

Strategie di vita ed ecosistemi temperati nella foresta neotropicale

MAURIZIO G. PAOLETTI

Chi entra nella foresta tropicale pluviale rimane attonito per la multiforme coltre verde e l'intrico di vegetali e la loro varietà. E l'emozione nasce spontanea da una comparazione istintiva con le foreste delle zone temperate profondamente ed ovunque condizionate negli ultimi millenni dalle vicende umane.

Questi appunti sono il tentativo di razionalizzare un taccuino di riflessioni ed osservazioni maturate in due brevi permanenze venezuelane (1977, 1980), particolarmente nella «selva nublada» del parco H. Pittier, e da una fitta serie di contatti anche personali con studiosi del neotropico.

Si è così rafforzata la convinzione che gli sviluppi attuali della ricerca biologica ed ecologica della foresta neotropicale offrano consistenti spunti non solo all'Ecologia teorica, alla Genetica, alla Biogeografia, all'Agronomia ecc. ma complessivamente alla comprensione dei nostri ecosistemi sia «naturali» che fortemente antropizzati in vista di una loro migliore gestione.

Non è irrilevante considerare l'ambiente neotropicale omologo a quello cenozoico del bacino mediterraneo, ponendolo quindi quale antecedente evolutivo di molte attuali nostre situazioni.

Non va neppure scordato il grosso interesse protezionistico della foresta tropicale e non solo per motivi di stabilità climatica ma

anche per quell'enorme, irripetibile massa di dati biologici, in buona parte sconosciuti e che l'umanità non può permettersi di spreccare (1).

Entriamo nella foresta

Mr Bates (passato alla storia per il mimetismo) si stupiva al primo impatto con la selva amazzonica brasiliana per la scarsità di fauna (grossi mammiferi) ed anche di Artropodi (Insetti, ecc.). Poi pare si convincesse della grande rarefazione degli animali, assai numerosi nella vegetazione talora inestricabile (2).

(1) Vari autori hanno espresso la convinzione che il sistema amazzonico per la sua vastità rappresenti un enorme, insostituibile serbatoio di ossigeno per l'atmosfera terrestre. Molte versioni però esistono su questo punto (cfr. MEDINA, 1978, p. 197-198). Assai più verosimile e documentabile appare l'affermazione che la rimozione forestale causa peggioramenti climatici per il drastico abbassamento di evapotraspirazione della vegetazione erbacea che segue (STOLI, 1975, p. 287). Una gestione equilibrata è proposta ultimamente da KLINGE FURCH, IRMLER & JUNK, 1981). Una raccolta di dati esauriente è stata curata dall'UNESCO, 1978.

(2) Ciò secondo quanto riporta Alfred Russel WALLACE, 1981. Ma anche uno dei massimi mammologi sudamericani è dello stesso avviso: «en un hectarea de bosque humedo tropical primario sea difícil encontrar un gran número de individuos de aves, mamíferos, serpientes, lagartos y batracios. Esta situación también es aparente entre los invertebrados» (MONDOLFI, 1976, p. 113).

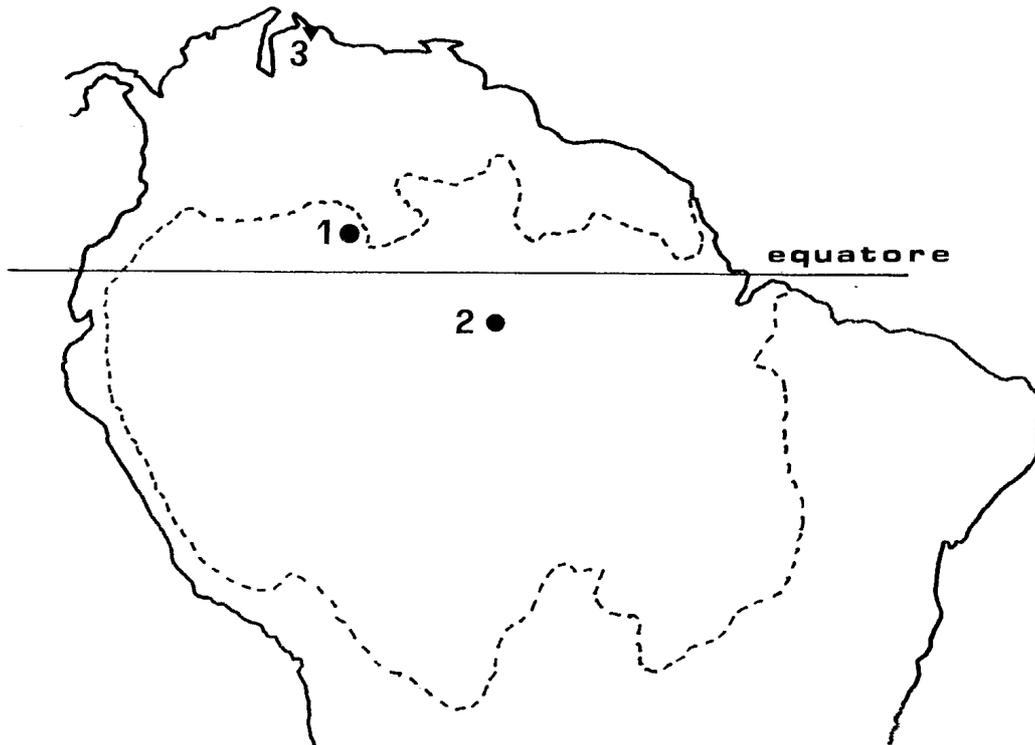


Fig. 1 - È schematicamente raffigurato il Sudamerica con tratteggiata l'area amazzonica che copre 7 milioni di km². Sono segnate le stazioni di ricerca che hanno dato in questi ultimi anni la maggior messe di dati. 1: S. Carlos, Rio Negro, Venezuela; 2: Manaus, Brasile; 3: Rancho Grande, con la meravigliosa «selva nublada» nel Parco Nazionale H. Pittier, Venezuela.

densissime agglomerazioni umane, oggi sparite che ci avrebbero originato quindi una selva secondaria!

