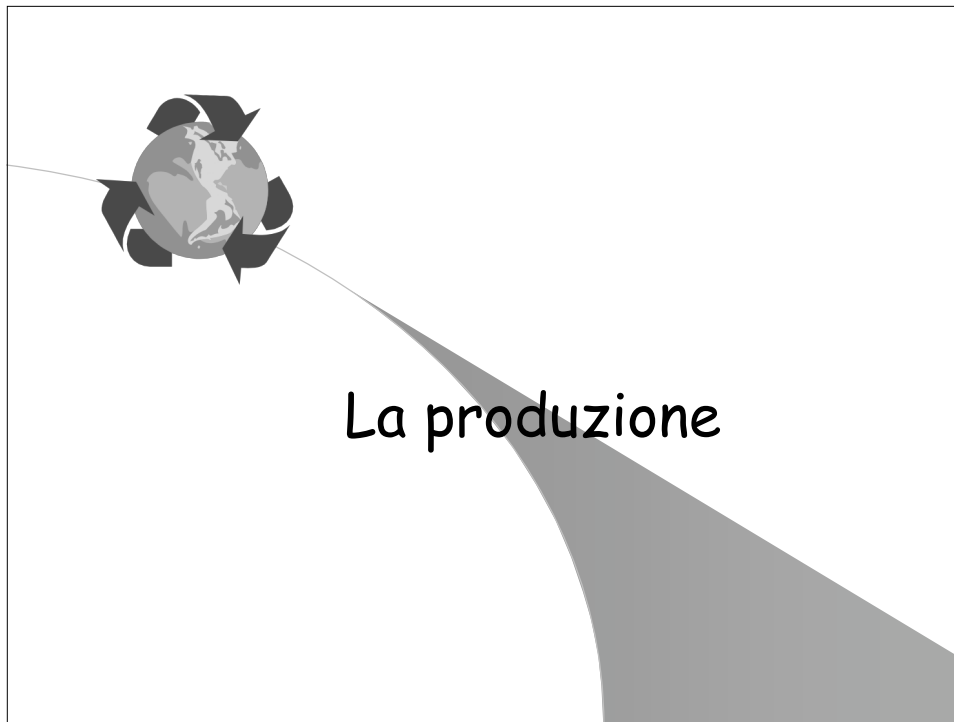




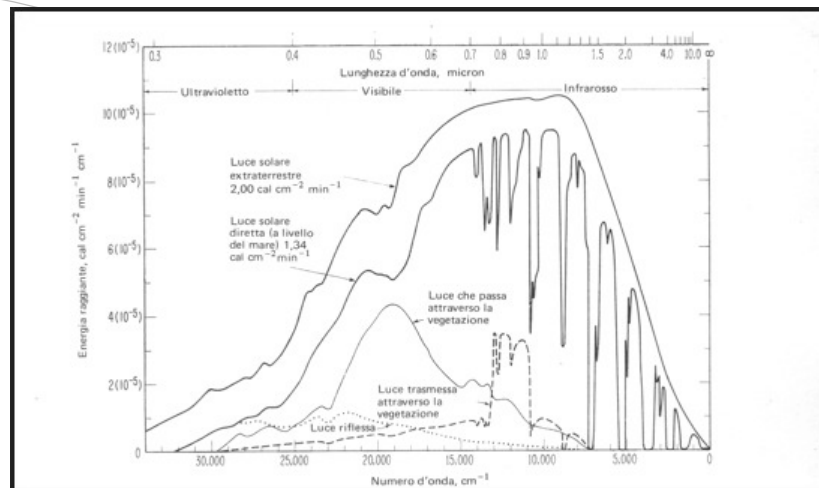
LA PRODUZIONE

- **La Terra rispetto alla luce è un SISTEMA APERTO**
- **La vita sulla Terra si è evoluta sulla base di una disponibilità continua di energia radiante**



A slide titled "LA PRODUZIONE" in bold, black, uppercase letters. Below the title are two bullet points, also in bold, black, uppercase letters. The first bullet point states "La Terra rispetto alla luce è un SISTEMA APERTO" and the second states "La vita sulla Terra si è evoluta sulla base di una disponibilità continua di energia radiante". In the bottom right corner, there is a small icon of a lit light bulb. A grey, triangular beam of light, similar to the one in the first slide, originates from the light bulb and extends towards the top left, passing behind the text.

