RÓŻNORODNOŚĆ BIOSFERY

WBNZ 845

(Biogeografia ekologiczna i ewolucyjna)

WYKŁAD 8

BIOMY LĄDOWE

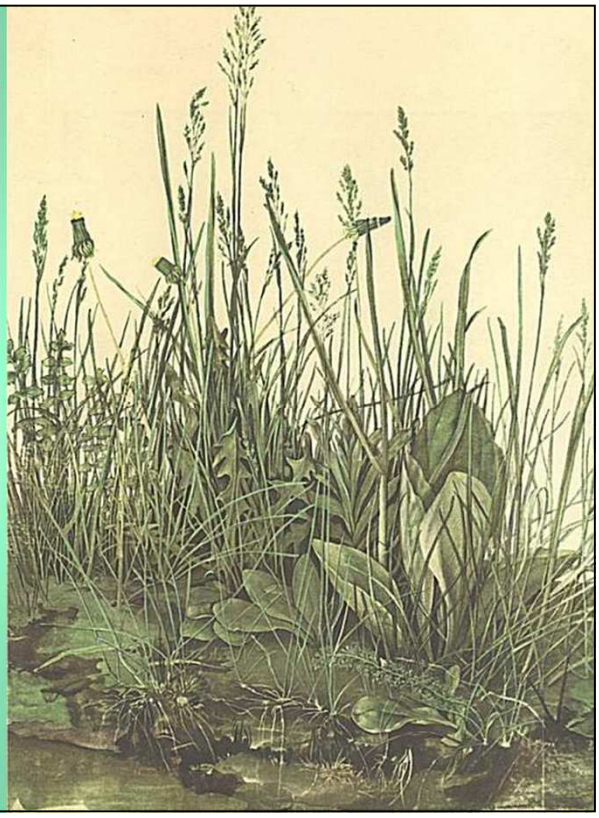
SAWANNY
STEPY
TROPIKALNE

LASY i STEPY
UMIARKOWANE

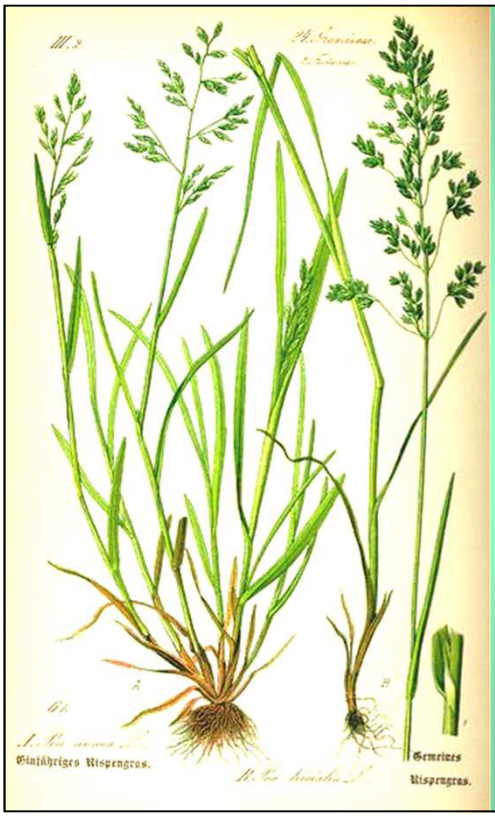
STRATEGIA TRAWY

- SAWANNA
- STEP
- PRERIA
- PAMPA
- LLANOS
- PUSZTA
- VELDT
- PÓŁPUSTYNIA
- PUSTYNIA

rycina Albrechta Dürera →

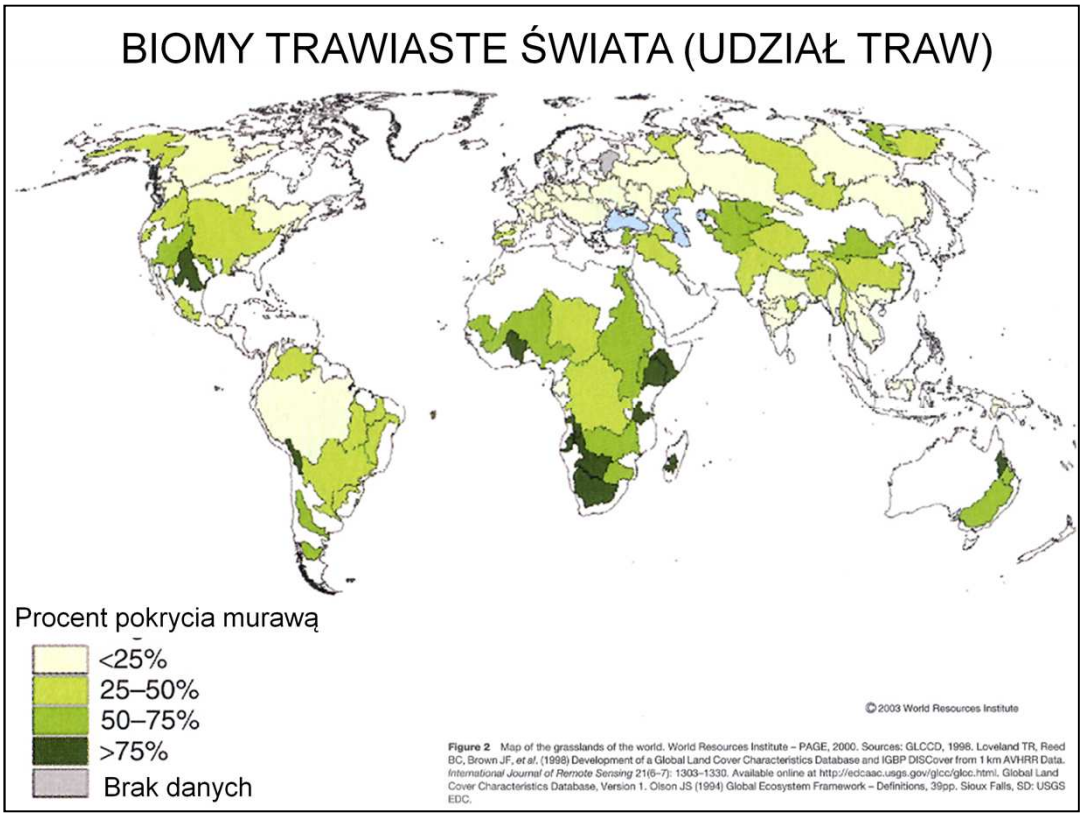


Biomy nieleśne – zdominowane przez trawy, których strategia determinuje charakter całego ekosystemu. Wiele typów ekosystemów trawiastych, o różnych nazwach.



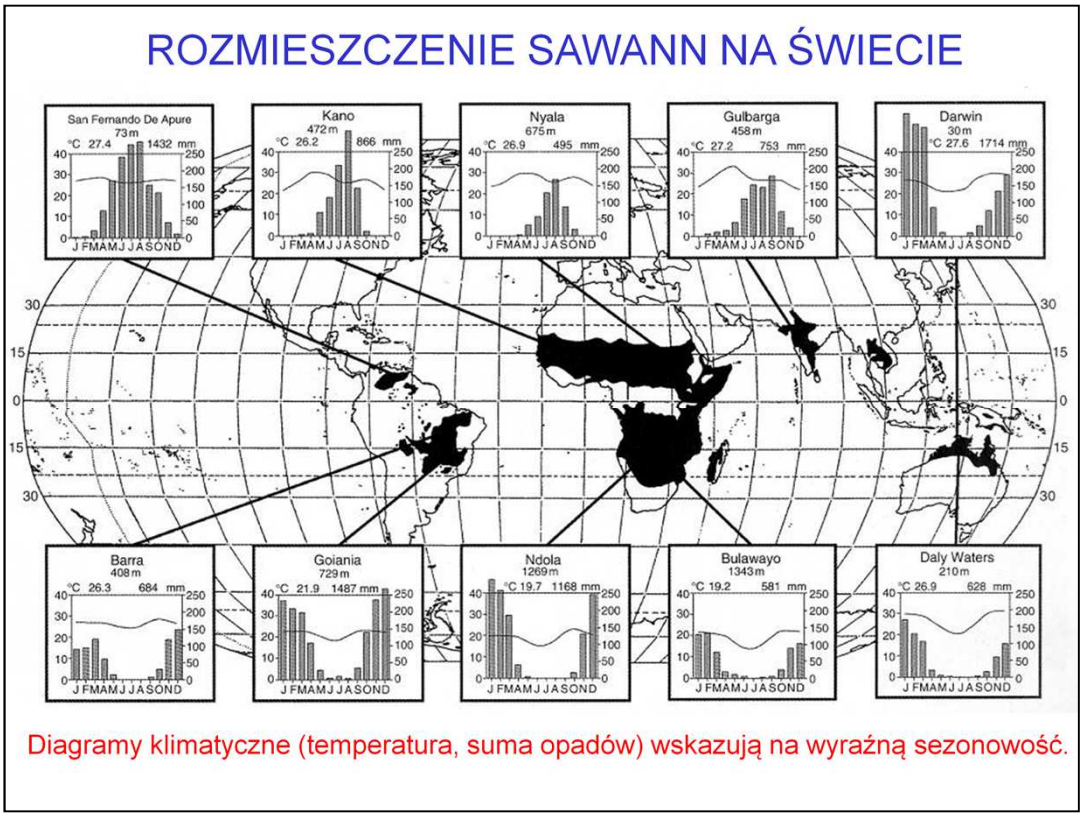
STRATEGIA TRAWY

- Szybko rosnąca bylina (rzadziej jednoroczna);
- Wiele źdźbeł z 1 węzła;
- Wiatropylność (czasem samozapylenie);
- Przetrwanie niekorzystnej pory w pęczku korzeni pod ziemią (hemikryptofit, geofit);
- Odrastanie po odgryzieniu;
- Gatunki odporne na suszę.



Obszary trawiaste zajmują duże obszary na lądach

SAWANNA TROPIKALNA

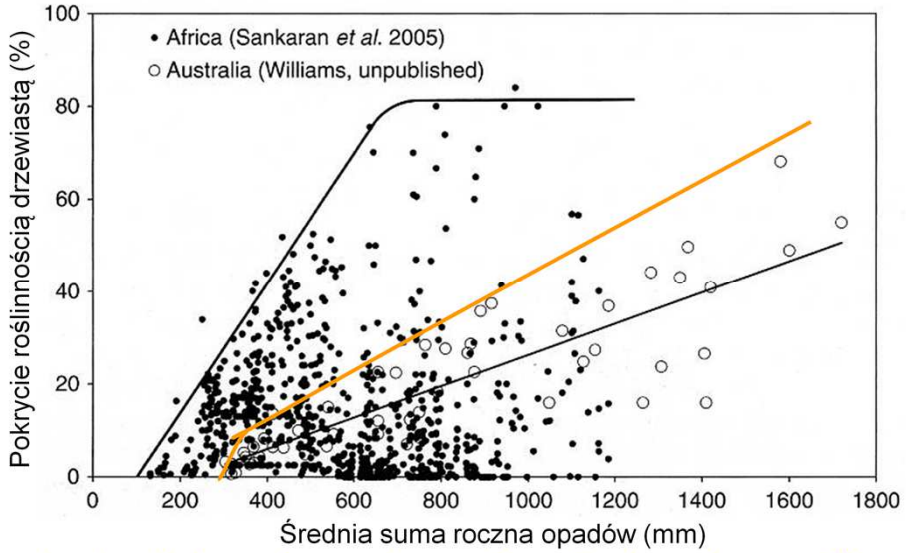


Sawanna to obszar porośnięty głównie roślinnością trawiastą, ze zmiennym udziałem krzewów i drzew. Występuje w rejonach tropikalnych i subtropikalnych (między zwrotnikami), w klimacie sezonowym, jak widać na diagramach klimatycznych.

BIOM: SAWANNA TROPIKALNA.

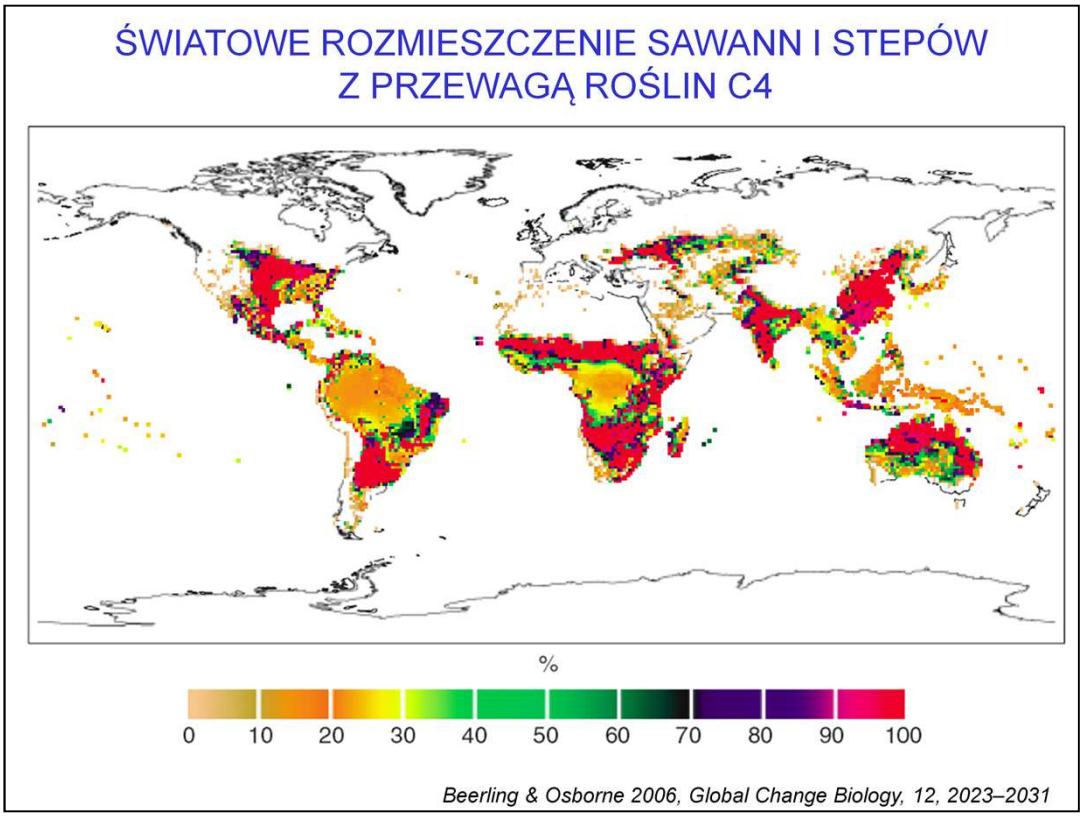
Cecha	Wartość	Uwagi
Śr. temp. roczna	18 – 25^{0}C	
Suma opadów	400-1000 mm/rok	
Pory roku	Wyraźne (jedna pora sucha, jedna deszczowa)	
Stan biomasy	1.5 kg/m^2	
Produkcja pierwotna	500-1600 g m^{-2} rok^{-1}	dominują trawy i krzewy
Producenci	Przewaga fotosyntezy **C4**	
Roślinożercy	Liczne duże ssaki (przeżuwacze), gryzonie	
Drapieżne	Duże ssaki drapieżne (kotowate, psowate); ssaki mrówko- i termitożerne	
Destruenci	duży udział termitów i mrówek; pożary	
Gleby	„laterytowe” (FAO: ferralsols, nitisoils, lexisoils…)	

ZALEŻNOŚĆ STOPNIA ZADRZEWIENIA SAWANNY OD ILOŚCI OPADÓW



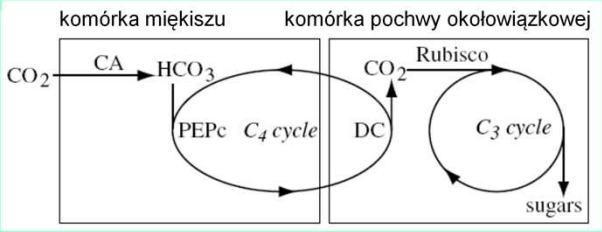
Opady określają maksymalne zadrzewienie w danym klimacie; rzeczywiste zadrzewienie zależy od innych czynników (pożary, spasanie, żyzność).

