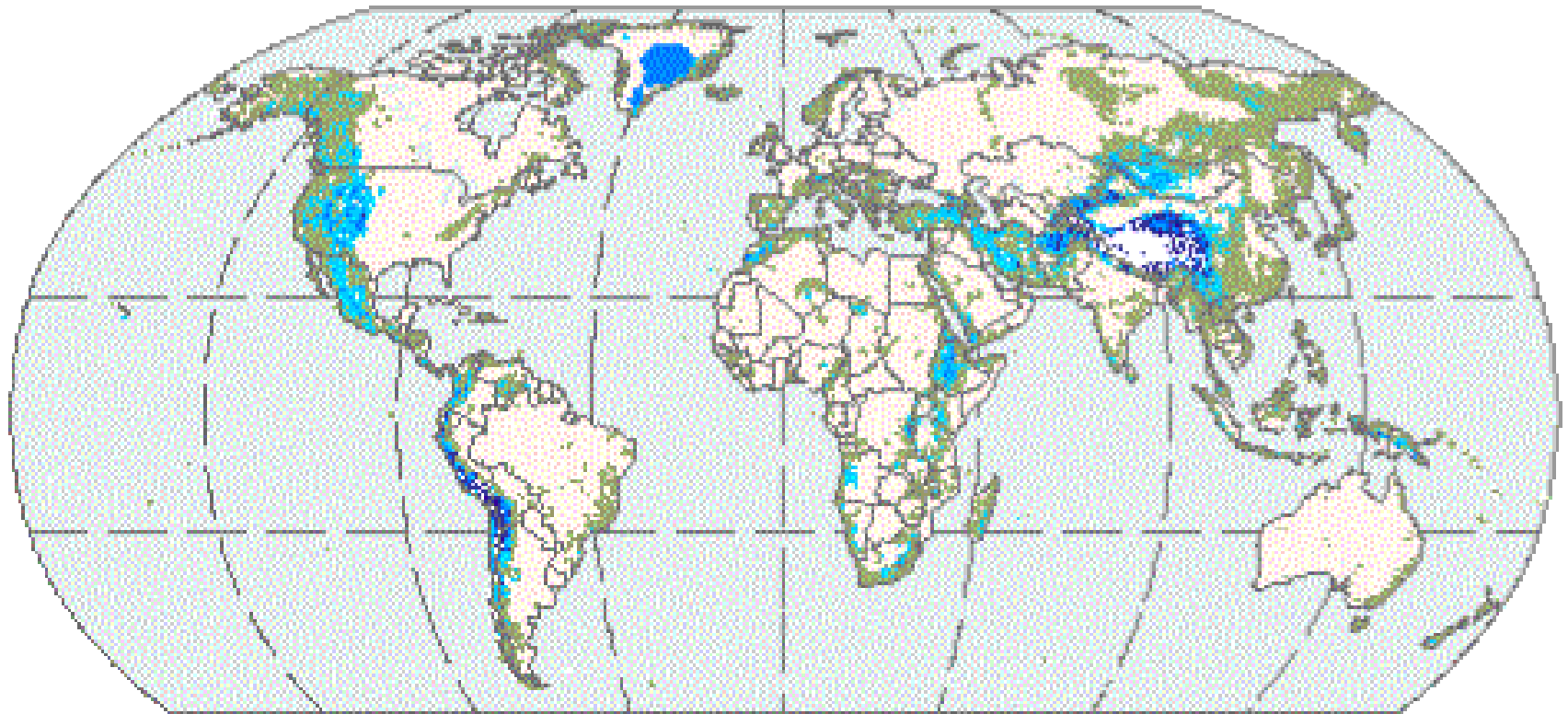
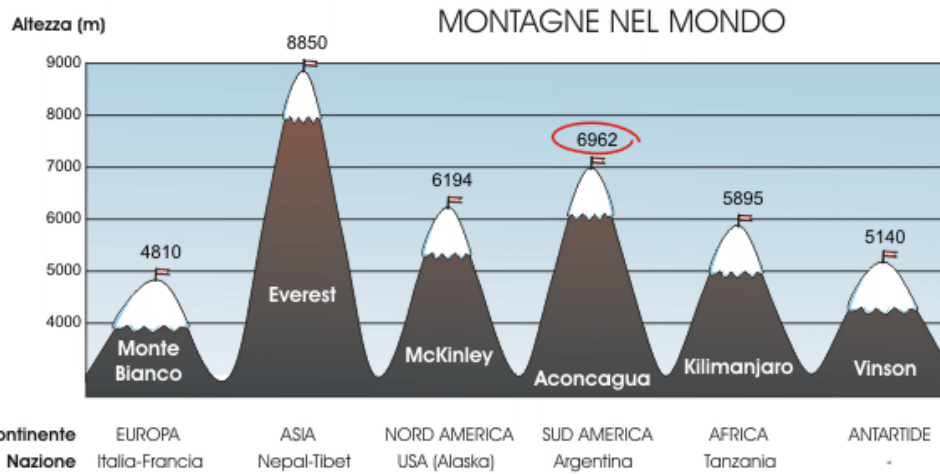