LA LUCE spettro elettromagnetico

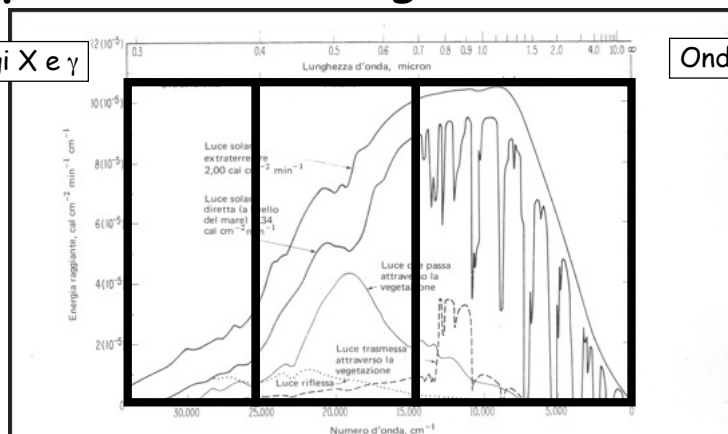


LA LUCE spettro elettromagnetico



« raggi X e γ »

« Onde radio »



Diminuzione di energia ➤

La radiazione luminosa



- Sulla superficie esterna dell'atmosfera arrivano $\sim 700 \text{ Cal/cm}^2/\text{giorno}$
- La radiazione va dai raggi X e γ , fino alle onde radio
- Le bande rilevanti per gli organismi vanno dall'Ultravioletto (UV) all'Infrarosso (IR) lontano

LA LUCE



Lo spettro elettromagnetico è asimmetrico; l'energia radiante sulla superficie della terra in un giorno sereno è costituita:

- 10 % UV
- 45 % Visibile ($\sim 55 \text{ kCal/cm}^2/\text{anno}$)
- 45 % IR

LA PRODUZIONE



- La luce è la fonte primaria della vita sulla Terra
- E' alla base del processo di produzione dell'energia chimica, cioè cibo (processo fotosintetico)
- La produttività rappresenta l'attributo più importante di una comunità naturale

Misura della produttività

- P. primaria è la velocità di trasformazione dell'energia radiante in sostanza organica viene generalmente misurata come sostanza secca prodotta in $\text{g/m}^2/\text{anno}$ oppure come energia in $\text{kCal/m}^2/\text{anno}$

N.B. La produttività è una velocità e non la quantità di organico presente in un dato momento per unità di superficie della terra!
Quest'ultima è la Biomassa e si esprime come sostanza secca prodotta in g/m^2 o kg/m^2 o t/m^2 o t/ha

Per studiare la produttività di foreste con sottobosco

- N di alberi per quadrato, Ø del tronco, n e altezza rami, altezza di ciascun albero
- Peso secco del legno e della corteccia del tronco e dei rami, delle foglie, delle radici, dei fiori e dei frutti (per gli alberi e gli arbusti più grandi)
- Misure di allungamento e peso secco (per gli arbusti più piccoli e le erbe)



Table 5.1 Net Productivity and Biomass in Temperate-Zone Forests—a Young Oak-Pine Forest at Brookhaven, Long Island, New York, and a Climax Deciduous Cove Forest, Great Smoky Mountains National Park, Tennessee. [Brookhaven data from an intensive study by Whittaker and Woodwell (1968, 1969), cove forest values estimated by Whittaker (1966).]

	Oak-Pine Forest		Cove Forest	
	Net Pro-ductivity	Biomass	Net Pro-ductivity	Biomass
Totals, net productivity (g/m ² /yr) and biomass (kg/m ²), dry matter, for trees	Foresta di Querce-Pini		Liriodendron tulipifera, Halesia tetrapetala, Tilia americana, Acer rubrum, Fraxinus americana	
	1060	9.7	1300	58.5
Totals for undergrowth (sottobosco)	134	0.46	90	0.135
	1200		1390	
Percentages of totals for trees in				
Stem wood	14.0	36.1	33.3	69.3
Stem bark (corteccia)	2.5	8.4	3.7	6.3
Branch wood and bark	23.3	16.9	13.1	10.3
Leaves	33.1	4.2	29.1	.6
Fruits and flowers	2.1	.2	1.8	.03
Roots	25.0	34.2	19.0	13.5
Biomass accumulation ratio	8.5		43.5	
Leaf area ratios, m ² /m ²	3.8		6.2	
Bark area ratio, m ² /m ²	1.5		2.1	
Chlorophyll, g/m ²	1.9		2.2	
Total respiration/gross productivity	0.80		1.0	
Age of canopy trees, yrs (baldacchino)	40–45		150–400	
Mean tree height, m	7.6		34.0	