Maksymalny udział drzew w pokryciu sawanny zależy od dostępności wody (sumy opadów); ale nawet przy stosunkowo wysokich opadach zadrzewienie może być niewielkie – świadczy to o istnieniu innych czynników ograniczających roślinność drzewiastą (pożary, spasanie, człowiek).



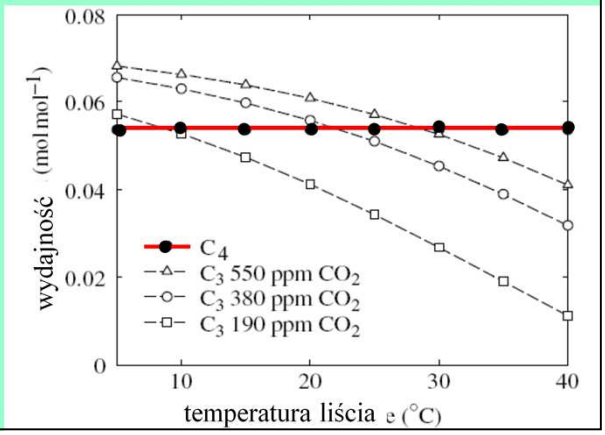
Suche sawanny i stepy charakteryzuje duży udział roślin o fotosyntezie C4 (kolorem zaznaczono % gatunków C4);

FOTOSYNTEZA C_4



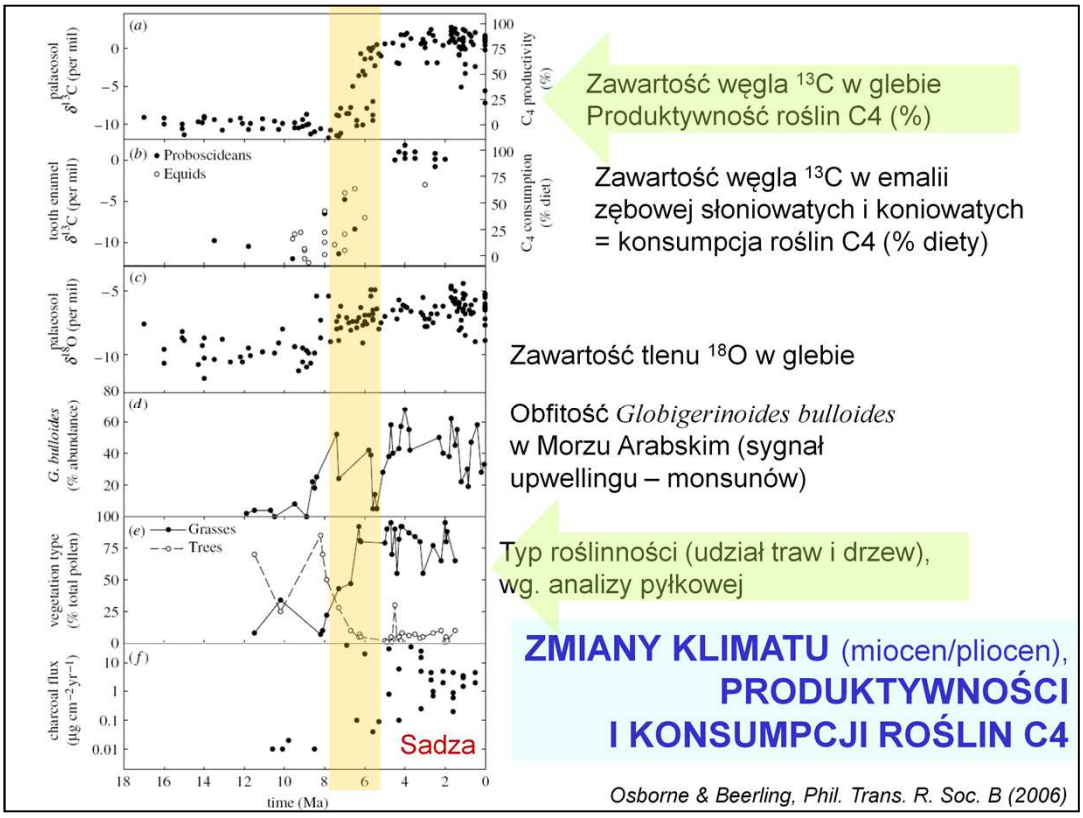
Układ C_4 stanowi „pompę CO_2”, dzięki czemu fotosynteza C_3 działa w środowisku nasyconym CO_2

Wydajność procesu fotosyntezy C_4 nie zależy ani od temperatury, ani od stężenia CO_2

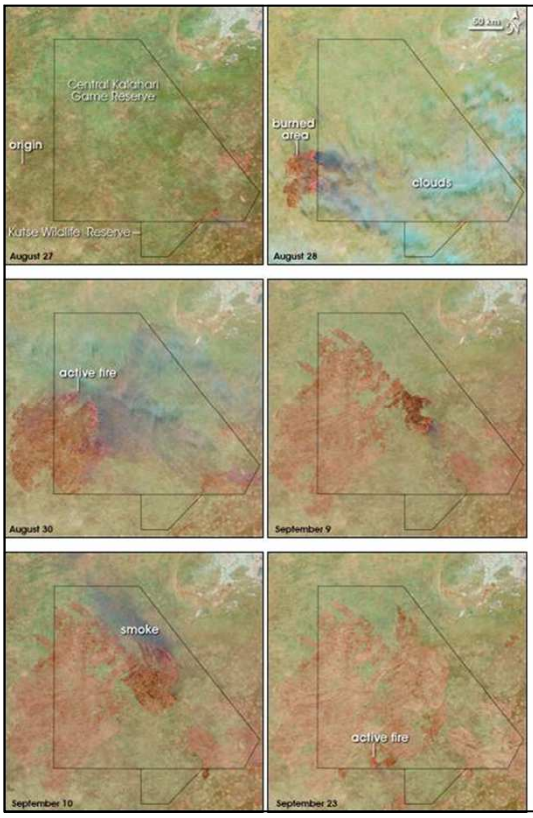


Osborne & Beerling, Phil. Trans. R. Soc. B (2006)

Układ fotosyntezy C3 z udziałem enzymu Rubisco jest niewydajny we współczesnym świecie – wyewoluował, kiedy stężenie CO_2 było 100 razy wyższe. 30 mln lat temu miał miejsce „wynalazek” fotosyntezy C4, ale przełom – rozpowszechnienie się tej strategii - zaledwie kilka mln lat temu. Pierwszy związek powstający w tej fotosyntezie – szczawiooctan – ma 4 atomy węgla, stąd nazwa. Ten wzbogacony system biochemiczny działa w odpoiwiednio zmienionej anatomii liścia.



Zmiana globalna, obejmująca klimat, produktywność ekosystemów, udział roślin C4 i ich wykorzystanie przez roślinożerców, miała miejsce na przełomie miocenu i pliocenu ok. 6 mln lat temu. Fotosynteza C4 jest stosunkowo nowym wynalazkiem ewolucji.

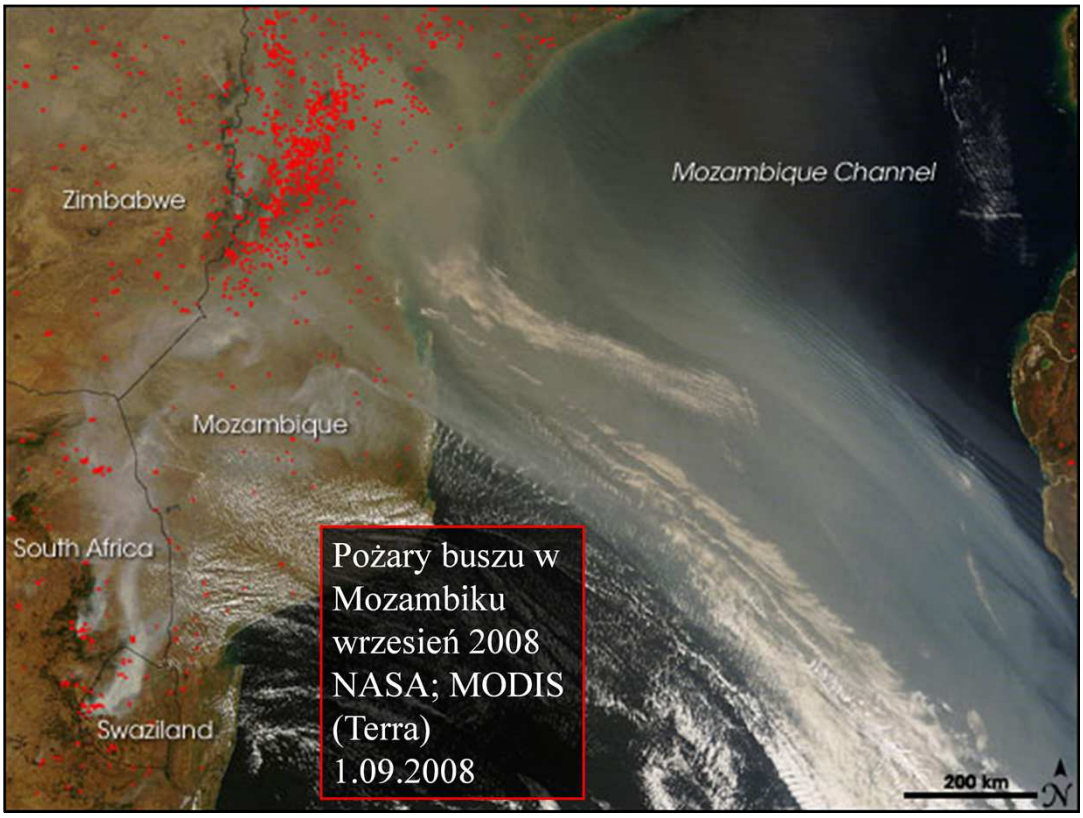


Pożar w parku narodowym Kalahari sierpień-wrzesień 2008

spłonęło 40000 km^2 buszu

NASA; MODIS (Aqua & Terra)

Sawanna często ulega pożarom, które można uznać za zjawisko naturalne. Niektóre są gigantyczne. Zdjęcia satelitarne pokazują fazy rozwoju pożaru w stepach parku narodowego Kalahari.

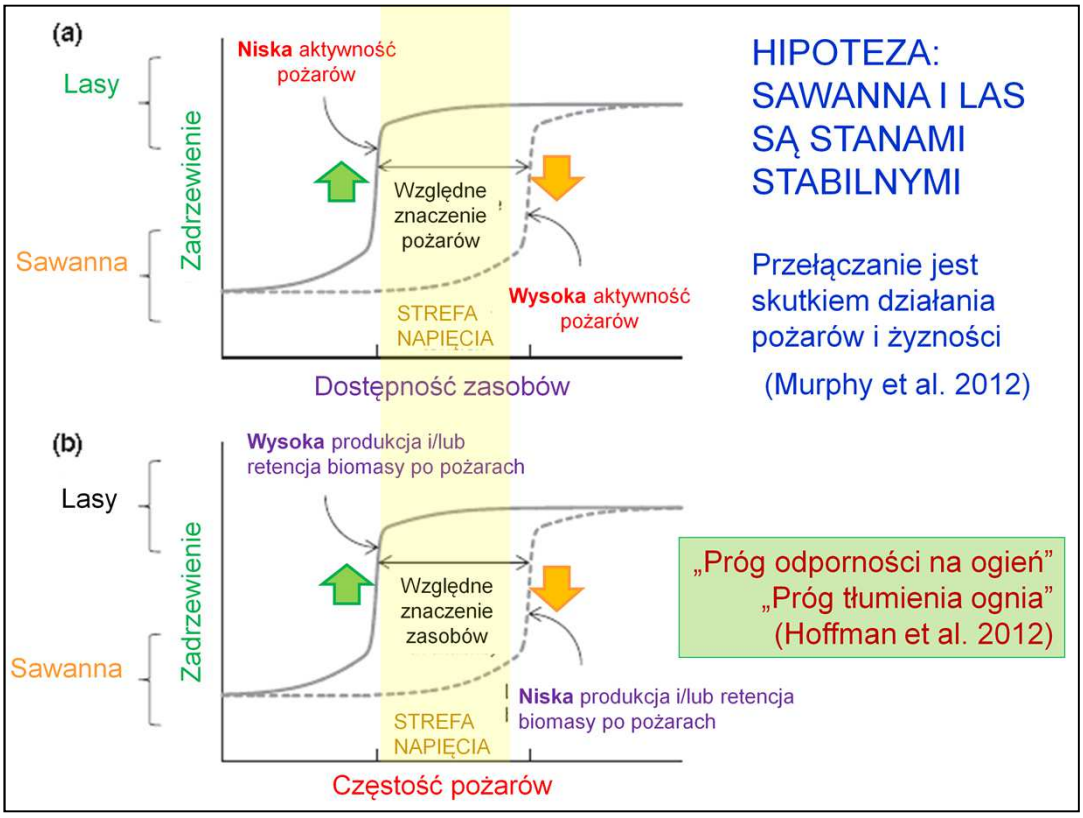


Czerwone kropki są sztucznym oznaczeniem ognisk pożarów, w miejscach gdzie zostały zarejestrowane przez wielospektralny czujnik MODIS satelity Terra. Smugi dymu są widoczne na zwykłym zdjęciu panchromatycznym.