L'UOMO E LA MONTAGNA
ADATTAMENTO ALL'ALTA QUOTA

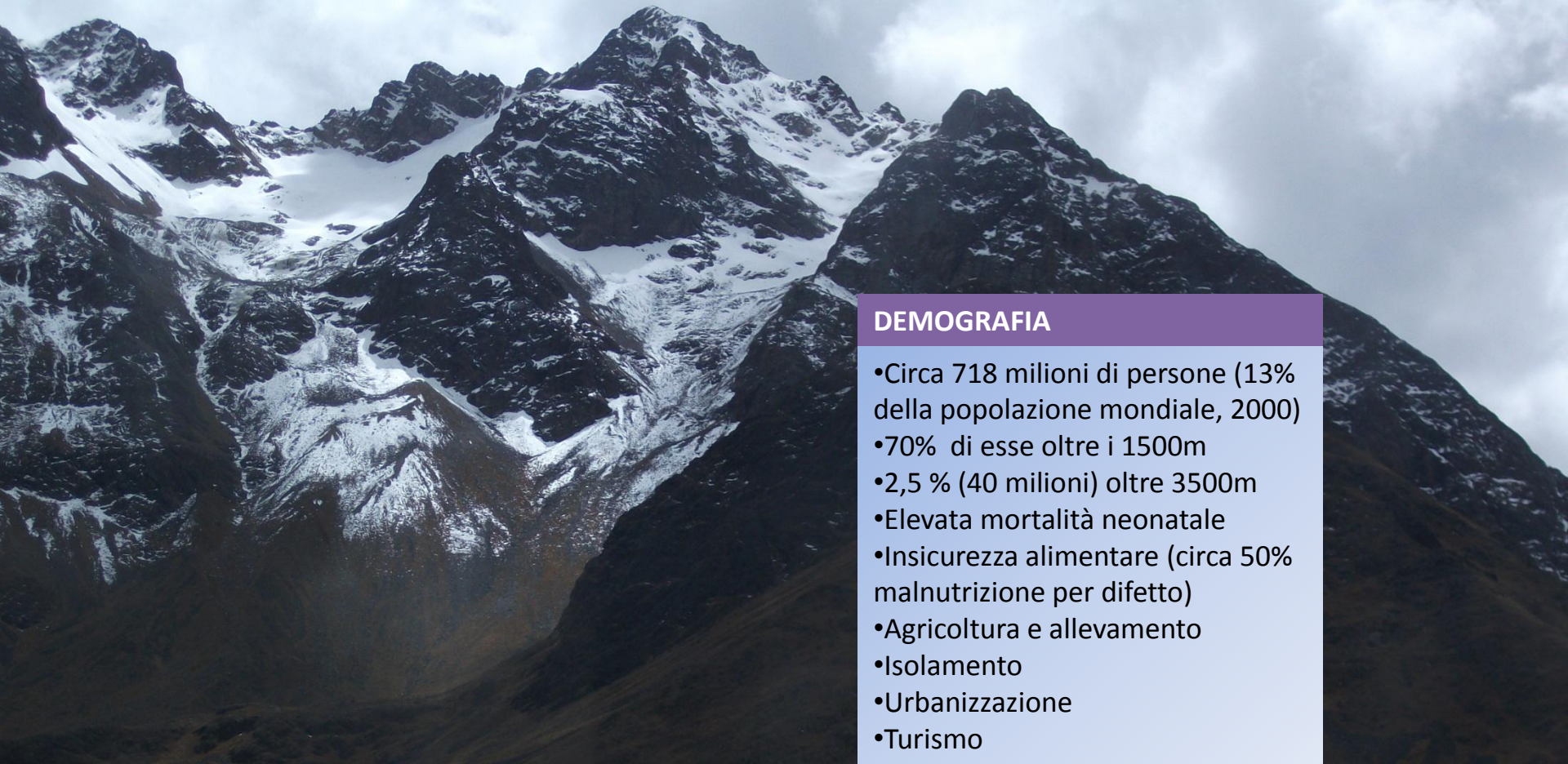


elevation ≥ 4500 m
 elevation 3500 - 4000 m
 elevation 2500 - 3500 m

elevation 1500 - 2500 m
 elevation 1000 - 500 m
 elevation 300 - 1500 m and local elevation range > 300