La produttività lorda viene determinata

- Misura degli scambi gassosi (camera di plastica trasparente applicata a rami con foglie):
 - CO₂ in entrata e in uscita;
 - CO₂ respirata;
- Conversione all'intero fogliame, a tutti i livelli della foresta, per anno



La produttività lorda

	Prod. netta g/m ² /anno	Respirazione	Prod. lorda g/m ² /anno
A) Foresta querce e pini	1200	1450	2650
B) Foresta decidua, climax	1390	2110	3500

La respirazione consuma:

A) il 55% della produttività lorda

B) il 60% della produttività lorda

i restanti 45-40% sono a disposizione dei consumatori

Respirazione della comunità e *biomass accumulation ratio*

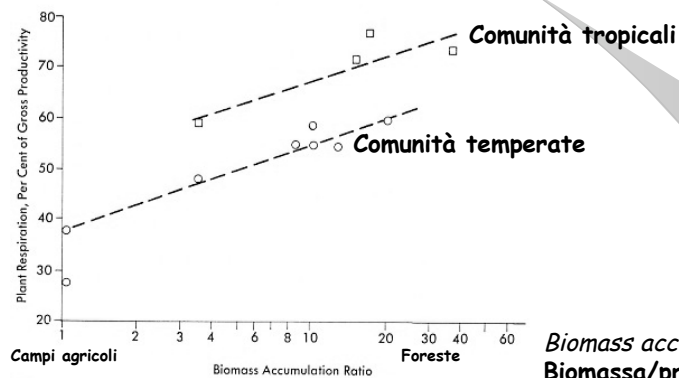


Figure 5.1. Plant-community respiration in relation to biomass accumulation ratio (biomass/net annual primary productivity, above ground, on a logarithmic scale). The circles are for temperate and the squares for tropical communities. The trend lines show increasing fractions of gross primary productivity used for plant respiration from agricultural fields on the left (biomass accumulation ratio treated as 1.0) to forests (biomass accumulation ratios from 10–40) on the right, and higher fractions of productivity spent in respiration in the higher temperatures of the Tropics.

Biomass accumulation ratio =
Biomassa/produttività netta

La produttività primaria varia...

con le precipitazioni...

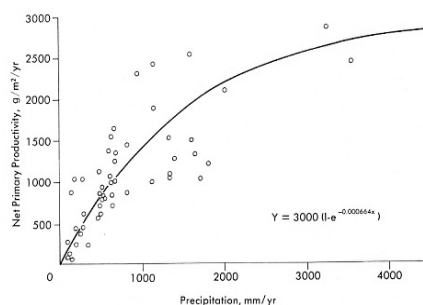


Figure 5.2. Net primary productivity, above and below ground, in relation to mean annual precipitation. [Lieth, *Human Ecol.*, 1:303 (1973).]

... la temperatura

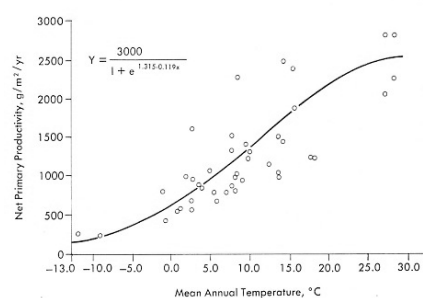


Figure 5.4. Net primary productivity, above and below ground, in relation to mean annual temperature. [Lieth, *Human Ecol.*, 1:303 (1973).]

La produttività primaria varia...