Czynniki sprzyjające roślinności trawiastej (kosztem drzew)

- Opady (niższe, sezonowe)
- Pożary
- Żyzność gleby
- Intensywne spasanie
- Obecna zmiana klimatu powoduje przesunięcie granicy biomów lasu i sawanny, na rzecz lasów
- Problem jest nadal otwarty

Sawanna jest biomem niejednorodnym, tą ogólną nazwą obejmuje się wiele formacji, różniących się wieloma cechami; występują na wszystkich kontynentach.



Wg Murphy et al. 2012 oba stany są lokalnie stabilne, ale przy pewnej kombinacji warunków żyzności i częstości pożarów mogą przeskoczyć jeden w drugi. Eksperymenty z eliminacją pożarów prowadza do wkroczenia lasów.

Hoffman et al. 2012 proponują dwa progi, których przejście skutkuje stabilizacją biomu leśnego: Próg odporności na ogień (kiedy drzewka mają korę wystarczająco grubą, żeby przeżyć pożar sawanny), i próg tłumienia ognia – kiedy gęstość koron jest tak duża, że trawy są wyeliminowane (co tłumi pożary).

ODMIANY SAWANNY

- Sucha sawanna afrykańska
- Zdegradowana sawanna Sahelu
- Sawanna trawiasta (np. Serengeti w Tanzanii)
- *Cerrado* (Brazylia)
- Sawanny australijskie
- Sawanny zalewowe
  - *Los Llanos* (Wenezuela, Kolumbia)
  - Pantanal (Brazylia, Boliwia, Paragwaj)
  - delta Okawango (Botswana)

Sawanna jest biomem niejednorodnym, tą ogólną nazwą obejmuje się wiele formacji, różniących się wieloma cechami; występują na wszystkich kontynentach.

SAWANNA AFRYKAŃSKA

Sawanna jest biomem niejednorodnym, tą ogólną nazwą obejmuje się wiele formacji, różniących się wieloma cechami; występują na wszystkich kontynentach.

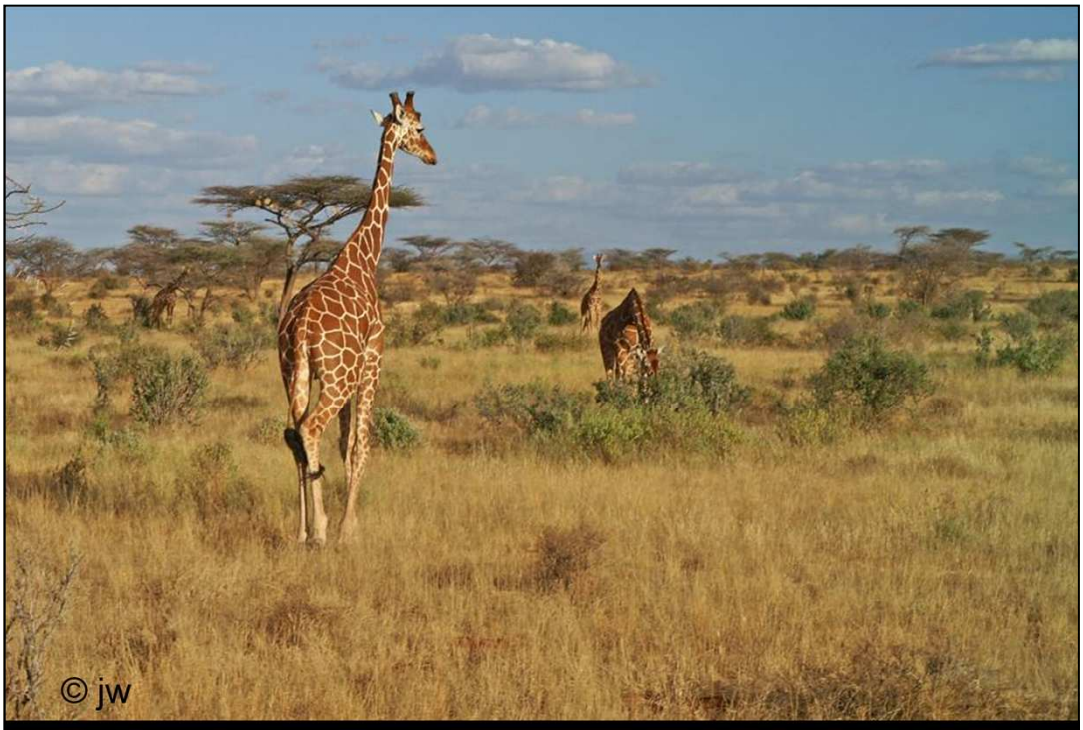
Akacja żółtokora *Acacia xanthophloea;* Nakuru, Kenia

Sawanna wschodnioafrykańska z dużym udziałem zadrzewień akacji żółtokorej; typowe dla sawanny jest płynne przejście w suche lasy sezonowe.

Baobaby (*Adansonia digitata*) na sawannie (Tanzania)

Sawanna wschodnioafrykańska z charakterystycznymi drzewami – baobabami. Baobaby występują w Afryce kontynentalnej (1 gatunek), w Australii (1 gatunek) i na Madagaskarze (6 gatunków); są drzewami znakomicie przystosowanymi do okresu sezonowej suszy.

Sucha sawanna z udziałem krzewów i akacji parasolowych w płn. Kenii. Akacja parasolowa jest bardzo charakterystycznym gatunkiem sawanny afrykańskiej

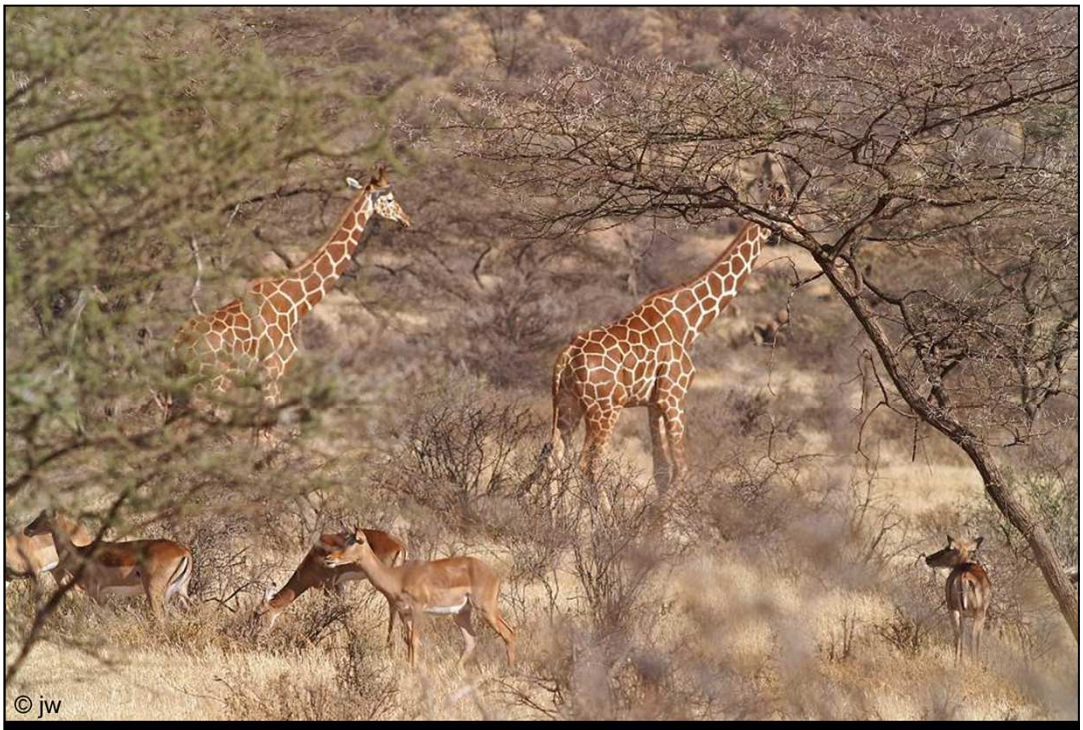


Żyrafa siatkowana *Giraffa camelopardalis reticulata;* Samburu, Kenia

Typowy roślinożerca sawanny: żyrafa.

Termitiera; Samburu, Kenia

Charakterystyczny element ekosystemu sawanny: termity; czerwony kolor gleby wskazuje na laterytowy proces glebotwórczy



Żyrafy siatkowane i antylopy impala (*Aepceros melampus*); Samburu, Kenia

Na sawannie występuje wiele gatunków antylop; małe gatunki wymagają pokarmu bogatszego z związki odżywcze i łatwiej strawnego, niż sama trawa; gerenuk jest wyspecjalizowany w żerowaniu na liściach krzewów o małych drzew (jak żyrafa), w czym pomaga mu długa szyja i umiejętność stawania na tylnych nogach.

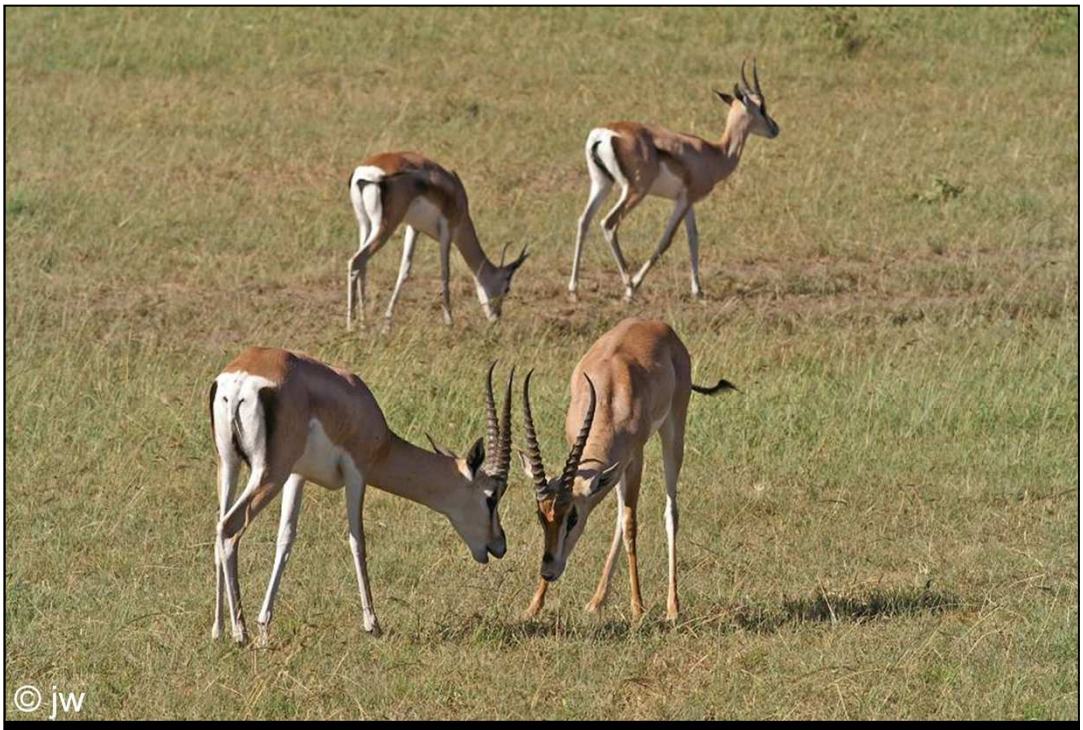
Antylopa gerenuk (*Litocranius walleri*)
Samburu, Kenia

Impala (*Aepyceros melampus*); Samburu, Kenia

Pospolita i szeroko rozpowszechniona w Afryce antylopa impala (młode samce).

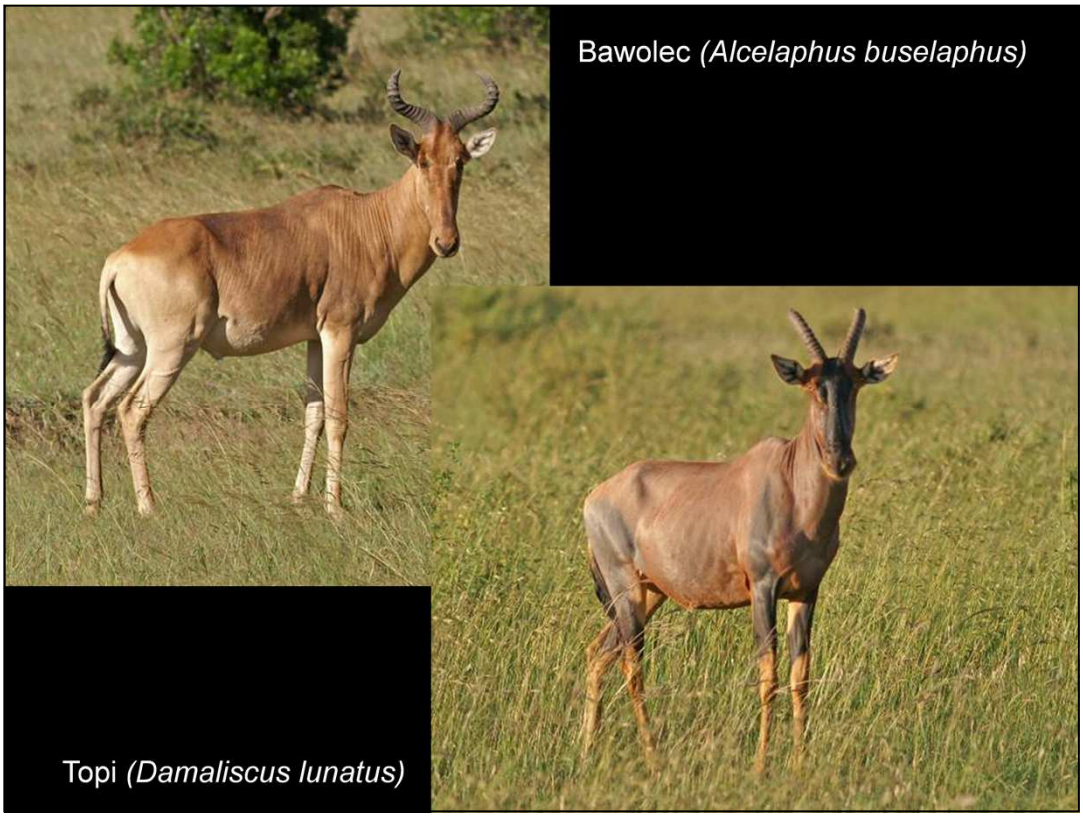
Impala (*Aepyceros melampus*); Samburu, Kenia

Pospolita i szeroko rozpowszechniona w Afryce antylopa impala (młode samce).



