

DIE AKTIWITEIT VAN MIKROÖRGANISMES IN DIE GROND VAN DIE
SAVANNE-EKOSISTEEM BY NYLSVLEY

deur

Johannes Jurgens Bezuidenhout

Voorgelê ter vervulling van 'n deel van die vereistes vir
die graad M.Sc.

in die Fakulteit Wis- en Natuurkunde
Universiteit van Pretoria,
Pretoria.

November, 1978.

DANKBETUIGINGS

Die bydrae van die volgende persone en instansies tot hierdie verhandeling word hoog op prys gestel:

Prof. P.L. Steyn se bystand en wenke met verskeie fasette van hierdie studie was van besondere waarde.

Mnre. G. Dednam, H. Groeneveld en dr. G.K. Theron wie se hulp, statistiese analisering van die data grootliks vergemaklik het.

Die betrokkenes by SASEP, en veral mnr. B.J. Huntley en dr. J.W. Morris wat aangename en produktiewe atmosfeer geskep het.

Mev. F. Obermeyer vir die netjiese tikwerk.


Die WNNR en Landbou-tegniese Dienste vir finansiële steun.

Aan my ouers vir onder andere die belangstelling en aanmoediging - dankie.

1.	Inleiding	1
2.	Literatuuroorsig	3
2.1.	Oorsig van grondmikrobe-ekologie	3
2.2.	Oorsig van metodes	5
2.2.1.	Bepaling van biomassa	5
2.2.2.	Evaluering van aktiwiteit	6
3.	Materiaal en Metodes	9
3.1.	Monsterneming en -voorbereiding	9
3.2.	Chemiese analise van grond	9
3.3.	Media vir kiembare propaguletellings	10
3.4.	Bepaling van die grondmassa gebruik vir plaattellings	10
3.5.	Vergelyking tussen petribakkies en rolbuise i.t.v. kiembaretellings	10
3.6.	Bepaling van CO ₂ -vrystelling in die laboratorium	11
3.7.	Ekstraksiemetodes vir ATP uit grond	11
3.8.	Bepaling van CO ₂ -vrystelling <u>in situ</u>	12
3.9.	Bepaling van mikrobe-aktiwiteit na streptomisienbehandeling	13
3.10.	Kiembare tellings en ATP-inhoud van risosfeer en strooisel	13
3.11.	Bepaling van mikrobespore in grond	14
3.12.	Bepaling van die strooiselmasse in die studiegebied	14
3.13.	Opsomming van roetinemetodes	14
3.14.	Statistiese tegnieke	15
3.15.	Eenhede	
4.	Resultate en bespreking	19
4.1	Beskrywing van die studiegebied	19
4.1.1.	Klimaat	19
4.1.2.	Grondeienskappe	19
4.1.3.	Plantegroei	20
4.2	Resultate van ondersoek na metodes	21

4.2.1.	Evindingsreël vir kiembare tellings	21
4.2.2.	Invloed van grondmassa in verdunningsreekse op kiembare tellings	23
4.2.3.	Vergelyking tussen kiembare tellings gedoen deur die gietplaat- en astellrolbuistegniek	24
4.2.4.	Kiembare tellings van mikro-organismes op verskillende gronddieptes	26
4.2.5.	Ondersoek na tegnieke om CO ₂ -produksie in die laboratorium te bepaal	28
4.2.6.	Tegnieke vir die ekstraksie van ATP uit grond	29
4.2.7.	Invloed van opberging op kiembare propaguletellings van grond	31
4.3.	Ondersoek van mikrobe-aktiwiteit oor 'n jaarperiode	33
4.3.1.	Korrelasies tussen verskillende parameters	32
4.3.2.	Globale parameters vir mikrobe-aktiwiteit in grond	42
4.3.3.	Die verband tussen mikrobeparameters en abiotiese veranderlikes	44
4.3.4.	Die verband tussen mikrobeparameters en ruimte	53
4.3.5.	Die verband tussen mikrobeparameters en tyd	58
4.3.6.	Die relatiewe belang van aktinomisete, bakterieë en fungi	60
4.3.7.	Groeitempo van 'n grondmikrobe-populasie	65
4.3.8.	Vergelyking tussen koolstof-invoer en -uitvoer	70
4.3.9.	Bydræ van mikroorganismes tot totale grondrespirasie	72
4.3.10.	Immobilisering en mineralisering van stikstof, fosfor en kalium	76
5.	Opsomming	82
	Summary	84
6.	Verwysings	86

1. Beskrywing van grond in die Huttonvorm en Chesterserie	20
2. Kiembare propaguletellings van grond van twee subhabitats op verskillende media	22
3. Effek van die massa grond gebruik vir verdunningsreekse in	24
4. Totale kiembare tellings verkry vanaf gietplate en astellrolbuisse	25
5. Kiembare propaguletellings op verskillende gronddieptes	27
6. Regressies van kiembare tellings teenoor grond- diepte	28
7. CO ₂ -produksie van grond soos bepaal in die laboratorium	30
8. 'n Vergelyking van vier ekstraksiemetodes vir ATP	31
9. Totale propaguletellings van grond wat vir verskillende tye by 7 ⁰ C en kamertemperatuur gehou is	32
10. Gemiddelde waardes van mikrobe en abiotiese parameters van grond oor 'n jaar in die onderskeie subhabitats	34
11. Die persentasie spore in vergelyking met totale propaguletellings in grond van aktinomisetes en fungi	37
12. Die persentasie bakteriespore in grond	37
13. Korrelasiekoëffisiënte tussen CO ₂ -produksie en ander mikrobeparameters in die verskillende subhabitats.	45

14. Regressie-analis	 UNIVERSITEIT VAN PRETORIA UNIVERSITY OF PRETORIA YUNIBESITHI YA PRETORIA	nometriesbepaalde	
CO ₂ -produksie en ander mikrobeparameters			46
15. Korrelasiekoëffisiënte tussen mikrobeparameters en abiotiese faktore			48
16. Regressie-analise van CO ₂ -produksie m.b.t. vog en temperatuur			49
17. Die korrelasiekoëffisiënte tussen ATP, grondvog en -temperatuur vir ses subhabitats			51
18a. Statistiese vergelyking tussen ses subhabitats i.t.v. mikrobeparameters			55
b. Die verhouding van aktinomiseet-: bakterie-: fungustellings			55
19. Totale propaguletellings, ATP- en voginhoud van grond, strooisel en wortels			56
20. Periode van minimum en maksimum mikrobe-aktiwiteit volgens ses mikrobeparameters			58
21. Die β - en F-waardes vir regressievergelykings met ATP, CO ₂ en propaguletellings as veranderlikes			61
22. Die invloed van streptomisien-behandeling op propaguletellings			63
23. Die invloed van streptomisien-behandelings op CO ₂ -produksie en ATP-inhoud			64
24. Aantal generasies van 'n grondmikrobepopulasie			69
25. Bydrae van die verskillende komponente tot totale CO ₂ -produksie			75
26. Die humus- en koolhidraatinhoud van grond in verskillende subhabitats			77
27. Totale stikstof, fosfor en kalium van grond in verskillende subhabitats			78
28. Die ^C /N en ^C /P-verhoudings van grond in twee habitats op verskillende dieptes			80

A.	Samestelling van media en ander reagense	98
B1.	Totale propaguletellings van mikroorganismes en grondvog in die verskillende subhabitats oor 'n jaarperiode	102-111
B2.	Die CO ₂ -produksie van grond op verskillende dieptes in ses subhabitats soos manometries bepaal oor 'n jaarperiode	112
B3.	CO ₂ -produksie in die <u>Ochna</u> -habitat <u>in situ</u> bepaal	113
B4.	CO ₂ -produksie in die <u>Oophabitat</u> <u>in situ</u> bepaal	114
B5.	CO ₂ -produksie in die <u>Burkea</u> -habitat <u>in situ</u> bepaal	115
B6.	Die ATP-inhoud van grond in verskillende subhabitats oor 'n jaarperiode	116
B7.	Regressie-analise van mikrobeparameters vir die totale grondhabitat	117
B8-B13.	Regressie-analise van mikrobeparameters in die onderskeie subhabitats	118-135
B14.	Eenhede en afkortings van parameters	136

Korrelasiematrikse van die onderlinge verhouding van mikrobeveranderlikes in die verskillende subhabitats	1 - 6
'n Groeepanalise-dendrogram van mikrobeparameters in grond	7
CO ₂ -produksie en ATP-inhoud van grond in die <u>Burkea</u> , 0-30cm-habitat	8
CO ₂ -produksie en propaguletellings van grond in die <u>Burkea</u> , 0-30cm-habitat	9
Reënval oor 'n jaar in die studiegebied	10
Grondtemperatuur op 'n 20cm-diepte om 14hoo	11
Die gemiddelde relatiewe humiditeit van die atmosfeer op ooreenkomstige monsterdatums	12
ATP-inhoud, CO ₂ -produksie, grondvog en -temperatuur in die <u>Burkea</u> (5-15cm, graspolle) subhabitat oor 'n jaarperiode	13
Propaguletellings, grondvog en -temperatuur in die <u>Burkea</u> (5-15cm, graspolle) subhabitat	14
CO ₂ -vrystelling vanuit grond van verskillende habitats oor 'n jaartydperk soos <u>in situ</u> bepaal	15
ATP-inhoud van grond in verskillende habitats oor 'n jaartydperk	16
Die daaglikse siklus in totale CO ₂ -produksie vanaf grond in twee subhabitats	17
Totale- en strooisel en grond CO ₂ -produksie onder bome en in die Oophabitat	18
'n Dendrogram verkry uit groeepanaliserings van die grondmonsters oor 'n jaartydperk	19

Groepering van grondmonstergroepe met soortgelyke mikrobe-aktiwiteit en die monstertyd wat daarmee ooreenstem	20
CO ₂ -produksie (<u>in situ</u>) deur drie komponente in die <u>Burkea</u> -habitat	21
CO ₂ -produksie (<u>in situ</u>) deur drie komponente in die Oophabitat	22

1. INLEIDING

Die Suid-Afrikaanse Savanne-ekosisteeprojek (SASEP) te Nylsvley is 'n poging om gebeure in die savannes van suidelike Afrika te voorspel (Hirst, 1975). Savanne-ekosisteme in semidroë gebiede word gekenmerk deur hulle sensitiwiteit teenoor spanningstoestand soos droogte, brand en oorbeweiding. Goodall (1977) het die doelstelling van SASEP soos volg opgesom:

"To develop the understanding necessary to predict changes in the ecosystem's stability induced by various types of stress". So 'n begrip is slegs moontlik indien 'n so volledig moontlike balansstaat van produksie enersyds en ontbinding en mineralisering andersyds opgestel kan word.

Die belangrikheid van ontbindingprosesse in die funksionering van 'n ekosisteam is deur verskeie ekoloë beklemtoon, o.a. deur Odum (1971) en Witkamp (1971), wat bereken het dat minstens 80 persent van terrestrieuse produksie direk of indirek na ontbinders vloei. Ontbindingsnavorsing het mettertyd in twee rigtings ontwikkel, nl. die studie van ontbinding van organiese materiaal in en bo op die grond onderskeidelik. Die verklaring hiervoor is dat alhoewel die prosesse oënskynlik kwalitatief dieselfde is, die faktore wat dit beïnvloed en koolstofbronne van die betrokke organismes verskillend is. Harris (1973) het bevind dat die organiese materiaal vir grondmikroörganismes in onbewerkte grond hoofsaaklik van wortels afkomstig is. Daarteenoor is die primêre koolstofbronne vir bogrondse mikroörganismes blare, vrugte en hout (Williams & Gray, 1974).

Ten einde 'n begrip van die ontbinding van organiese materiaal in grond te verkry moet 'n kwantitatiewe bepaling van die aktiwiteit van mikrobies gemaak word. Die Ontbinderswerkgroep van SASEP het besluit dat ondersoek ingestel moet word na die grondmikrobe-ekologie van Nylsvley met spesiale klem op die

aktiwiteit en aktiewe biomassa van grondmikroörganismes en die faktore wat dit beïnvloed.