- Montagne Rocciose (America settentrionale)
- Ande (sud America)
- Alpi, Pirenei, Montagne Scandinave, Carpazi, Caucaso (Europa)
- Kilimangiaro-5895m, Massiccio del Kenia, monti del Sudafrica, Acrocoro Etiopico o "tetto d'Africa" (Africa)
- Himalaya (Karakorum, K2-8611m, Everest-8848m), Caucaso asiatico, monti della Mongolia (Asia)



DEMOGRAFIA

- Circa 718 milioni di persone (13% della popolazione mondiale, 2000)
- 70% di esse oltre i 1500m
- 2,5 % (40 milioni) oltre 3500m
- Elevata mortalità neonatale
- Insicurezza alimentare (circa 50% malnutrizione per difetto)
- Agricoltura e allevamento
- Isolamento
- Urbanizzazione
- Turismo

STRESSOR

Alta montagna

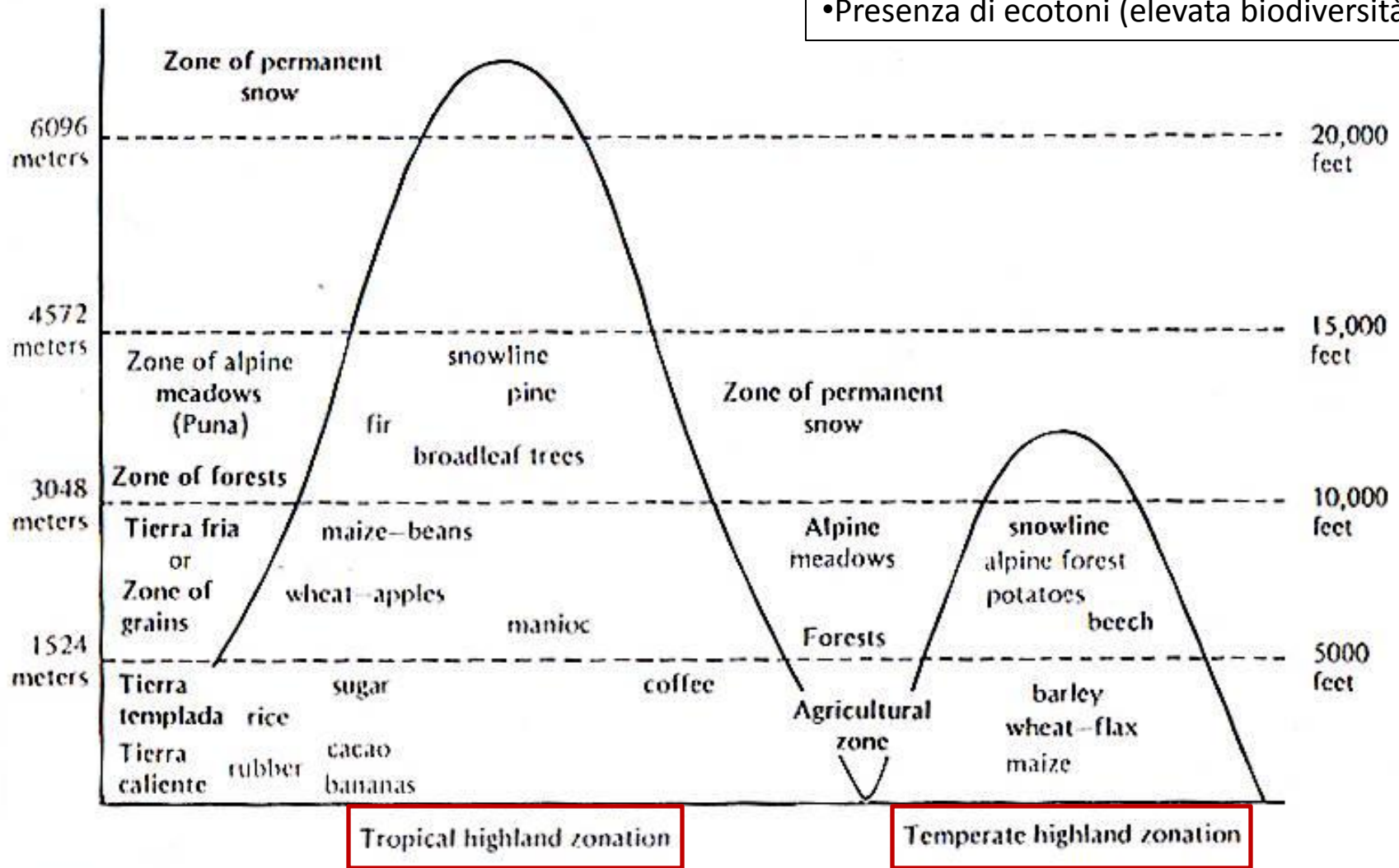
- Bassa pressione parziale di O₂ (ipossia)
- Basse temperature
- Intensa radiazione solare e vento
- Bassa produttività biologica (circa il 30% è rappresentato da foreste o riserve naturali)
- Erosione, valanghe, smottamenti
- Piogge torrenziali/siccità