Gazela Granta (*Gazella granti)* Masai Mara, Kenia

Małe gatunki antylop i gazeli, występują nieraz w dużych zagęszczeniach. Impale i gazele poszukują pokarmu o wysokiej wartości odżywczej.

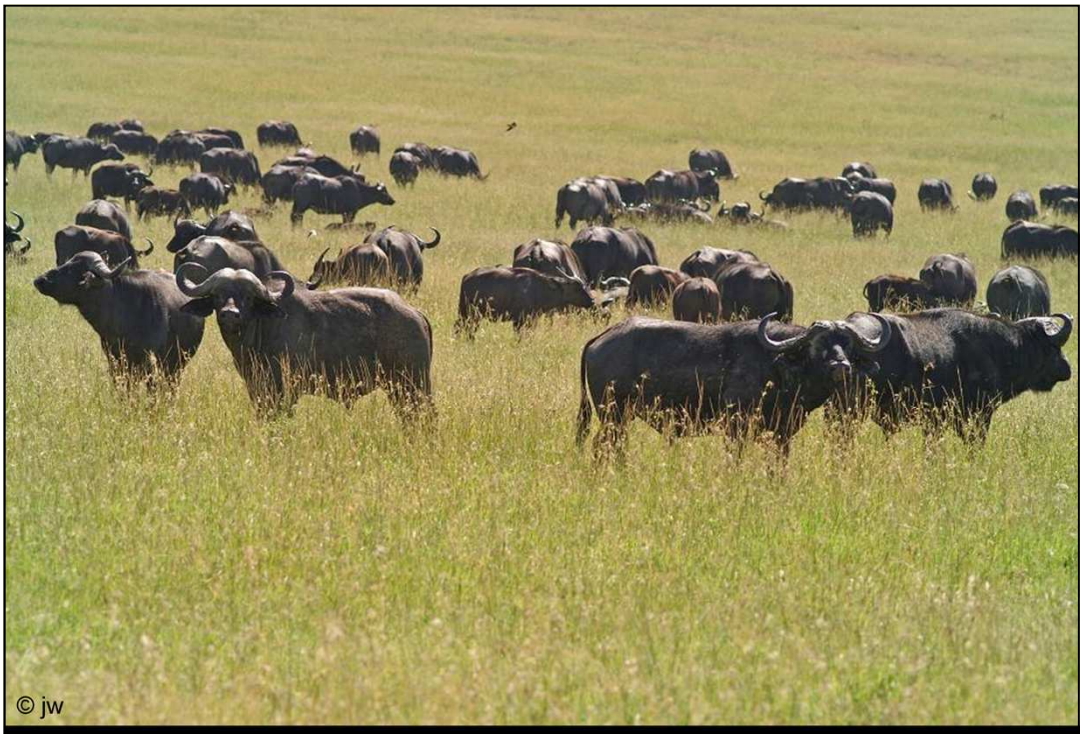


Antylopy topi i bawolce są mało wybredne, ponieważ mają bardziej zaawansowany symbiotyczny system trawienia objętościowego pokarmu w rozbudowanym systemie przedżołądków (żwacz).

Antylopa gnu (wildebeest), spokrewniona z topi i bawolcami, jest również mało wybrednym trawojadem.

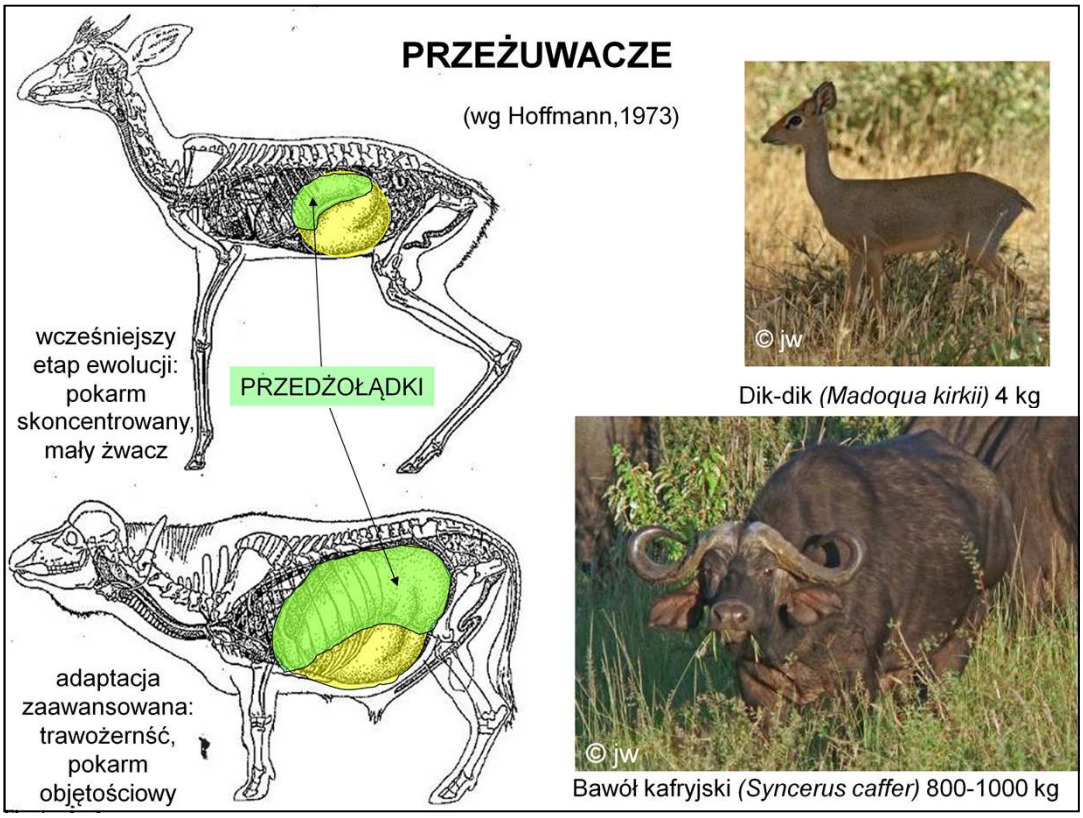
Duże antylopy mogą rozwinąć większe komory fermentacyjne (żwacz) dzięki czemu mogą korzystać z pokarmu gorszej jakości. Oryksy są również odporne na brak wody.

Kob śniady (*Kobus ellipsiprymnus*)
Samburu, Kenia

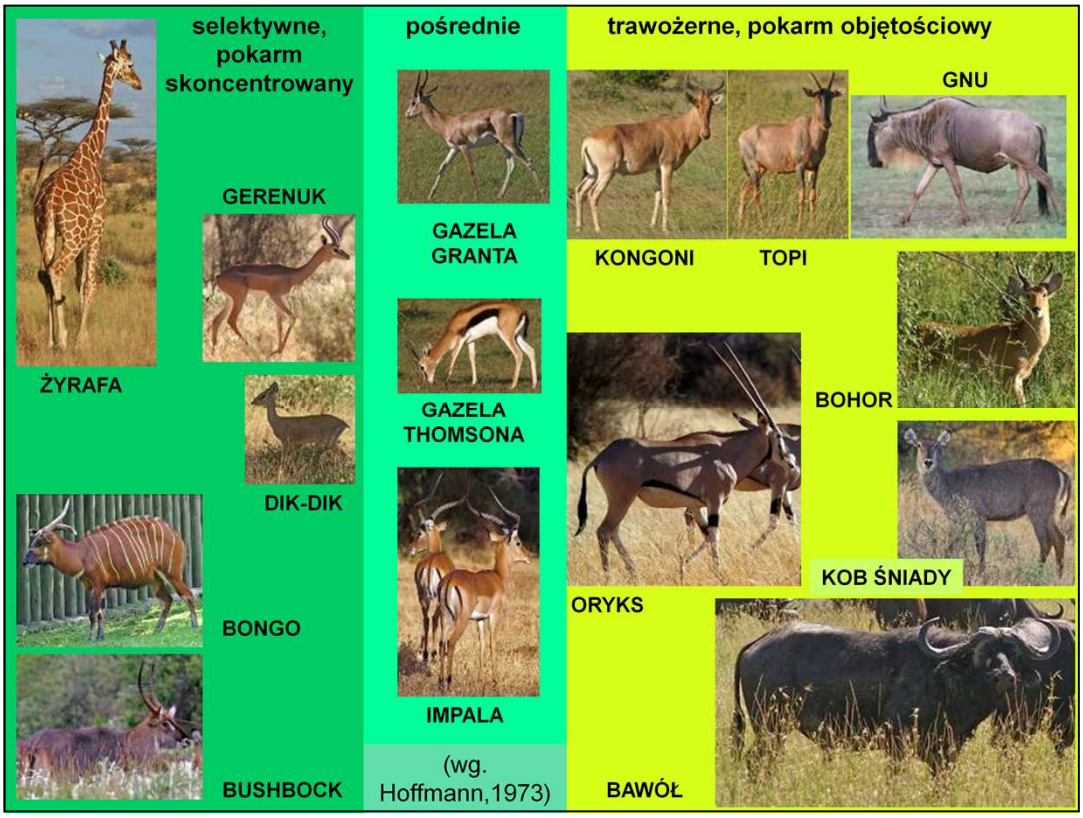


Bawół kafryjski (*Syncerus caffer)* Masai Mara, Kenia

Kolejnym wielkim ssakiem roślinożernym jest bawół kafryjski – wielki przeżuwacz, trawożerny.



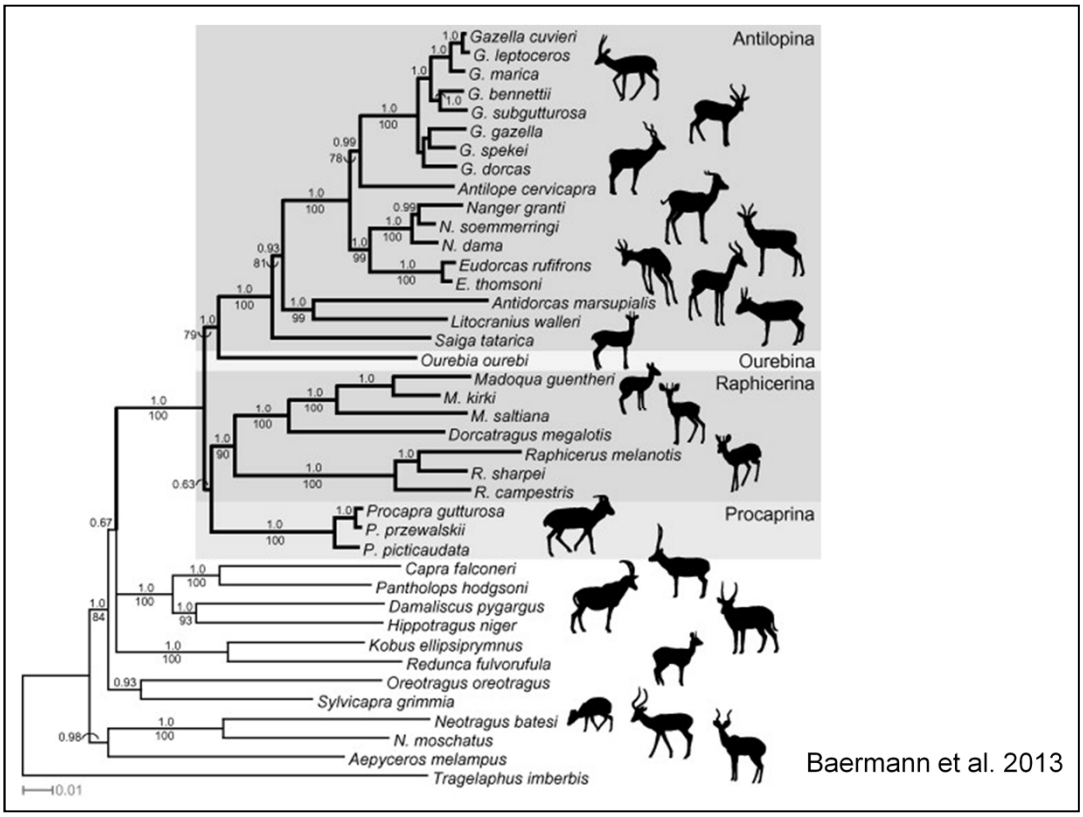
Bawół ma ogromny żwacz, w którym skutecznie trawi objętościowy pokarm – głownie trawę. Antylopy maja tym bardziej wyspecjalizowany (skoncentrowany) pokarm, im są mniejsze. Dik- dik jest jedną z najmniejszych antylop (wielkości zająca, 3-4 kg). Żwacz zajmuje znacznie mniejszą (proporcjonalnie) objętość.



Zestawienie porównawcze afrykańskich przeżuwaczy, w różnym stopniu zaadaptowanych do pobierania niskowartościowego pokarmu roślinnego.