Grondmikrobe-ekologie is egter 'n komplekse studie wat bemoeilik word deur faktore soos die verskeidenheid van mikroörganismes, faktor-interaksie en die heterogeniteit van die omgewing (Gray & Williams, 1971). Die feit dat daar op 'n mikroskaal gewerk word, veroorsaak dat ekstrapolering na makrosisteme bevraagteken kan word (Alexander, 1976). In die ekologie van mikroörganismes is dit verder ook dikwels 'n probleem om die tempo van 'n proses (aktiwiteit) te kwantifiseer. Met dit in gedagte is 'n aantal vrae t.o.v. hierdie ondersoek soos volg geformuleer:

- 1) Wat is die grootte van die grondmikrobebiomassa?
- 2) Watter parameters mag geskik wees as 'n indeks van mikrobe-aktiwiteit?
- 3) In watter mate beïnvloed temperatuur en vog mikrobe-aktiwiteit?
- 4) Verskil mikrobe-aktiwiteit betekenisvol in ruimte en tyd?
- 5) Wat is die bydrae van mikroörganismes tot die totale CO₂-produksie van grond?
- 6) Wat is die biomassaproduksie van grondmikrobes?
- 7) Wat is die aard en die omvang van die rol van mikroörganismes in die mineralisering van die vernaamste plantvoedingstowwe?

In die hieropvolgende verslag word 'n uiteensetting gegee van die modus operandi tot beantwoording van die vrae en die resultate en gevolgtrekkings wat daaruit voortgevloei het.

2. LITERATUUROORSIG

2.1 Oorsig van grondmikrobe-ekologie

Volgens Waksman (1927) kan vier fases, wat noodwendig oorvleuel, in biologie onderskei word nl.:

- 1) Ekologies en taksonomies
- 2) Fisiologies
- 3) Eksperimenteel
- 4) Wiskundig

Die beginstadia van grondmikrobiologie is gekenmerk deur die identifisering van mikroorganismes. Minstens 51 persent van die bakterieë beskryf in Bergey's Manual (Breed, Murray & Smith, 1957) kan as grondbakterieë gereken word (Clark, 1967). Die oorgrote meerderheid van aktinomisete en fungi wat beskryf is, is vanuit grond geïsoleer (Pugh, 1974 en Lacey, 1973). Die identifisering van organismes in grond verskaf inligting t.o.v. die potensiële metaboliese vermoë van die grond. Mishustin (1975) het 'n geografiese ondersoek na grondmikroorganismes in die V.S.S.R. uitgevoer, en 'n spektrum van dominante mikrobe-groepe in verskillende gronde gevind. Latter, Cragg & Heal (1967) het 'n soortgelyke studie in die Pennine-heideveld gedoen. Tensypte van laasgenoemde outeurs se uitgebreide spesielys, onderskei hulle die grond i.t.v. die aantal spesies en nie soseer die tipe spesies nie. Die vraag kan gestel word of dit die moeite loon om slegs 'n spesieslys saam te stel as omgewings-, fisiologiese faktore en populasiegrootte buite rekening gelaat word. 'n Voorbeeld van die invloed van eksterne faktore op mikrobe-aktiwiteit word uitgelig deur McLaren & Skujins (1971). 'n Nitrifikasie-model is ontwikkel wat suksesvol was in die laboratorium maar die toepassing van die model in 'n natuurlike grondsisteem het misluk (McLaren & Skujins, 1971). Tensy 'n diepgaande studie van die faktore wat organismes in 'n ekosisteem beïnvloed gemaak kan word, is identifikasie van die organismes slegs die beginstadium om aktiwiteit te

verklaar (Delucchi, Rosen & Schlinger, 1976).

Grondbiochemici is meer geïntereeserd in wat mikrobes doen, as in hulle struktuur of taksonomiese posisie (McLaren & Peterson, 1967). Volgens Watt (1966) is ekologie 'n studie van prosesse wat gekenmerk word deur 'n komplekse resiproke interaksie tussen oorsake en gevolge. Die siening van grondbiochemici word dus inderwaarheid ondersteun deur Watt (1966), aangesien die klem in albei gevalle geplaas word op 'proses'.

'n Aantal metodes is ontwikkel om aktiwiteite van mikroörganismes na te gaan. Die gebruik van ATP-essaiëring (Holm-Hansen, 1969), CO₂-produksie (Anderson, 1973) en gedeeltelike grondsterilisasie (Jenkinson, 1966) is meer onlangse ontwikkelings in dié rigting. Hierdie tegnieke gee slegs 'n beeld van die totale aktiwiteit van die mikrobepopulasie. 'n Praktiese klassifisering van mikroörganismes deur Winogradsky (Waksman, 1927) as outogtoon of simogeen is van nut in mikrobe-ekologie, alhoewel kritiek daarop uitgespreek is (Alexander, 1976). Die verdeling van grondmikroörganismes i.t.v. voedingvereistes (Lochhead, 1940) kan beskou word as pogings om 'n middeweg te vind tussen 'n volledige taksonomiese ondersoek en die benadering om 'n grondmikrobepopulasie as 'n eenheid te beskou. 'n Voorbeeld van tegnieke wat ontwikkel is om die aktiwiteite van funksionele groepe na te gaan is die sellulose-strooktegniek (Clark, 1970).

Velerlei pogings is aangewend om afleidings t.o.v. grondvrugbaarheid te maak van mikrobe-aktiwiteit. Caron (1895) het mikrobetellings gebruik as 'n indeks van grondvrugbaarheid, terwyl Müller, Förster, Buhlig, Bredemann & Winkler (1972) tot sewe mikrobeparameters in ag geneem het. Hierdie twee voorbeelde kan as beperkte ekosistestudies beskou word. Met die bewuswording van omgewingsvraagstukke, is gevind dat ekosisteme alleen sinvol as 'n geheel bestudeer kan word. Hier-

die holistiese benadering kon egter nie deurgevoer word tot op die ekosisteevlak nie, maar is suksesvol toegepas op sub-eenhede soos ontbinders en primêre produseerders (Innis, 1975). Die totale sisteem kan derhalwe slegs meganisties beskryf word.

Die holistiese benadering bring mee dat 'n verskeidenheid van biotiese en abiotiese data afsonderlik of in kombinasie ontleed moet word. Lineêre meervoudige regressie-analises is deur Campbell & Biederbeck (1976) gebruik om mikrobevariasies op 'n biologiese aanvaarbare wyse i.t.v. abiotiese (onafhanklike veranderlikes) te beskryf. Meervoudige regressies is 'n tipe model (Butt & Royle, 1974). Aangesien biologiese verskynsels nie noodwendig deur lineêre vergelykings beskryf kan word nie (Bledsoe, 1976) is die toepassing van nie-lineêre modelle 'n vereiste in die interpretasie van sulke verskynsels (Odum, 1976). Die komplekse aard van nie-lineêre modelle beperk egter hulle algemene toepassing.

2.2 Oorsig van metodes

2.2.1 Bepaling van biomassa

Kiembare propaguletellings word algemeen beskou as 'n indeks van mikrobebiomassa. Die gebruik van propoguletellings vir die evaluering van biomassa berus egter op verskeie twyfelagtige aannames (Skinner, Jones & Mollison, 1952). Conn (1918) het 'n direkte metode vir totale telling van bakterieë in grond beskryf. Deur 'n bekende hoeveelheid indiese-ink by 'n grondsuspensie te voeg, het Thornton & Gray (1934) 'n aansienlike verbetering in die direkte tegniek aangebring. Die nadele van direkte waarnemings en variasies daarvan soos grondsnitondersoeke (Parkinson, 1973) is dat geen onderskeid tussen lewende en dooie selle gemaak kan word nie. Lewende kleuring deur bv. fluoresensie-isotonaatkleuring (Babiuk & Paul, 1970) is on-

effektief in die uitkenning tussen dooie en dormante selle (Parkinson, 1973). Skanderelektromikroskopiese tegnieke word beperk tot klein monsters wat nie verteenwoordigend van die hele sisteem is nie (Gray, 1967).

Indirekte metodes soos muramiensuur-, chitien- en ATP-essaiëring om mikrobebiomassa te bepaal is relatiewe nuwe ontwikkelings. Millar & Casida (1970) het muramiensuur-essaiëring gebruik as 'n indeks van bakteriebiomassa, terwyl chitienessaiëring deur Swift (1973) beskryf is vir fungi. Albei hierdie tegnieke word gekortwiek deur die onvermoë om tussen lewende en dooie selle te onderskei. Gedeeltelike sterilisasie (Jenkinson, 1966) mag soos ATP-essaiëring (Holm-Hansen, 1973) 'n oplossing vir die probleem bied.

Die gebruik van ATP-essaiëring as 'n indeks van biomassa berus op die universele voorkoms van ATP in alle lewende sisteme, en die normaalweg kortstondige bestaan van ATP buite 'n sel. Die totale ATP in 'n sel beslaan ongeveer 0,1 persent van die droë selmassa. Hierdie ATP-poel word gedurende die verloop van een sekonde hernu (Aksenov & Sosunova, 1976). ATP-essaiëring gee dus 'n aanduiding van aktiewe biomassa.

2.2.2 Evaluering van aktiwiteit

Die bepaling van mikrobe-aktiwiteit in situ is hoofsaaklik benader vanuit 'n biochemiese oogpunt.

Dehidrogenase-aktiwiteit (Stevenson, 1959; Casida, Klein & Santoro, 1964) is dikwels beskryf as 'n indeks van mikrobe-aktiwiteit. Die aanwending van hierdie tegniek word beperk deur die oneffektiewe ekstraksie van dehidrogenase uit grond (Gray & Williams, 1971). Verskeie ander ensieme is ondersoek vir potensiële korrelasie met mikrobe-aktiwiteit in grond. Dit is egter

meer 'n uitsondering as 'n reël dat ensiematiese aktiwiteit van grond gekorreleerd is met mikrobebiomassa of grondrespirasie (Skujins, 1967).

'n Aantal outeurs o.a. Edwards & Sollins (1973) en Phillipson, Putman, Steel & Woodell (1975) is van mening dat grondrespirasie, soos deur CO₂-produksie bepaal 'n redelike getroue weergawe is van die algemene aktiwiteit van grondpopulasies. CO₂-produksiemetings kan ook gebruik word as 'n maatstaf vir die omvang van primêre produksie (Anderson, 1973), as uitgegaan word van die aanname dat daar 'n ewewig bestaan tussen CO₂-binding en -vrystelling in 'n ekosisteem. Die gewildheid van CO₂-produksie as 'n indeks van mikrobe-aktiwiteit en primêre produksie word weerspieël deur die aantal tegnieke wat beskryf is vir respirasiemetings. Algemene metodes is:

- (1) Manometriese metode wat meebring dat die monster nie in situ ondersoek kan word nie (Stotzky, 1960).
- (2) Statiese volumetriese metodes waar die CO₂ geabsorbeer word deur 'n alkalie en daar na titrasie afgelei kan word hoeveel CO₂ geproduseer is (Witkamp, 1966).
- (3) Kolorimetriese metodes wat gebaseer is op die pH-verandering van 'n verdunde NaHCO₃-oplossing a.g.v. die partiële druk van CO₂ (Bleadel & Meloche, 1970).
- (4) Dinamiese metodes waar lug oor die monster gesuig word en die CO₂ in die lugstroom bepaal word deur 'n infrarooi-gas-analiseerder (Witkamp & Frank, 1969). 'n Alternatief is om die CO₂ in die lugstroom te absorbeer vir gravimetriese of volumetriese bepaling.

Die afwesigheid van lugvloei by die statiese metodes en die probleem om 'n geskikte lugvloei tempo vir die dinamiese metodes te vind is komplekserende faktore. Daar is gevind dat die statiese tegniek CO₂-produksie onderskat terwyl die dinamiese tegniek dit weer oorskot (Edwards & Sollins, 1973). Metodes wat vereis

dat monsters verwyder moet word vir CO₂-metings bring verskeie ongewenste veranderinge van die grond mee (Stotzky, Goos & Timonin, 1962).

