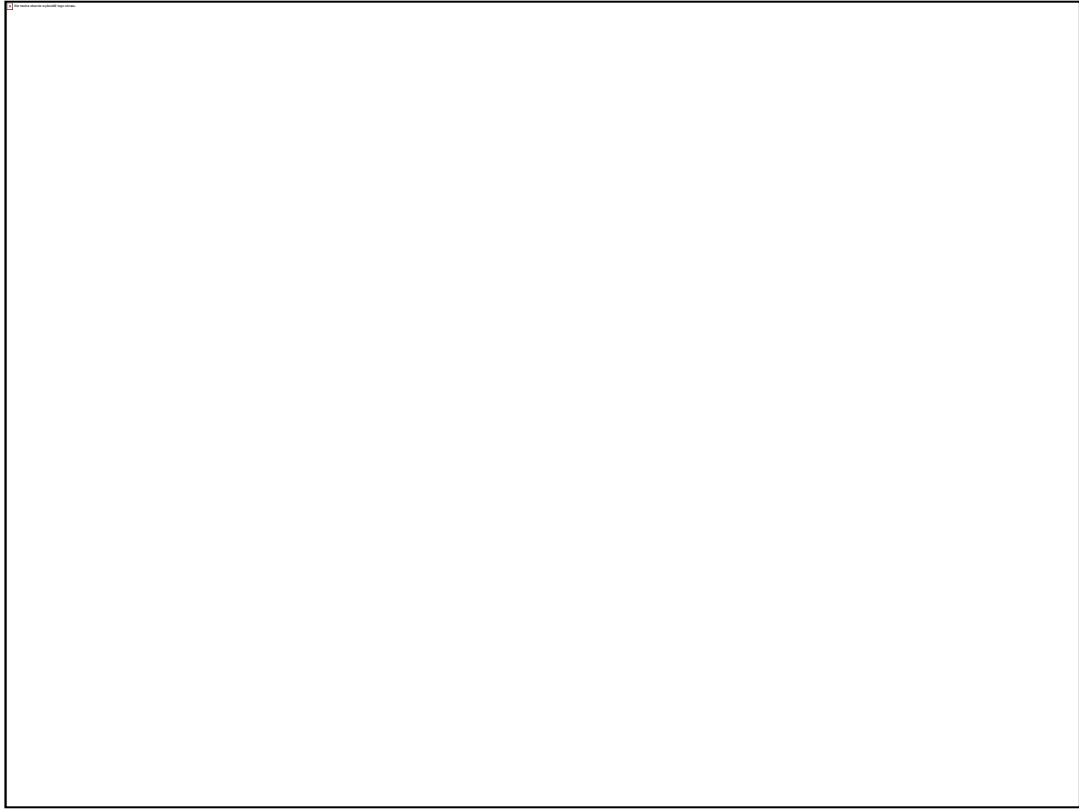
Musanga cecropioides (Moraceae),
Afryka Zachodnia (Kongo)

drzewo wczesnosukcesyjne, jak
Cecropia

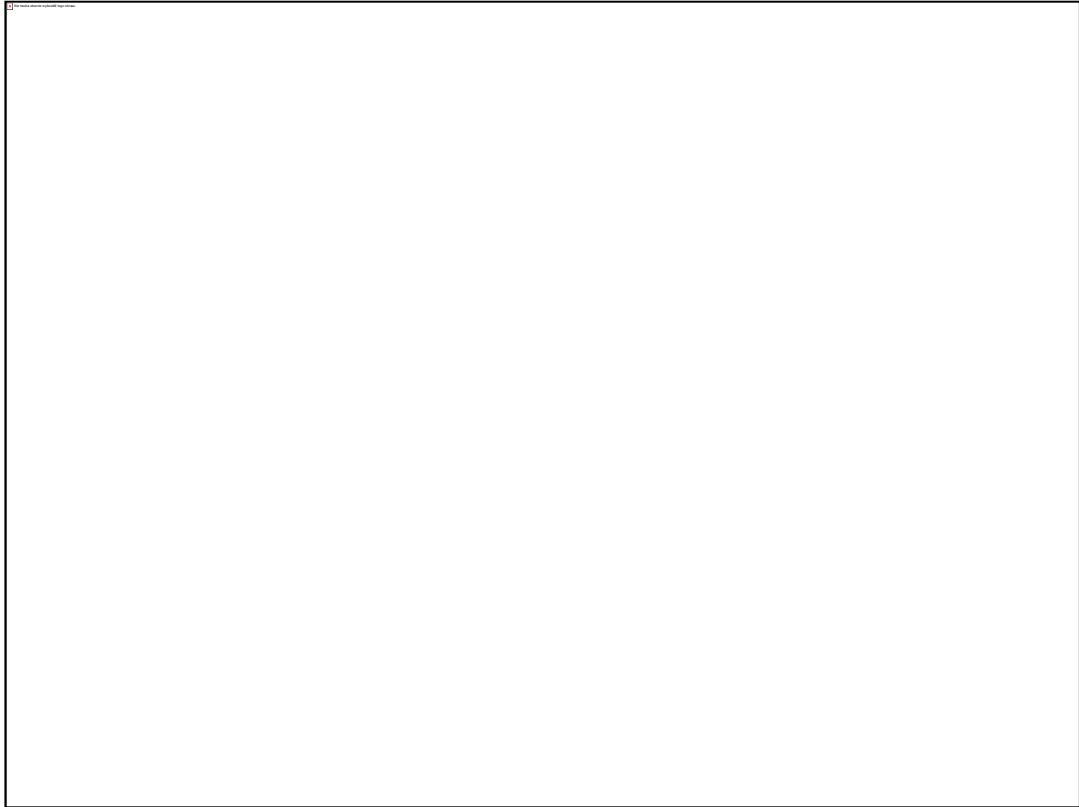


„drzewo parasolowe”

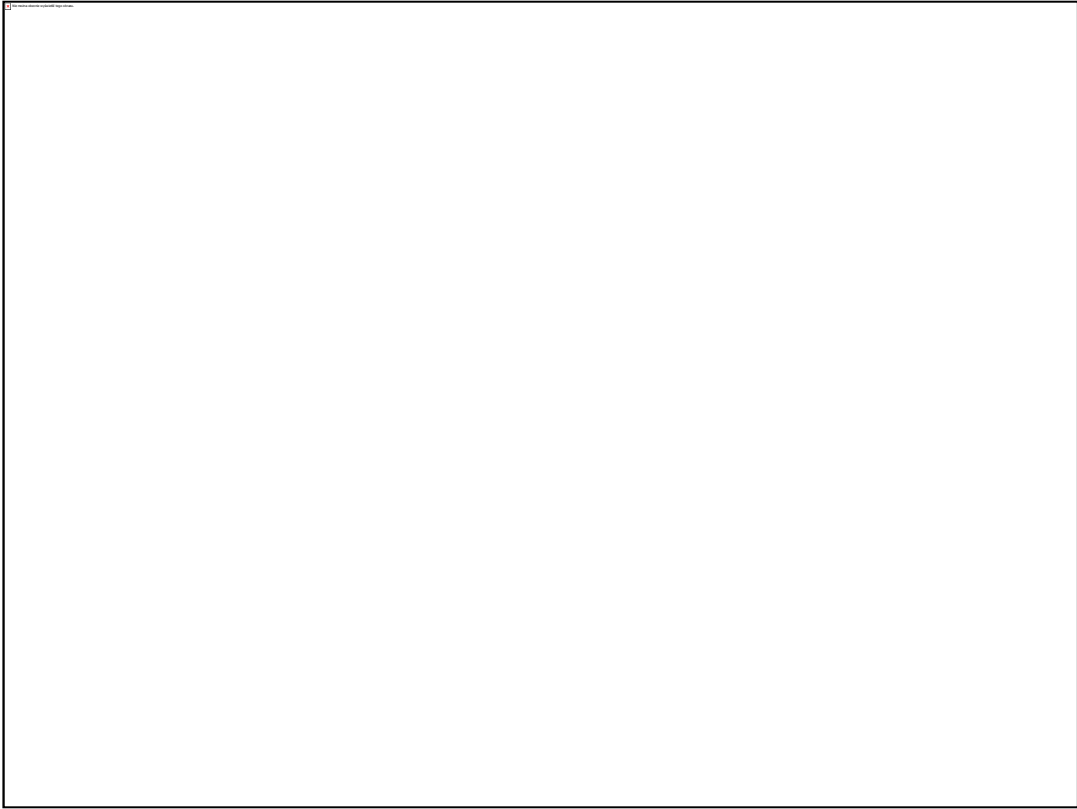
LUKI
(„Forest gaps”)

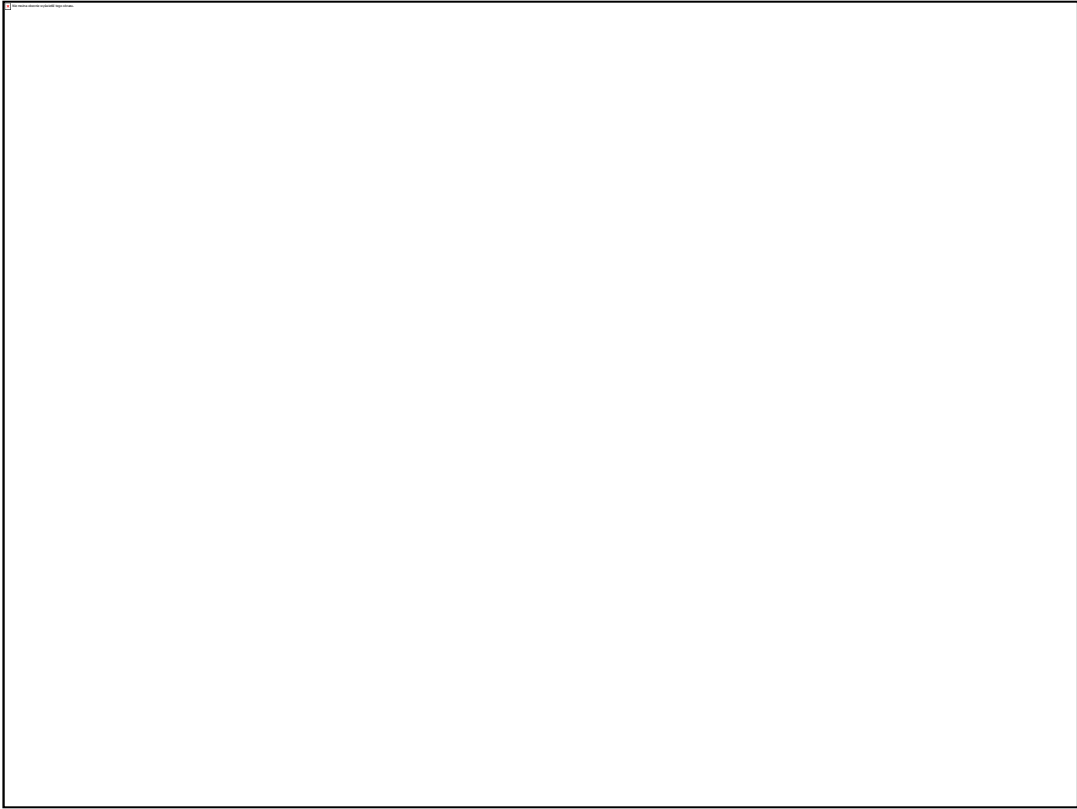


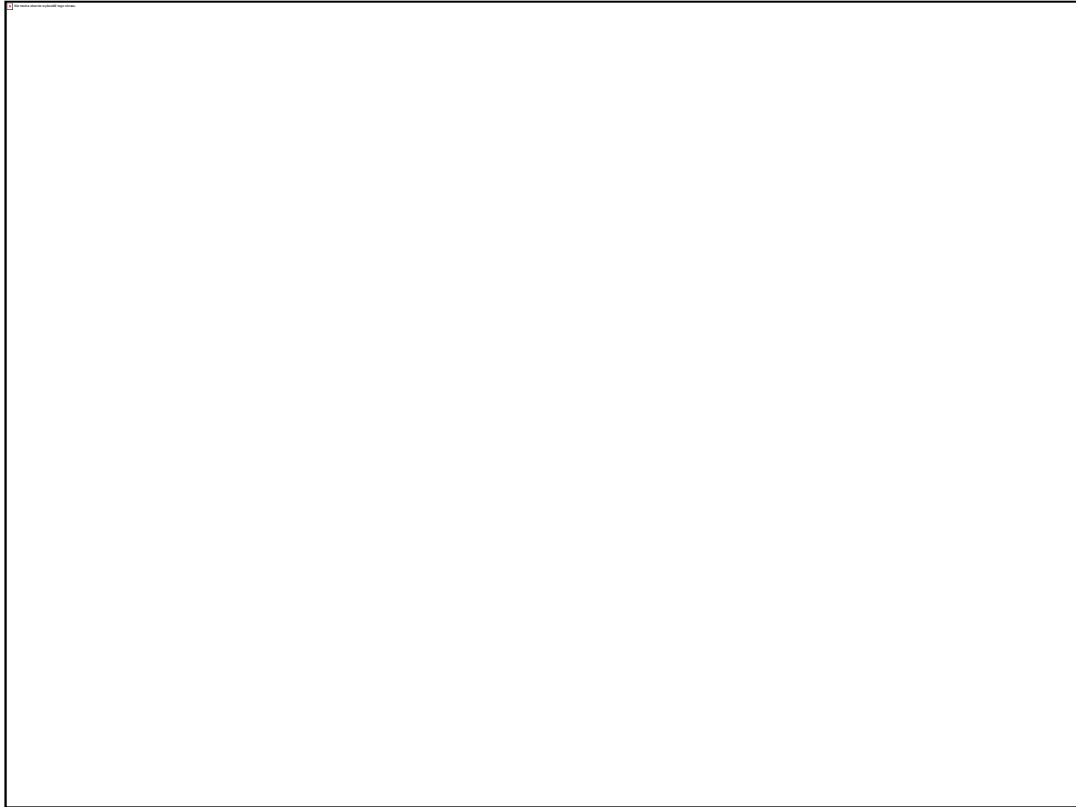
Tu – niziny las deszczowy na Borneo.