Hipopotam nilowy
(*Hippopotamus amphibius*)

Guziec zwyczajny
common warthog
(Phacochoerus africanus)



Baermann et al. 2013

nieparzystokopytne

Zebra Grevy'ego (*Equus grevyi*)
Samburu, Kenia

Zebra Burchella
(*Equus burchelli*)
Masai Mara, Kenia

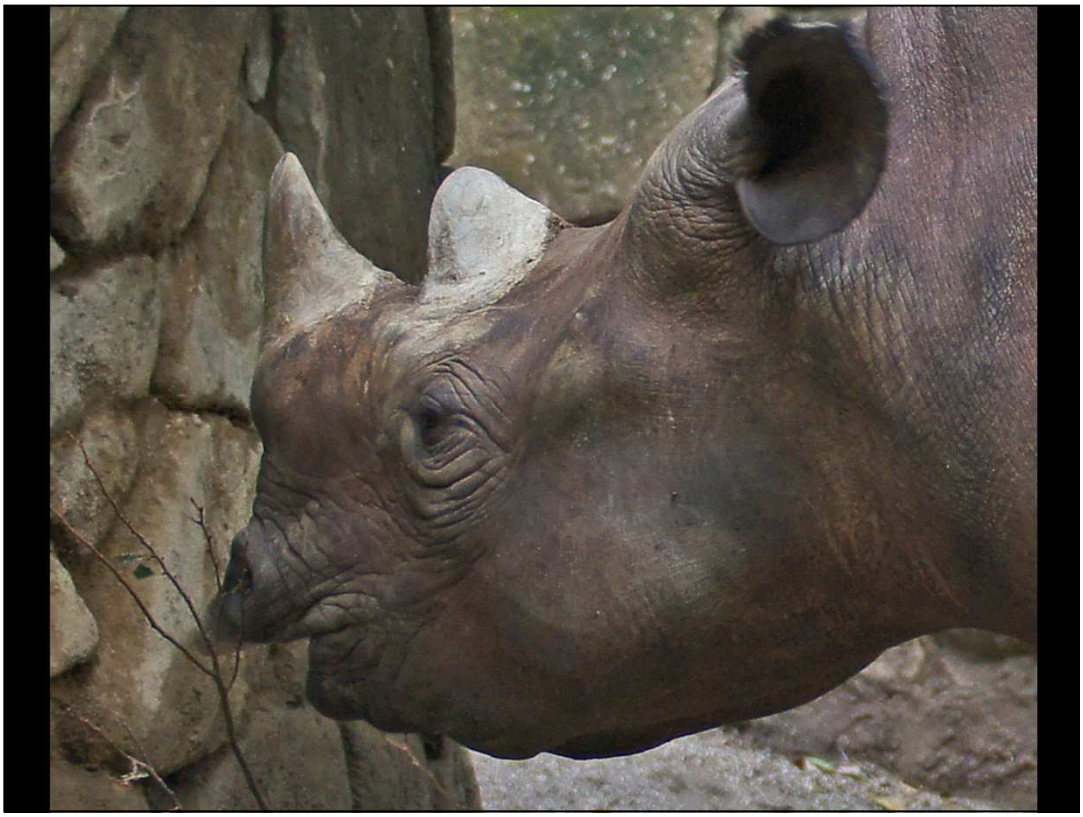
Zebra Grevy'ego (*Equus grevyi*); Samburu, Kenia

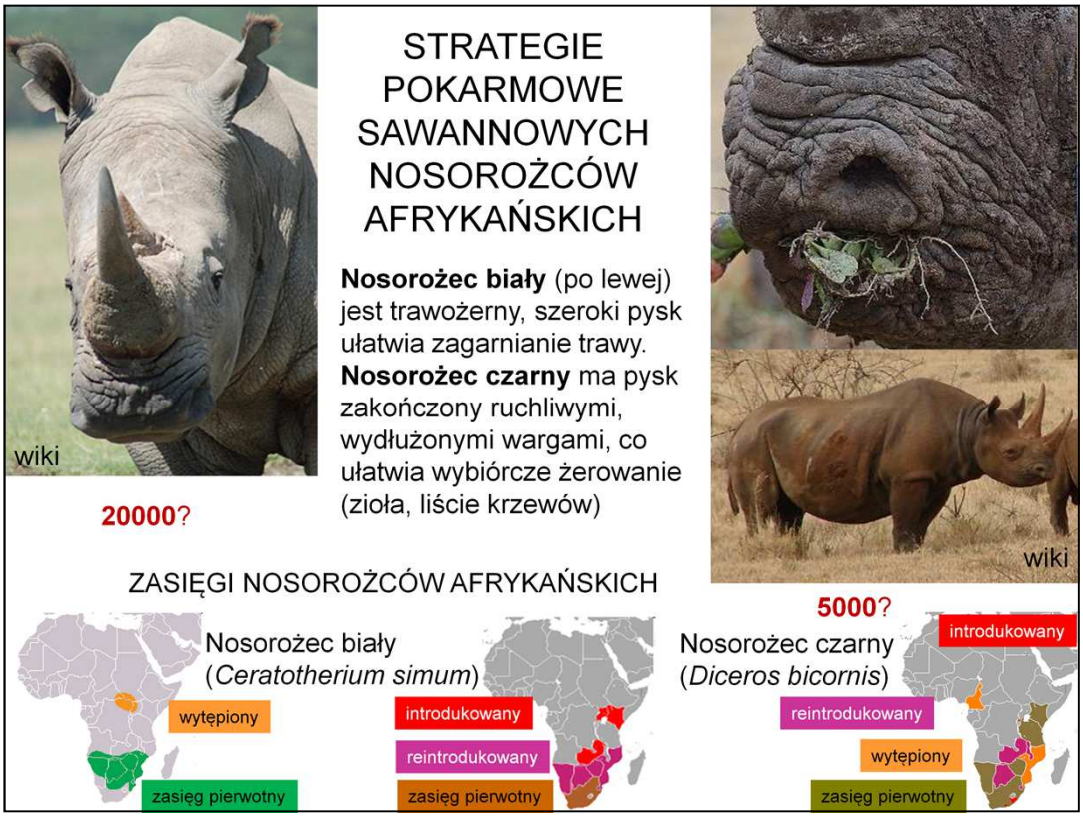
Koniowate (Equus sp.) są typowym elementem sawanny i stepu. Zebra Grevy'ego jest rzadkim, zagrożonym gatunkiem. Jest znacznie większa od pospolitych zebr innych gatunków

Nosorożec biały (*Ceratotherium simum*); Nakuru, Kenia

Nosorożec biały żywi się głównie trawą, podobnie jak duże przeżuwacze.

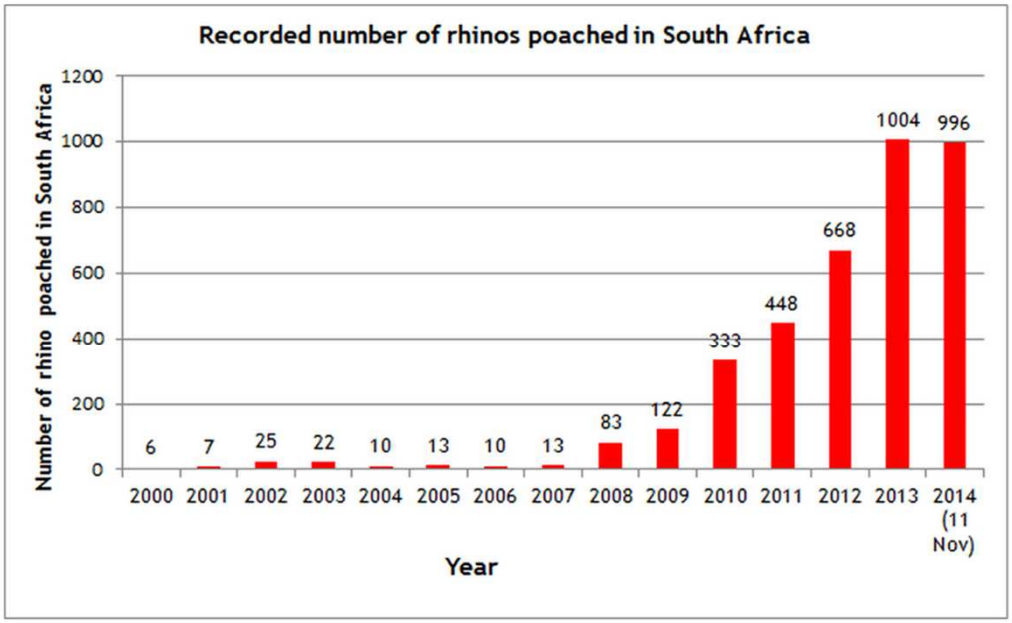
Nosorożec czarny *(Diceros bicornis)* *ZOO, Tokio*





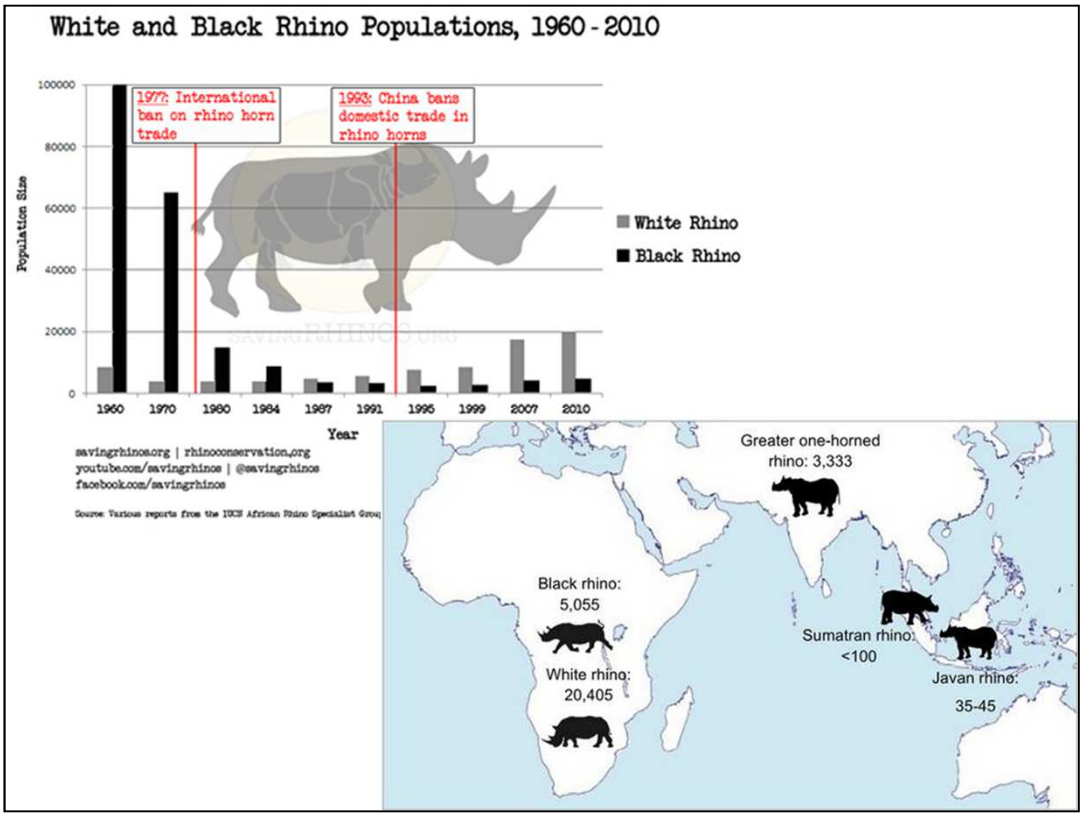
Bliski krewny nosorożca białego, również występujący w Afryce nosorożec czarny, jest bardziej wybiórczy i uzupełnia dietę pokarmem bardziej skoncentrowanym. Te przystosowania uwidaczniają się w budowie pyska.

Oba afrykańskie gatunki nosorożców zostały na wolności prawie wytępione, swój byt obecnie zawdzięczają aktywnej ochronie, reintrodukcjom i ogrodom zoologicznym. Nosorożec biały został wytępiony w swoim pierwotnym zasięgu w Afryce środkowej (pomarańcz.), i prawie wytępiony w Afryce Południowej (zielony) Obecnie nosorożec biały żyje w reintrodukowanych populacjach (bordo) i populacjach introdukowanych w miejscach, gdzie dawniej nie występował (czerwony). Nosorożec czarny żyje w reliktowych populacjach w parkach narodowych, także w populacjach reintroduowanych lub wprowadzonych ba tereny dawniej przez niego nie zamieszkiwane.