Radioaktiewe merking van mikroorganismes in akwatiese sisteme verskaf inligting aangaande mikrobe-aktiwiteit (Brock, 1971). Crossley & Witkamp (1964) het hierdie tegniek gebruik in 'n ondersoek na mineraliseringstempo van organiese materiaal. Termometings van ontbindende materiaal is 'n indeks vir mikrobe-aktiwiteit. Die sensitiwiteit van die hittedektors is egter te laag vir die algemene gebruik van die tegniek (Parkinson, Gray & Williams, 1971). Grondperfusie kan slegs in vergelykende studies van grondaktiwiteit gebruik word (McLaren & Skujins, 1971) en is dus van min belang in die kwantitatiewe aspekte van ekologie in natuurlike sisteme.

3. MATERIAAL EN METODEDES

3.1 Monsterneming en -voorbereiding

Grondmonsters is op 'n gestratifiseerde ewekansige wyse m.b.v. 'n splitbuisstampboor op drie dieptes (0-5cm, 5-15cm en 15-30cm) in die volgende gebiede verkry:

1. Onder Burkea africana
 - 1) Binne Eragrostis pallens-graspolle
 - 2) Weg van graspolle
2. Onder Ochna pulchra
3. Weg van bome
 - 1) Binne E. pallens-graspolle
 - 2) Binne Digitaria eriantha-graspolle
 - 3) Weg van graspolle.

Weinig gras groei onder O. pulchra wat addisionele monsternemingspunte onder Ochna uitgesluit het. 'n Soortgelyke toestand is onder B. africana aangetref m.b.t. D. eriantha.

Vyf replikate is in elke gebied geneem en die grondmonsters is in verseëlde poli-etileensakkies na die laboratorium vervoer vir ontleding. Die replikaatmonsters is gesif (2mm maas) en op 'n gelyke massabasis gekombineer en vermeng.

3.2 Chemiese analise van die grond

Totale stikstof is volgens die mikro-Kjeldahlmetode, totale fosfor deur molibdeen-vanadiummetode en totale kalium deur atoomabsorpsie bepaal (Allen, 1974).

Humus- en koolhidraatbepalings is op grond wat op 77.06.04 in die Boom- en Oophabitat gemonster is uitgevoer. Humusanalises is volgens Tyorin se metode (Kononova 1961) en koolhidraatanalises na grondhidrolise volgens Brink, Duback & Lynch (1960) gedoen.

3.3 Media vir kiembare propaguletellings

Media van verskillende samestelling is uitgetoets vir bakterietellings, grondekstrak-, voedingsagar en Thornton se medium (Parkinson et al., 1971) met of sonder byvoeging is gebruik. Fungustellings is op Martin-, Ohio- en ertappel-glukose-medium (Johnson & Curl, 1972) uitgevoer. Vir aktinomiseettellings is Jensen se medium (Johnson & Curl, 1972), chitienagar (Hsu & Lockwood, 1975) en stysel-kaseïnagar (Parkinson et al., 1971) geëvalueer.

Die kiembare tellings is op gietplate uitgevoer soos beskryf deur Parkinson et al. (1971).

3.4 Bepaling van die grondmassa gebruik vir plaattellings

Verskillende massas grond is by steriele water gevoeg tot 'n totale grond-watermassa van 100g. Die houer (plat medisynebottel, volume - 320 cm³) met die grondsuspensie en 30g glaskrale (2mm deursnit) is 'n honderd keer deeglik geskud. Plaattellings is op chitienagar (Hsu & Lockwood, 1975), grondekstrakagar (Parkinson et al., 1971) en Martin se medium (Johnson & Curl, 1972) uitgevoer. Die plate is vir twee weke by 25°C bebroei.

3.5 Vergelyking tussen petribakkies en rolbuise i.t.v. kiembaretellings

Grond afkomstig van die Boom- en Oopsubhabitat is m.b.v. die gietplaat- en rolbuistegniek ondersoek, grondekstrakagar (Parkinson et al., 1971) en chitienagar (Hsu & Lockwood, 1975) is onderskeidelik gebruik vir bakterieë en aktinomisete. Vir die tellings d.m.v. die Astell-rolbuistegniek is metode gevolg soos beskryf deur Harrigan & McCance (1966) terwyl gietplate uitgevoer is volgens Parkinson et al. (1971).

3.6 Die bepaling van CO₂-vrystelling vanuit grond in die laboratorium

Die askariet-, Warburgrespirometer- en statiese-KOH-tegniek is onderling vergelyk vir die bepaling van CO₂-produksie.

By die askarietondersoek is 100g grond in 'n 250ml-erlenmeyer-fles gevoeg en vir 14d by 25°C geïnkubeer. Na die periode is die CO₂-produksie bepaal soos beskryf deur Visser (1963).

Vir die manometriese CO₂-bepaling is die metode van Katznelson & Rouatt (1957) met geringe wysigings gevolg. Die ekwilibreringsperiode by 25°C is verleng na 16h en 40 persent KOH i.p.v. 20 persent is na dié periode in die sentrale put gevoeg. Die manometriese lesings is verwerk na hoeveelheid CO₂ geproduseer soos beskryf deur Umbreit, Burris & Stauffer (1964).

CO₂-produksie is deur die statiese tegniek bepaal deur 100g grond in 'n 750ml fles te inkubeer by 25°C. Na 16h is die fles met CO₂-vrye lug uitgespoel waarna 10ml 0,1000 N KOH in 'n plastiese houer in die fles geplaas is. Die onveranderde KOH is met 0,1000 N HCl getitreer met 'n phenolphtalein-indikator nadat 'n oormaat BaCl₂ bygevoeg is. Die CO₂-produksie is van die titrasiewaardes afgelei soos beskryf deur Coleman (1973).

3.7 Ekstraksiemetodes vir ATP uit grond

'n Aantal ekstraksiemetodes van ATP uit grond is ondersoek.

By 150g stoomgesteriliseerde grond, afkomstig van die Boom, 0-5cm-subhabitat, is 15ml van 'n Escherichia coli-suspensie gevoeg. Na deeglike vermenging is die volgende ekstraksie tegnieke ondersoek: Swawelsuur (Ausmus, 1973), perchloorsuur (Du Pont-handleiding), Butanol en Morfolinopropaansulfoonsuur-buffer (MOPS-buffer) volgens Doxtader (1969) en Natriumbi-

karbonaat (Christian, Bancroft & Wiebe, 1975).

Vir die essaiëring van ATP is die ensiemsistiem voorsien deur "Du Pont", "Sigma", "Serval" of "Boehringer Mannheim" gebruik. Die lusiferien-lusiferase wat voorsien is deur die onderskeie maatskappye het onderling besonder verskil t.o.v. ATP-essaiëring. 'n Vergelyking tussen die verskillende ensiemsisteme is dus uitgevoer.

3.8 Die bepaling van CO₂-vrystelling in situ.

Die tegnieke vir CO₂-produksiemetings is gebaseer op die metode soos beskryf deur Coleman (1973). Metaalsilinders (hoogte-18,0cm, deursnit - 15,0cm) is 10cm in die grond gedruk. 'n Bottel (deursnit - 3,5cm) met 25,0ml 0,1000 N KOH is in die silinder geplaas en die silinder is verseël deur 'n metaaldeksel en maskeerband. Na 'n bepaalde tydsverloop, gewoonlik 4 ure van 11hoo tot 15hoo, is die bottel verseël en die hidroksiedinhoud daarvan bepaal soos beskryf deur Coleman (1973).

Die bydrae van die verskillende komponente in grond tot CO₂-produksie is soos volg bepaal:

1. Totale CO₂-produksie

'n Onversteurde sisteem waar geeneen van die komponente uitgesluit is nie, is gebruik.

2. Strooiselmikroorganismes

Strooisel is verwyder uit die sisteem, en die CO₂-produksie wat hier bepaal is, is van die dieldrin behandelde sisteem afgetrek. Hierdie waarde is geneem as die CO₂-produksie van strooiselmikroorganismes.

3. Grondmikroorganismes

Wortels en strooisel is uitgesif. Die gesifte grond is teruggeplaas nadat 'n perspexplaat in die gat gelê was. Die plaat is 10cm diep geleë, sodat die metaalsilinder daarmee in kontak

was om CO₂-vrystelling van wortels en risosfeer uit te sluit.

4. Wortels- en risosfeerrespirasie

Die som van die mikroberespirasie in strooisel en grond en invertebraatrespirasie is afgetrek van die totale onversteurde respirasiewaardes.

5. Invertebraatrespirasie

'n Onversteurde gebied is met 10 persent dieldrin teen 3ml cm⁻² behandel. Die verskil tussen die totale respirasie en dieldrin-behandelde gebied is geneem as die invertebraatrespirasie.

(Sien bladsy 74 die tweede paragraaf).

Vir ekwilibrering vooraf, is die metaalsilinders in die grond geplaas en is die behandelings, waar van toepassing, uitgevoer twee weke voordat CO₂-produksie metings gedoen is. Die metaalsilinders is elke drie maande na 'n ander gebied verskuif om versteuring van die sisteem te beperk.

3.9 Bepaling van mikrobe-aktiwiteit na Streptomisienbehandeling

By 100g grond is 18ml 0,1 persent streptomisienoplossing gevoeg en vir 24h by 25°C geïnkubeer, waarna propaguletellings, CO₂-produksiemetings en ATP-essaiëring uitgevoer is. As kontrole is 100g grond plus 18ml water gebruik.

3.10 Kiembare tellings en ATP-inhoud van risosfeer en strooisel

Wortels is liggies geskud om grondklonte te verwyder terwyl die strooisel fyngemaal is (2mm maas). By 10g plantmateriaal is 90ml steriele water en 90g glaskrale gevoeg en een minuut met die hand geskud, waarna plaattellings uitgevoer is soos beskryf.

Die ATP-inhoud van die risosfeer is bepaal deur 10g wortels met 30g glaskrale en 10ml MOPS-buffer op te skud vir een minuut. Die suspensie is gefiltreer en die ATP-inhoud van die

oplossing is bepaal. ATP-essaiëring van die fyngeaalde strooisel is op dieselfde wyse as vir grond uitgevoer.

3.11 Bepaling van mikrobespore in grond

Bakteriespore is bepaal deur 'n suspensie van 1g grond en 10ml water vir tien minute in 'n waterbad by 80°C of 25°C (kontrole) te laat. Kiembare tellings van oorlewende bakterieë in die grondsuspensie is uitgevoer soos beskryf.

Vir die bepaling van die aantal fungus- en aktinomiseetspore in grond is die skudtegniek van Skinner (1951) gevolg.

3.12 Bepaling van die strooiselmasse in die studiegebied

Die bestaande strooiselmasse in die studiegebied is bereken deur die kwadrantmetode (Wiegert & Evans, 1964). 'n Kwadrant met oppervlakte 0,5 m² is gestratifiseerd ewekansig uitgeplaas, en die strooisel binne die kwadrant versamel. Strooisel is gesorteer en geklassifiseer, in een van die volgende kompartemente:

1. Blare met deursnit ≥ 2 mm
2. Blaarfragmente - 2mm > deursnit > 1mm
3. Organiese materiaal met 'n deursnit kleiner as 1mm
4. Hout (Materiaal groter as 5mm met 'n houtagtige morfologie).

Kompartement (3) se waarde is verkry deur die massaafname van die grond (nadat blare, fragmente en hout verwyder is) na verbranding by 600°C te bepaal. Die residu na verbranding is geneem as die asinhoud van die hout.

3.13 Opsomming van die roetine metodes

1. Monsterneming en -voorbereiding

Die monsters is maandeliks oor 'n jaar geneem soos uiteengesit in § 3.1.

15/...

Aangesien afkoeling nie noodsaaklik geag is nie (§4.2.7) is geen spesiale voorsorgmaatreëls hiervoor getref nie.