PROBLEMATICHE PRINCIPALI

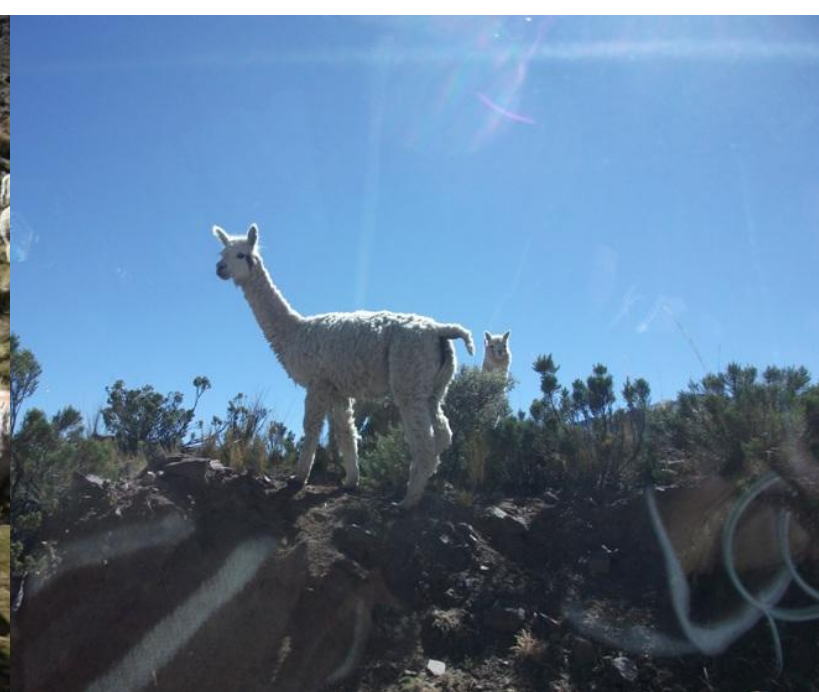
- Malessere fisico sintomatico (mal di montagna- *soroche*)
- Ritmo respiratorio accelerato
- Aumento dell'emoglobina
- Aumento della pressione arteriosa
- Ridotta capacità di lavoro

Caratteristiche ecologiche:

- Zonazione biotica verticale
- Terreno arido e/o aspro
- Presenza di ecotoni (elevata biodiversità)



PUNA: Steppa montana, semidesertica, venti forti e frequenti, scarse precipitazioni, aria rarefatta, forte insolazione



PUNA: Steppa montana, semidesertica, venti forti e frequenti, scarse precipitazioni, aria rarefatta, forte insolazione