... con l'altitudine

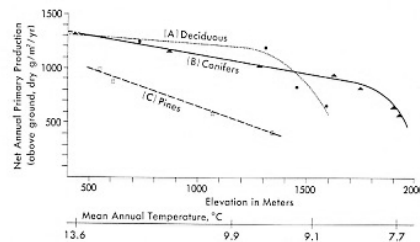


Figure 5.5. Net primary productivity along an elevation gradient in the Great Smoky Mountains, Tennessee, for A: Broad-leaved deciduous forests of moist environments. B: Evergreen coniferous forests (hemlock, spruce, and fir) of moist environments. C: Pine forests of dry environments. [Production data from Whittaker, 1966; temperatures from Shanks, *Ecology*, 35:354 (1954).]

Dunque la produttività primaria varia...

- sul gradiente latitudinale: diminuisce dall'equatore ai poli
- su gradienti di precipitazioni: aumenta con la disponibilità di acqua (evapotraspirazione)
- su gradienti altitudinali: diminuisce con la temperatura media annuale

Misura della produttività

PRODUTTIVITÀ = velocità



- P. secondaria è la velocità di assimilazione dell'energia nei trasferimenti tra i consumatori
- P. netta della comunità è la velocità di immagazzinamento dell'energia, dopo che tutta la comunità ha respirato

Misura delle produttività secondarie

Assimilazione + Emissione di cibo non utilizzato = Ingestione



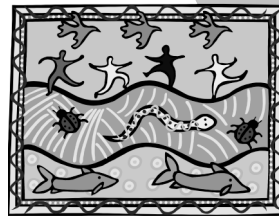
Respirazione + Produzione



Accrescimento + Riproduzione

N.B. L'assimilazione totale degli eterotrofi può essere considerata equivalente alla produzione lorda degli autotrofi

Ecosistemi	Produttività netta (g/m ² /anno)
Foresta tropicali-equatoriali	> 2000
Foresta in climi favorevoli	1000-2000
Prateria, macchia, boschi, campi di cereali,	250-1000
Deserto, semideserto, tundra	0-250



Produttività e biomassa nei vari ecosistemi

Table 5.2 Net Primary Production and Plant Biomass for the Earth. Units are square kilometers, dry grams or kilograms per meter square, and dry metric tons (t) of organic matter. [Whittaker and Likens in Lieth and Whittaker, 1975.]

Ecosystem Type	Area * 10 ⁶ km ²	Net Primary Productivity, per Unit Area † g/m ² /yr		World Net Primary Production ** 10 ⁹ t/yr	Biomass per Unit Area ‡ kg/m ²		World Biomass ** 10 ⁹ t
		Normal Range	Mean		Normal Range	Mean	
Tropical rain forest	17.0	1000-3500	2200	37.4	6-80	45	765
Tropical seasonal forest	7.5	600-2500	1600	12.0	6-60	35	260
Temperate evergreen forest	5.0	600-2500	1300	6.5	6-200	35	175
Temperate deciduous forest	7.0	600-2500	1200	8.4	6-60	30	210
Boreal forest	12.0	400-2000	800	9.6	6-40	20	240
Woodland and shrubland	8.5	250-1200	700	6.0	2-20	6	50
Savanna	15.0	200-2000	900	13.5	0.2-15	4	60
Temperate grassland	9.0	200-1500	600	5.4	0.2-5	1.6	14
Tundra and tundra	8.0	10-100	140	1.1	0.1-3	0.6	5
Desert and semidesert scrub	18.0	10-250	90	1.6	0.1-4	0.7	13
Extreme desert, rock, sand, and ice	24.0	0-10	3	0.07	0-0.2	0.02	0.5
Cultivated land	14.0	100-3500	650	9.1	0.4-12	1	14
Swamp and marsh	2.0	800-3500	2000	4.0	3-50	15	30
Lake and stream	2.0	100-1500	250	0.5	0-0.1	0.02	0.05
Total continental	149.		773	115		12.3	1837
Open ocean	332.0	2-400	125	41.5	0-0.005	0.003	1.0
Upwelling zones	0.4	400-1000	500	0.2	0.005-0.1	0.02	0.008
Continental shelf	26.6	200-600	360	9.6	0.001-0.04	0.01	0.27
Algal beds and reefs	0.6	500-4000	2500	1.6	0.04-4	2	1.2
Estuaries	1.4	200-3500	1500	2.1	0.01-6	1	1.4
Total marine	361		152	55.0		0.01	3.9
Full total	510		333	170		3.6	1841