2. Aktiwiteits- en biomassa-ondersoeke

1) Koolsuurgasproduksie

i Statiese in situ-tegniek (§ 3.8)

ii Manometriese tegniek (§ 3.6)

2) ATP-essaiëring

Butanol-MOPS-ekstraksie (§3.7)

3) Totale propaguletellings

Gietplate is berei m.b.v. grondekstrakagar, Martin se medium en chitienagar vir bakterieë, fungi en aktinomisete onderskeidelik (§3.3).

3.14 Statistiese tegnieke

3.14.1 Elementêre tegnieke (Steel & Torrie, 1960).

Om populasies met meer as 30 individue te vergelyk is hul gemiddelde vergelyk deur

$$d = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

waar \bar{x} die gemiddeld, S^2 die variansie en n die aantal individue in die populasie is.

Indien $d \geq 1,960$ verskil die populasies betekenisvol en indien $d \geq 2,576$ is die verskil hoogs betekenisvol.

Met monsters kleiner as 30 is die variansies vergelyk deur van 'n F-waarde gebruik te maak waar $F = S_1^2 / S_2^2$. Indien F groter is

as die voorgeskrewe peil, verskil die populasie i.t.v. hul variansies.

Die populasies kan ook vergelyk word deur Student se t-toets

waar
$$t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / s \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{1/2}$$

en waar
$$s^2 = \left(\sum (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2 + \sum (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2 \right) / (n_1 + n_2 - 2)$$

Die berekende t-waarde word dan vergelyk met 'n t-tabel vir $(n_1 + n_2 - 2)$ vryheidsgrade.

3.14.2 Meervoudige regressies is op die data uitgevoer d.m.v. die SPSS-program (Statistical Package for the Social Science) wat beskryf is deur Nie & Hull (1973).

Die parameteres wat verkry is van die meervoudige regressies is onder andere:

1) Koëffisiënt van bepaling, R^2 , d.i. die verhouding van die som van die kwadrate van die afhanklike veranderlike wat toegeskryf kan word aan die onafhanklike veranderlike (S)

waar
$$R^2 = \frac{(\sum xy)^2}{(\sum y^2 \cdot \sum x^2)}$$

2) Standaardfout (SE) van die voorspelde afhanklike veranderlike (\hat{y})

waar
$$SE = SE_{y-\hat{y}} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{z_0^2}{n}}$$

en waar $SE_{y-\hat{y}}$ die standaard fout van die afhanklike n die steekproefgrootte en z_0 die gestandaardiseerde waarde van 'n bepaalde onafhanklike veranderlike is.

Vryheidsgrade, $df = k, n-k-1$, waar k die onafhanklike veranderlikes in die vergelyking is terwyl n reeds gedefinieer is.

Die F-toets word gedefinieer as $F = R^2 (n-k-1)/k(1-R^2)$. Indien $F \leq 1$ is 50 persent of meer in die variasie in die voorspelling a.g.v. biologiese variasie (Groeneveld, persoonlike mededeling, 1978).

Die regressiekoeffisiënt, B, weergee die tempo van verandering van die afhanklike t.o.v. onafhanklike veranderlike. B word verkry deur die metode van kleinste vierkante. Die standaardafwyking van B is $sd B$.

Die gestandaardiseerde parsiele koëffisiënt, β , word verkry deur

$$\beta = B_1 sd_i / Sd_y$$

waar Sd_i en Sd_y die standaardafwyking van onafhanklike, i, en afhanklike y, onderskeidelik is. Die β -waardes word o.a. gebruik om onafhanklikes onderling te vergelyk. (Cohen & Cohen, 1975).

Die SPSS-program kan o.a. opgestel word om vanuit 'n groep, die veranderlikes opeenvolgens in die vergelyking te bring afhangend van hul F-waarde. Daar bestaan metodes waarvolgens die onafhanklike veranderlikes bepaal kan word (Price, 1973). In hierdie ondersoek was daar min onafhanklikes en was dit moontlik om almal te gebruik vir meervoudige regressies, alhoewel almal natuurlik nie ewe geskik was in die voorspellings nie.

Vanuit die probleemstelling en met die voorlopige ontleding van die data is besluit om:

- 1) In situ CO₂-produksie van grond as afhanklike te neem in die ondersoek na geskikte parameters en die invloed van abiotiese faktore.

- 2) Manometriese CO_2 -produksie is geneem as die afhanklike by regressies tussen ATP, propaguletellings en/of abiotiese faktore.
- 3) Om die bydrae van verskillende mikrobegroepe tot aktiewe biomassa te ondersoek is ATP as die afhanklike veranderlike gebruik.

3.14.3 Groep-statistiese analises is gebruik vir die groepering van subhabitats asook om die ooreenkoms tussen seisoene te bepaal i.t.v. mikrobeparameters. Die program vir groeepanalise is geskryf deur Orloci (1967) en deur Lubke (1972) vir Fortran aangepas. Die analise is basies 'n agglomeraatmetode. 'n Afstandsmatriks word ontwikkel tussen die verskillende entiteite. Op 'n spesifieke stadium word die entiteite bymekaar gegroepeer op basis van grootste ooreenkoms. Die rekenaaruitvoer verskaf die entiteite gegroepeerd asook die Euklidiese afstand tussen die onderskeie groepe (Everitt, 1974).

3.15 Eenhede

Die oorspronklik data vir ATP-essaiëring, propaguletellings en manometries bepaalde CO_2 -produksie is uitgedruk i.t.v. massa grond (op 'n droë massa basis). Die data is sekere gevalle verwerk tot oppervlakte. Vir hierdie omwerking is aangeneem dat die gronddigtheid 1,50 is (Harmse, 1977).

4. RESULTATE EN BESPREKING

4.1 Beskrywing van die studiegebied

Nylsvley is ongeveer 10km suid van Naboomspruit geleë. Die gebied word gekenmerk deur 'n lae reënval, groot temperatuurvariasie en 'n savanneplantegroei.

4.1.1 Klimaat

Die klimaat, volgens die Köppensisteam, is 'n warm, droë steppe met 'n droë winter (Schulze, 1947).

Die reënval is wisselvallig en in die orde van 630mmj^{-1} . Reën gedurende Oktober tot Maart dra 85 - 90 persent by tot die reënvalsyfer. Die gemiddelde maksimum lugtemperatuur is ongeveer 35°C gedurende November tot Januarie terwyl die minimum temperatuur tydens Mei tot Julie so laag as -5°C mag wees (Hirst, 1975).

4.1.2 Grondeienskappe

Harmse (1977) het 'n gedetailleerde ondersoek van gronde in Nylsvley uitgevoer. Vyf breë kategorieë is onderskei:

- 1) Litolitiese gronde
- 2) Nie-kalkagtige, goed dreineerde sanderige grond
- 3) Nie-kalkagtige, swak dreineerde sandgrond
- 4) Kalkagtige alluviale grond
- 5) Kalkagtige, vertiese swart kleigrond.

Die studie van mikrobe-aktiwiteit is uitgevoer in nie-kalkagtige goed dreineerde sanderige grond wat geklassifiseer is in die Huttonvorm en Chestersserie. Die vernaamste eienskappe van hierdie grondtipe is vervat in Tabel 1.

Tabel 1. Beskrywing van grond in die Huttonvorm en Chesterserie (Harmse, 1977).

Analitiese data

Lokaliteit

Diepte (cm)	0 - 24	24 - 56
Horison	A1	B21

Korrelgrootteverspreiding (%)

Growwe sand	14,75	16,8
Mediumfyn sand	49,95	34,2
Fyn sand	26,5	41,5
Slik	6,3	2,0
Klei	2,5	5,5

Totale uitruilbare katione (me/100g)

Ca	1)	0,25
Mg	1)	0,04
K	1)	0,06
Na	1)	0,07
S - waarde	1)	0,42
KUV	1)	2,1
pH H ₂ O	1)	4,9
pH KCl	1)	4,0

1) Waardes nie verskaf deur Harmse (1977) nie.

4.1.3 Plantegroei

Nylsvley word gekenmerk deur 'n savanneplantstruktuur wat 'n nou verband met die grondtipe en topografie vertoon (Coetzee, Van der Meulen, Swanziger, Gonsalves & Weisser, 1977).

Coetzee et al (1977) het vier dominante plantgemeenskappe in Nylsvley onderskei:

1) Breëblaar savannes in die hoër liggende gebiede, wat Burkea, Terminalia en Ochna insluit. Die mikrobe-studie is

in hierdie gebied uitgevoer.

- 2) Mikrofile doringsavanne in laerliggende gebiede.
- 3) Grasvelde en mikrofile doringsavanne in vertiese gronde.
- 4) Sekondêre grasvelde en doringsavanne in versteurde gebiede.

In die mikrobestudiegebied word die boonste plantstratum gedomineer deur Burkea africana, terwyl die middelste stratum Ochna pulchra en Grewia flavescens oorheers word. Die gemiddelde boomkruinoppervlakte is 7,7 persent (Coetzee et al., 1977). Die kruidstratum word gekenmerk deur die hoë voorkoms van Eragrostis pallens en Digitaria eriantha wat gesamentlik 'n basale oppervlakte van 3,1 persent (Van Rooyen & Theron, 1975).

4.2 Resultate van die ondersoek na metodes

4.2.1 Evaluering van media vir kiembare tellings

Die effektiwiteit van verskillende media is vergelyk vir die bepaling van kiembare tellings. Resultate van hierdie eksperiment is vervat in Tabel 2.

Grondekstrak-, chitienagar en Martin se medium het die hoogste tellings vir bakterieë, aktinomisete en fungi onderskeidelik gelewer, en is volgens Parkinson et al. (1971) dus die mees geskikte media vir totale tellings. Hierdie media is vir alle verdere kiembare tellings gebruik.

Die lae telling wat op voedingsagar verkry is, is 'n algemene waarneming (Paul, Biederbeck, Lowe & Willard, 1973). Hierdie verskynsel kan toegeskryf word aan ontbrekende groeifaktore bv. siderochrome (Tait, 1975).

'n Besonder hoë aktinomiseettelling is verkry op chitienagar. Aktinomisete, in teenstelling met bakterieë, is oor die alge-

Tabel 2. Kiembare propaguletellings van grond van twee subhabitats op verskillende voedingsmedia.

Mikroegroep	Medium	Tellings ($\bar{x} \pm S, n = 5$) in sub-habitat		
		Burkea, 0-5cm	Oopte, 0-5cm	
Bakterieë	Grondekstrak (Parkinson <u>et al.</u> , 1971)	$(1,84 \pm 0,22)10^6$	$1,43 \pm 0,20)10^6$	
	Thornton (Parkinson <u>et al.</u> , 1971)	$(1,30 \pm 0,16)10^6$	$(1,12 \pm 0,15)10^6$	
	Thornton + 0,5% glukose	$(1,52 \pm 0,19)10^6$	$(1,27 \pm 0,16)10^6$	
	Thornton + 0,5% glukose + 0,1% Na-asetaat + 0,1% Na-laktaat	$(1,35 \pm 0,16)10^6$	$(1,05 \pm 0,14)10^6$	
	Thornton + 0,1% Na-asetaat + 0,1% Na-laktaat	$(1,51 \pm 0,18)10^6$	$(1,29 \pm 0,20)10^6$	
	Voedingsagar Merck 7 5450)	$(0,97 \pm 0,17)10^6$	$(0,81 \pm 0,12)10^6$	
	Voedingsagar + 0,5% glukose	$(1,02 \pm 0,19)10^6$	$(1,16 \pm 0,15)10^6$	
	Aktinomisete	Stysel-kaseïen (Parkinson <u>et al.</u> , 1971)	$(1,40 \pm 0,12)10^5$	$(1,44 \pm 0,23)10^5$
		Jensen (Johnson & Curl, 1972)	$(2,23 \pm 0,35)10^5$	$(1,61 \pm 0,31)10^5$
		Chitien (Hsu & Lockwood, 1975)	$(8,43 \pm 0,87)10^5$	$(4,92 \pm 0,42)10^5$

Tabel 2 (vervolg)

Mikroegroep	Medium	Tellings ($\bar{x} \pm s, n = 5$) in sub-habitat	
		Burkea, 0-5cm	Oopte, 0-5cm
Fungi	Ertappel-glu- kose (Merck $\bar{7}$ 10130 Martin (Johnson & Curl, 1972) Ohio-Agar (Johnson & Curl, 1972)	(2,48 \pm 0,30)10 ⁴ (4,46 \pm 0,41)10 ⁴ (3,90 \pm 0,37)10 ⁴	(1,91 \pm 0,14)10 ⁴ (2,17 \pm 0,10)10 ⁴ (2,18 \pm 0,11) 10 ⁴

meen beter daartoe instaat om chitien te benut (Hsu & Lockwood, 1975; Alexander, 1976). Op die stysel-kaseïn- en Jensenagar was heelwat bakteriekolonies, wat nie die geval was op chitienagar nie. Benewens die feit dat chitien 'n goeie energiebron is vir aktinomiseete, kan die laer kompetisie van die kant van bakterieë op chitien 'n addisionele verklaring wees vir die relatief hoë aktinomiseettellings op chitienagar.