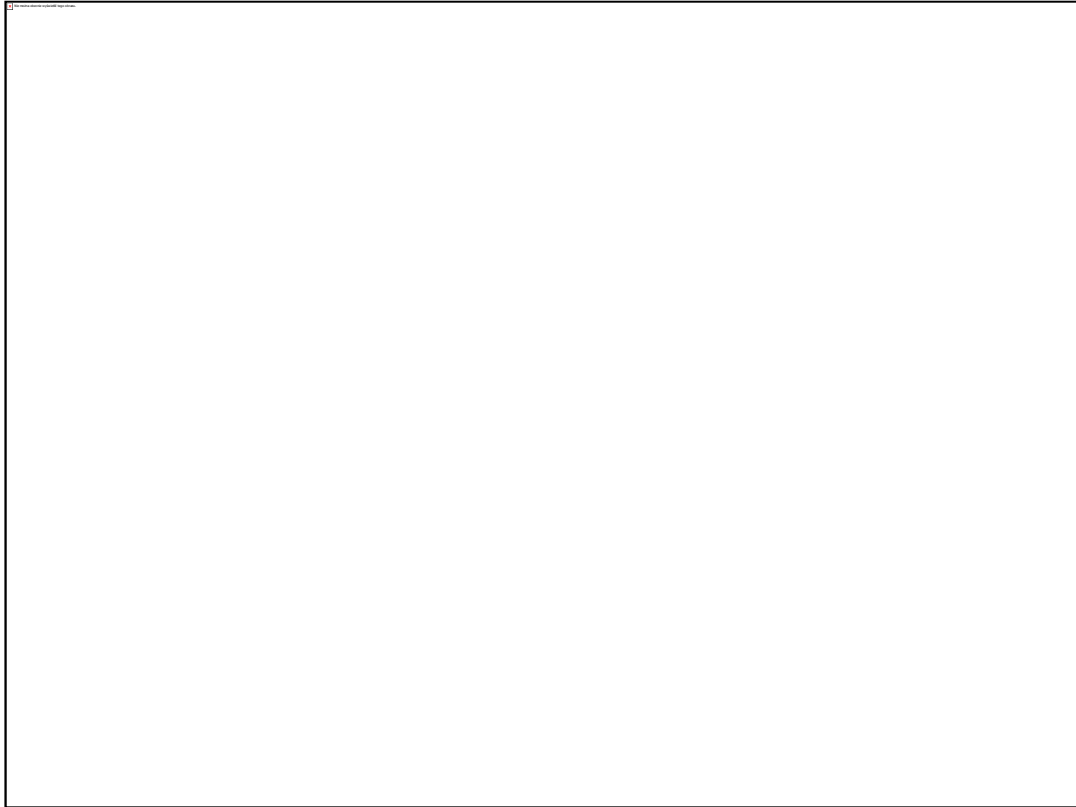
Tu takže







Naturalne ekosystemy nie są stałe (stabilne), podlegają przypadkowym fluktuacjom i cyklicznym zmianom. Normalne jest to, że w lesie następują gradacje owadów, wskutek których wypada część drzew, otwierają się przestrzenie zajmowane potem przez sukcesje różnych gatunków roślin. Temat dobrze zbadany w lasach tropikalnych, gdzie owe „gaps” powstające po przewróceniu olbrzymich drzew są warunkiem utrzymania wysokiej różnorodności; dynamika lasów tropikalnych jest we wszystkich podręcznikach, bo tam badacze zdążyli dokonać obserwacji. Są też dane o lasach tajgowych. W Europie – mało takich badań, bo kiedy powstała nowoczesna nauka, lasów, które nie byłyby przez człowieka kontrolowane już w praktyce nie było.

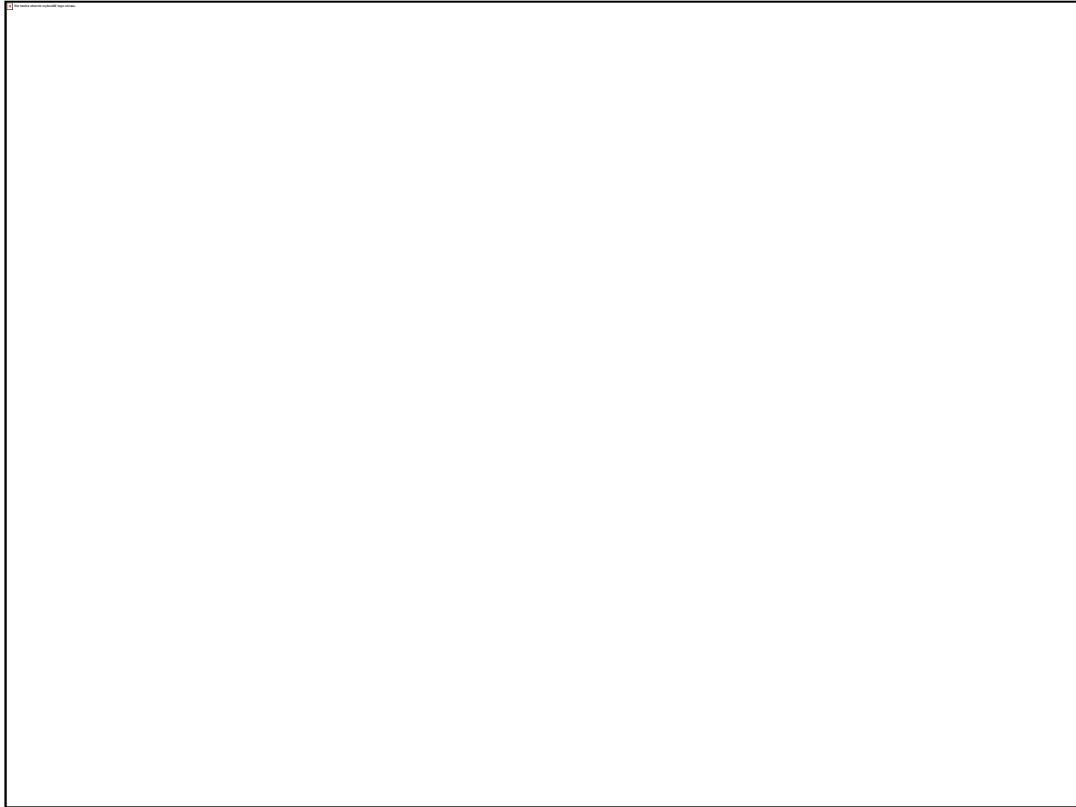


Charakterystyczną cechą ekosystemów leśnych jest mozaikowa struktura: w miejscach, gdzie padły ogromne drzewa (ze starości, wskutek wichrów albo gradacji wyspecjalizowanych owadów) powstaje otwarta przestrzeń, dobrze naświetlona, z dużym zapasem martwej biomasy, którą wkrótce zasiedlają liczne wyspecjalizowane gatunki destruentów, a także roślin korzystających z dostępu do światła. Paradoksalnie, zjawisko to bardzo dobrze znamy z badań w tropikach, albo w tajdze – bo tam nowoczesna nauka zastała jeszcze naturalnie funkcjonujące ekosystemy. W Europie lasy wycięto lub zagospodarowano na długo przed powstaniem nowoczesnej nauki.

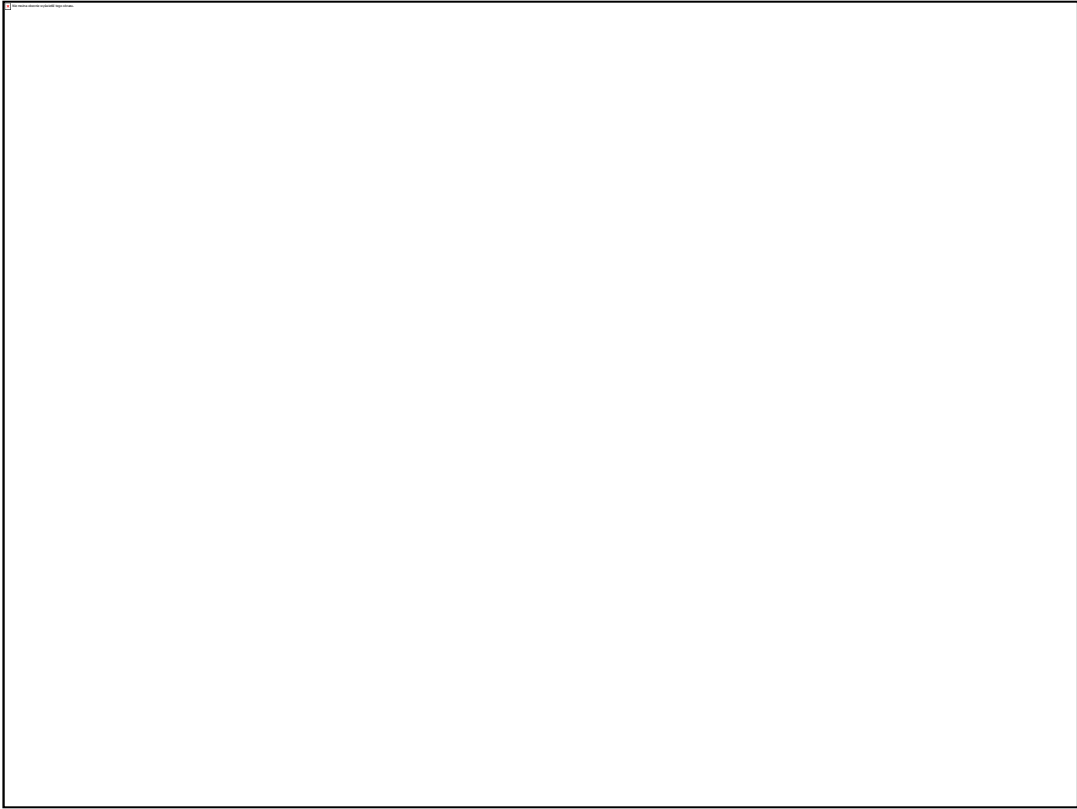
Strategie adaptacyjne roślin tropikalnych 2 PNAĆZA

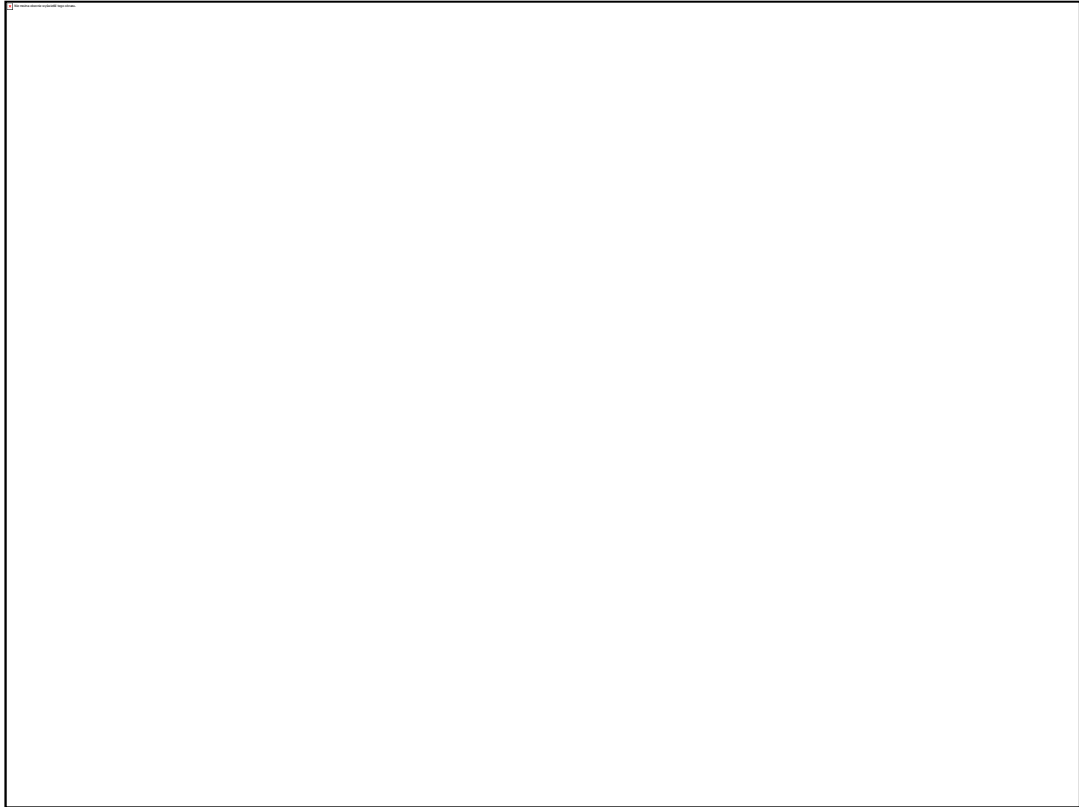
- Liany (skototropizm)
- Liany-dusiciele (*Ficus* sp.)
- Pnącza wczesnosukcesyjne (*Passiflora*)

Czynnikiem kształtującym strategie roślin lasu deszczowego jest konkurencja o światło.