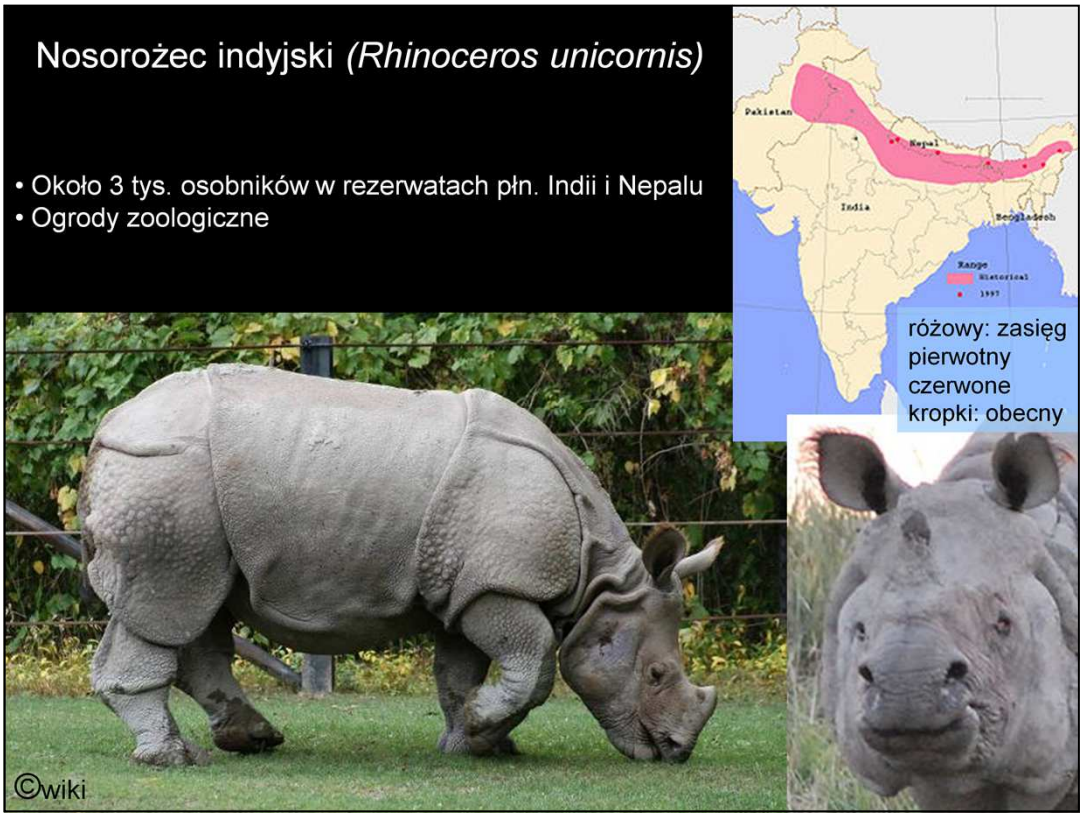


Graph 1, data published by South African Department of Environmental Affairs (2014)

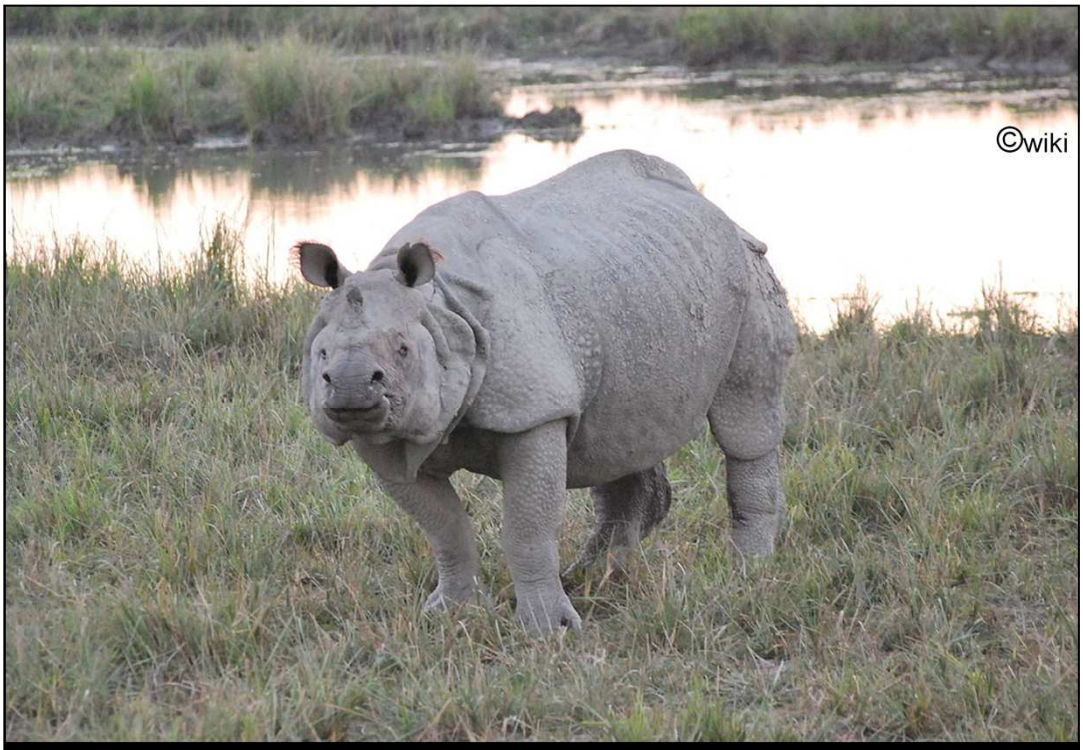
2008
2009
2010
2011
2012
2013
83
122
333
448
668
1004
How many more this year?
Over 2 650 known rhino have been poached in South Africa in the last 6 years. There are only some 18 900 white and 2 040 black rhinos left in South Africa, which is home to 74% of Africa's remaining rhino population.
STOP RHINO POACHING
help by supporting
w.stoprhinopoaching.com
POACHED
22 JULY 2013
STOP RHINO POACHING


White and Black Rhino Populations, 1960 - 2010
1977: International ban on rhino horn trade
1993: China bans domestic trade in rhino horns
Population Size
100000
80000
60000
40000
20000
0
1960
1970
1980
1984
1987
1991
1995
1999
2007
2010
Year
White Rhino
Black Rhino
savingrhinos.org | rhinoconservation.org
youtube.com/savingrhinos | @savingrhinos
facebook.com/savingrhinos
Source: Various reports from the IUCN African Rhino Specialist Group
Greater one-horned rhino: 3,333
Black rhino: 5,055
White rhino: 20,405
Sumatran rhino: <100
Javan rhino: 35-45

Miedzioryt Albrechta Dürera przedstawiający nosorożca indyjskiego.



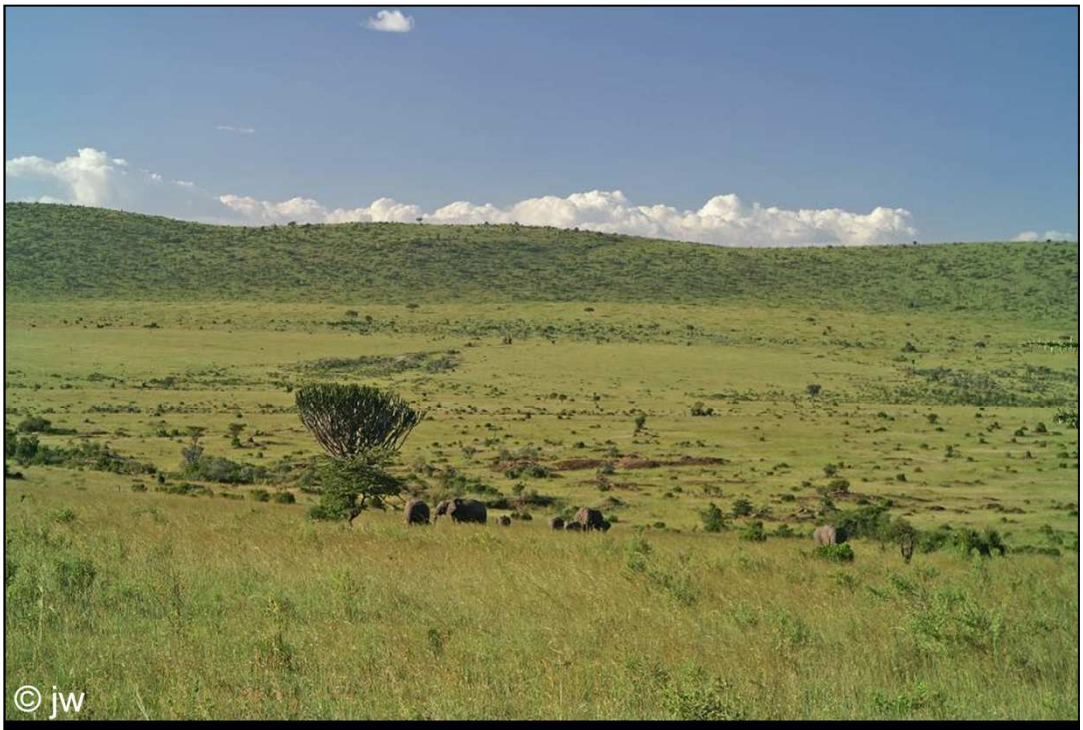
Nosorożec indyjski jest najliczniejszym gatunkiem spośród azjatyckich nosorożców leśnych. Jego zasięg skurczył się do paru niewielkich rezerwatów. Nosorożec indyjski, obok afrykańskiego białego, to największe gatunki nosorożców (osiągają 3 tony masy ciała).



Nosorożec indyjski *(Rhinoceros unicornis)*

Nosorożec indyjski jest najliczniejszym gatunkiem spośród azjatyckich nosorożców leśnych. Jego zasięg skurczył się do paru niewielkich rezerwatów. Nosorożec indyjski, obok afrykańskiego białego, to największe gatunki nosorożców (osiągają 3 tony masy ciała).

Dwa pozostałe gatunki leśnych nosorożców azjatyckich są na krawędzi wymarcia. Inne spokrewnione gatunki lub podgatunki juz wymarły. Nosorożce leśne, jak wszystkie leśne zwierzęta roślinożerne, są wymagające pokarmowo; ich wydłużone wargi umożliwiają wybiórcze żerowanie.



Step masajski (Masai Mara, Kenia);
Słoń afrykański (*Loxodonta africana*), Wilczomlecz kandelabrowy (*Euphorbia candelabrum*)

Otwarta sawanna trawiasta, z niewielkim udziałem drzew i krzewów, mimo stosunkowo dużej wilgotności. Największe drzew do wilczomlecze kandelabrowe (obok stado słoni).

Step masajski (Masai Mara, Kenia);
Słoń afrykański (*Loxodonta africana)*

Roślinożercami w wysokoproduktywnych sawannach i stepach są – obok licznych stad antylop i gazeli – także największe ssaki: słonie i nosorożce

Słoń afrykański *(Loxodonta africana);* Masai Mara, Kenia

„Whistling accacia", *Acacia drepanolobium* Masai Mara, Kenia

Roślinożerność to presja na populacje roślin, w odpowiedzi dobór prowadzi do rozwinięcia u roślin adaptacji utrudniających żerowanie roślinożerców.

Akacja *A. drepanolobium* ma ogromne kolce, swoją biomasę (liście) chroni również substancjami trującymi, a na dodatek ma przymierze obronne z mrówkami, dla których wytwarza specjalne domicja; mrówki atakują każdego roślinożercę próbującego zrywać liście.

Acacia drepanolobium (domicium)
Mrówka *Crematogaster nigriceps*

Podrażnione mrówki wybiegają z domicjum. Afrykańskie mrówki *Crematogaster* w podnieceniu zadzierają charakterystycznie odwołok – identycznie zachowują się południowoamerykańskie mrówki z rodz. *Azteca*, o podobnej niszy ekologicznej.

Pawian masajski (*Papio cynosephalus*); Samburu, Kenia

W afrykańskiej sawannie charakterystycznym elementem są małpy – pawiany i koczkodany.

PTAKI SAWANNY

Perlica zwyczajna
(Numida meleagris)
Samburu, Kenia

Perlica sępia *Acryllium vulturinum* Samburu, Kenia

Dzioboróg kafryjski (*Bucorvus leadbeateri*); Masai Mara, Kenia

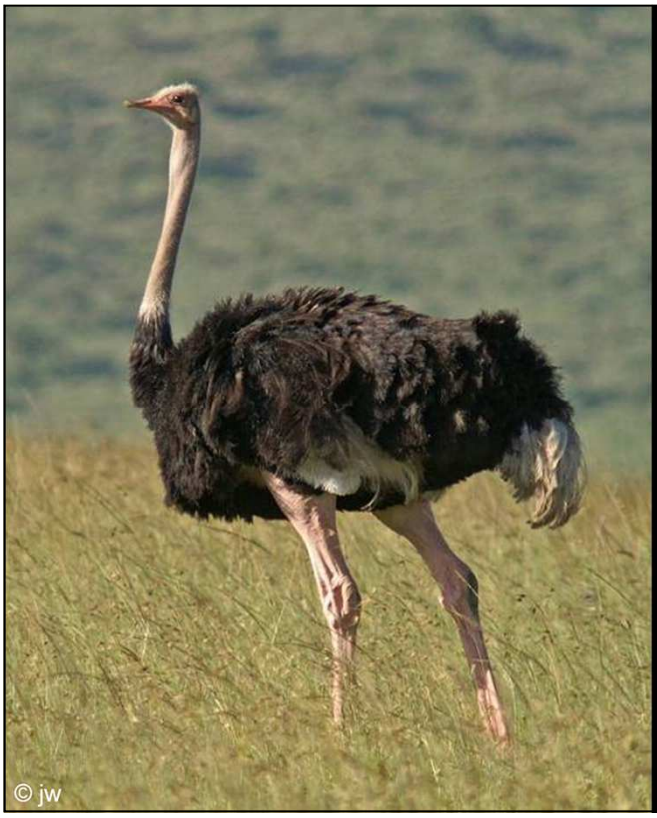
Obok dużych ssaków, na trawiastej sawannie żeruje cała gama gatunków dużych ptaków, o pokarmie mieszanym, roślinnym lub zwierzęcym. Ptaki te żerują chodząc po sawannie.

Dropie Otididae

Dropik czarnobrzuchy (*Lissotis melanogaster*)

Samburu, Kenia

Koronnik szary (*Balearica regulorum*); Samburu, Kenia



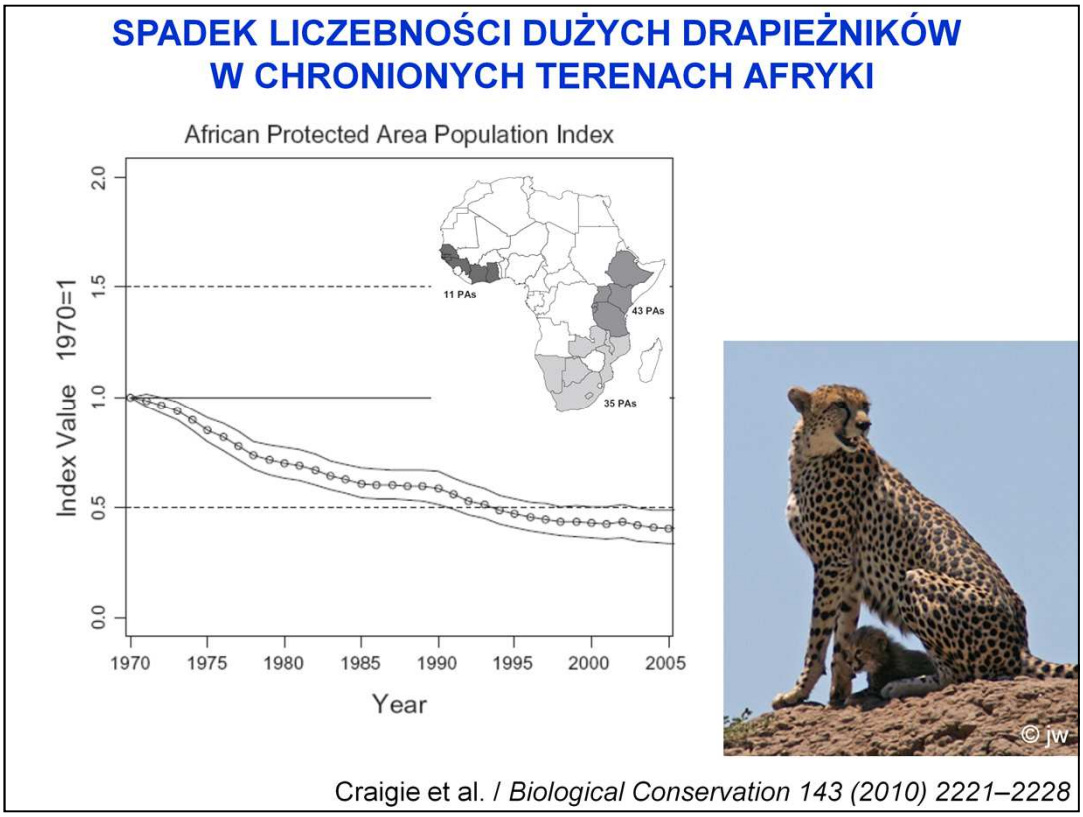
Struś afrykański
Struthio camelus

Massai Mara, Kenia

Lew *(Panthera leo)* , Masai Mara, Kenia

Drapieżnikami eksploatującymi olbrzymie zasoby roślinożerców są duże koty i psowate. W Afryce – oczywiście lew.