4.2.2 Invloed van grondmassa in verdunningsreeks op kiembare tellings.

Die massa grond wat in 'n verdunningsreeks gebruik word mag 'n invloed hê op kiemtellings. Twee faktore kan hiervoor verantwoordelik wees: 1) Die graad van verspreiding van mikroorganismes tydens die bereiding van die grondsuspensie. 2) Die herhaalbaarheid van grondmassabepaling. Die doel van hierdie eksperiment was om vas te stel of die grootte van die hoeveelheid grond wat in die verdunningsreeks gebruik word, enige invloed op die plaattelling het. Die resultate van hierdie eksperiment is vervat in Tabel 3.

Van die drie groepe mikroorganismes het slegs die aktinomiseetpropagules nie 'n verskil vertoon tussen die lg en die

Tabel 3. Effek van die massa grond gebruik vir verdunningsreeks in kiembare tellings.

Grondmassa g	Kiembare propagule tellings ($\bar{x} \pm S, n = 5$) g ⁻¹ grond		
	Aktinomisete x 10 ⁵	Bakterieë x 10 ⁵	Fungi x 10 ⁴
1	8,1 \pm 0,9 a ¹⁾	18,3 \pm 3,7 c	8,7 \pm 0,8 f
10	7,3 \pm 0,7 a	18,9 \pm 1,4 d	6,2 \pm 0,4 g
15	7,6 \pm 0,7 a	20,3 \pm 1,3 d	6,4 \pm 0,4 g
20	6,5 \pm 0,5 a	14,0 \pm 1,0 e	6,3 \pm 0,6 g

1) Dieselfde letter dui op geen betekenisvolle verskil nie ($p \geq 0,95$).

groter hoeveelhede grondmassas nie. Die standaardafwyking van die 1g grondmonsters is deurgaans hoër as die van die groter hoeveelhede. By die 20g grondmonsters is gevind dat die kiembare tellings laer is as vir die ander grondmonsters.

In die lig van hierdie gegewens is daar in ooreenstemming met Parkinson et al. (1971) in alle verdere verdunningsreeks gebruik gemaak van 10g grondmonsters saam met 90ml water.

4.2.3 Vergelyking tussen kiemtellings gedoen deur die gietplaat- en astellrolbuistegniek.

Die astellrolbuistegniek het etlike voordele bo uitplatings in petribakkies. In die eerste plek word meer as die helfte minder medium gebruik. Tweedens is vermenging van die inokulum met die medium meer volledig. Nadele sluit in kleiner oppervlakte van die astellrolbuis (37 versus 64cm² vir 'n astellrolbuis en 'n 9cm-deursnit petribakkie) en groter opbergingsvolume. Die doel van hierdie eksperiment was om vas te stel watter een van die twee metodes die mees geskikte sou wees in hierdie studie. Die resultate van die eksperimente is vervat in Tabel 4.

Tabel 4. Totale kiembare tellings ($\bar{x} \pm S, n = 5$) g^{-1} grond van twee subhabitats soos verkry met gietplate en astellrolbuisse.

Mikroegroep	Tegniek	Tellings in subhabitat x 10 ⁵								
		<u>Burkea</u>						Oopte		
		0 - 5cm		5 - 15cm		15 - 30cm		0 - 5cm		5 - 15cm
Bakterieë	gietplate	53,8 ± 4,7	8,7 ± 1,1	5,9 ± 0,6	40,7 ± 5,3	8,6 ± 1,0	3,1 ± 0,4			
	rolbuisse	84,0 ± 16,7	10,5 ± 2,0	4,1 ± 0,7	42,1 ± 9,8	7,5 ± 0,9	3,5 ± 0,4			
Aktinomisete	gietplate	14,9 ± 1,3	5,7 ± 0,6	3,8 ± 0,4	11,2 ± 1,4	4,1 ± 0,6	2,1 ± 0,3			
	rolbuisse	18,2 ± 4,0	4,1 ± 0,9	3,0 ± 0,7	10,1 ± 1,3	5,8 ± 0,9	1,8 ± 0,3			

Die twee tegnieke het slegs in een geval (Burkea, 0 - 5cm) betekenisvol verskil. In agt van die twaalf behandelings is die standaardafwyking van die rolbuistegniek hoër as die gietplaattegniek. Die kleiner inokulum wat gebruik word by die rolbuis mag hiervoor verantwoordelik gewees het. Onderskeiding tussen bakterie- en aktinomiseetkolonies is moeilik in rolbuis. Gietplate is dus in verdere studies gebruik.

4.2.4 Kiembare tellings van mikroörganismes op verskillende gronddieptes.

Die verspreiding van mikroörganismes volg 'n opvallende patroon met gronddiepte (Alexander, 1976). In hierdie ondersoek was dit nodig geag om die grootste moontlike mikrobepopulasie te evalueer. Dit was dus 'n vereiste om die verspreiding van mikroörganismes met gronddiepte na te gaan en om die opvolgende monsternemings daarvolgens te beplan.

Totale kiembare tellings van mikroörganismes is op verskillende gronddieptes tot op 85cm bepaal. Die resultate is vervat in Tabel 5. Die verspreiding van die mikroörganismes met diepte is aangepas deur logaritmiëse, lineêre en eksponensiële funksies. Daar is gevind dat die eksponensiële funksie die hoogste aanpassing van diepte-verspreiding met die data gelewer het. Die eksponensiële vergelykings is saamgevat in Tabel 6.

Paul et al. (1973) het bevind dat die verspreiding van aktinomiseete met diepte in 'n grasveld deur 'n lineêre regressie beskryf word. Die afname in die totale prokariot tellings met gronddiepte kon egter deur 'n eksponensiële vergelyking beskryf word. Die waarnemings vir al drie groepe mikroörganismes in Nylsvley-grond het egter aan eksponensiële vergelykings voldoen. Die eksponent van die vergelykings wat die bakterieverspreiding

Tabel 5. Kiembare mikrobepropaguletelings g^{-1} grond op verskillende gronddieptes en twee habitats
 ($\bar{x} \pm s, n = 5$)

Diepte (cm)	Burkeahabitat			Oophabitat		
	Bakterieë $\times 10^6$	Aktinomisete $\times 10^6$	Fungi $\times 10^3$	Bakterieë $\times 10^6$	Aktinomisete $\times 10^6$	Fungi $\times 10^3$
0 - 5	4,84 \pm 0,32	1,55 \pm 0,30	49,2 \pm 10,0	4,44 \pm 0,70	1,58 \pm 0,21	15,4 \pm 2,9
5 - 10	1,20 \pm 0,13	0,91 \pm 0,11	16,4 \pm 2,1	1,37 \pm 0,14	1,01 \pm 0,14	10,8 \pm 4,0
10 - 15	0,16 \pm 0,04	0,65 \pm 0,09	8,0 \pm 2,0	0,17 \pm 0,06	0,74 \pm 0,12	6,0 \pm 3,0
20 - 25	0,09 \pm 0,02	0,25 \pm 0,04	7,1 \pm 1,9	0,08 \pm 0,02	0,37 \pm 0,06	2)
35 - 40	1,63 \pm 0,14	0,38 \pm 0,07	3,6 \pm 2,0	1)	0,29 \pm 0,03	2)
40 - 45	0,05 \pm 0,01	0,13 \pm 0,02	2)	1)	0,37 \pm 0,13	2)
45 - 55	1)	0,11 \pm 0,03	2)	1)	0,25 \pm 0,05	2)
55 - 65	1)	0,09 \pm 0,02	2)	1)	0,26 \pm 0,04	2)
80 - 85	1)	0,10 \pm 0,02	2)	1)	0,27 \pm 0,05	2)

1) Minder as 30 kolonies per plaat vir 10^3 -verdunning.

2) Minder as 10 kolonies per plaat vir die 10^2 -verdunning.

Tabel 6. Eksponensiële vergelykings van kiembare propaguletellings g^{-1} grond as afhanklike en gronddiepte in cm (d) as onafhanklike veranderlikes.

Mikroegroep	Eksponensiële vergelykings	
	Burkea-habitat	Oophabitat
Bakterieë	$2,6 \times 10^6 e^{-0,10d}$ ($R^2 = 0,73^{**}$)	$5,8 \times 10^6 e^{-0,17d}$ ($R^2 = 0,93^{**}$)
Aktinomiseete	$1,4 \times 10^6 e^{-0,05d}$ ($R^2 = 0,89^{**}$)	$1,3 \times 10^6 e^{-0,03d}$ ($R^2 = 0,83^{**}$)
Fungi	$37 \times 10^3 e^{-0,06d}$ ($R^2 = 0,80^{**}$)	$13 \times 10^3 e^{-0,03d}$ ($R^2 = 0,82^{**}$)

beskryf is meer as dubbel dié van aktinomiseet- en fungus vergelykings. Bakterieë word daarvolgens meer beïnvloed deur gronddiepte hetsy direk of indirek bv. deur afnemende humusinhoud (§ 4.3.10) wat gepaard gaan met gronddiepte.

Oppervlak-integrasie van die vergelykings het daarop gedui dat vir elk van die drie groepe mikro-organismes die telling van 30 tot 85cm minder as 4 persent van die telling tussen 0 en 30cm is. Aangesien meer as 96% van die totale telling van 0-85cm in die boonste 30cm gekonsentreer is, was dit besluit om monsterneming te beperk tot die boonste 30cm.

4.2.5 Onderzoek na tegnieke om CO_2 -produksie in die laboratorium te bepaal.

'n Aantal tegnieke is in die laboratorium ondersoek vir hulle geskiktheid vir die meting van CO_2 -produksie van grond. Die Askariet- (Visser, 1963), statiese- (Coleman, 1973) en manometriese tegniek (Katznelson & Rouatt, 1957) is vergelyk. Die resultate is vervat in Tabel 7.

Die hoeveelheid CO_2 gemeet deur die askarietmetode verskil betekenisvol ($p \geq 0,95$) van die ander twee tegnieke. Die askariettegniek was onsensitief - 'n massatoename kon prakties eers na twee weke bepaal word (op daardie stadium ongeveer 6mg). Op grond van die toenemende verskil tussen laboratorium en in situ grondrespirasie na monsterverwydering (Stotzky et al., 1962), is 'n sensitiewe en herhaalbare tegniek wenslik vir CO_2 -produksie metings. Vir alle verdere CO_2 -studies is die manometriese en statiese KOH-tegniek gebruik.

4.2.6 Tegnieke vir die ekstraksie van ATP uit grond.

In hierdie eksperiment is 'n aantal tegnieke vergelyk om ATP te ekstraheer uit grond. Die resultate is vervat in Tabel 8.

Ausmus & Witkamp (1974) het tot die gevolgtrekking gekom dat die swawelsuur- en butanoltegnieke meer geskik is vir ATP-ekstraksie uit grond as die dimetielsulfoksied-, TRIS-buffer-, perchloorsuur- en die N-bromosuksienimiedtegnieke. Aksenov & Sosunova (1976) was van mening dat butanol ligemissie inhibeer, en het aanbeveel dat warm water in ekstraksie gebruik word. Waarnemings op bakteriekulture waar die butanol- en warmwater-tegnieke vergelyk is, het daarop gedui dat warmwater slegs 70 persent so effektief is as butanol. Neutralisasie van klein ekstraksie volumes is moeilik en tydrowend en gaan gepaard met ATP-verval. Dit kan 'n verklarings bied vir die lae gemiddelde en hoë standaard afwyking van die ATP-waardes wat met die suurekstraksies verkry is. Die butanoltegniek was meer effektief in vergelyking met die ander metodes in die ekstraksie van ATP.