Con molti altri anch'io ho provato l'impressione della scarsità di fauna.

Parecchia pulizia di luoghi comuni sull'Ecologia tropicale, vista e sentita dagli occidentali: grande diversità, clima stabile, lunghi periodi senza perturbazioni, cicli chiusi dei nutrienti e così via è stata curata in particolare da Golley & Medina, 1975 e da Farnworth & Golley, 1978. Bando al concetto di sistema solo eutrofico, con suoli ricchi di humus che, pure esistenti a Puerto Rico, in Costa Rica, Panama, ecc. sono assai rari nel panorama forestale amazzonico.

Un grosso colpo, che merita conferma, viene anche al concetto di foresta primaria amazzonica. Smith, 1980 suggerisce infatti, che lungo i maggiori collettori fluviali amazzonici vi sono consistenti tracce di antiche

Strategie per conservare i nutrienti nella foresta neotropica

I terreni su cui sorge la lussureggiante foresta amazzonica sono pressoché sterili e le acque povere di nutrienti (Aubert, 1972; Sioli, 1975, 1976; Furch, 1976; Herrera, 1978; Jordan & Herrera, 1980).

Le rocce che hanno dato origine a questi suoli sono per la maggior parte cristalline, antiche, scarsamente dotate di elementi minerali nutritivi. Inoltre, la forte piovosità con forte dilavamento ed il clima caldo sono tutti fattori che limitano la fertilità dei suoli (Fittkau 1975).

Quali sono allora i meccanismi che consentono al sistema forestale così lussureggiante di approvvigionarsi di nutrienti per poter funzionare?

C'è oggi un notevole accordo circa i mec-



Fig. 2 - Rancho Grande, Selva nublada. Profilo di suolo.



Fig. 4 - Rancho Grande, Selva nublada. Una rubiacca con evidenti tracce di epifite sulle foglie.

Fig. 5 - Rancho Grande. Radice tabulare di *Gyneranthera* con muschi ed Aracee che serbano al disotto una ricca faunula di Oligocheti, Isopodi *Philosciidae*, *Catopidae*, *Chilopodi*, *Diplopodi* ecc.

Fig. 3 - Rancho Grande, Selva nublada e palme nane (*Geonoma simplicifrons*).

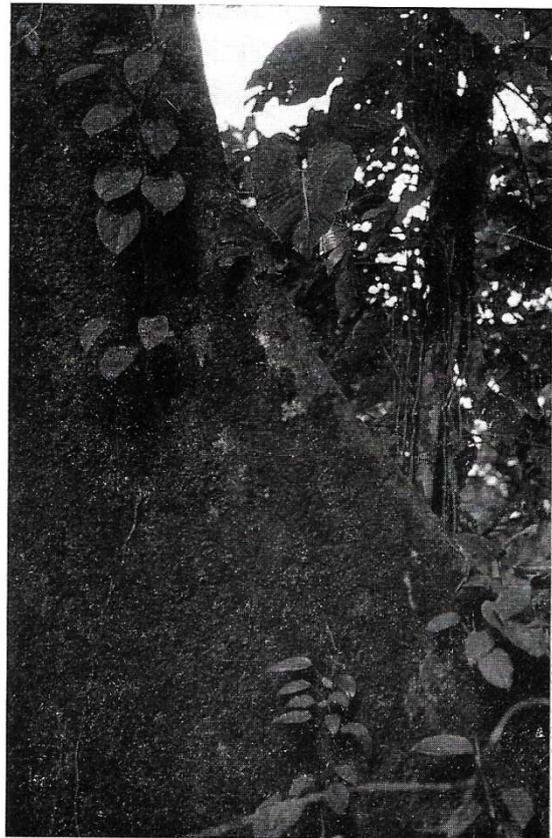




Fig. 6 - Diradamento della foresta amazzonica. Il «conuco» è una specie di orto dell'agricoltura itinerante nella foresta tropicale. Una porzione, in genere circolare di foresta viene tagliata e poi bruciata. La cenere libera i nutrienti che serviranno per alcuni anni di coltura. Senza lo strato di radici (rimosso con il fuoco) il sistema è fortemente eroso e lisciviato dei nutrienti. Dopo 3-5 anni (S. Carlos, Rio Negro, Venezuela) è pressoché impossibile coltivare. Per questo motivo il conuco veniva abbandonato. (Foto C. Bordon).

canismi adottati. Il suolo non consente uno stoccaggio di nutrienti che sono invece addensati all'interno della biomassa vegetale. La riassunzione di nutrienti da parte delle radici avviene in maniera efficientissima anche attraverso uno stretto collegamento tra lettiera in decomposizione e terminazioni radicali attraverso la micorizza. L'efficienza del feltro di radici al suolo è così elevata che solamente 0,1% di nutrienti marcati (Ca^{45} ,

P^{32}) sono stati dilavati al di sotto delle radici, e quindi persi (Herrera e &, 1978, 1978 a; Stark & Jordan, 1978; Monk, 1966; Wilde, 1968; Went, 1968). Il ruolo della micorizza è quindi simile ad alcune situazioni oligotrofiche in pinete nordamericane.

La povertà del suolo pare quindi essere compensata da uno stato di radici, talora con humus, che nella foresta amazzonica può raggiungere anche i 40 cm di spessore, e che forma una sorta di feltro sulla superficie del suolo.

Tale enorme biomassa che raggiunge valori di 333 ton/ha sembra variare in spessore in ragione inversa alla fertilità del suolo (Klinge & Herrera, 1978; Fittaku e & 1975 a; Jordan e & 1979 a). E pare contemporaneamente confermato che in tali sistemi oligotrofici amazzonici le perdite di nutrienti siano

assai più basse che negli omologhi eutrofici di Puerto Rico.