Lwy żyją głownie w menażeriach, albo parkach narodowych, gdzie są obiektem prześladowania przez turystów.

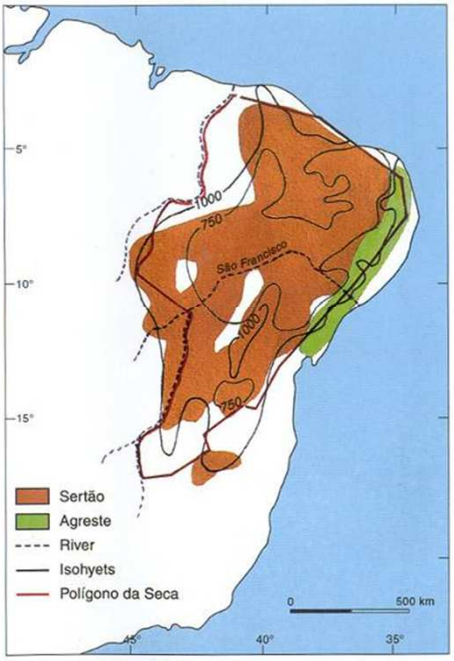


Wg. niedawnych publikacji liczba wielkich drapieżników afrykańskich (i innych rejonów) silnie spada nawet na terenach chronionych. Gepard w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat zmniejszył liczebność o rząd wielkości.

SAWANNA ZALEWOWA

Ameryka Pd.

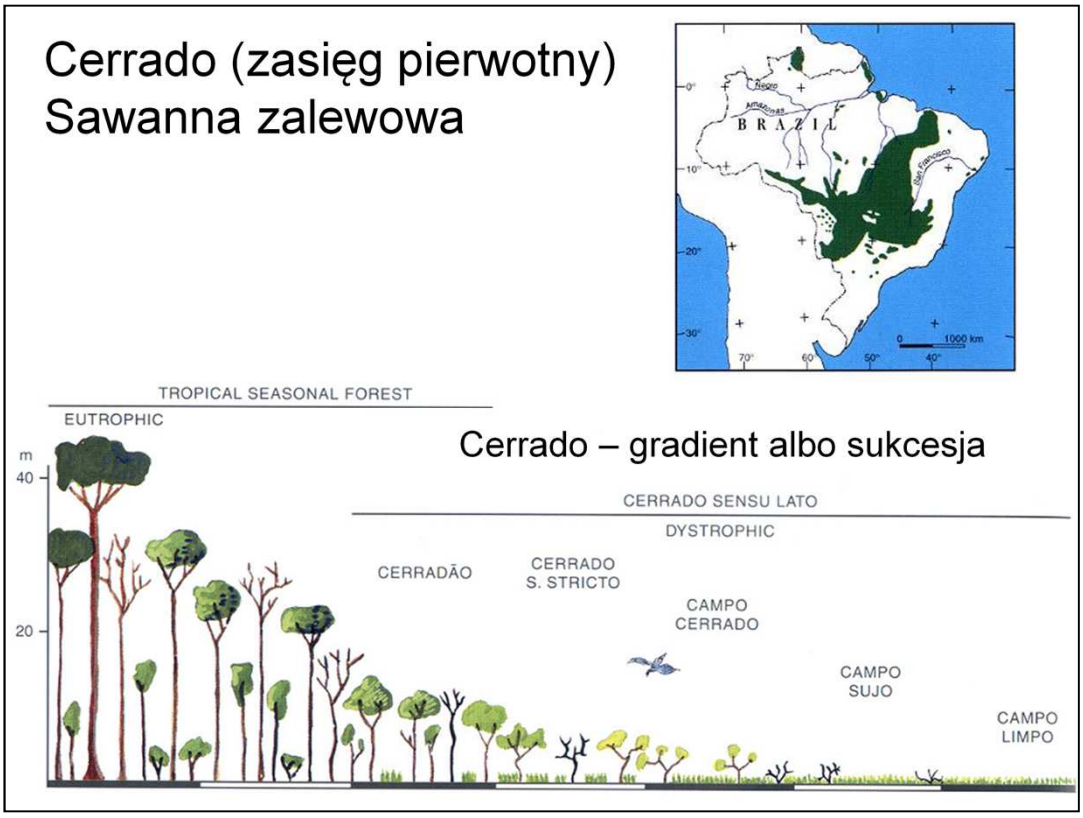
Caatinga – zasięg pierwotny



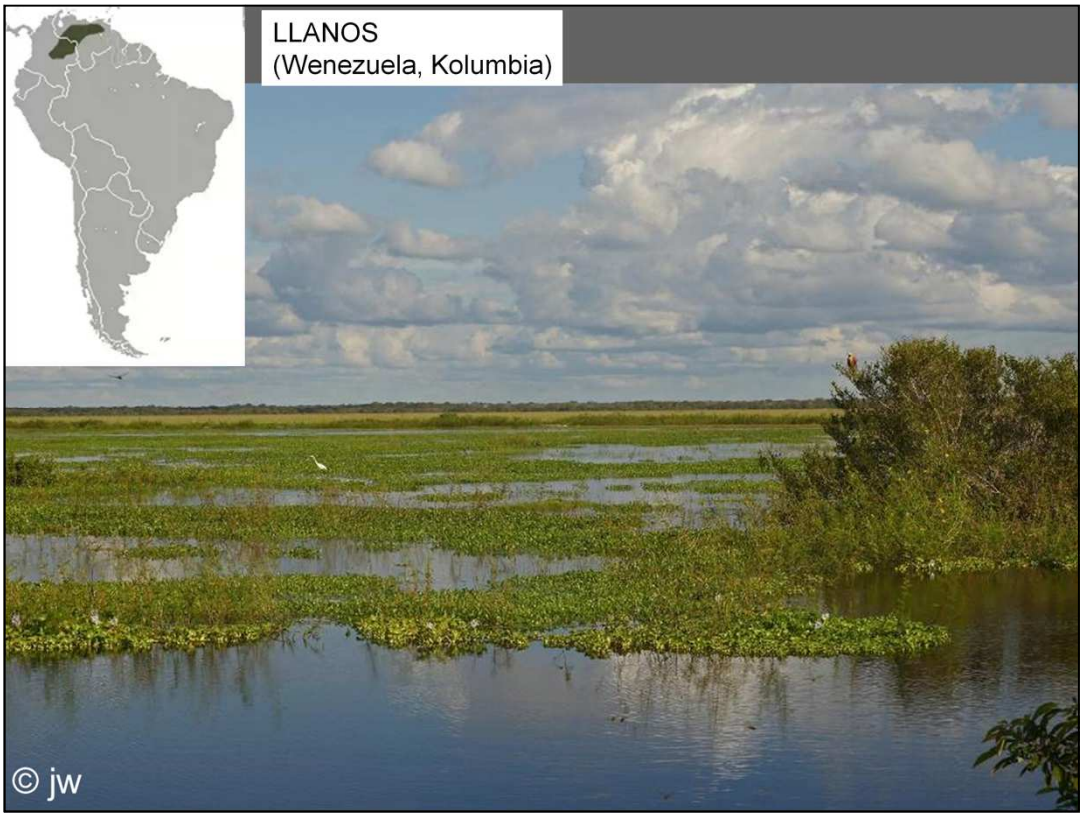
Caatinga: sucha
Sawanna drzewiasta
lub krzaczasta

„Biomas do Brasil", 2005

Odmiany sawann i stepów mają lokalne nazwy. Sucha sawanna drzewiasta lub krzaczasta w Brazylii nosi nazwę Caatinga.

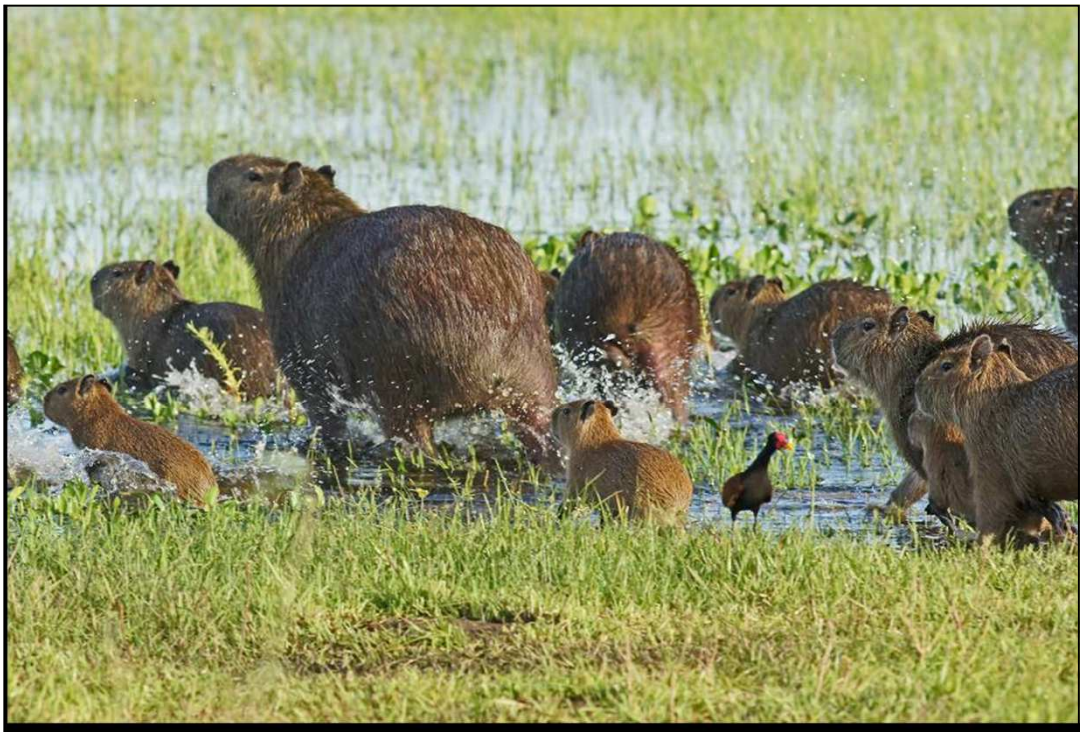


Na dużych obszarach nizinnych Ameryki Pd. w strefie subtropikalnej występuje sawanna zalewowa - cerrado (obecnie znacznie zmieniona przez człowieka). W obrębie tej formacji wyróżnia się fragmenty eutroficzne z wysokopiennym lasem (zwykle jako lasy galeriowe nad rzekami), *cerrado sensu stricto*, które jest porośnięte murawą z udziałem niewielkich drzew i krzewów, a także bezdrzewne murawy mniej lub bardziej podmokłe.



Odpowiednikiem sawanny zalewowej – cerrado – z Brazylii, w północnym krańcu Ameryki Południowej jest obszar llanos, rozciągający się na dużej przestrzeni w Wenezueli i Kolumbii.

W porze deszczowej w płaskich, bezodpływowych obszarach wylewają rzeki, poziom wody się podnosi i pokrywa otwarte przestrzenie na głębokość 1-2 lub więcej m. Drzewa są zalane aż po korony.



Kapibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*); Los llanos, Wenezuela

Jednym z najbardziej charakterystycznych gatunków sawanny zalewowej Ameryki Pd. jest kapibara – największy gryzoń.

Wypas bydła (zebu) na sawannie zalewowej (Llanos, Wenezuela)

Sawanny Ameryki południowej, także Afryki, również te zalewowe, są ekstensywnie eksploatowane jako pastwiska; hodowane bydło to azjatyckie zebu, które dobrze znoszą ciepły i mokry klimat.

Los llanos; Hato Cedral, Venezuela

Sawanna zalewowa „cerrado”, Pantanal, Brazylia; pora sucha

Wyspa leśna na terenie zalewowym; Pantanal, Brazylia. Wyspy pozostają suche w porze deszczowej i tam chronią się zwierzęta lądowe (obecnie są to przeważnie stada bydła). W okresie suchym woda opada i zachowuje się tylko w niewielkich zagłębieniach; tam z kolei w porze suchej koncentrują się ptaki wodne, aligatory i inne wodne/ziemnowodna zwierzęta.