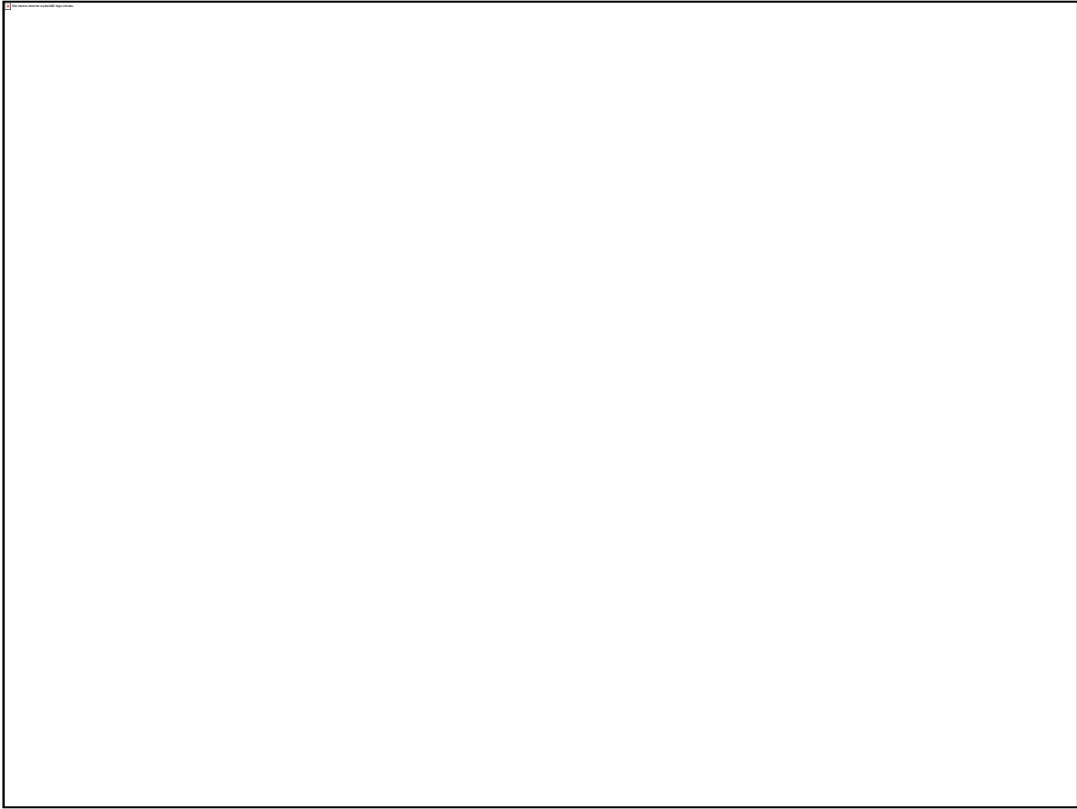


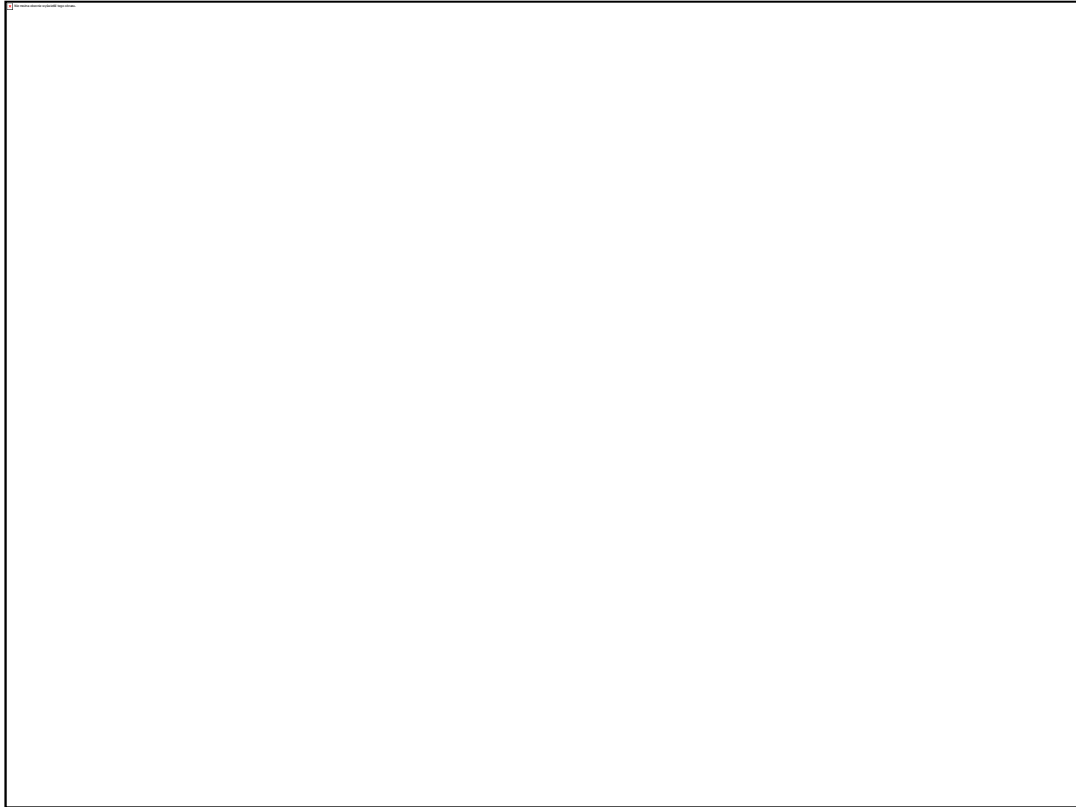
Liany wyrastają z nasion, które spadły na ziemię. Rosną od dołu do góry, wspinając się po pniu innych drzew, kiedy już mają dość światła rozrastają się, tworząc nieraz potężniejsze, wsparte na innych drzewach.



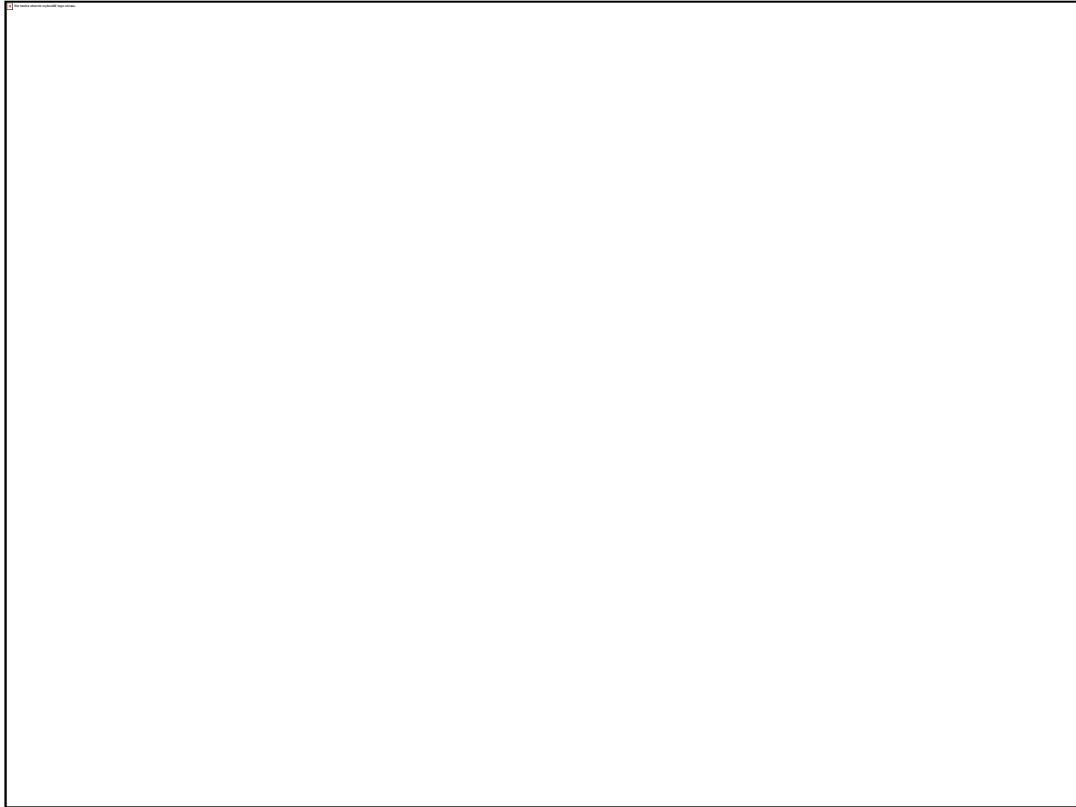


Pnącza w rodzaju *Passiflora* czy *Vanilla* również wspinają się po pniach, ale nie rozrastają się od takich rozmiarów jak liany.

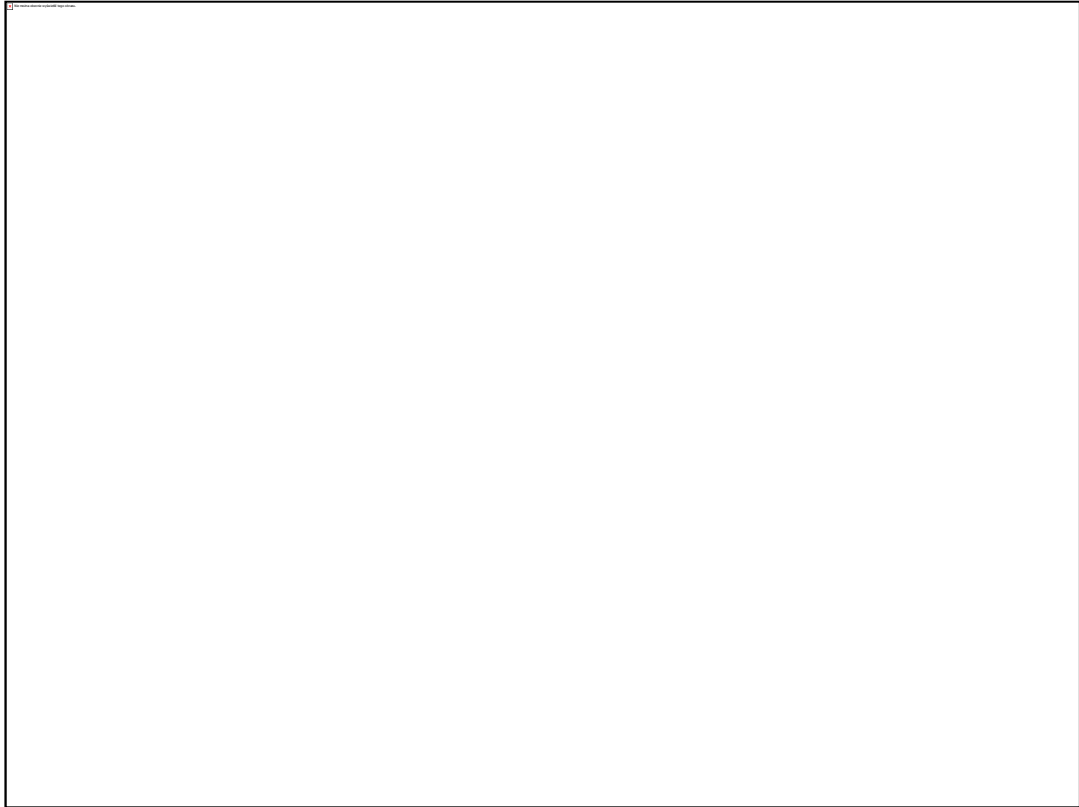




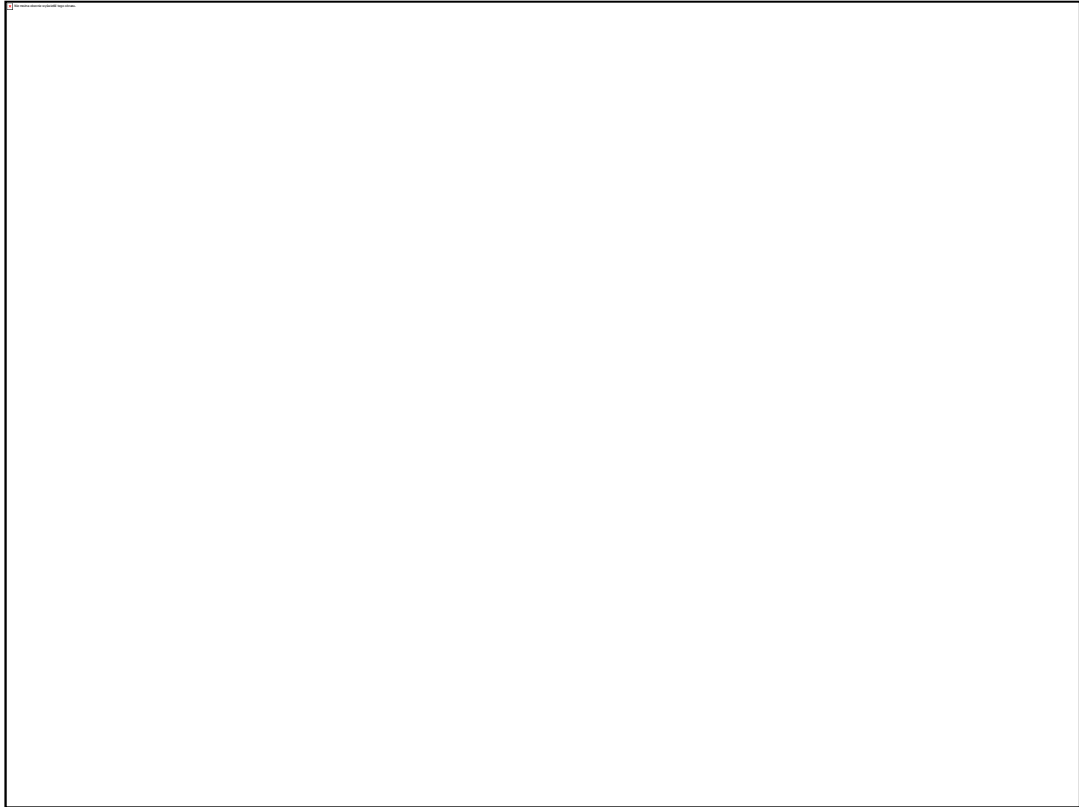
Strategia figusów jest odwrotna – wyrastają z nasion, które wykiełkowały na dużej wysokości i spuszczają długie korzenie, aby móc pobierać wodę i pierwiastki odżywcze z gleby.



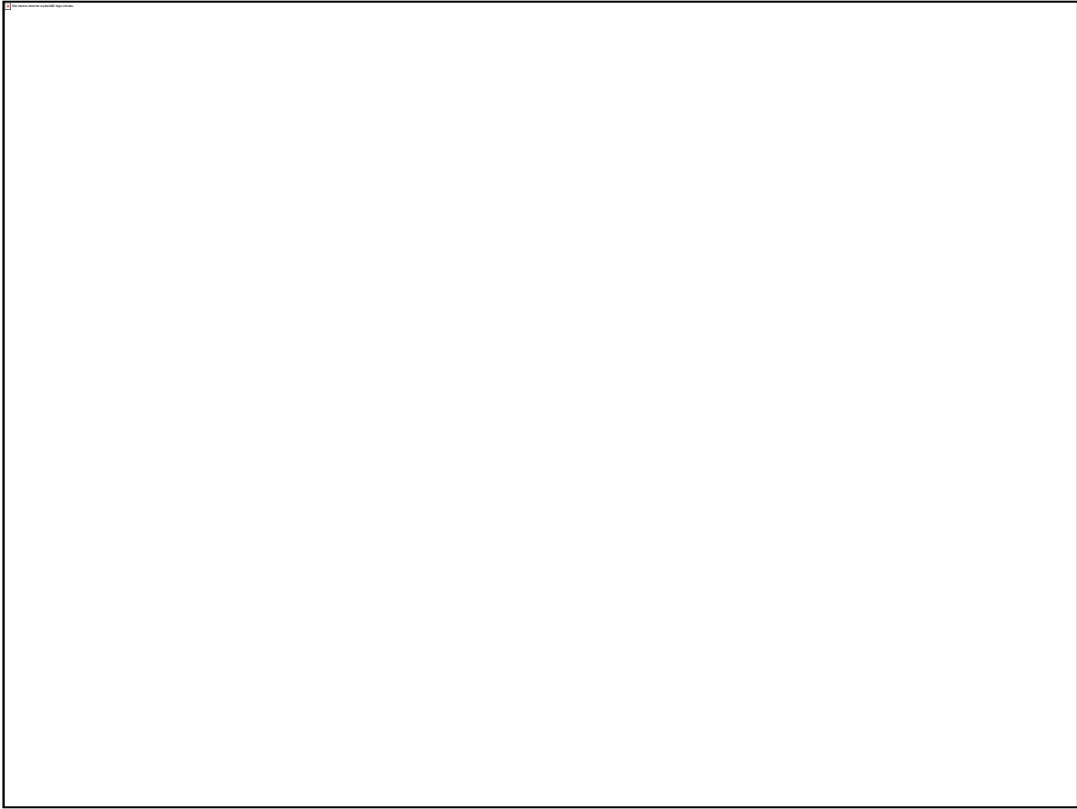
Figa – syconium – „owocostan rzekomy” – przekształcona łodyga z wieloma kwiatami w środku. Przez otwór (ostiole) wciskają się wyspecjalizowane osy (samice), tracą przy tym skrzydła; wtedy zapylają dojrzałe kwiaty żeńskie, do niektórych składają jaja, z nich tworzą się galasy. Osy giną, z zapłodnionych kwiatów powstają nasiona, i wylęgają się bezskrzydłe samce, kopulują z samicami jeszcze w galasach, po czym się wygryzają z syconium. Potem wylęgają się samice (z galasów), zbierają pyłek z kwiatów męskich, które dojrzewają z opóźnieniem, i wylatują (potem zapładniają inne figi). Tymczasem z zapłodnionych kwiatów powstają owoce, a wewnątrz figi wypełnia się treścią, pełną owoców (figa jest zbiornikiem pełnym kompletnych owoców). I taki „owoc” zostaje zjedzony i dalej – historia figowca dusiciela.