Vigogna, lama, alpaca, guanaco

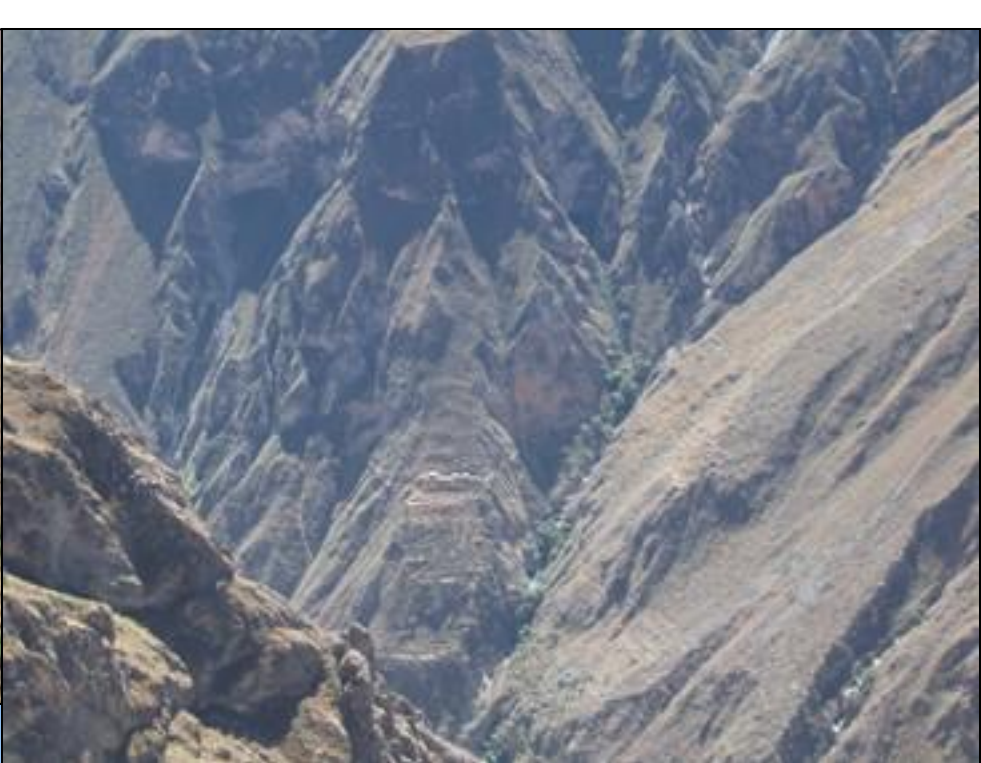






Canne di totora









Per le popolazioni andine la foglia di Coca è anche medicina contro il mal di denti, il mal di pancia, i problemi di circolazione, i reumatismi e i crampi muscolari, contro il male d'altura e la depressione; una tisana di foglia di Coca nel momento giusto previene i raffreddori, mentre una foglia sulle ferite ne accelera la cicatrizzazione.

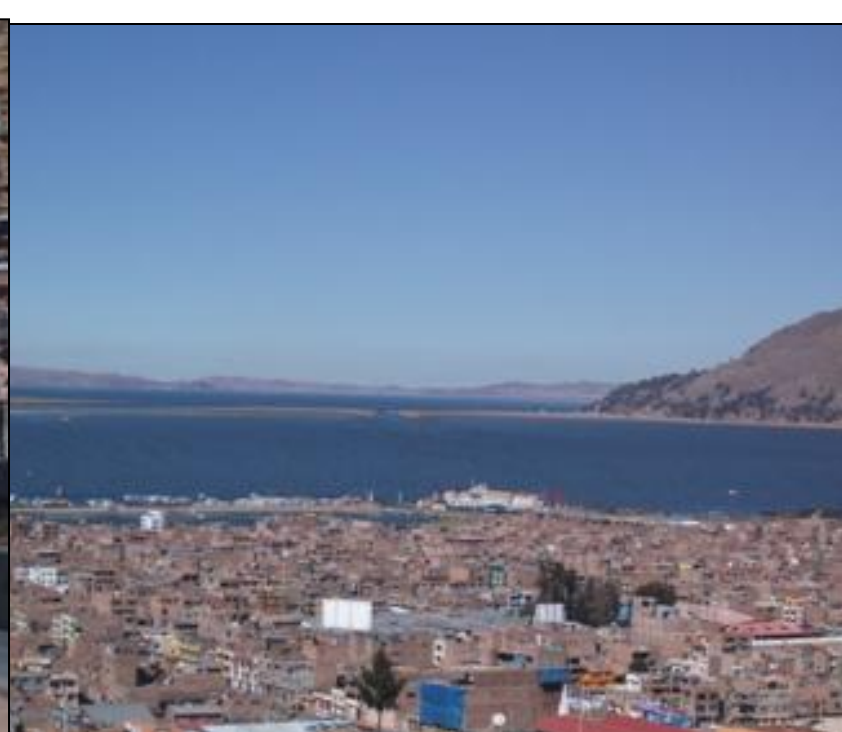
"One needs coca to marry, to borrow, to buy and to sell"

Al tempo degli Inca, la coca era considerata sacra, dono del Dio Sole, e veniva usata in tutte le cerimonie religiose e nei riti divinatori.

("Mama coca")

- Cresce a bassa quota, ma il suo uso aumenta con l'altitudine
- Incrementa l'attività lavorativa (senza non si lavora!)
- Ha effetto stimolante (come la caffeina)
- Favorisce l'assorbimento dei carboidrati
- Evita l'ipoglicemia
- Favorisce la vasocostrizione
- Contiene calcio, carboidrati, proteine, ferro, vitamina A e B2