La stessa chioma degli alberi entra nella strategia conservativa dei nutrienti. Il tessuto fogliare è generalmente ispessito scleromorfo con una doccia centrale di sgocciolamento piuttosto caratteristica. La scarsa aggredibilità dell'acqua al tessuto fogliare è dimostrata anche dalla diminuzione di nutrienti dell'acqua meteorica dopo il passaggio attraverso la chioma, incentivata dalle microepifite delle foglie: alghe, funghi licheni ecc.

Le foglie scleromorfe sembrano anche essere meno aggredibili dai fitofagi anche per il contenuto di prodotti repellenti (spesso fenolici) (Janzen, 1974; Grubb, 1977; Herrera & Jordan ibid.).

Cosa succede se si estirpa la foresta amazonica?

I meccanismi di conservazione e riciclo di nutrienti cui si è accennato, per quanto piuttosto semplici concettualmente sono stati pienamente dimostrati solo negli ultimi anni. Così si è anche meglio compresa la funzione del «conuco» o «shifting crop».

Un'area in genere inferiore ad un ha di forma circolare, viene rimossa dalla vegetazione forestale con il taglio ed il fuoco. Su tale «orto» si coltivavano e si coltivano ancora alcuni cereali e soprattutto varie piante eduli tropicali. Senza alcuna altra concimazione che la cenere formatasi naturalmente alla combustione, dopo due massimo 5 anni il suolo del «conuco» è sterile. (Fig. 2). La fertilità iniziale è costituita dai nutrienti ceduti dalle ceneri. Distrutto lo strato di radici la lisciviazione impoverisce rapidamente il suolo che diviene progressivamente sterile. L'abbandono del «conuco» per alcune popolazioni aborigene è la soluzione naturale. Il «conuco» abbandonato ricostituisce una vegetazione secondaria arborea in una ventina di anni (Herrera & Jordan, 1980).

Dove al conucamento itinerante nella foresta segue un forte diradamento sistematico alla foresta succede un pascolo magro, fortemente lisciviato ed eroso.

Si è anche dimostrato pur in situazioni assai più fertili (suoli vulcanici di Costa Rica, eutrofici) che il passaggio da foresta a coltivo, pur con rilevanti concimazioni chimiche, implica abbassamento di PH, aumento di Al e diminuzione di N, Ca, Mg. (Krebs, 1975).

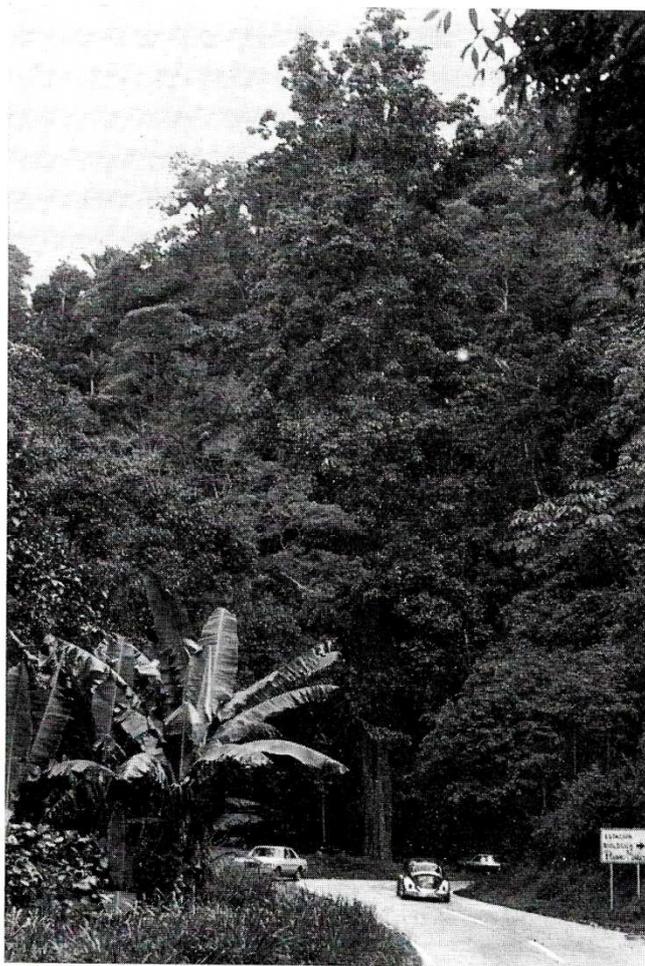


Fig. 7 - Vista della selva nublada di Rancho Grande, dalla strada di accesso (m s.m. 1100). In primo piano il «niño» (bimbo) *Gyneranthus caribensis* che è la specie vegetale più imponente della foresta (sino a 50 m di altezza). Sulla destra alcuni esemplari di *Cercopia*, specie pioniera e rapidissimo accrescimento ovunque lungo le strade. (Foto di M. G. Paoletti).

Il parco Henri Pittier. La foresta «selva nublada» di Rancho Grande

Il parco nazionale Pittier (ha 107.000) ubicato a cavallo della Cordillera della Costa si estende dall'Atlantico sino ai 2450 m s.m. e poi all'interno; sul lato nord orientale del Venezuela.

Voluto dal grande botanico di origine svizzera Henri Pittier, che ne fu tra i primi illustri studiosi, rappresenta una successione di piani di vegetazione che vanno dalla pianta-



Fig. 8 - La caccia con l'«ombrello» offre l'occasione piuttosto suggestiva di raccogliere assieme a coleotteri floricoli e frondicoli alcuni artropodi tipici della pedofauna, Isopodi terrestri e Diplopodi. S. Esteban, Venezuela. L'ing. Cento Bordon. (Foto M. G. Paoletti).

gione di palma da cocco verso il mare, alla *sabana* alla *selva veranera* (decidua) alla *selva nublada* (pluviale, sempreverde).