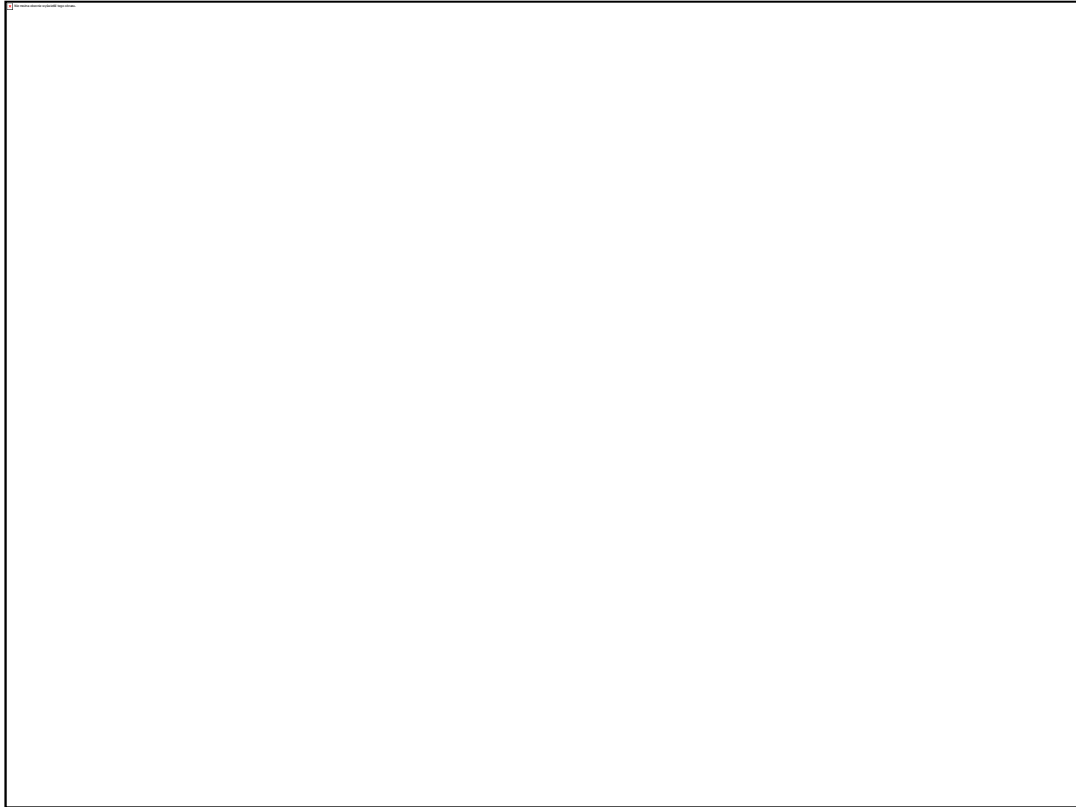


Korzenie figusów oplatają szczelnie drzewo, w koronie którego wykiełkowały.

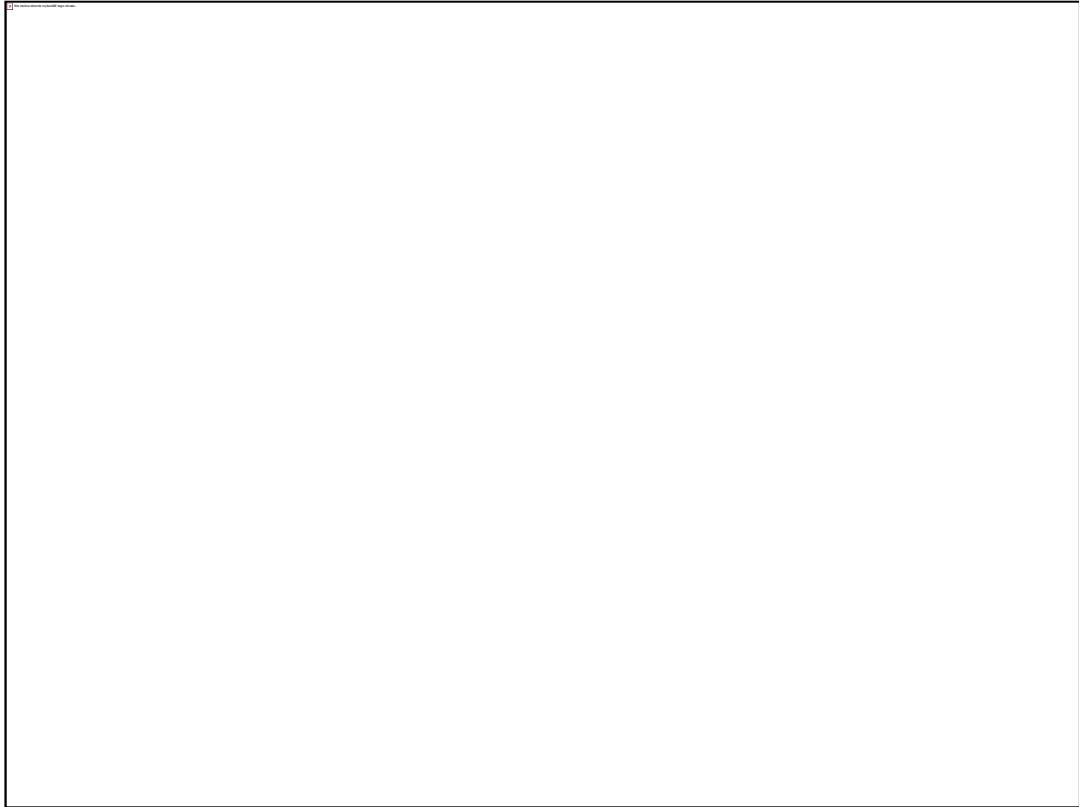


Ostatecznie, zrastające się korzenie figusa tworzą potężny, szczelny pień, w którym drzewo podporowe w końcu ginie.

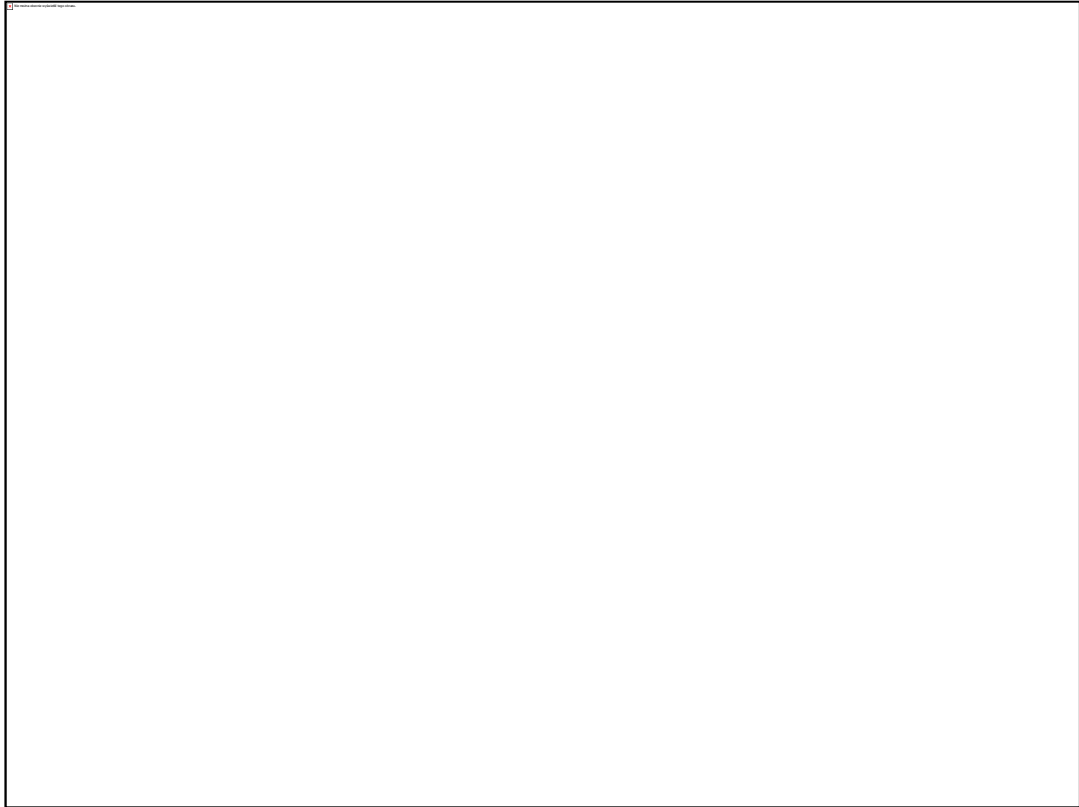




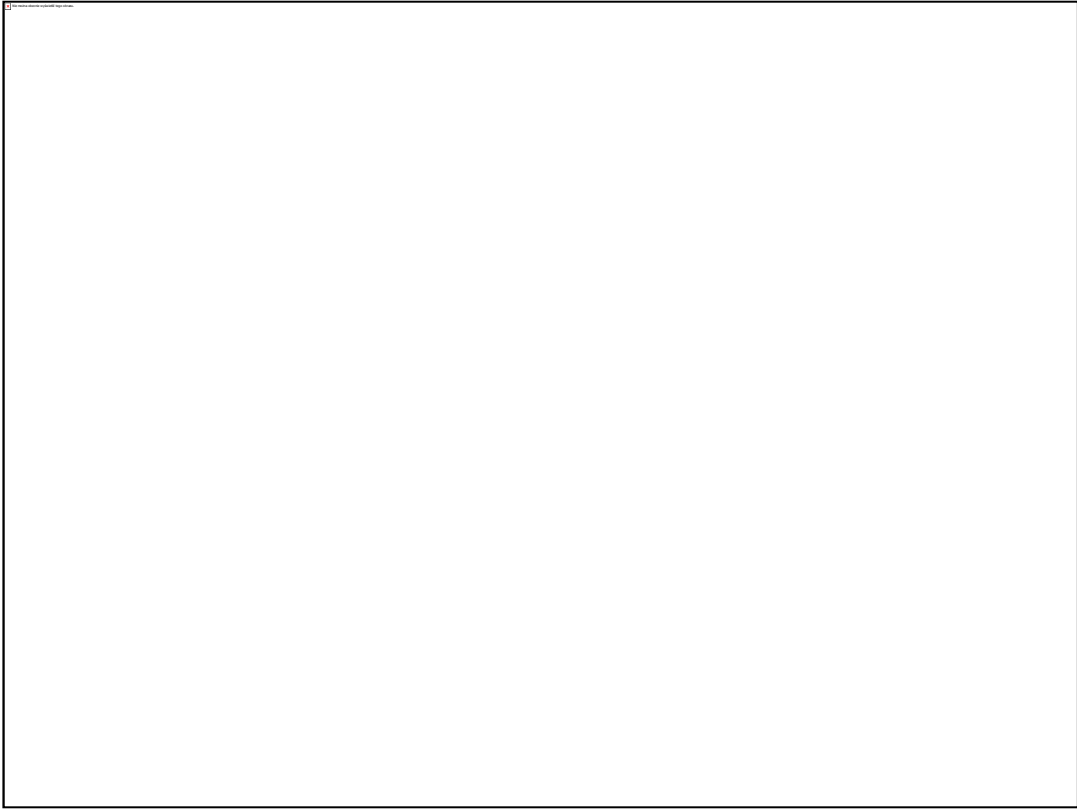
W konkurencji o światło jedna ze strategii jest całkowite uwolnienie się od pobierania wody i pierwiastków odżywczych z gleby. Epifity wyrastają na wysokich podporach (innych roślinach) i korzystają tylko z wody deszczowej, pasożyty – czerpią z innych roślin. Epifity z rodz. Bromeliaceae) wyrastające i kwitnące na liniach elektrycznych dowodzą, że wszystkie potrzebne materiały czerpią z wody deszczowej i z powietrza.