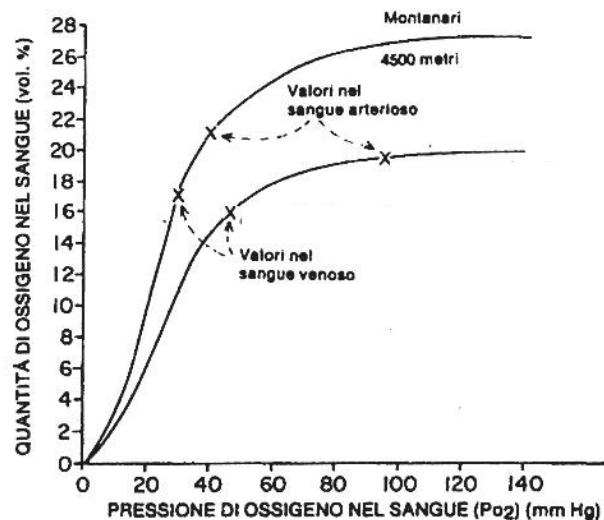
3860 m s.l.m.



Adattamento genetico

- Statura bassa
- Torace ampio (aumento del volume polmonare)
- Arti inferiori corti (brachischelia)
- Busto lungo (macrocormia)
- Naso alto e stretto (leptorrinia)
- Aumento del grasso corporeo e delle pliche cutanee
- Pigmentazione piuttosto accentuata





Curva di dissociazione dell'ossiemoglobina
 97% saturazione = 97 P parziale O₂ (normale)
 90% saturazione = 60 P parziale O₂ (pericolo)
 81% saturazione = 47 P parziale O₂ (grave ipossiemia)

In 100 ml (sangue arterioso):
 $15\text{g (Hb)} \times 1,34\text{ml (O}_2\text{)} = 20,1\text{ml (O}_2\text{)}$
 $20,1\text{ml (O}_2\text{)} \times 0,97 (\% \text{ sat}) = \mathbf{19,5 \text{ ml (O}_2\text{)}}$

Livello del mare

In 100 ml (sangue arterioso):
 $15\text{g (Hb)} \times 1,34\text{ml (O}_2\text{)} = 20,1\text{ml (O}_2\text{)}$
 $20,1\text{ml (O}_2\text{)} \times 0,81 (\% \text{ sat}) = \mathbf{16,3 \text{ ml (O}_2\text{)}}$

a 4500 m di altezza

L'Hb aumenta almeno fino a 18g/100ml

IL MECCANISMO PIU' VISTOSO: L'AUMENTO DELL'EMOGLOBINA

Altitudine (metri)	Pressione barometrica (mm Hg)	P _{O₂} dell'aria (mm Hg)	Respirando aria			Respirando ossigeno puro		
			P _{CO₂} alveolare (mm Hg)	P _{O₂} alveolare (mm Hg)	Saturazione di ossigeno nel sangue arterioso (%)	P _{CO₂} alveolare (mm Hg)	P _{O₂} alveolare (mm Hg)	Saturazione di ossigeno nel sangue arterioso (%)
→ 0	760	159	40	104	97	40	673	100
→ 3.000	525	110	36	67	90	40	436	100
6.000	354	74	24	40	70	40	262	100
9.000	231	48	24	21	20	40	139	99
12.000	145	30	24	8	5	36	58	87
→ 15.000	91	19	24	1	1	24	16	15