La *selva nublada*, suddivisa da Huber in tre livelli, si estende dai 900 m s.m. ai 1700 m s.m. La gran parte dell'anno è lambita e spesso immersa nella nebbia, per cui *nublada* (Fig. 13, 14); secondo varie stime si è ritenuto che su 3570 ore diurne in un anno almeno 1000 fossero con nebbia o che da 200 a 250 giorni in un anno ci sia nebbia (Beebe, 1948; Huber & Zinch, 1978).

La precipitazione media annua (a 1100 m s.m.) è di 1753 mm e la temperatura varia da un minimo di 13-14 °C. ad un massimo di 24 °C., mentre la media annua sarebbe di 18,9 °C. (Beebe, *ibid.*).

La *selva nublada* presenta foglie in genere

più ampie e più scleromorfe della *selva veranera* alle quote inferiori che è decidua. Si ritiene (sec. «Conservacion de los bosques humedos de Venezuela») che la *selva nublada* di Rancho Grande sia primaria.

La fertilità dei suoli a tessitura sabbiosa (60% di sabbia) è assai bassa (Huber & Zinch, 1978) pur essendosi formati su differenti formazioni geologiche (rocce metamorfiche - cristalline mesozoiche) rispetto all'Amazzonia caratterizzata da formazioni cristalline molto antiche - archeane (Sioli, 1976).

Il carbonio organico è presente solo in superficie in uno strato che può arrivare al massimo a 30 cm di profondità; non si assiste quasi mai alla formazione di un feltro di radici sovrapposte al suolo minerale come per la foresta amazzonica di cui si è parlato sopra. Lo strato organico però è ricco di radici anche in questa formazione di bosco «humedo».

La vegetazione è rigogliosa caratterizzata dalla proliferazione di epifite Aracee, Brome-



Fig. 9 - Selva nublada di Rancho Grande, Parco Pittier. La palma spinosa (*Bactris setulosa*). (Foto M. G. Paoletti).

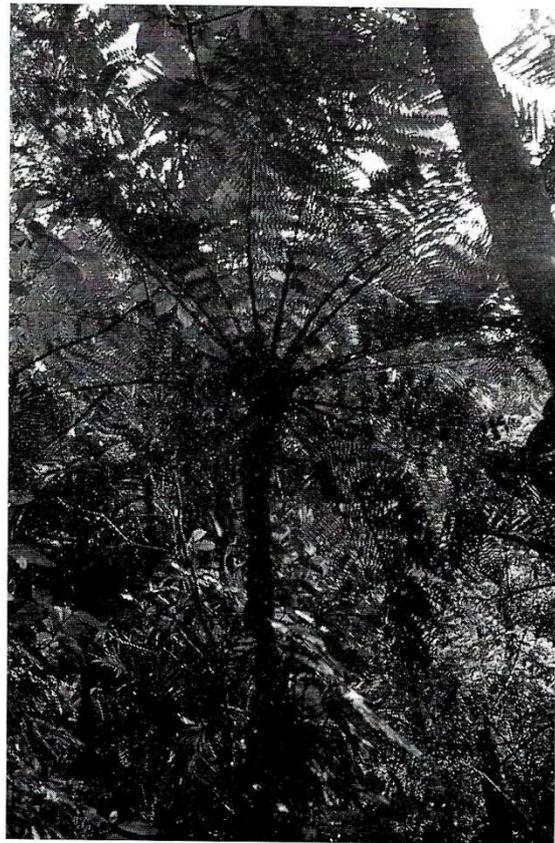


Fig. 10 - Le meravigliose felci arboree della selva nublada di Rancho Grande. (Foto M. G. Paoletti).

liacee, Orchidacee che attorno agli alberi formano dei manicotti spesso intricati di liane. Sia tra i rami che attorno ai tronchi si formano così naturalmente piccole e grandi raccolte di materiale organico in decomposizione che formano una sorta di terreno pensile, a condizione microclimatica sufficientemente stabile.

Il livello arboreo più alto giunge anche a 35-45 m, particolarmente con *Gyneranthera caribensis* Pittier (Fig. 2); quello inferiore caratterizzato da varie specie tra cui la palma spinosa *Bactris setulosa* Karsten (Fig. 5), felci arboree (Fig. 5); lo strato arbustivo con Zingiberacee, Rubiacee (Fig. 4) e palme nane, tra cui tipiche sono: *Geonoma spinescens* e *G. simplicifrons*. Scarsa la vegetazione erbacea.

La lettiera generalmente piuttosto scarsa (Fig. 11, 12) è formata da foglie assai grandi, in genere superiori ai 70-80 cm².

Il paradosso della fauna del suolo (pedofauna) nella selva nublada

Qualche dato sulla vegetazione e sulla fauna della *selva nublada* di Rancho Grande. Su una stima di 40.000-50.000 piante verdi superiori del bacino amazzonico (con 700 milioni di ha - Fig. 1) si ritiene che il parco Pittier ne ospiti tra le 3500 e le 4000 specie di cui 1500 circa sarebbero alberi e arbusti (dati inediti comunicatimi da Huber).

Su circa 400 specie venezuelane di mammiferi, 94 sono state inventariate del parco Pittier, di cui ben 39 sono pipistrelli! (Mondolfi, 1976; Ochoa, 1980).

Gli uccelli del Venezuela sono circa 1250 specie (42% della fauna mondiale, ornitologica), al parco Pittier sono state sinora inventariate 520 specie (Meyer de Schauensee & Phelps, 1978).