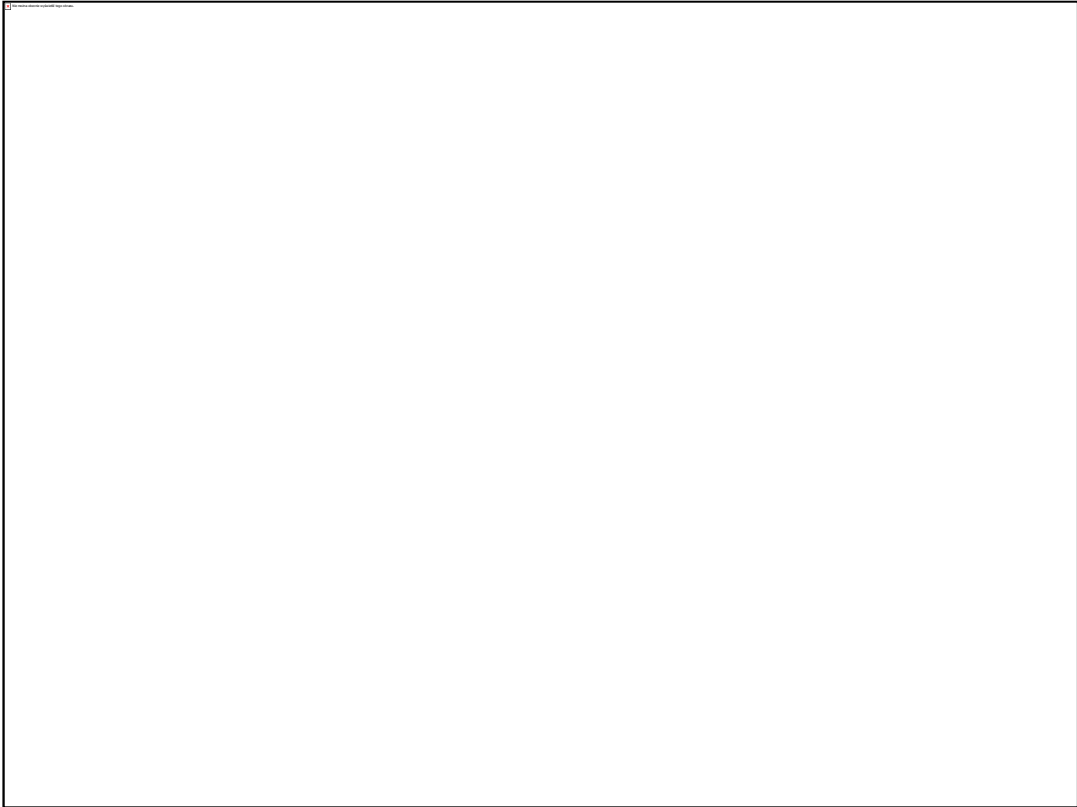


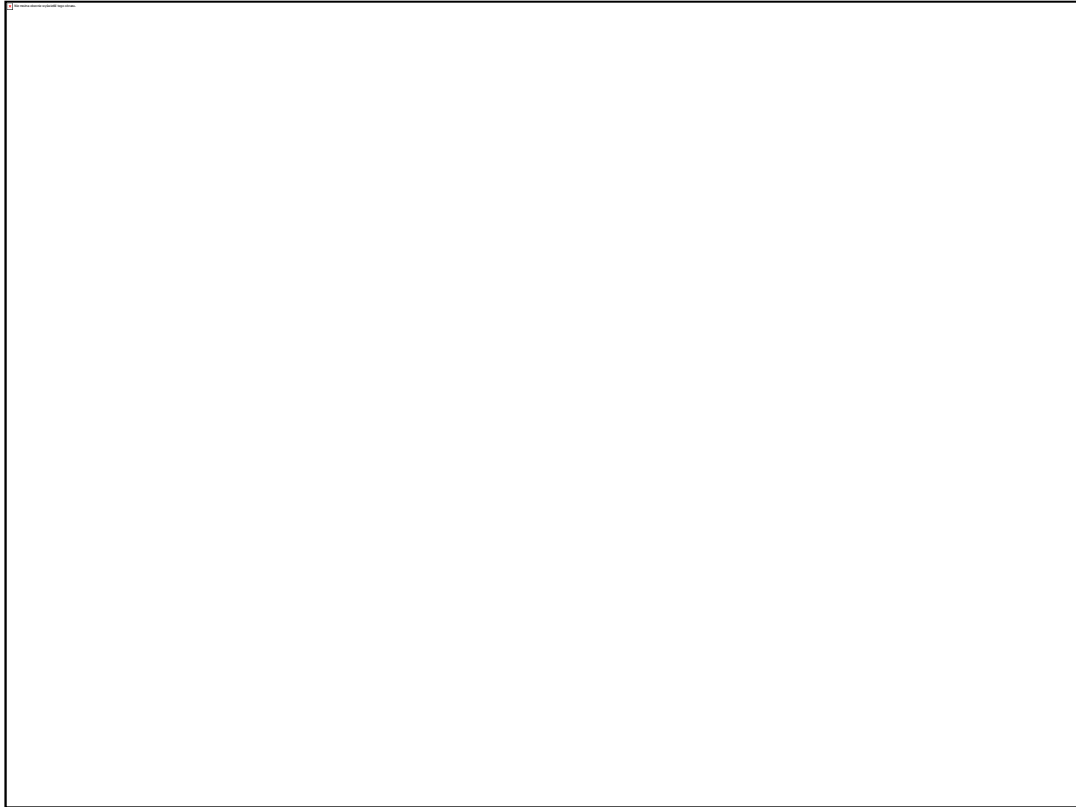
W neotropikalnych lasach deszczowych typowymi epifitami są gatunki ananasowatych (Bromeliaceae)



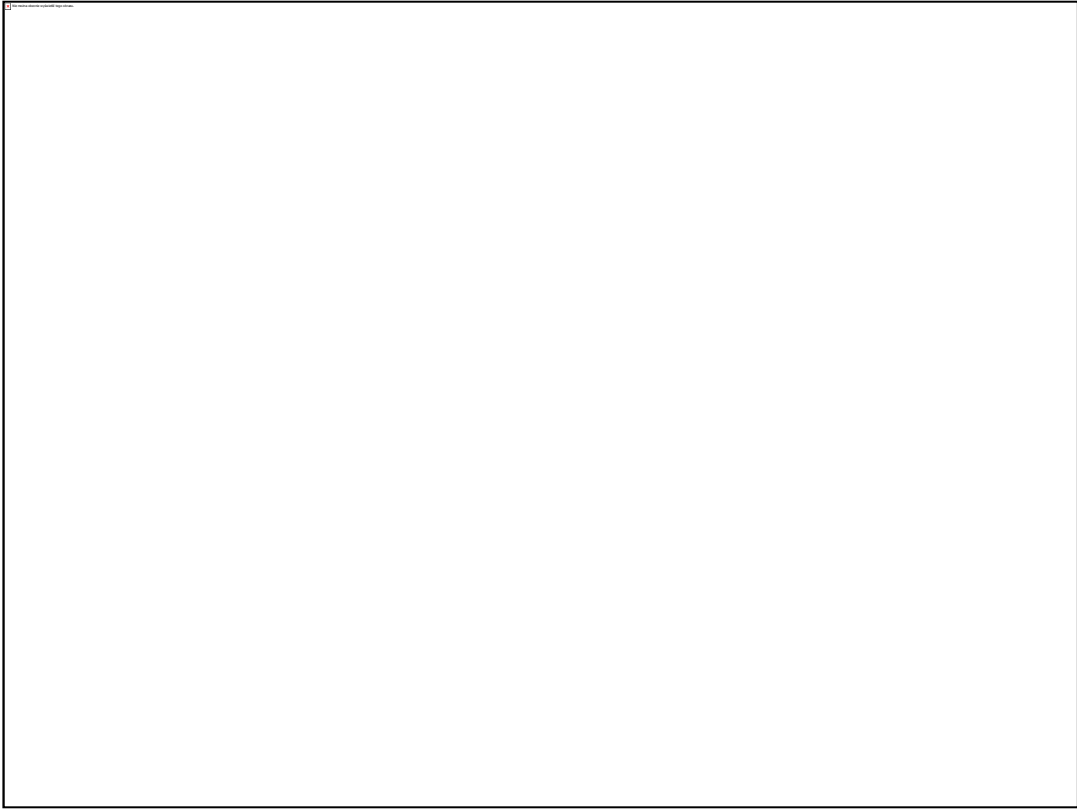
„Wiszący ogród” wielu gatunków epifitów w koronie drzewa.

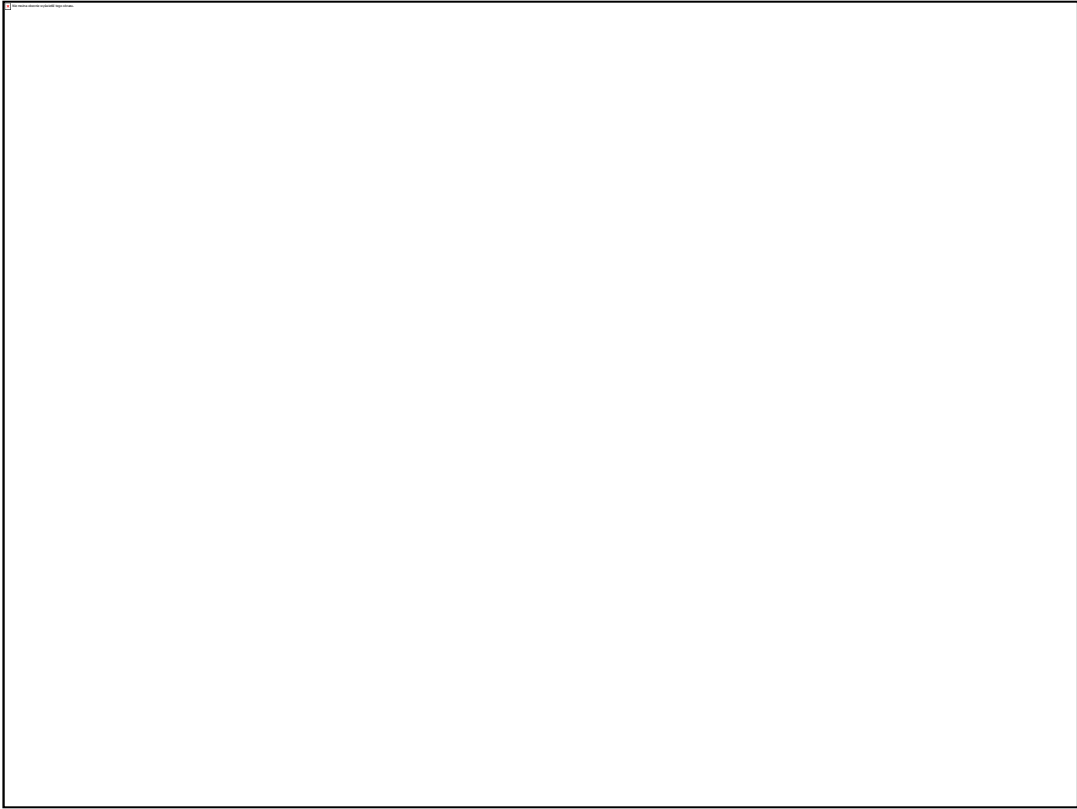






Epifitami są też niektóre kaktusy: *Rhipsalis*, *Phyllocactus*, *Epiphyllum* – często hodowane jako rośliny doniczkowe