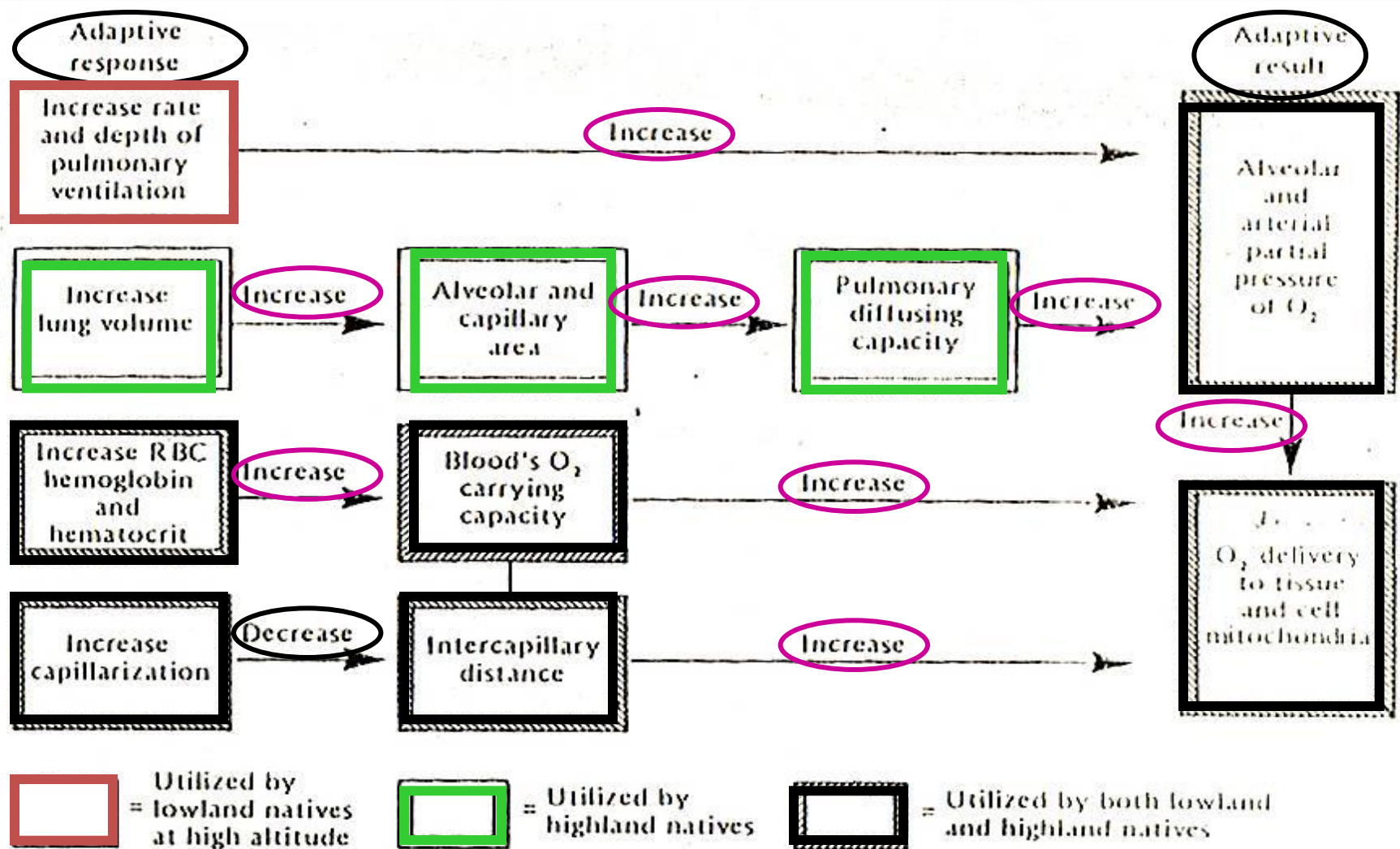
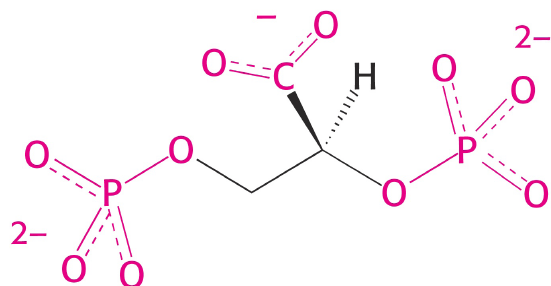
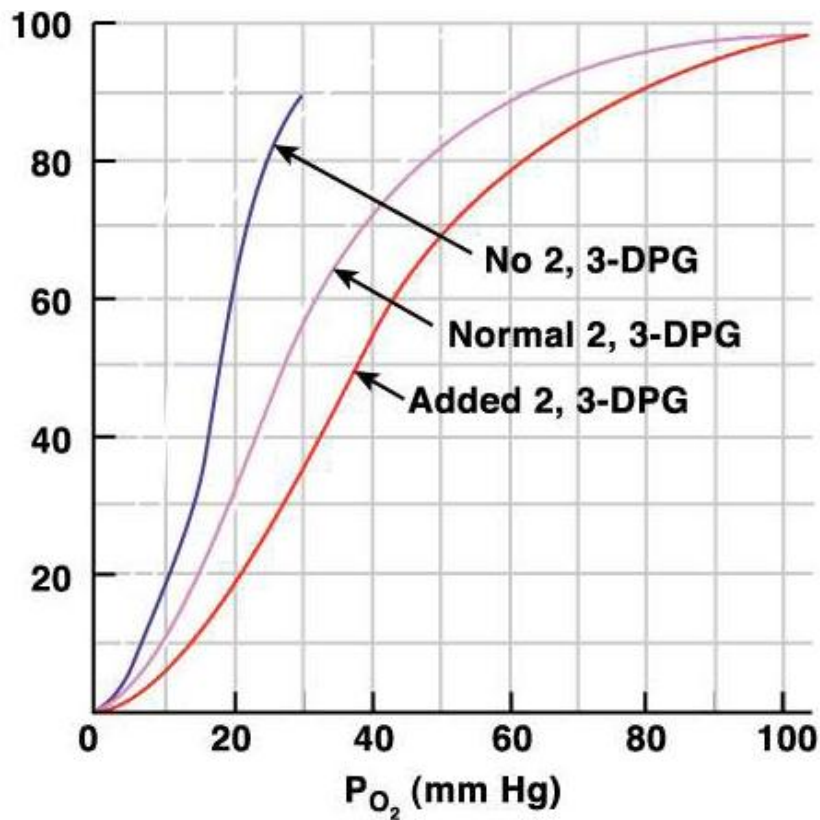