Poco si sa sugli Artropodi di tale parco. Si

suppone che le farfalle possano raggiungere le 3500-4000 specie. I soli Coleotteri potranno raggiungere le 5000-6000 specie. Non vi sono lavori ad ampio respiro al riguardo.

Un'idea della massa di lavoro descrittivo ancora da fare lo dimostrano le mie non certo esaurienti raccolte nella *selva nublada* di Rancho Grande ed in qualche altro «Bosque humedo» venezuelano: tra Diplopodi, Isopodi, Ortotteri, Oligocheti attualmente in studio risulta che circa il 60% delle specie e generi risultano inediti.

In tale crogiolo di verde in cui la selva nublada è il nucleo principale le forme endemiche vegetali e presumibilmente animali sono numerosissime ed emerge l'enorme massa di forme alate (tra i mammiferi i numerosi chiroterti con costumi trofici insettivori, frugivori, nettariivori; naturalmente gli uccelli con numerose specializzazioni ed evidentemente gli insetti) e le forme arrampicatrici (mammiferi, uccelli, rettili, anfibi, insetti ed in genere la stragrande maggioranza di Artropodi ecc.).

Elevata umidità dell'aria, stabilità della temperatura, presenza di supporti vegetali che dal suolo salgono sino ai 30-45 m (Fig. 7) sono i fattori dominanti di tale ambiente.

La scarsa fertilità del suolo (carenza di sostanza organica e nutrienti), la scarsità di lettiera, il periodico dilavamento del suolo ad opera delle ripetute piogge, la presenza diffusa di sacche pensili di suolo attorno ai tronchi (Fig. 5), tra i rami, nello accostamento delle epifite (Fig. 16), addirittura sotto i

muschi di un muro di sostegno del laboratorio di Rancho Grande (Fig. 15), sono elementi che spiegano la scarsità di una pedofauna, ricca e variata nel suolo, che invece è preferibilmente installata verso l'alto sia nei suoli pensili che al di sopra di foglie, corteccie, ecc.

Ho raccolto per merito dell'ing. Carlos Bordon (Fig. 8) con l'ausiglio dell'«ombrello» battendo le fronde ad alcuni m. dal suolo innumerevoli esemplari di pedofauna tra cui in particolare gli Isopodi, qualche Diplopodo e Chilopodo assieme a fitofagi più usualmente floricoli e frondicoli quali Crisomelidi, Coscinellidi, Tenebrionidi, Araneidi, Opilionidi, ed ancora Curculionidi, Stafilinidi, Carabidi, Rincoti ecc.

Ho potuto anzi stabilire che gli Isopodi terrestri sono assai più frequenti tra le fronde, sulle foglie che nel suolo.

L'esame di sacche pensili di «suolo», tra le epifite, sotto licheni, tra le liane ecc., mi ha confermato una ricca presenza di «pedofauna» caratterizzata da : Oligocheti, anche 30-50/m² sotto il muschio (Fig. 15), Chilopodi, Araneidi, Isopodi terrestri, Catopidi, Collemboli, Proturi, Dipluri ecc.

Qual'è la frazione di «pedofauna» che vive pensile nella *selva nublada* del Parco Pittier ed altrove nel «bosque humedo» semperverde?

Non reputo opportuno eccessivamente generalizzare anche per la difficoltà di scalata degli alberi.

Ho compiuto però delle osservazioni ab-

Fig. 11, 12 - La lettiera del suolo è assai scarsa frammentata a pezzi di legno; ricca la micorizza; scarsissimo l'orizzonte erbaceo.



bastanza significative in almeno tre località venezuelane coperte da una foresta pluviale:

- 1) Pendici del monte Avila, presso Caracas;
- 2) S. Esteban, nel «bosque mui humedo tropical»;
- 3) *Selva nublada* di Rancho Grande (precedentemente descritta).

Nelle tre località ho potuto raccogliere particolarmente Isopodi terrestri dalle fronde con la semplice tecnica della battitura e raccolta con l'«ombrello». Particolarmente nella terza località ho potuto meglio osservare e raccogliere abbondante pedofauna pensile in sacche pensili di terriccio, sotto muschi, negli accestimenti di Bromeliacee ecc., sulla vegetazione, ad alcuni metri da terra sin dove riuscii ad arrampicarmi.

Per la *selva nublada* di Rancho Grande, presso Periquito trail, m s.m. 1150, posso dire che la componente pensile della pedofauna (superiore a 4-5 m di taglia, manualmente smistabile) è dai 2/3 ai 3/4 dell'intera pedo-macrofauna pensile e terrestre.

In particolare Isopodi terrestri ed Oligocheti per il 70% sono pensili.

Alcune specie di Oligocheti pensili, molto pigmentati, dimostrano un interessante comportamento (di difesa?), molestati, escono dal cuscinetto di muschio o di epifite e con rapidi movimenti si proiettano all'esterno e si lasciano cadere a terra. Ho notato anche un altro curioso comportamento, questa volta di alcuni individui in ammassi di legno purescente al suolo: appena molestati si divincolano aprendo e chiudendo rapidissime spire (un paio) come in una molla saltellando con notevole velocità e potendo così allontanarsi a piccoli balzi! Tale comportamento mi pare assai simile ad alcune specie di Iulidae delle nostre regioni.