Om die ekstraksiemetodes te vergelyk is die ATP-essaiëring m.b.v. die "Du Pont" lusiferien-lusiferase gedoen. Die reagense van ander maatskappye is ondersoek nl. Boehringer-Mannheim ($\bar{7}$ 15480), Serval ($\bar{7}$ 28075), Sigma ($\bar{7}$ FLE S0) en Sigma L8751 en L5256).

Tabel 7. CO₂-produksie van grond soos bepaal in die laboratorium deur drie tegnieke

Tegniek	Kumulatiewe CO ₂ -produksie mgCO ₂ g ⁻¹ grond x 10 ⁻³ ($\bar{x} \pm S$, n = 8)				
	na 12h	na 24h	na 36h	na 48h	na 2 weke
Manometries	1,37 \pm 0,23	3,14 \pm 0,29	4,71 \pm 0,36	5,89 \pm 0,28	nd ¹⁾
Staties KOH	nm ²⁾	2,73 \pm 0,16	nd	4,25 \pm 0,32	nd
Askariet	nm	nm	nm	nm	59,0 \pm 8,9

1) Nie uitgevoer nie.

2) Nie meetbaar onder gegewe toestande nie.

Tabel 8. 'n Vergelyking van vier ekstraksiemetodes uit grond wat met 'n suspensie van E. coli geïmpregneer is.

Metode	(fg ATP g ⁻¹ grond x 10 ⁷ (x ± s, n = 9))	Effektiwiteit i.t.v. butanolekstraksie
H ₂ SO ₄	2,42 ± 0,36 a ¹⁾	66%
HClO ₃	2,35 ± 0,32 a	65%
Butanol	3,63 ± 0,17 b	100%
NaHCO ₃	2,79 ± 0,12 c	77%

1) Dieselfde letters dui op geen betekenisvolle verskil nie (p ≥ 0,95).

Al hierdie lusiferien-lusiferase-sisteme is geskik vir ATP-essaiëring indien die ATP-konsentrasie hoër is as 10⁷ fg ATP ml⁻¹. By lae konsentrasies is gevind dat weens die hoë agtergrondlesing van die ligemissiesisteme alleen "Sigma" L8751 lusiferien en L5256 Lusiferase aangewend kon word. Die minimumlesing met hierdie ensiemsisteme is in die orde van 5 x 10⁴ fg ATP ml⁻¹.

4.2.7 Invloed van opberging op kiembare propaguletellings van grond.

Met grondmonstering is versteuring onafwendbaar. Die verandering van propaguletellings wat hiermee gepaardgaan is beskryf deur Stotzky et al. (1962). Tegnieke om hierdie versteuring so ver as moontlik te beperk is beskryf (Parkinson et al., 1971), waarvan een is om die gemonsterde grond te verkoel. Die waarde van hierdie tegniek vir Nylsvleygrond is ondersoek. Tabel 9 vervat die resultate wat verkry is.

Geen konsekwente verskille kon tussen die behandeling by kamertemperatuur en 7^oC opgemerk word nie. Dit was dus nie

Tabel 9. Totale kiembare propaguletellings van grond wat vir verskillende tye by 7°C en kamertemperatuur gehou is.

Propaguletelling g^{-1} grond

($\bar{x} \pm s, n = 5$)

Bergingstemperatuur	Bergingstyd (h)	<u>Burkea</u> -subhabitat			Oop-subhabitat		
		Aktinomisete $\times 10^4$	Bakterieë $\times 10^4$	Fungi $\times 10^3$	Aktinomisete $\times 10^4$	Bakterieë $\times 10^4$	Fungi $\times 10^2$
Kamertemperatuur	4	66 \pm 8	124 \pm 16	28 \pm 5	62 \pm 9	98 \pm 8	18 \pm 4
	24	67 \pm 9	169 \pm 28	38 \pm 6	89 \pm 9	117 \pm 13	74 \pm 6
	46	79 \pm 13	154 \pm 14	33 \pm 5	76 \pm 6	121 \pm 23	20 \pm 4
7°C	4	59 \pm 6	143 \pm 27	33 \pm 9	48 \pm 6	114 \pm 17	29 \pm 8
	24	52 \pm 6	174 \pm 32	26 \pm 3	81 \pm 8	86 \pm 11	24 \pm 5
	46	82 \pm 8	129 \pm 16	39 \pm 4	68 \pm 7	140 \pm 17	32 \pm 6

moontlik om versteuring te beperk deur afkoeling nie. Hierdie gevolgtrekking is ondersteun deur latere waarnemings wat daarop gedui het dat temperatuur nie die primêre beperkende faktor in Nylsvleygrond is nie.

4.3 Onderzoek van mikrobe-aktiwiteit oor 'n jaarperiode

'n Opsomming van die resultate wat in hierdie ondersoek van mikrobe-aktiwiteit in grond oor 'n jaar word weergee in Tabel 10.

Die korrelasies tussen die verskillende parameters word bespreek. Aan tendense, ruimtelik sowel as dié gekoppel aan tyd, word aandag gegee. 'n Vergelyking tussen die groepe mikro-organismes onderling en t.o.v. totale koolstofinvoer en -uitvoer word verskaf. Mikrobeproduksie en waarnemings t.o.v. sekere mineraliseringsaspekte van stikstof, fosfor en kalium word bespreek.

4.3.1 Korrelasies tussen die verskillende parameters

Die enkelvoudige korrelasies wat verkry is tussen die biotiese en abiotiese parameters is vervat in Fig. 1 tot 6. Vir die afkortings sien Tabel B14.

Met die uitsondering van fungustellings het al die parameters 'n hoogs betekenisvolle korrelasie met grondvog in die Oop- en Boom, 0-5cm subhabitats getoon. Aangesien Nylsvley in die somer-reënvalstreek geleë is, is daar 'n natuurlike korrelasie tussen temperatuur en vog. Oor die algemeen was die korrelasie tussen aktiwiteitsparameters (CO_2 -produksie en ATP) en vog hoër as dié tussen propaguletellings en vog. Propaguletellings beskryf in 'n groot mate die toestande in die verlede terwyl aktiwiteitsparameters van toepassing is op toestande wat met monsterneming geheers het. Hierdie verskil in dié twee tipe mikrobe-parameters word verder beklemtoon indien op hul korrelasie met

Tabel 10. Gemiddelde ¹⁾ en standaardafwyking ²⁾ van temperatuur, vog en die verskillende mikrobe parameters in grond oor 'n jaar in die onderskeie subhabitats.

Sub-habitat	Temperatuur °C	Vog %	Propagule tellings			ATP $\times 10^6 \text{fg g}^{-1}$ grond	CO ₂ -produksie manometries $\times 10^{-3} \text{mgCO}_2 \text{g}^{-1} \text{d}^{-1}$	CO ₂ -produksie in situ totaal $\text{mgCO}_2 \text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$	CO ₂ -produksie in situ grond $\text{mgCO}_2 \text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$
			aktinomiese $\times 10^{10} \text{m}^{-2}$	Bakterieë $\times 10^{10} \text{m}^{-2}$	fungi $\times 10^8 \text{m}^{-2}$				
Weg van bome								1866	809
								1467	731
0- 5cm	25,7 ¹⁾	2,71	17,3	60,0	17,9	4,09	4,87		
	4,8 ²⁾	1,12	11,3	62,0	7,9	4,20	2,97		
5-15cm	25,7	2,62	19,1	34,7	22,6	2,10	2,17		
	4,8	0,68	12,8	25,1	11,9	2,23	1,74		
15-30cm	22,1	2,52	21,0	37,9	21,0	0,81	0,61		
	4,5	0,60	13,7	27,1	12,0	0,79	0,60		
Onder bome								2622	1225
								2212	1059
0- 5cm	25,6	3,44	31,3	15,4	25,0	5,75	5,40		
	4,8	1,28	27,6	89,4	9,2	4,73	2,87		
5-15cm	25,7	2,75	37,7	52,6	27,0	2,72	2,56		
	4,8	0,66	42,1	35,7	10,0	3,11	2,03		
15-30cm	22,1	2,48	31,2	40,2	24,9	1,14	0,95		
	4,5	0,61	21,9	28,2	20,7	1,16	0,83		

1) Van dertien monstertye

temperatuur gelet word. Geeneen van die propagule-telling-parameters was gekorreleer met temperatuur nie, terwyl die aktiwiteitsparameters wel gekorreleer was, alhoewel swakker met temperatuur as met vog. Aktinomiseettellings het goeie korrelasies met bakterieë, abiotiese- en aktiwiteits parameters getoon. By die Oop, 0-5cm-subhabitat was daar 'n hoogs betekenisvolle korrelasie tussen aktinomiseet- en fungustellings in teenstelling met geen korrelasie ($p \geq 0,95$) tussen hierdie twee parameters in die Boom, 0-5cm-subhabitat nie. Bakterietellings het 'n verwantskap met fungustellings getoon op 'n teenoorgestelde wyse as aktinomiseet-fungustellingkorrelasie in die twee subhabitats. Daar was 'n hoogs betekenisvolle korrelasie tussen fungus- en bakterietellings in die Boom, 0-5cm-subhabitat, maar geen verband ($p \geq 0,95$) tussen fungus- en bakterietellings in die Oopsubhabitat nie. In albei subhabitats het bakteriepropagule-tellings geen betekenisvolle korrelasie met manometriese CO₂-produksiedata getoon nie. Daar was wel 'n korrelasie tussen CO₂-produksie in situ en bakterietellings, wat moontlik daarop dui dat die grondversteuring 'n effek gehad het op die CO₂-produksie deur bakterieë, maar nie deur die van aktinomiseete nie. Fungi het slegs twee betekenisvolle korrelasies in die subhabitats getoon soos wat reeds genoem is. Ongeveer 40 persent van die totale funguspropagule-telling soos ge-evalueer deur gietplate was spore (Tabel 11), terwyl ongeveer 6 persent en 15 persent van die bakterie- (Tabel 12) en aktinomiseettelling (Tabel 11) in die spoorstadium vir die 0-5cm gronddiepte was. Die hoë voorkoms van fungusspore kan as uitgangspunt dien om die lae korrelasie tussen fungus- en ander parameters te verklaar. Die verandering in fungusaktiwiteit word verberg deur die relatiewe groot telling van onaktiewe propagules.

Die lae oorlewing van fungi en aktinomiseete na hittebehandeling is waarskynlik toe te skryf aan afwesigheid van termostabiele

MOI	1,00									
TEM	0,55**	1,00								
ACT	0,59**	0,10	1,00							
BAC	0,55**	0,18	0,33*	1,00						
FUN	0,28	0,09	0,13	0,55**	1,00					
ATP	0,88**	0,71**	0,45**	0,41**	0,19	1,00				
COW	0,75**	0,56**	0,60**	0,16	0,12	0,74**	1,00			
COIT	0,90**	0,48**	0,57**	0,35*	0,34*	0,81**	0,86**	1,00		
COIS	0,91**	0,54**	0,51**	0,40*	0,37*	0,85**	0,82**	0,97**	1,00	
	MOI	TEM	ACT	BAC	FUN	ATP	COW	COIT	COIS	

Fig. 1. 'n Korrelasiematriks van die onderlinge verhouding van mikrobeeranderlikes in die Boom, 0-5cm-subhabitat (n = 39).