FIGURE 6.5 Schematic Summary of the Adaptive Responses (physiological) to Hypoxia

Source: R. Frisano. 1975. Functional Adaptation to High Altitude Hypoxia. *Science* 187: 313–319. Copyright 1975 by the American Association for the Advancement of Science.

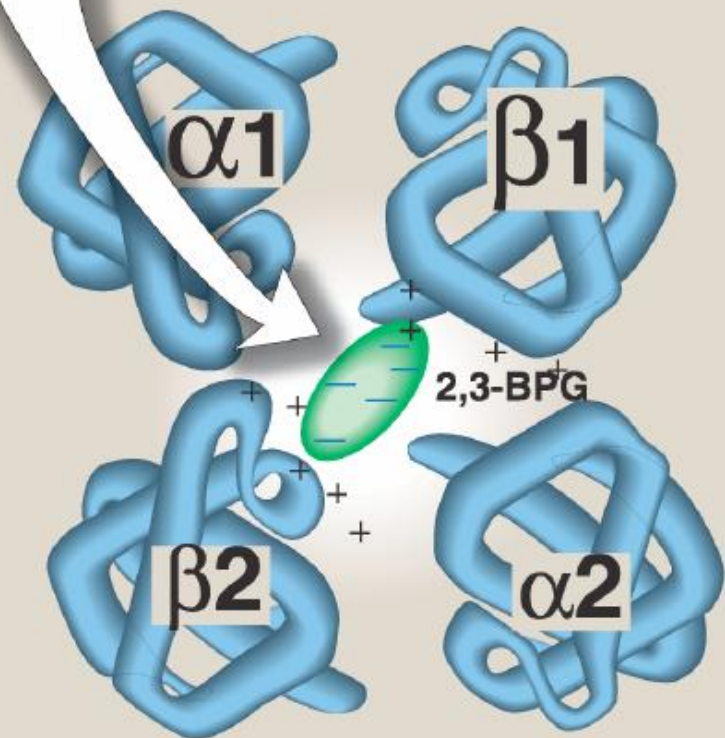
Aumento ritmo cardiaco	Gittata aumenta del 20-30%	Scompenso cardiaco e disturbi del sonno
Iperventilazione <i>(disponibilità di ossigeno)</i>	Aumento ritmo respiratorio (anche del 65%) immediato e dopo pochi gg della frequenza	Emicrania, possibili oscuramenti della vista, svenimenti
Aumento capacità polmonare	Circa 7-8%	Maggiore ricambio
Sindrome di Cheyne-Stokes	Aumento ventilazione polmonare nel sonno	Incubi frequenti, brusco risveglio, senso di soffocamento
Aumento vascolarizzazione polmonare <i>(diffusione ossigeno)</i>	Aumento della superficie utile per diffusione di ossigeno nel sangue	
Aumento Hb nel sangue, aumento dei globuli rossi (eritropoietina?) <i>(trasporto ossigeno)</i>	Processo lento (2 o 3 settimane)	Aumento Ht e volume sangue Policitemia Malattia di Monge
Diminuita affinità dell'emoglobina per l'ossigeno	Aumento del 2,3-DPG	Glicolisi anaerobia, acido lattico
Aumento della capacità di utilizzazione dell'ossigeno da parte delle cellule	Aumento dell'attività dei mitocondri e di sistemi enzimatici ossidativi	Potenziare utilizzazione di ossigeno a livello dei tessuti
Aumento di mioglobina nei tessuti Aumento muscolatura respiratoria		

ADATTAMENTI FISIOLÓGICI – ACCLIMATAZIONE (ACUTA/CRONICA)



**2,3-Bisphosphoglycerate
(2,3-BPG)**

Un'unica molecola di 2,3-BPG si lega a una cavità dotata di carica positiva formata dalle catene β della deossiemoglobina.



0 20 40 60 80 100 120
 P_{O_2} (mm Hg)

2,3-DPG sintetizzato nei globuli rossi (glicolisi anaerobica).
Si lega alla catenadell'Hb e varia la sua affinità per O_2 .
La sua formazione è stimolata dall'ipossia e dall'alcalosi