Sawanna zalewowa „cerrado”, Pantanal, Brazylia

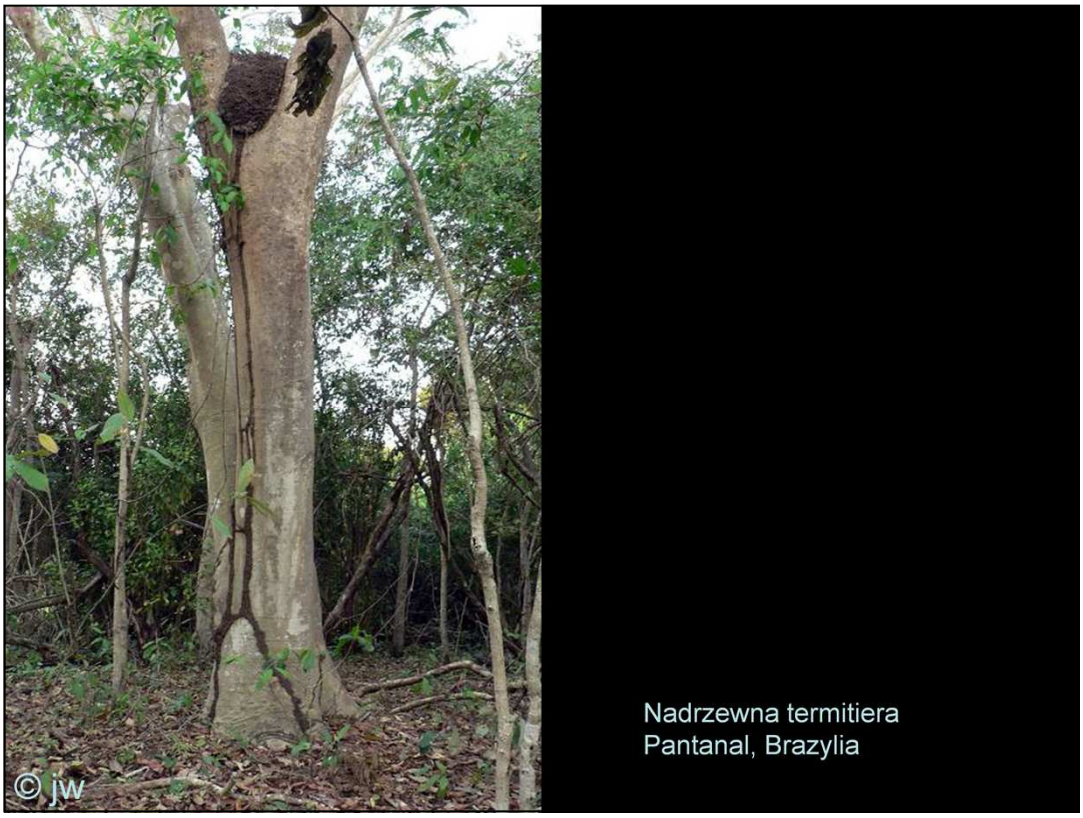
Sawanna zalewowa „cerrado”, Pantanal, Brazylia

Wśród drzew zarośli sawanny zalewowej wyrózniaja się drzewa z rodzajów *Tabebuia, Cecropia* i in.

Sawanna zalewowa „cerrado”, palma bacuri (*Attalea phalerata)* Pantanal, Brazylia

Obszar wyspy na sawannie zalewowej porasta kilka gatunków drzew, szczególnie palmy *Attalea phalerata*, bocaiuva (*Acrocomia sclerocarpa*) i fikusy (*Ficus* sp.).

Carunda
(*Copernicia alba*;
Arecaceae)
Pantanal,
Brazylia



W sawannie zalewowej występują gatunki termitów budujące termitiery na drzewach, w miejscach suchych występują termity budujące termitiery naziemne. Cerrado uchodzi za sawannę „termitową” w jeszcze większym stopniu niż sawanna afrykańska. Prócz tego wielką rolę w cerrado odgrywają pospolite mrówki grzybiarki.

Typowymi ssakami dla cerrado są mrówkojady i pancerniki. *Tamandua* wystepuje w miejscach zadrzewionych.

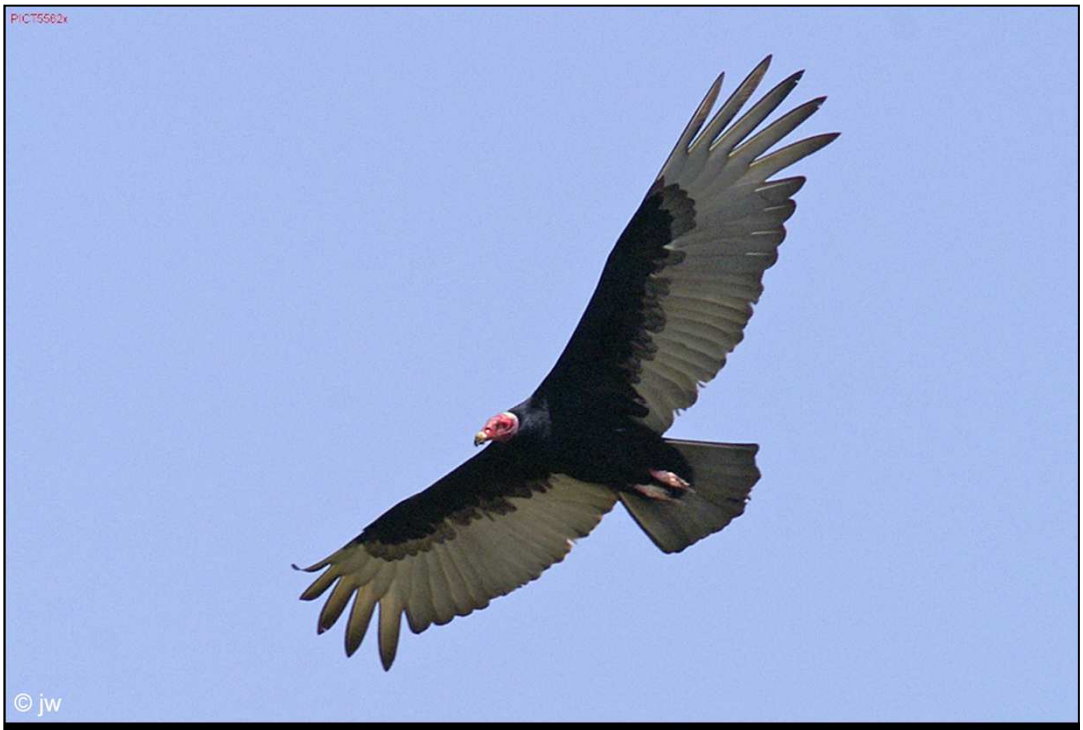
Mrówkojad wielki (*Myrmecophaga tridactyla*)

Pancernik wielki jest największym gatunkiem z tej grupy.

Na kontynencie afrykańskim funkcjonalnym odpowiednikiem amerykańskich mrówkojadów jest

Pancernik (*Dasypus novemcinctus*). Pantanal, Brazylia

Pancerniki należą do tego samego rzędu szczerbaków (Xenarthra), co mrówkojady. Również są owadożerne (w znacznym stopniu termitożerne, ale nie tak wyspecjalizowane jak mrówkojady). Kopią głębokie nory.



Sępnik różowogłowy *Cathartes aura*; Pantanal, Brazylia

Liczne ptaki drapieżne i sępy w otwartej sawannie żywią się padliną.

Ślimakojad *Rostrhamus sociabilis*; Pantanal, Brazylia

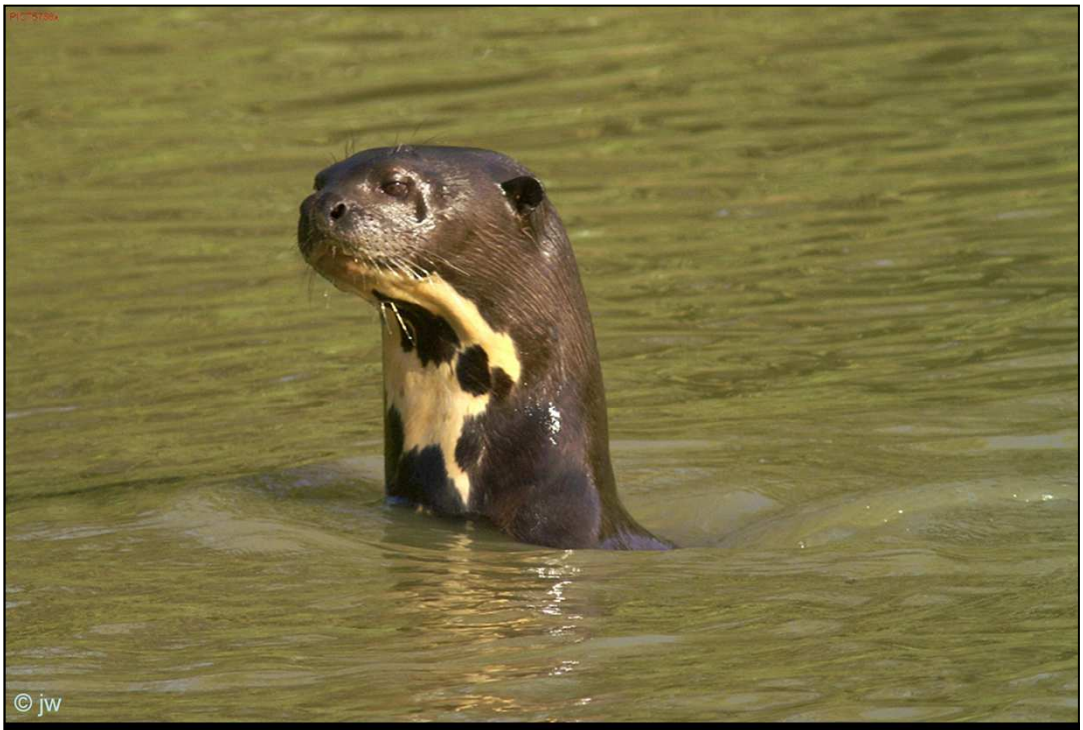
Wyspecjalizowany drapieżnik, preferuje duże lądowe ślimaki, które zręcznie wydobywa ze skorup za pomocą specjalnie przystosowanego dzioba.

Dzięcioł łąkowy (*Colaptes campestris)* Pantanal, Brazylia

Na brazylijskiej sawannie żyje gatunek dzięcioła, który radzi sobie bez drzew. Gatunkiem tym bardzo interesował sie Darwin.

Kapibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*); Pantanal, Brazylia

Typowy ssak zalewowej sawanny: kapibara, największy gryzoń na Ziemi.



Wydra olbrzymia (*Pteronura brasiliensis*). Pantanal, Brazylia

Wydra olbrzymia: drapieżny (głównie rybożerny) gatunek ssaka sawanny zalewowej.

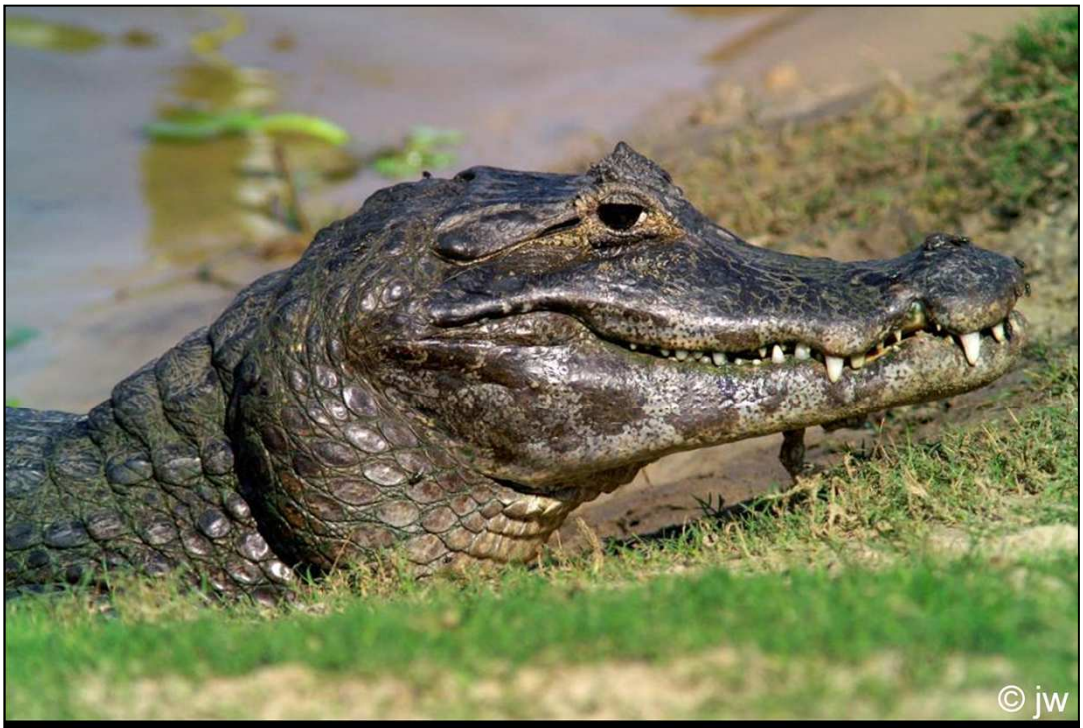
Kajman okularowy (*Caiman crocodilus*); Pantanal, Brazylia

Kajman okularowy – pospolity i mimo tępienia wciąż liczny przedstawiciel krokodyli amerykańskich

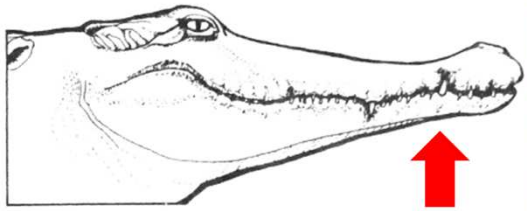
Krokodyl z Orinoko *Crocodylus intermedius*

W Ameryce żyje więcej gatunków krokodyli, niż w Afryce, Azji i Australii razem wziętych. Obok najpospolitszych kajmanów okularowych, w dorzeczu Orinoko żyje potężny krokodyl *Crocodylus intermedius.*

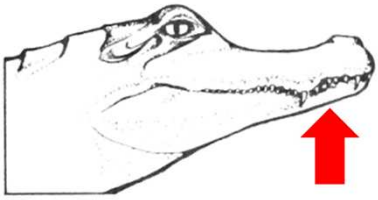
Krokodyl z Orinoko *Crocodylus intermedius*



Kajman okularowy (*Caiman crocodilus*);
Pantanal, Brazylia



Czwarty ząb żuchwy wchodzi
do zewnętrznego zagłębienia
W górnej szczęce; jest widoczny
przy zamkniętym pysku.
= Fam. Crocodylidae



Czwarty ząb żuchwy wchodzi do dołka
w górnej szczęce, i znika przy zamkniętym
Pysku
= Fam. Alligatoridae

Rząd krokodyli dzieli się na 3 rodziny: Crocodylidae (krokodyle afrykańskie, pd-amerykańskie i australijskie), Aligatoridae (aligatory i kajmany) i gawiale (dwa gatunki w Azji); razem 23 gatunki.

Krokodyle różnią się od aligatorów i kajmanów kształtem pyska (aligatorowate mają pysk szerszy) i uzębieniem.