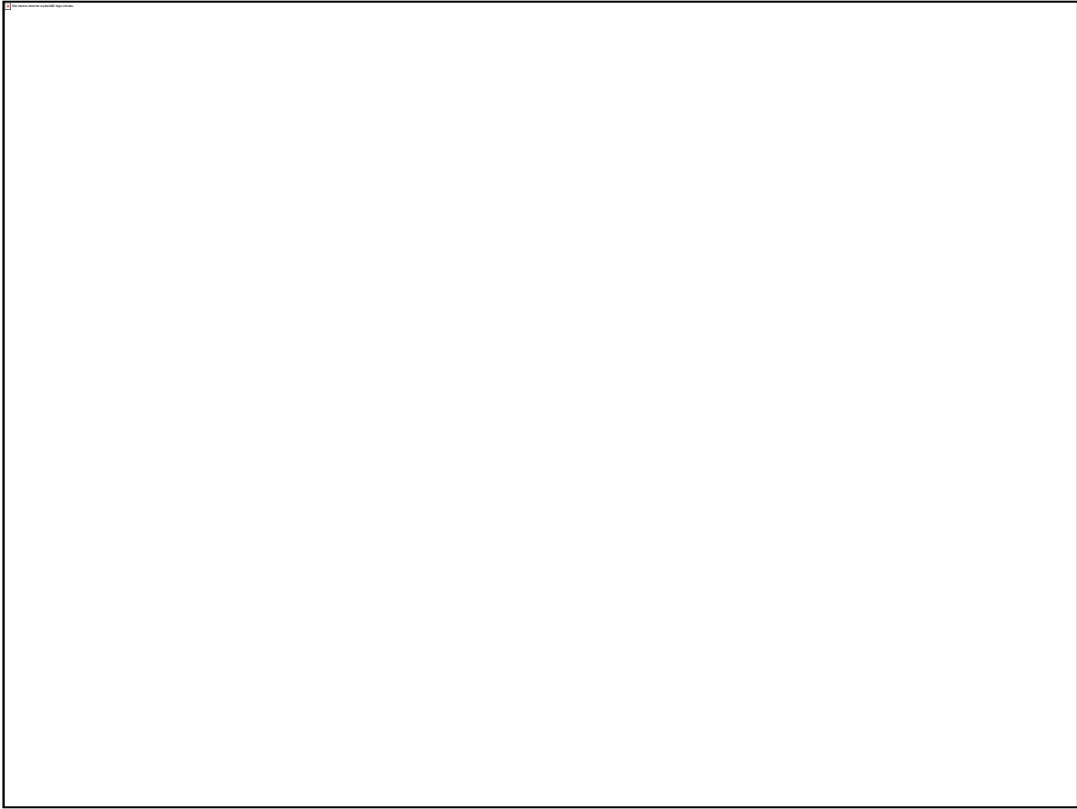


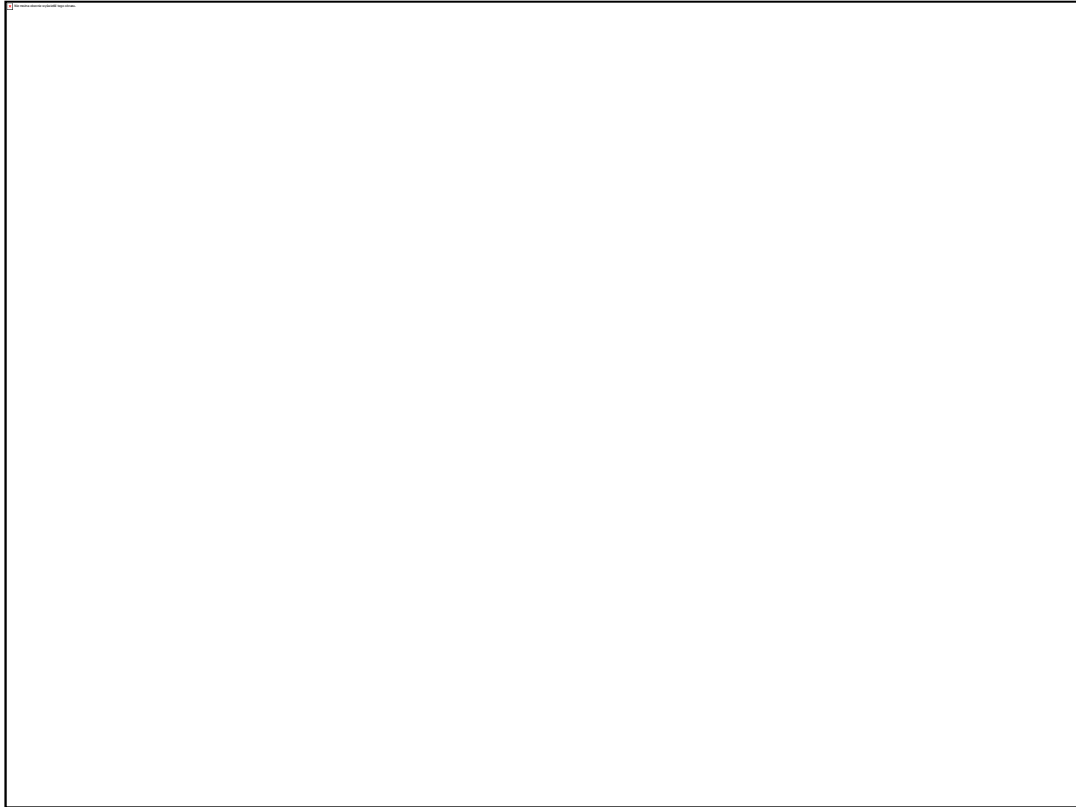




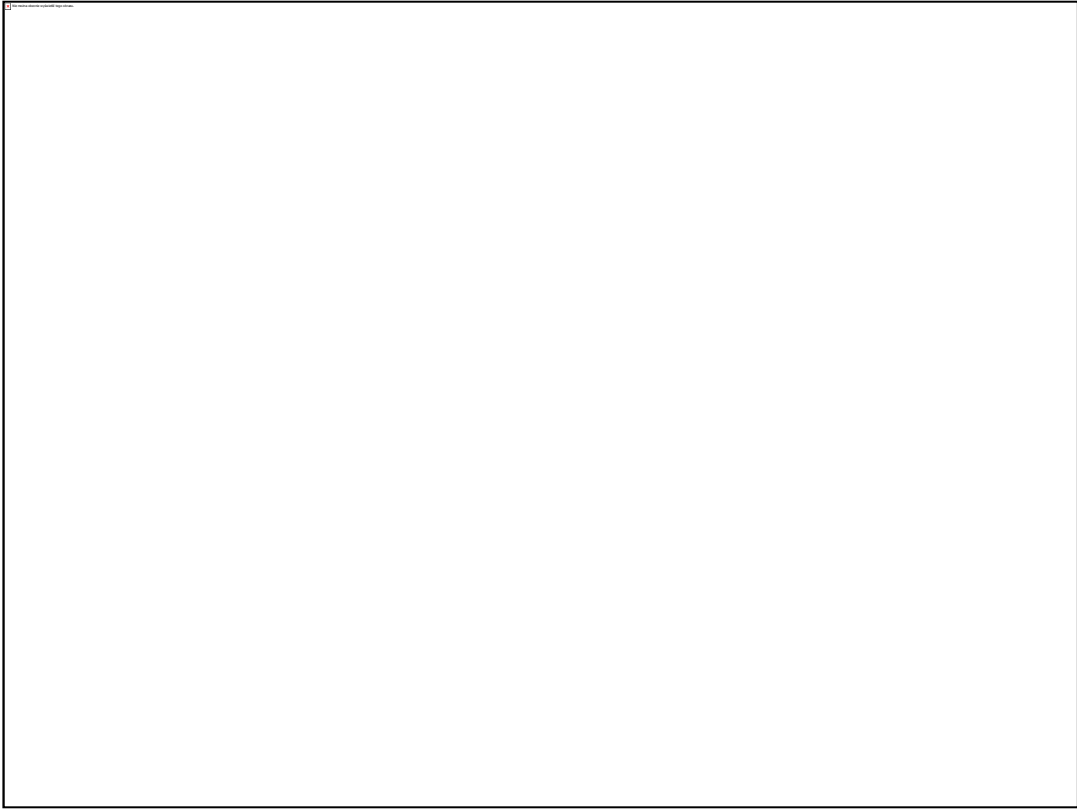
Sabah, Borneo
Malaysia

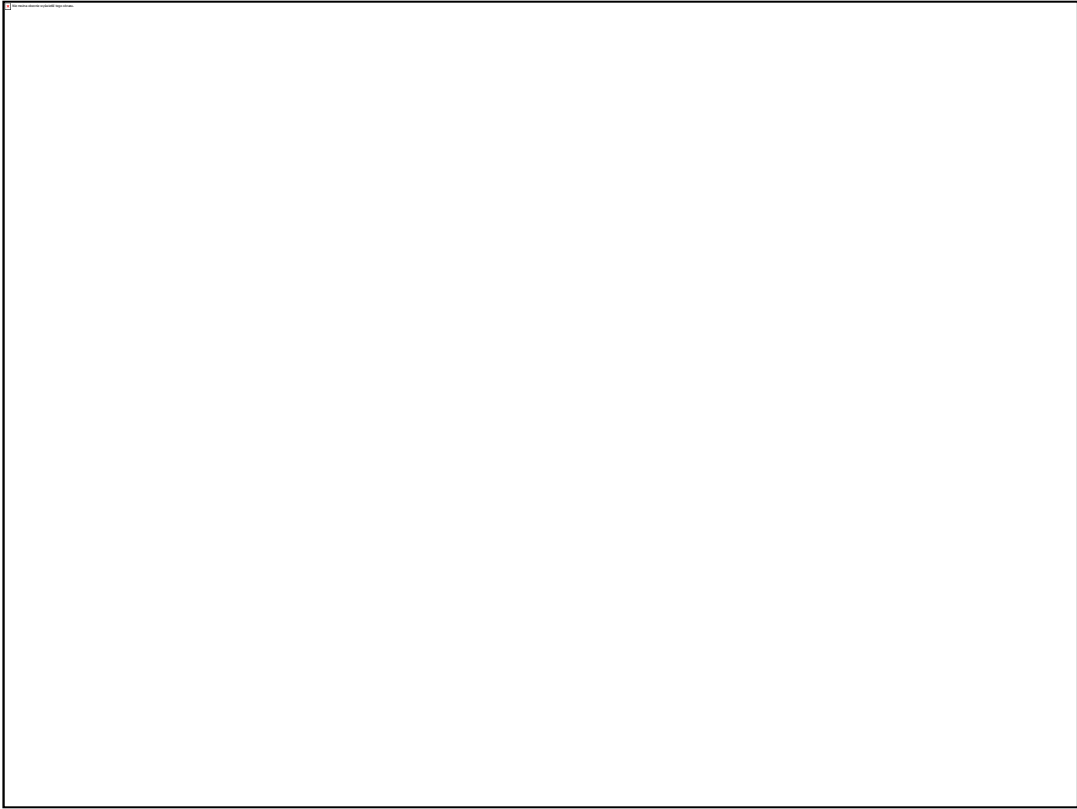
© jw

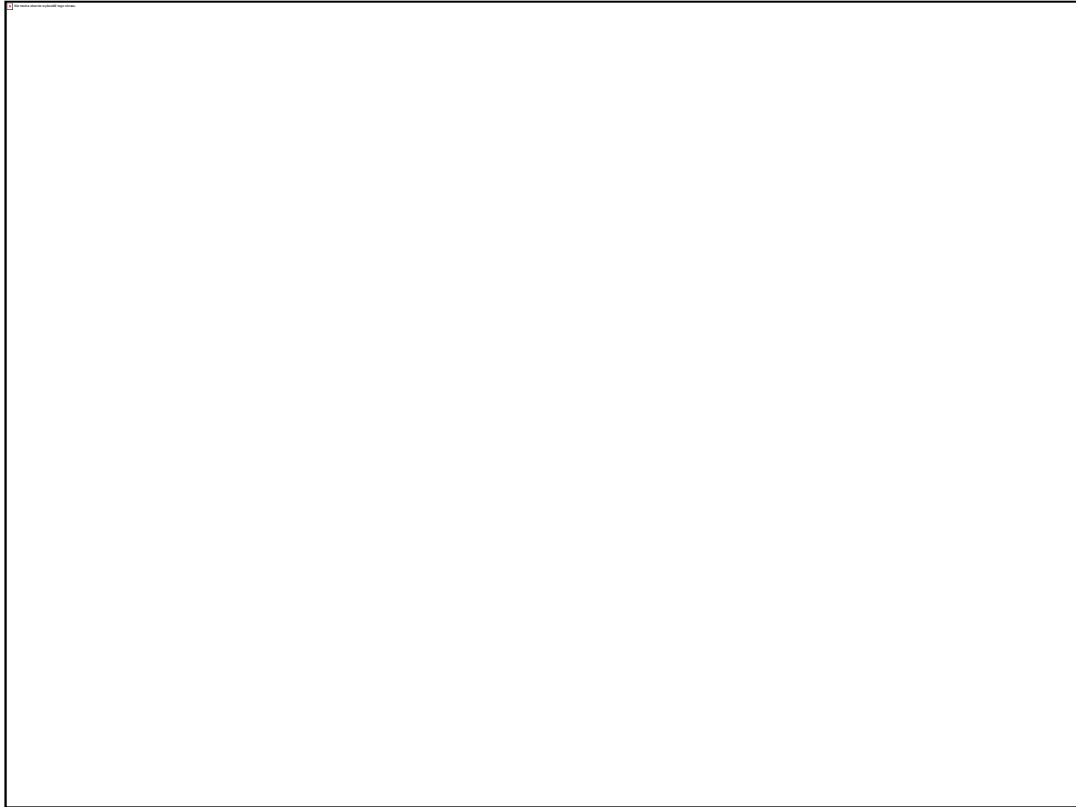




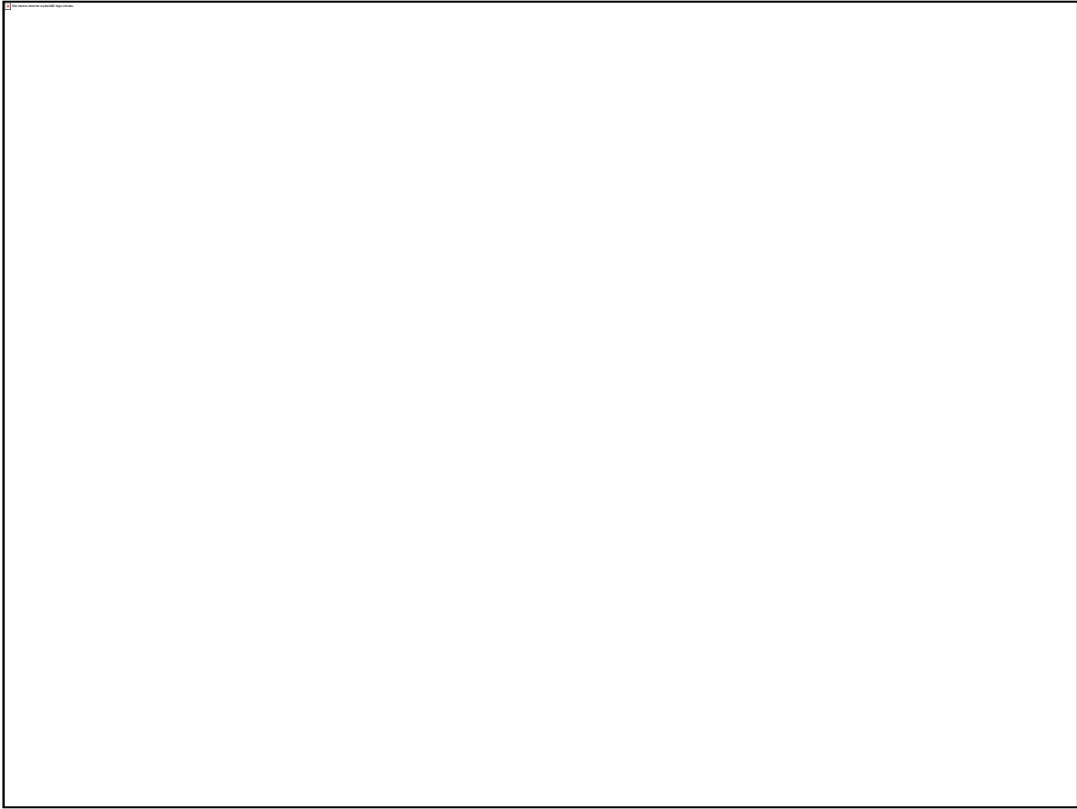
Specyficzną odmianą epifitów są epifity: drobne rośliny – glony, wątrobowce, mchy – zarastające powierzchnię liści innych roślin. Ten zespół epifity sam stanowi środowisko, w którym rozwija się złożony zespół innych organizmów – roślinożerców, detrytusojadów, drapieżników.