Alcuni dati comparativi:

Selva nublada di Rancho Grande - Boschi planiziali veneti

In agosto 1980 ho compiuto alcuni saggi di macrofauna del suolo (raccolta e smistamento manuale) nella *selva nublada propriamente dicha* (HUBER & ZINCH, 1978) presso Periquito trail, q. 1150, nella lettiera e nel

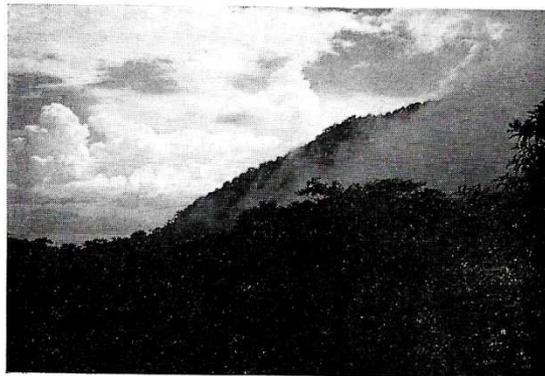
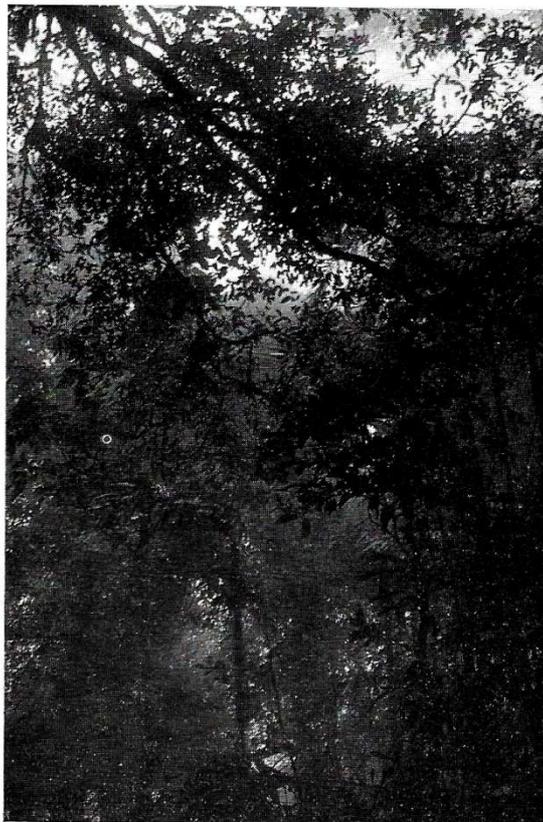


Fig. 13, 14 - La Selva nublada di Rancho Grande nella sua tipica veste «fumosa» di nebbia che la caratterizza climaticamente quasi tutto l'anno. All'interno del bosco è molto raro il caso di poter fare delle foto di particolari senza il flash. La luce è quasi sempre fioca.



terreno sottostante sino a 20 cm di profondità.

I dati sono stati comparati con le medie di macrofauna di quattro boschi planiziali veneti, saggiati per un intero anno (PAOLETTI, 1981).

Questo confronto ha evidenziato un minor contenuto di macrofauna, minor «carrying capacity» dei boschi planiziali veneti rispetto alla *selva nublada*.

Se poi si riflette su quanto più sopra esposto ossia sulla presenza di una «pedofauna pensile», si deve pensare che l'intera macrofauna del suolo sia da 3 a 4 volte superiore!!

Mentre WILLIAMS, 1941 ritiene che nelle foreste tropicali la macrofauna (che però lui aveva cercato solo nel suolo) sia più abbondante che nei boschi, come anch'io ho rilevato, delle regioni temperate; GOLLEY, 1978 che ha studiato sia la pedofauna che l'intera artropodofauna della foresta amazzonica presso S. Carlos Rio Negro (Venezuela) ritiene che la taglia di tale fauna sia notevolmente ridotta rispetto alle regioni temperate, fatto che va comunque meglio documentato.

Sulla base degli stessi dati rilevo che i predatori nell'ambito della macro-pedofauna sono 12,6% e 13,26% compresi i Formicidi nei boschi planiziali veneti e rispettivamente 12,85% e 30,97% nella «selva nublada».

E prematura una valutazione comparativa sia una maggiore compagine di presumibili forestale e della foresta pluviale.

Pare però pensabile che in quest'ultimo vi sia un maggiore compagine di presumibili predatori e non solo nel suolo ma anche nell'ambito della pedofauna pensile. Elevata anche la predazione dei vertebrati volatori, rondini e pipistrelli notturni, rispettivamente 270 e 110 esemplari/ha (agosto, 1980 - Ranchogrande).

Alcune riflessioni conclusive

Secondo vari ricercatori che recentemente hanno lavorato nella selva amazzonica, sia essi ecologi che agronomi e pedologi, le condizioni di fertilità dei suoli (nella generalità dei casi) sono precarie per cui si è parlato di sistema oligotrofico, che non si discosta da alcune pinete degli U.S.A. Pure, esistono dei sistemi forestali eutrofici che

sembrano però propri dell'America Centrale (Puerto Rico, Costa Rica, Panama, ecc.).

In questi ultimi anni sono state chiarite alcune strategie dei sistemi amazzonici oligotrofici che consentono la massima conservazione dei nutrienti presenti nel sistema. Essenzialmente le strategie si riassumono:

1) in un feltro di radici, talora frammitte ad humus, sovrapposte ai suoli in genere sabbiosi e pressoché sterili, che riesce a captare sino al 99,9% dei nutrienti assimilabili, anche a mezzo della micorizza che si forma tra lettiera e terminazioni radicali;

2) nella captazione di nutrienti contenuti dalle precipitazioni meteoriche da parte delle foglie che sono normalmente incrostate di epifite.

3) nella struttura e composizione delle foglie, che facilitano lo scorrimento dell'acqua ed abbassano la parassitazione dei fitofagi, per coriaticità e contenuto di composti repellenti. Ed è qui l'interesse un approfondimento.

Le comparazioni fatte con sistemi eutrofici hanno fatto constatare la minor perdita di nutrienti della foresta oligotrofica.