MOI	1,00									
TEM	0,46**	1,00								
ACT	0,57**	0,19	1,00							
BAC	0,54**	0,15	0,42**	1,00						
FUN	0,07	0,17	0,69**	0,19	1,00					
ATP	0,81**	0,64**	0,32*	0,37*	-0,02	1,00				
COW	0,88**	0,49**	0,44**	0,30	0,00	0,75**	1,00			
COIT	0,90**	0,56**	0,43**	0,61**	0,04	0,88**	0,79**	1,00		
COIS	0,90**	0,55**	0,40**	0,52**	0,00	0,86**	0,83**	0,98**	1,00	
	MOI	TEM	ACT	BAC	FUN	ATP	COW	COIT	COIS	

Fig. 2. 'n Korrelasiematriks van die onderlinge verhouding van mikrobeeranderlikes in die Oop, 0-5cm-subhabitat (n = 39).

Tabel 11. Die persentasie spore in vergelyking met totale propagule-telling in grond van aktinomisete en fungi.

Habitat	Diepte (cm)	% spore	
		Fungi (\bar{x} , n = 5)	Aktinomisete (\bar{x} , n = 5)
<u>Burkea</u>	0 - 5	39 a ¹⁾	
	5 - 15	28 b	9 d
	15 - 30	21 b	9 d
Oopte	0 - 5	41 a	14 c
	5 - 15	24 b	13 c
	15 - 30	22 b	8 d

¹⁾ Dieselfde letter dui op geen betekenisvolle verskil ($p \geq 0,95$) nie.

Tabel 12. Die persentasie bakteriepropagules wat grondpasteurisasie van 80°C vir 10 minute volgens gietplaattellings oorleef het.

Habitat	Diepte (cm)	Diepte cm	% Oorlewing (\bar{x} , n = 5)
<u>Burkea</u>	0 - 5		5,60 a ¹⁾
	5 - 15		4,56 b
	15 - 30		9,16 a
Oopte	0 - 5		7,30 b
	5 - 15		9,07 ab
	15 - 30		8,83 ab

¹⁾ Dieselfde letter dui op geen betekenisvolle verskil ($p \geq 0,95$) tussen tellings nie.

oorlewingstrukture (Alexander, 1976). Aangesien hoofsaaklik bakteriespore pasteurisasie van 80°C vir 10 minute oorleef is dit voordiehandliggend dat die algemene onaktiwiteit van bakterieë in grond nie verklaar kan word deur die relatiewe lae voorkoms van spore nie. 'n Insiggewende waarneming is die betekenisvolle verskil tussen die Burkea, 0-5cm- en Oopte, 0-5cm-subhabitat i.t.v. die persentasie oorlewing wat veral treffend is indien die hoër Burkea-teenoor Oopte bakterietelling in ag geneem word (Tabel 10).

Goeie onderlinge korrelasies is tussen die aktiwiteitsparameters gevind. Die besondere hoë korrelasie tussen grond CO₂-produksie in situ en totale CO₂-produksie is te verwagte aangesien grond CO₂-produksie ongeveer 70 persent tot totale CO₂-produksie bygedra het (Tabel 25).

Benewens die korrelasie tussen ATP en abiotiese parameters, het ATP in albei subhabitats 'n goeie korrelasie getoon met bakterie- en aktinomiseettellings. In die Boom, 0-5cm-subhabitat was aldrie groepe mikro-organismes gekorreleer met grond CO₂-produksie in situ, terwyl vir die Oop, 0-5cm-subhabitat bakterie- en aktinomiseettellings, maar nie fungustellings nie, gekorreleer was met ATP.

Die korrelasies tussen die verskillende parameters vir die 5-15cm gronddiepte is vervat in Fig. 3 en 4. Vir die 5-15cm gronddiepte was daar minder onderlinge korrelasie tussen die parameters as vir 0-5cm diepte.

Wat die vogkorrelasies met ander parameters betref is dieselfde situasie by die 5-15cm diepte gevind as by 0-5cm diepte, met die uitsondering dat aktinomiseettellings nie betekenisvol gekorreleer was met vog nie. Temperatuur was met aktiwiteitsparameters gekorreleer maar nie met propaguleparameters nie.

MOI	1,00									
TEM	0,35 [*]	1,00								
ACT	0,12	-0,09	1,00							
BAC	0,41 ^{**}	-0,19	0,49 ^{**}	1,00						
FUN	0,16	0,07	0,34 [*]	0,26	1,00					
ATP	0,73 ^{**}	0,63 ^{**}	-0,06	0,16	0,12	1,00				
COW	0,84 ^{**}	0,49 ^{**}	0,05	0,19	0,00	0,80 ^{**}	1,00			
COIT	0,84 ^{**}	0,56 ^{**}	0,08	0,35 [*]	0,24	0,86 ^{**}	0,83 ^{**}	1,00		
COIS	0,87 ^{**}	0,55 ^{**}	0,05	0,32 [*]	0,19	0,86 ^{**}	0,83 ^{**}	0,98 ^{**}	1,00	
	MOI	TEM	ACT	BAC	FUN	ATP	COW	COIT	COIS	

Fig. 3. 'n Korrelasie van parameters se onderlinge verhouding in die Oop, 5 -15cm-subhabitat (n = 39).

MOI	1,00									
TEM	0,46 ^{**}	1,00								
ACT	0,42 ^{**}	-0,06	1,00							
BAC	0,27	-0,15	0,43 ^{**}	1,00						
FUN	0,31 [*]	0,20	0,03	0,20	1,00					
ATP	0,68 ^{**}	0,61 ^{**}	0,20	0,14	0,17	1,00				
COW	0,67 ^{**}	0,53 ^{**}	0,17	0,07	0,18	0,79 ^{**}	1,00			
COIT	0,88 ^{**}	0,49 ^{**}	0,37 [*]	0,31 [*]	0,34 [*]	0,81 ^{**}	0,83 ^{**}	1,00		
COIS	0,88 ^{**}	0,53 ^{**}	0,30 [*]	0,26	0,35 [*]	0,83 ^{**}	0,82 ^{**}	0,97 ^{**}	1,00	
	MOI	TEM	ACT	BAC	FUN	ATP	COW	COIT	COIS	

Fig. 4. 'n Korrelasiematriks van parameters in die Boom, 5-15cm-subhabitat (n = 39).

Die ATP- en COW-parameters is nie gekorreleer met propagule-parameters nie, terwyl die grond CO₂-produksie in situ by die Boomhabitat met aktinomiseet- en fungustellings en by die Oophabitat met bakterietellings gekorreleer is. Daar was soos in die geval met die 0-5cm diepte 'n hoogs betekenisvolle korrelasietussen ATP en CO₂-produksie.

Vir die Oop, 5-15cm-subhabitat het slegs die bakterietellings van die drie groepe mikro-organismes 'n korrelasie met aktiwiteitsparameters getoon. Presies die teenoorgestelde situasie is in die Boom, 5-15cm subhabitat gevind, nl. 'n korrelasie tussen aktiwiteitsparameter en fungus- of aktinomiseettellings maar nie bakterietellings nie.

Bakterie- en aktinomiseettelling is gekorreleer in die Boom, 5-15cm-subhabitat. In die Oop, 5-15cm-subhabitat is aktinomiseete met fungus- en bakterietellings gekorreleer. Geen korrelasie is gevind tussen fungus- en bakterietellings nie.

Die korrelasiematrikse van die mikrobeparameters vir die 15-30cm gronddiepte is weergee in Fig. 5 en 6.

Vir die 15-30cm gronddieptes was daar 'n goeie korrelasie tussen ATP, CO₂-produksie aan die eenkant en vog en temperatuur aan die anderkant. Propaguletellings het slegs in die geval van bakterieë 'n geringe verwantskap met abiotiese faktore getoon.

Aktinomiseettellings was hoogs betekenisvol gekorreleer met bakterie- en fungustellings in die Oop, 15-30cm-subhabitat. In die Boom, 15-30cm-subhabitat was daar nie 'n korrelasie tussen fungus- en aktinomiseettellings nie, maar wel 'n korrelasie tussen bakterieë en aktinomiseete. Dieselfde is gevind in die hoër liggende grondlae. Aktiwiteitsparameters was onderling goed gekorreleerd.

MOI	1,00									
TEM	0,69**	1,00								
ACT	0,08	-0,26	1,00							
BAC	0,33*	0,00	2,44**	1,00						
FUN	0,06	-0,13	0,61**	0,10	1,00					
ATP	0,78**	0,75**	-0,18	0,09	-0,12	1,00				
COW	0,74**	0,69**	-0,16	0,08	0,08	0,96**	1,00			
COIT	0,86**	0,73**	-0,13	0,18	-0,03	0,92**	0,87**	1,00		
COIS	0,81**	0,70**	-0,17	0,13	-0,06	0,92**	0,90**	0,98**	1,00	
	MOI	TEM	ACT	BAC	FUN	ATP	COW	COIT	COIS	

Fig. 5. 'n Korrelasiematriks van mikrobeparameters se onderlinge verhouding in die Oop, 15-30cm-subhabitat (n = 39).

MOI	1,00									
TEM	0,60**	1,00								
ACT	0,13	-0,16	1,00							
BAC	0,28	-0,06	0,32*	1,00						
FUN	0,05	-0,09	-0,14	0,19	1,00					
ATP	0,67**	0,65**	-0,10	0,09	0,28	1,00				
COW	0,61**	0,72**	-0,10	-0,01	0,24	0,93**	1,00			
COIT	0,75**	0,66**	0,09	0,24	0,07	0,69**	0,69**	1,00		
COIS	0,76**	0,70**	0,03	0,14	0,10	0,73**	0,74**	0,97	1,00	
	MOI	TEM	ACT	BAC	FUN	ATP	COW	COIT	COIS	

Fig. 6. 'n Korrelasiematriks van mikrobeparameters se onderlinge verhouding in die Boom, 15-30cm-subhabitat (n = 39).

Groepanalise is ook aangewend om die parameters onderling te vergelyk. Die ATP- en CO₂ (manometries)-waardes van die dieptes is gesommeer. Die gemiddelde temperatuur en vog van die drie verskillende dieptes is in dié ondersoek gebruik. Aangesien vogverandering, temperatuur² en relatiewe humiditeit gekorreleer mag wees met mikrobe-aktiwiteit (Campbell & Biederbeck, 1976)

Chung, Nilson, Case, Marr & Hungate (1973) het die volgende vergelyking afgelei om die groeitempo van E. coli te bepaal:

$$(t_m/g) \ln 2 = \ln (1 + R)$$

waar g = interdelingstyd

t_m = tyd nodig vir mitose

R = verhouding van selle besig om te deel tot die totale populasie.

Die vergelyking is deur Chung et al. (1973) ondersoek deur 'n groeiende E. coli-kultuur met chloramfenikol te behandel. 'n Goeie ooreenstemming is tussen die teoretiese afleiding en eksperimentele meting van die groeitempo verkry. Indien die tegniek vir 'n gemengde kultuur (bv. grond) aangewend word, word die volgende o.a. vereis:

- 1) Terminering van proteïensintese van organismes wat nie besig is om te deel nie, moet op dieselfde tydstip geskied.
- 2) Die bepaling van die verhouding van delende tot nie-delende selle is essensieel. Weens die heterogene aard van die grond-mikro-organismes is dit moeilik om te sien hoe aan die twee vereistes voldoen kan word.

Flanagan & Bunnell (1975) het 'n ontbindingsmodel opgestel gebaseer op die werk van Marr, Nilson & Clark (1963), waarin laasgenoemde onderhoudsvereistewaardes gebruik het om die groeitempo van E. coli af te lei.