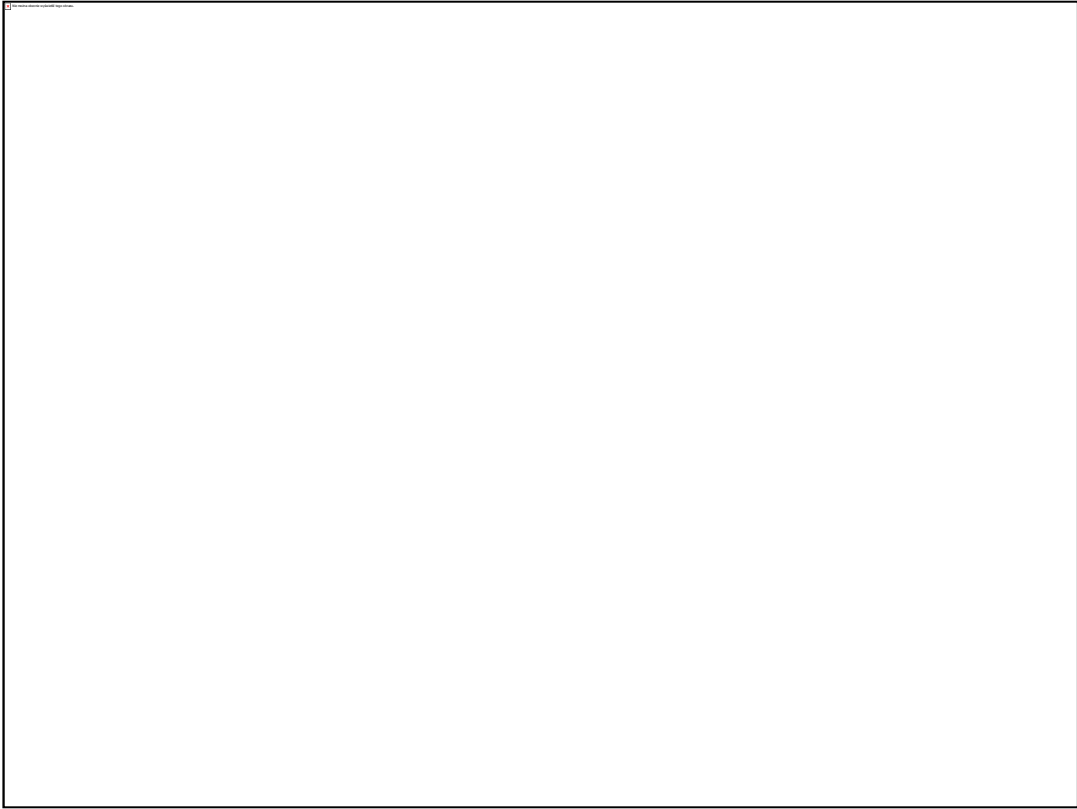


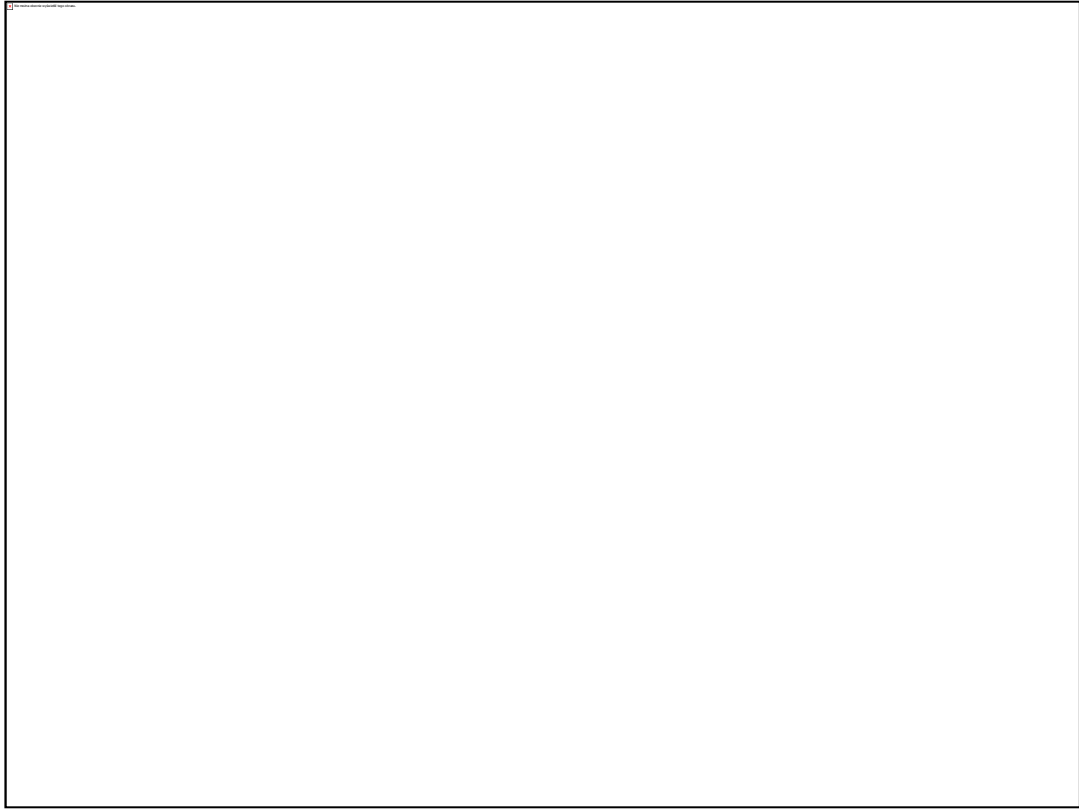




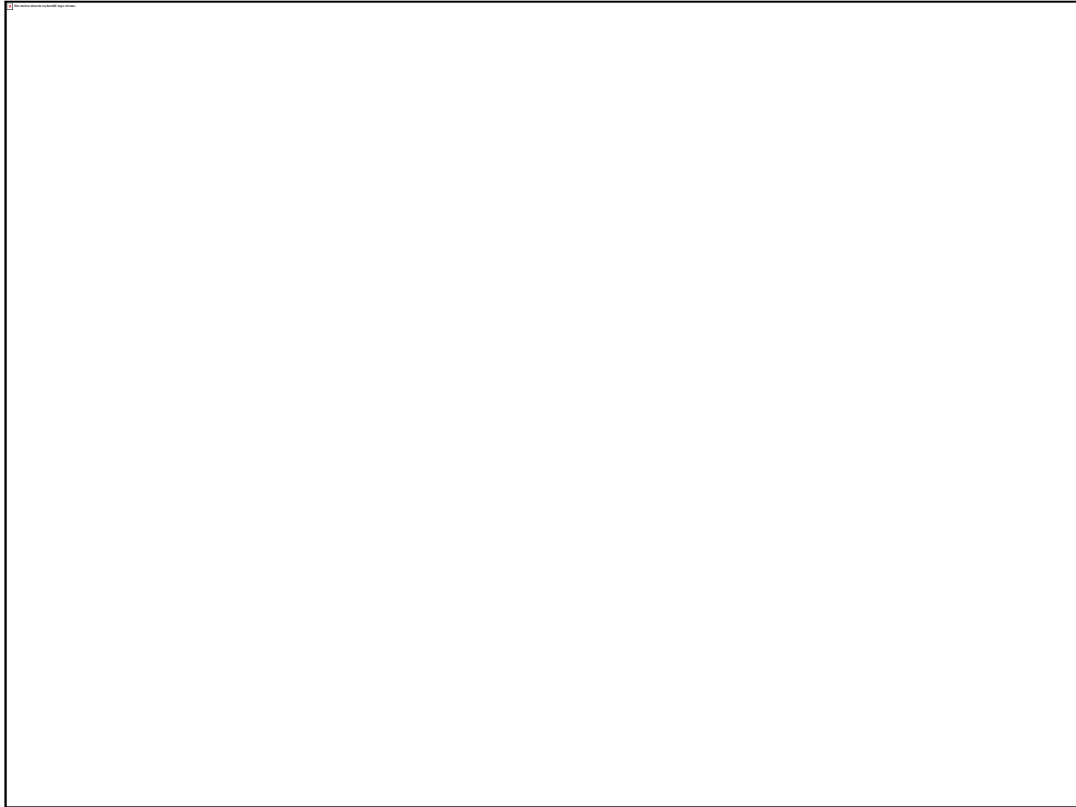
Epifity uzależnione są od opadów atmosferycznych. Strategia większości ananasowatych polega na zbieraniu wody deszczowej do kielichowato ukształtowanej rozety liści. Mchy, porosty, a także specyficznie przystosowany rodzaj z ananasowatych – oplątwa (*Tillandsia*) – pochłaniają mgłę całą swoją powierzchnią.



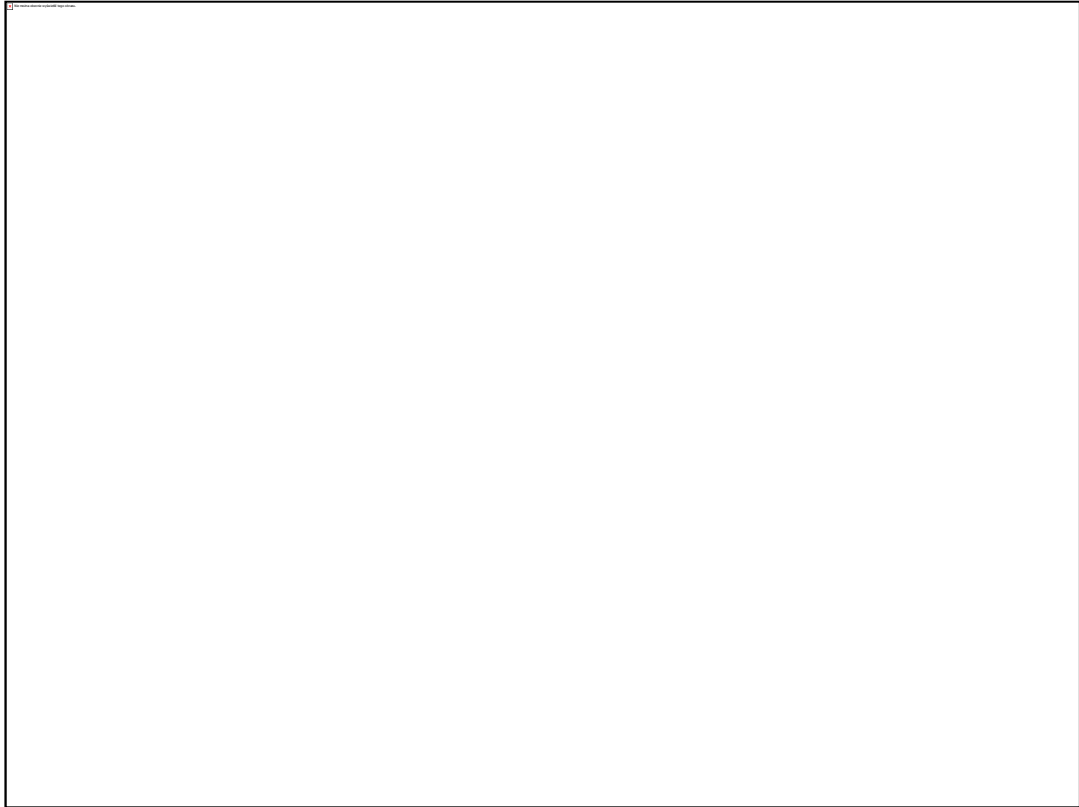




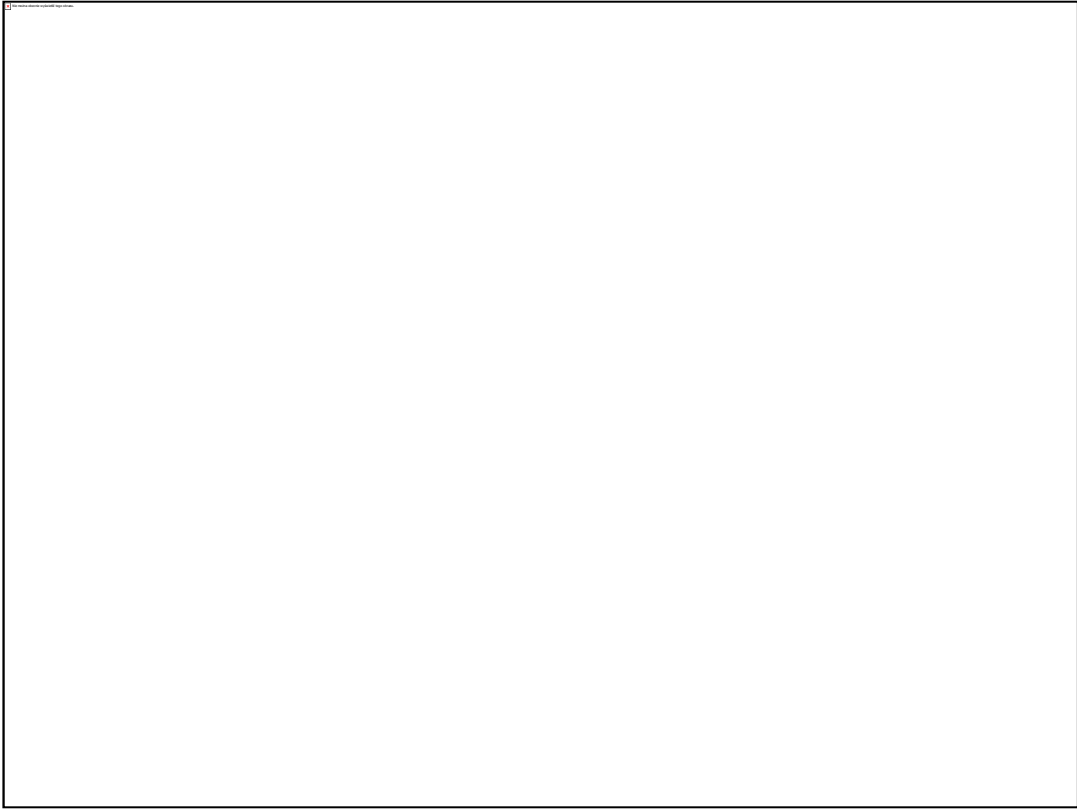
Tillandsia usneoides

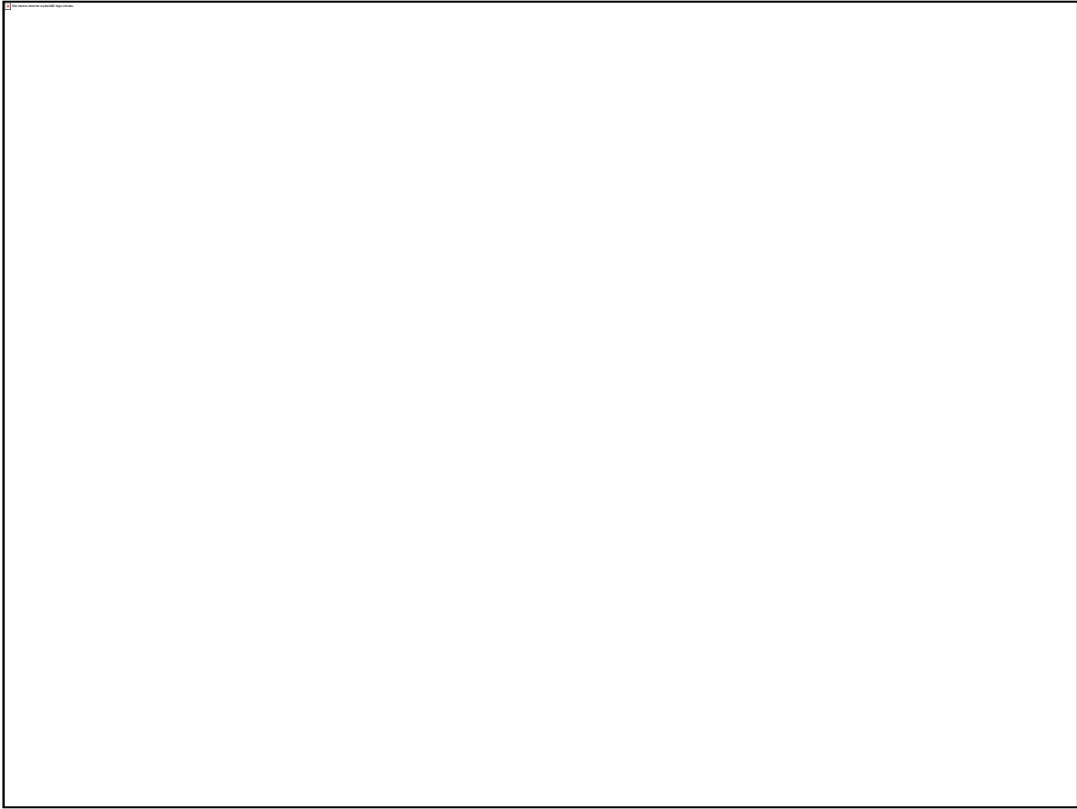


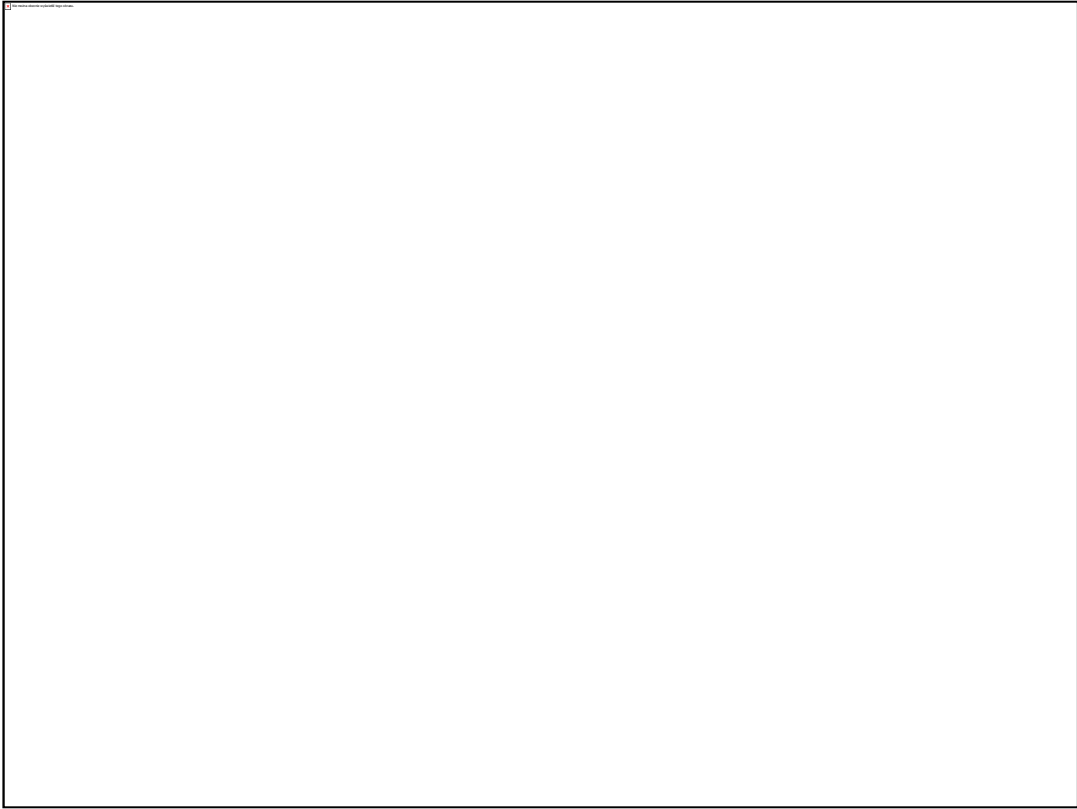
Zbiorniki wodne epifitów stanowią środowisko życia wielu innych organizmów – tworzą się zawieszane wysoko w koronach drzew niewielkie wodne ekosystemy, tzw. fytotelmy (phytotelma).