Dall'esame, in particolare della *Selva nublada* di Rancho Grande, Parco H. Pittier, assai simile alla selva amazzonica oligotrofica, ho rilevato che la macrofauna di invertebrati del suolo è poco più ricca che nei boschi planiziali veneti, ma è solo 1/3 o 1/4 dell'intera macro-pedofauna, in particolare Isopodi terrestri ed Oligocheti. Ho rilevato infatti sia con rilievi sotto le epifite degli alberi, sia con la battitura delle fronde e raccolta con «ombrello» (Fig. 3), che buona parte della pedofauna è pensile!

È rilevante che l'oligotrofismo del suolo e le situazioni microclimatiche (particolarmente l'elevata umidità) abbiano condizionato anche la pedofauna che viene così ad essere diffusa verso l'alto, nell'intrico verde di suoli pensili e anche sulla vegetazione presumibilmente con maggiori alternative alimentari e refugiali (3).

(3) Per quanto riguarda la stabilità climatica (in particolare elevata e stabile umidità) si verifica un parallelismo tra *selva nublada* ed ambiente cavernicolo con dispersione dei «troglubi» su pareti e soffitto (PAOLETTI, 1978, p. 153-154).



Fig. 15 - Rancho Grande, Parco Pittier. La parete esterna del laboratorio dove l'autore ha passato alcuni giorni, è ricca di muschi ed epifite che serbano piccole sacche di terra ricchissime di Oligocheti (40-50 m²) e di Chilopodi, Diplopodi, Isopodi, Japigidi ecc. (Foto M. G. Paoletti).

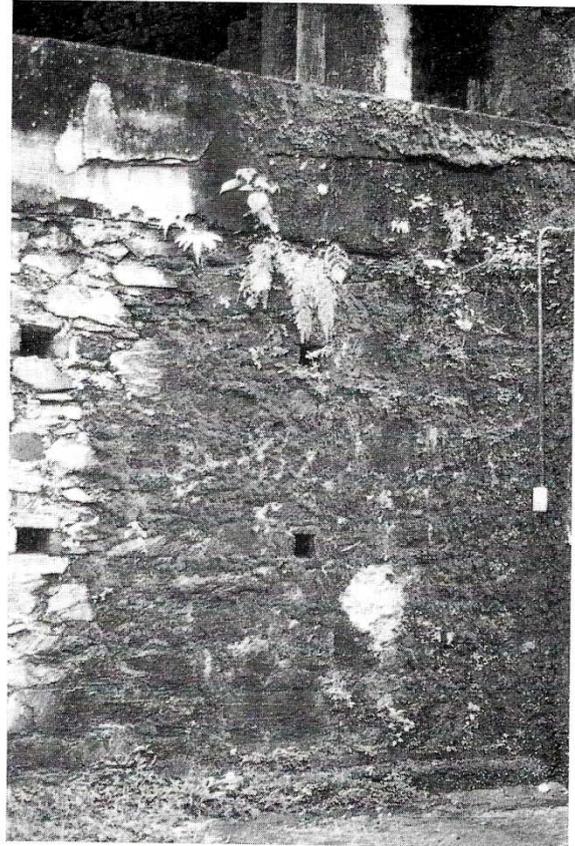
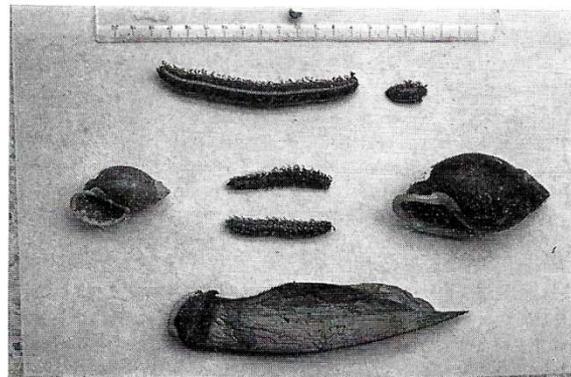


Fig. 16 - Rancho Grande, Parco Pittier. I tronchi, i rami, le liane sono tutti incrostati e coperti da epifite, come e più di questo tronco. Nell'interno si formano interstizi con sacche pensili di terriccio ricchissimo di pedofauna. (Foto M. G. Poletti).

È rilevante la constatazione della polarizzazione verso l'alto della *pedofauna*, nonché di gran parte della compagine faunistica nemorale della *selva nublada* che è: sia una risposta climatica, sia una risposta adattiva ad un sistema tridimensionale, ma risulta essere anche un meccanismo sofisticato di conservazione di nutrienti attraverso lo spostamento verticale delle reti trofiche.

La polarizzazione verso l'alto nella *selva nublada*, ma anche più generalmente nella selva amazzonica sempreverde, della fauna, ci sottolinea l'importanza della terza dimensione, quella verticale, del sistema forestale, che è fattore storico ed attuale di diversificazione di forme, di novità strategiche e funzionali.

Fig. 17 - Rancho Grande, Parco Pittier. Alcuni esemplari tra i più vistosi e grossi della pedofauna nella selva nublada. In basso... un semino alato di *Gyranthera*. (Foto M. G. Paoletti).



BIBLIOGRAFIA

- AUBERT, G. & TAVERNIER, R. 1972 - *Soils of the humid tropics*. Nat. Ac. of Science, Washington; Soil survey pp. 17-44.
- BEEBE, W. & CRANE, J. 1948 - *Ecologia de Rancho Grande, una Selva nublada subtropical en el monte de Venezuela*, Boletín Soc. Venez. II, 217-258.
- ELTON, C. S. 1973 - *The structure of invertebrate populations inside neotropical rain forest*. J. Anim. Ecol., 42: 55-104.
- EWEL, J. J. & MADRIZ, A. 1968 - *Zonas de vida de Venezuela. Mem. Explicativa sobre el mapa ecológico*. Min. Agric. Y Cria, p. 1-265.
- GOLLEY, F. B. & FARNWORTH, E. G. 1977 - *Ecosistemas fragiles*. Fondo de Cultura Economica, Mexico, pp. 1-381.
- FITTKAU, E. J. & 1975 - *Substrate and vegetation in the Amazon region*. Berichte der Internationalen Symposien der Int. Vereinigung für Vegetationskunde. Vegetation und Substrat. Rinteln pp. 73-90.
- FITTKAU, E. J. & 1975 a - *Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies*. Trop. Ecol. Sist., II: 289-311, Springer & Verlag, Berlin.
- FURCH, K. 1976 - *Haupt- und Spurenmetallgehalte zentral- amazonischer Gewässertypen*. Biogeographica, 7: 27-43.
- GOLLEY, F. B. & MEDINA, E. 1975 - *Ecological Research in the Tropics*. Trop. Ecol. Stud. II, Springer Verlag, Berlin, pp. 1-4.
- GRUBB, P. J. 1977 - *Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains*. Ann. Rev. Ecol. Syst., 8: 83-107.
- HERRERA, R., JORDAN, C. F., KLINGE, H. & MEDINA, 1978 - *Amazon Ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients*. Interciencia, 3: 223-32.
- HERRERA, R., MERIDA, T., STARK, N., & JORDAN, C. F., 1978/a - *Direct phosphorus transfer from leaf litter to roots*.
- HERRERA, R. & JORDAN, C. F., 1980 - *Tropical rain-forest: are nutrients really critical?* Amer. Natur. in press.
- HUBER, O. & ZINCK, A. 1978 - *La fragilidad de los suelos en la selva nublada de Rancho Grande-Cordillera de la costa*. Congr. Ven. de la Ciencia del Suelo, Barquisimeto, pp. 1-17.
- JANZEN, D. H. 1974 - *Tropical blackwater rivers, animals, and mast fruiting by the Diptercarpaceae*. Biotropica, 6: pp. 69-103.
- JORDAN, C. F. & STARK, N. M. 1978 - *Nutrient retention by the root mat of amazonian rain forest*. Ecology, 59: pp. 434-437.
- JORDAN, C. F. & 1979 - *Nutrient scavenging of rainfall by the canopy of Amazonian rain forest*. Biotropica, in press.
- JORDAN, C. F. & 1979 a - *Nitrogen conservation in tropical rain forest*. Oecologia, 39: pp. 123-128.
- PAOLETTI M. G. 1978 - *Cenni sulla fauna ipogea delle Prealpi Bellunesi e colli subalpini*. Le grotte d'Italia, 7: pp. 45-198.
- PAOLETTI, M. G. 1981 - *L'agroecosistema nella pianura veneta, con raffronti all'ambiente planiziale forestale*. Alcune valutazioni qualitative e quantitative sugli invertebrati del suolo. Atti I Con. S.I.T.E. in press.
- PITTIER, H. 1978 - *Manual de los plantas usuales de Venezuela y su suplemento*. Fund. E. Mendoza, pp. 1-458, 1-129.
- SIOLI, H. 1975 - *Tropical Rivers as expressions of their terrestrial Environments*. Tropic. Ecol. System., II, Spring. & Verlag, Berlin, pp. 275-88.
- SIOLI, H. 1976 - *A limnologia na ragiao amazonica brasileira*. Anais I Encontro nacion. sobre limnol. piscic. e pesca contin., Belo horizonte.
- SMITH, N. J. N. 1980 - *Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia*. Ann. Ass. Amer. Geographers, 70: pp. 553-566.
- WALLACE, A. R. 1891 - *Natural selection and tropical nature*. Mc. Millan, pp. 1-492.
- WENT, F. & 1968 - *Mycorrhiza*; Bioscience, 18: pp. 1035-39.
- WILDE, S. A. 1968 - *Mycorrhizae and tree nutrition*, Bioscience, 18 pp. 482-4.
- WILLIAMS, E. C. 1941 - *An ecological study of the floor fauna of the Panama rain forest*. Bull. Chicago, Acad. Sc., 6: pp. 63-124.
- UNESCO 1978 - *Tropical forest ecosystems*. pp. 683.
- KLINGE, H., FURCH, K., IRMLER, U. & JUNK 1981 - *Fundamental ecological parameters in Amazonia in relation to the potential development of the region*. Ed. Lal & Russel in Trop. Agric. Hydrol., J. Wiley N. Y., pp. 19-35.
- KLINGE, H. & HERRERA, R. 1978 - *Biomass studies in amazon caatinga forest in Southern Venezuela. I. Standing crop of composite root mass in selected stands*. Tropical Ecology, 19: pp. 93-110.
- KREEBS, J. E. 1975 - *A Comparison of soil under Agriculture and forests in San Carlos, Costa Rica*. Trop. Ecol. Stud., II, Springer & Verlag pp. 381-90.
- MEDINA, E. 1978 - *The future of the amazon basin*. Interciencia, 3: pp. 197-198.
- MEDINA, E. & 1978 - *Significance of leaf orientation for leaf temperature in an amazonian sclerophyll vegetation*. Rad. Environ. Biophysics, 15: pp. 131-140.
- MEYER DE SCAUENSEE & PHELPS, H. W. 1978 - *A guide to the birds of Venezuela*, pp. 1-427.
- MONDOLFI, E. 1976 - *Fauna silvestre de los bosques humedos tropical de Venezuela*. Cons. de los Bosques humedos de Venezuela, Caracas, pp. 133-181.
- MONK, C. D. 1966 - *An ecological significance of evergreen ness*, Ecol., 47: pp. 504-505.
- OCHOA GRATEROL, J. 1980 - *Lista y comentario ecologicos de las especies de murcielagos en la ciudad de Maracay y el parque nacional «H. Pittier» (Rancho grande) Aragua, Venezuela*. Univ. C. V. Inst. Zool. Agric., pp. 1.184.

L'Autore: dott. Maurizio Paoletti, Istituto di Entomologia agraria dell'Università di Padova.