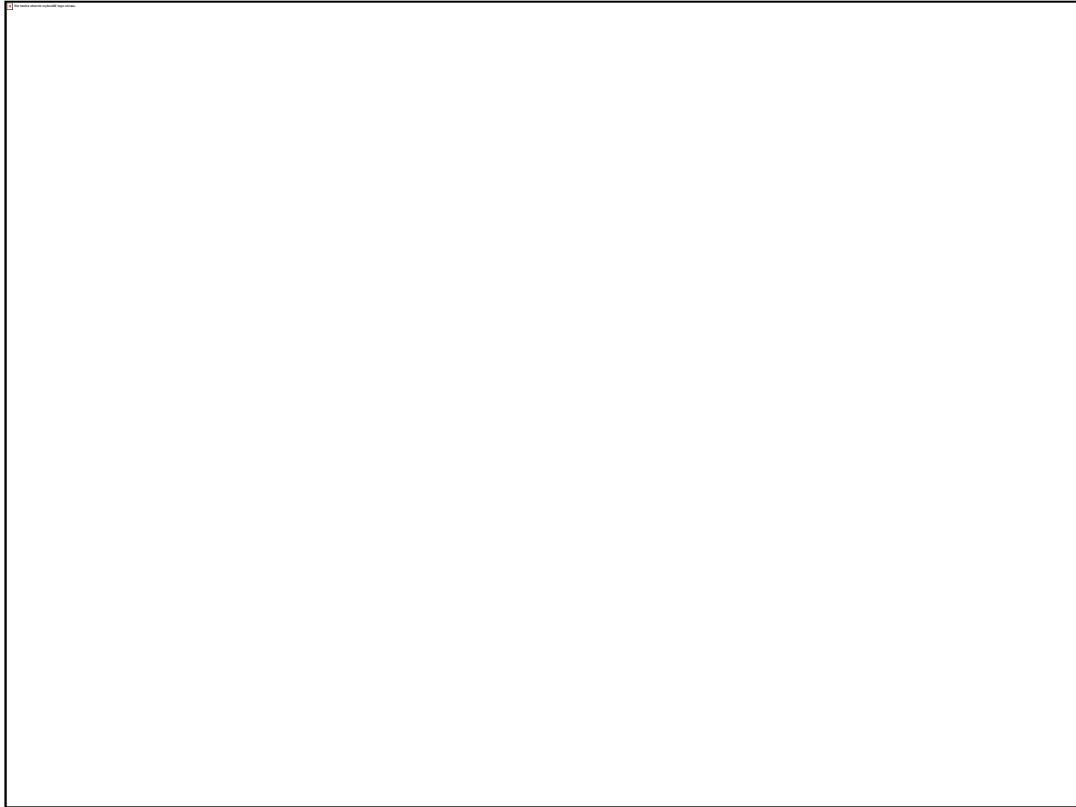


Pomiędzy liśćmi bromelii oprócz wody zbiera się detrytus, a w nim rozwija się łańcuch troficzny detrytusojadów.

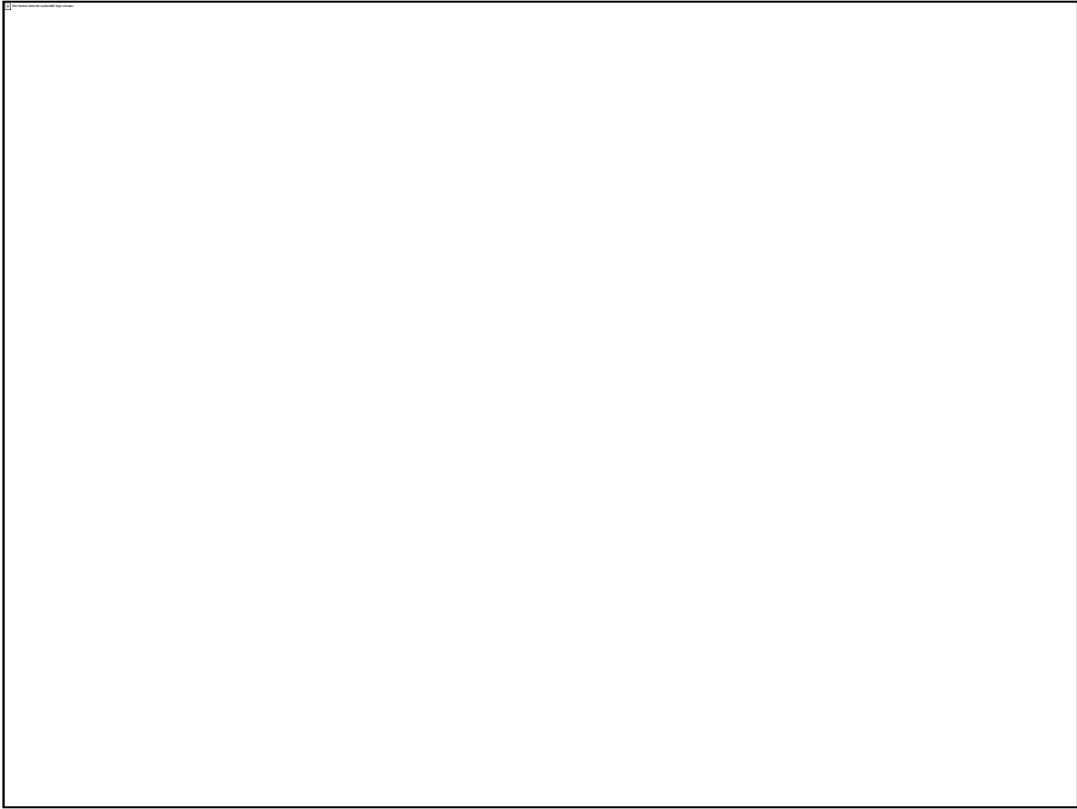


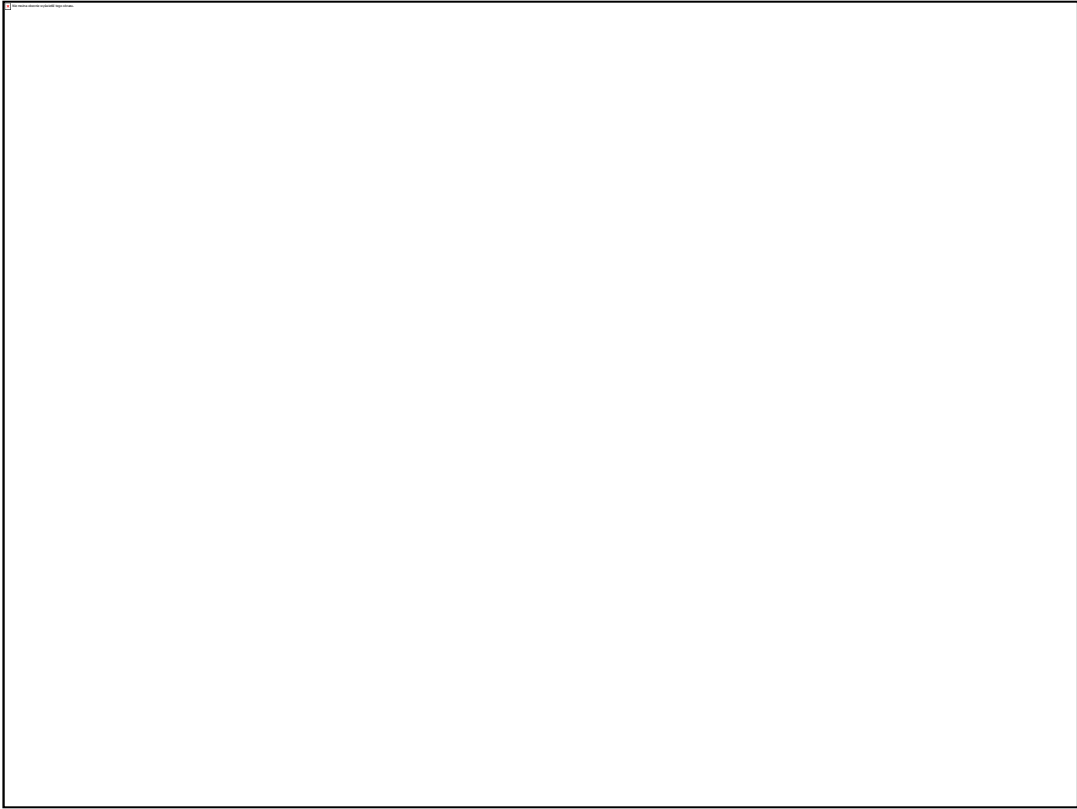


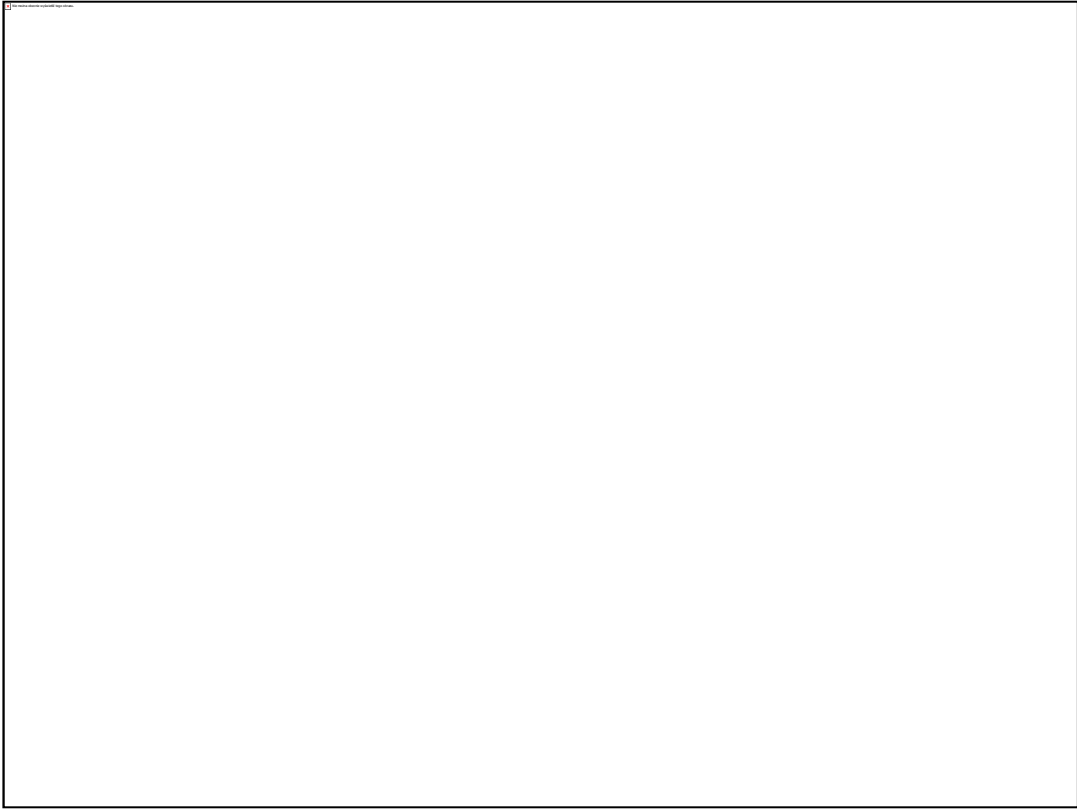


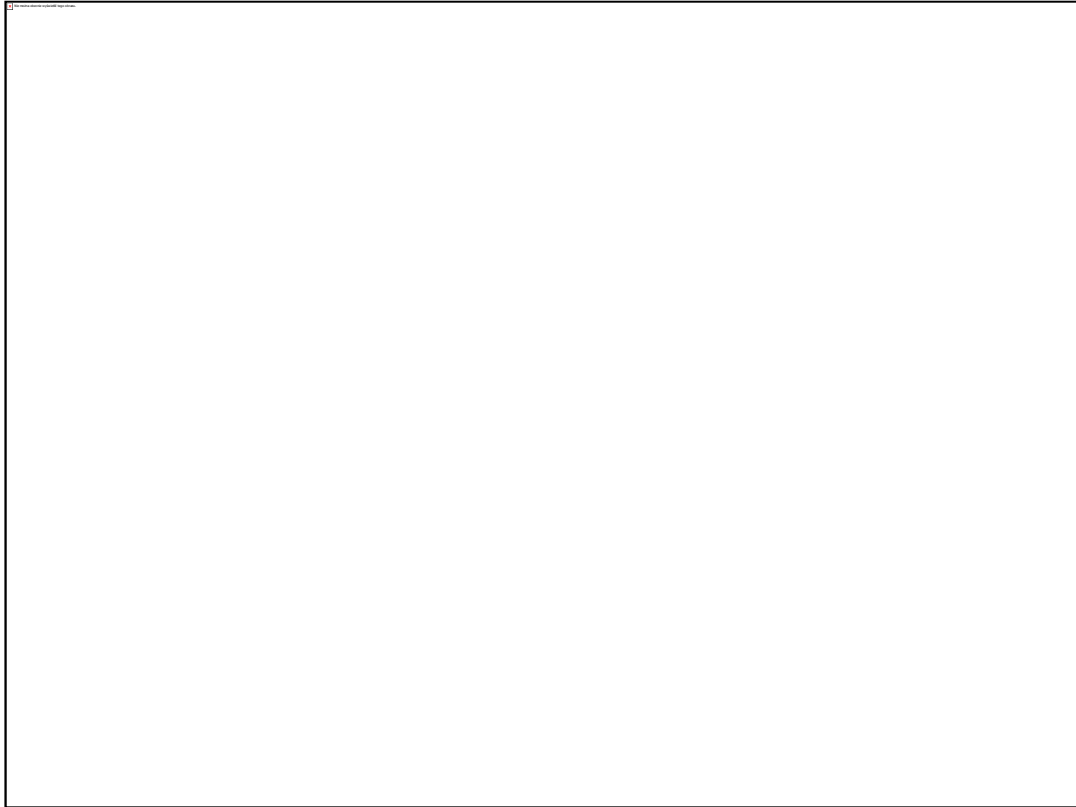


Podobne zbiorniki – fytotelmy tworzą się też w kwiatostanach niektórych roślin, np. u tej *Heliconii*.









Ogromny dzbanecznik wydziela dużo słodkiego nektaru przywabiającego tupaje, które odwzajemniają się defekując do dzbana. Odchody zawierają pierwiastki odżywcze – ujdokumentowamno, że większość (do 100%) azotu w liściach pochodzi z odchodów zwierząt. Jest więcej takich układów.