Die model is soos volg:

$$\frac{dx}{dt} + ax = y \frac{ds}{dt}$$

waar $\frac{dx}{dt}$ = spesifieke groeitempo

a = onderhoudsvereiste x = selbiomassa

y = opbrengskoëffisiënt

$\frac{ds}{dt}$ = spesifieke verandering in substraatkonsentrasie

As groei gestaak word weens substraatuitputting is

$$\frac{dx}{dt} = 0 \quad \text{en} \quad \frac{ax}{y} = \frac{ds}{dt}$$

Indien aanvaar word dat a, x en y nie verander met tyd nie, volg dat

$$s = \frac{ax}{y} t \quad 1)$$

Die volgende massabalans geld

$$S_T = s + S_g \quad 2)$$

waar s = onderhoudsubstraat

S_T = totale hoeveelheid substraat

S_g = substraat beskikbaar vir groei

Dit kan afgelei word dat

$$y (S_g + Rx) = Rx$$

waar R = aantal generasies 3)

Die biomassa van die mikrobepopulasie is in die orde van $1,23\text{gm}^{-2}$ (volgens ATP essaiëring), en 2gm^{-2} volgens propagule-tellings (§ 4.3.9.) vir die Oophabitat tot op 30cm diepte. Die opbrengskoëffisiëntwaarde van $0,35\text{g}$ biomassa g^{-1} substraat is aanvaarbaar volgens Babiuk & Paul (1970). Daar is hoofsaaklik twee bronne van substraatinput, nl. van boggrondse strooi-

sel en vanaf wortels. Slegs die substraatvoer van wortels is hier in ag geneem aangesien:

- 1) In Nylsvley is invertebrate wat betrokke is by inwerk van organiese materiaal na dieperliggende grondlae bykans afwesig (Huntley, 1977).
- 2) Die fisiese prosesse bv. reën kan die komponente wat nie struktureelgebonde is nie (o.a. suikers) na dieperliggende lae spoel. Met die uitsondering van fenolieseverbinding is nie-strukturele verbindings soos suikers en aminosure juis die mees geskikte koolstofbronne en gaan in 'n groot mate ontbind word voordat hulle dieperliggende grondlae kan bereik.
- 3) Die primêre substraatvoer in grond in grasvelde is wortels (Hunt, 1977).

Die primêre produksie van wortels in Nylsvley is as ongeveer $217 \text{ gm}^{-2} \text{ j}^{-1}$ bereken vanaf die data van Van Wyk (1978).

Die onderhoudkoëffisiëntwaardes soos verkry uit die literatuur varieer geweldig. Vir Aspergillus nidulans is dit $0,019 \text{ g glukose g}^{-1} \text{ biomassa h}^{-1}$; vir Penicillium chrysogenum, $0,022 \text{ g g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Griffin, 1972); vir Enterobacter cloacae is dit $0,09 \text{ g g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ onder aërobe toestande en $0,47 \text{ g g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ onder anaërobe kondisies (Griffin, 1972). Babiuk & Paul (1970) is van mening dat a vir natuurlike grondpopulasies ongeveer $0,001 \text{ g substraat g}^{-1} \text{ biomassa h}^{-1}$ is, terwyl Flanagan & Bunnell (1975) 'n waarde van $0,00032 \text{ g substraat g}^{-1} \text{ biomassa h}^{-1}$ vir 'n ontbindingspopulasie verskaf het.

Kritiek wat teen die model van Murr et al. (1963) gebring kan word is:

- 1) Die opbrengskoëffisiënt varieer met groeitempo (Jannasch & Mateles, 1974).
- 2) Opbrengskoëffisiënte van mikro-organismes verskil.

- 3) Populasiesuksesie word nie in ag geneem nie.
- 4) Hersirkulasie van mikrobe-biomassa word geïgnoreer. Sir-
kulasie verhoog die opbrengskoëffisiënt.

Benewens voorafgaande kritiek is daar 'n groot mate van onsekerheid aangaande die empiriese waardes van onderhouds- en opbrengskoëffisiënte van grondmikro-organismes. Tenspyte van die gebrek aan toepaslike eksperimentele data en die inherente tekortkominge in die model bemoontlik die werk van Marr et al. (1963) nogtans tentatiewe voorspelling van groeitempo van 'n mikrobepopulasie in grond.

Tabel 24. illustreer die aantal generasies per jaar soos afgelei uit die Marr-model. Vergelykings 1, 2 en 3 is gebruik en vir mikrobebiomassa- en substraatvoerwaardes is $2g\ m^{-2}$ en $217\ g\ m^{-2}\ j^{-1}$ onderskeidelik aanvaar. (Sien bladsy 137 vir 'n voorbeeld van die verwerkings).

Tabel 24. Aantal generasies van 'n grondmikrobepopulasie ($2g$ biomassa m^{-2}) met 'n substraatvoer van $217g\ m^{-2}\ j^{-1}$ met verskillende opbrengs- en onderhoudskoëffisiënte (afgelei van die model van Marr et al., 1963).

Onderhoudskoëffisiënt g substraat g^{-1} bio- massa h^{-1}	Opbrengs- koëffisiënt g^{-1} biomassa g^{-1} substraat	Aantal generasie per jaar	Gemiddelde verdubbelingstyd (h)
0,0010	0,25	25	350
	0,35	45	195
	0,50	91	96
0,0003	0,25	33	265
	0,35	54	162
	0,50	103	85

Met die aanname dat daar 'n verband is tussen groeitempo en aktiwiteit (Parnas, 1975) is die mikrobegroeitempo in grond

afgelei vanuit CO₂-produksiewaardes.

Die CO₂-produksie van grond in die Oophabitat is 800mg CO₂ m⁻²d⁻¹ en die mikrobe-biomassa is in die orde van 2g m⁻² (§4.3.9). Die CO₂-produksie was dus 400mg CO₂ g⁻¹ biomassa. Indien aanvaar word dat die effektiwiteit van substraatomsetting na biomassa 35 persent is (Flanagan & Bunnell, 1975) is die mikrobe-produksie (met die resulterende 109 mgCm⁻²d⁻¹ in die vorm van CO₂) gelyk aan 59 mg biomassa-gCm⁻²d⁻¹. Ongeveer 50 persent van mikro-organismes se droëmassa bestaan uit koolstof (Allen, 1974) wat neerkom op 'n mikrobe-produksie van 236mg biomassa m⁻²d⁻¹.

Om 2g biomassa te produseer sal hiervolgens 2000/236 dae neem. Die verdubbelingstyd is hiervolgens ongeveer 8,5 dae, wat laag is in vergelyking met die waardes vervat in Tabel 24. Uit voorafgaande kan afgelei word dat die aantal generasies van die mikrobepopulasie besonder laag is wat ooreenstem met Paul et al., (1973) se siening aangaande mikrobeproduksie in savannes.

4.3.8. Vergelyking tussen koolstofinvoer en -uitvoer.

Daar is hoofsaaklik twee wyses waarop die absolute ontbindings-tempo van organiese materiaal in 'n ekosisteem geëvalueer kan word. Vir die eerste benadering word die aanname gemaak dat die sisteem in ewewig verkeer, waaruit volg dat die nettoproduksie gelyk is aan die ontbinding van die materiaal. Die tweede benadering is om die totale metaboliese aktiwiteit van grond te meet meestal i.t.v. CO₂-vrystelling (Phillipson, et al., 1975).

Om CO₂-produksie as 'n indeks van netto produksie te vergelyk met direkte netto produksie waardes wat op meer konvensionele wyses verkry is, is die volgende aannames gemaak:

- 1) Die ekosisteem verkeer in vloei-ewewig.
- 2) Die enigste C-bevattende eindproduk van ontbinding is CO_2 .
- 3) Risosfeer-mikro-organismes dra relatief min by tot die totale CO_2 -produksie.

Die gemiddelde C-vrystelling volgens die in situ-tegniek vanaf strooisel- en grondmikro-organismes vir die Oophabitat is $126\text{g Cm}^{-2}\text{j}^{-1}$ (Tabel B4) en vir die Boomhabitat $209\text{g Cm}^{-2}\text{j}^{-1}$ (Tabel B5). In die Nylsvley-savanne is die boomkruin-: totale oppervlakte 1:10 (Hirst, 1975). Die C-uitvoer vir die savanne gebaseer op CO_2 -produksie, is dus $134\text{g Cm}^{-2}\text{j}^{-1}$.

Strooiselinvoer vanaf die bogrondse gedeelte van bome is 180g (Huntley, Persoonlike mededeling), waarvan boomblare 82 persent tot hierdie invoer bygedra het. Die bogrondse nettoproduksie in die oophabitat is $200\text{g m}^{-2}\text{j}^{-1}$ (Huntley, 1977). Met die aanname 1:9 vir die boom:oophabitatverhouding volg dat die netto bogrondse produksie $198\text{g m}^{-2}\text{j}^{-1}$ is. Ondergrondse produksie van wortel is soos volg bereken:-

Die totale wortelbiomassa is 1550g m^{-2} , waarvan 14 persent dood is in die somer en 28 persent dood in die winter (Van Wyk, 1978). Met die vloei-ewewig-aanname volg dit dat wortelproduksie minstens 14 persent van $1550\text{g m}^{-2}\text{j}^{-1}$ behoort te wees, d.w.s. $217\text{g m}^{-2}\text{j}^{-1}$. Totale bogrondse en ondergrondse netto produksie van plante is dus $415\text{g plantmateriaal m}^{-2}\text{j}^{-1}$.

Die koolstof-inhoud van plantmateriaal lê tussen 37 persent en 43 persent (Allen, 1974). Indien 'n gemiddeld van 40 persent C geneem word is die netto produksie $166\text{g C m}^{-2}\text{j}^{-1}$. Hierdie waarde stem goed ooreen met CO_2 -produksie waardes. Die effens laer CO_2 -produksie waarde mag toegeskryf word aan ongegronde aannames.

4.3.9. Bydrae van mikro-organismes tot totale grondrespirasie. Koolsuurgasproduksie van grond is hoofsaaklik toe te skryf aan mikrobe-aktiwiteit, insek- en wortelrespirasie. Abiotiese produksie van CO_2 kan egter nie uitgesluit word nie bv. die inwerking van sure op karbonate. Daar is verskeie maniere elk met sy eie beperkinge om die bydrae van mikro-organismes tot totale grondrespirasie te bepaal. Clark (1967) beskryf hoe daar van propaguletellings afleidings t.o.v. CO_2 -produksie gemaak kan word, terwyl Coleman (1973) 'n meer direkte eksperiment beskryf het wat gebaseer is op die kompartementalisasie van wortel en arisosfeer-mikroberespirasie. Albei die twee beginsels is in hierdie ondersoek nagevolg.

4.3.9.1 CO_2 -produksie van mikro-organismes volgens Clark (1967).

Oophabitat:

1) Propaguletellings vir aktinomisete, bakterieë en fungi is $57,4 \times 10^{10}$, $132,6 \times 10^{10}$ en $61,5 \times 10^8 \text{ m}^{-2}$ 0-30cm diepte.

Die bakterieë:aktinomisete:fungi = 215:93:1.

2) Vir gronde met 'n propaguleverhouding van bakterieë:aktinomisete:fungi = 100:10:1 word gegee dat die biomassaverhouding 1:1:2 is (Clark, 1967).

3) Vir Nylsvley grond is die biomassaverhouding van bakterieë:aktinomisete:fungi = 2,2:9,3:2.

4) Die droëmassa van 'n bakteriesel is $2,5 \times 10^{-13} \text{ g}$. Die massa bakterieë m^{-2} is daarvolgens 0,33g.

5) Vanuit 3) en 4) volg dat die biomassa m^{-2} van die aktinomisete en fungi onderskeidelik 1,38g en 0,30g is. Die totale biomassa is dus in die orde van 2 g m^{-2} 0-30cm.

Indien die aanname gemaak word dat mikro-organismes in

stasionêre groeifase CO_2 per dag produseer ekwivalent aan hul droëmassa, volg dat ongeveer $700\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ geproduseer word.

Die gemiddelde ATP inhoud van die oophabitat tot op 30cm diepte is $1,23 \times 10^{-3} \text{g ATP m}^{-2}$ (Tabel B6). Die ATP-inhoud varieer met biomassa maar 'n ATP:Biomassa = 1:1000 word algemeen aanvaar (Ausmus & Witkamp, 1974; Aksenov & Sosunova, 1976).

In die oophabitat is daar $1,23\text{g}$ aktiewe mikrobe-biomassa teenwoordig. Hunt (1977) neem 'n waarde van $30\text{mg CO}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ aktiewe biomassa as 'n redelike waarde vir mikrobe-respirasie in grond. M.a.w. die mikroberespirasie volgens die ATP-essaiëring is $323\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$.

Boomhabitat

Vanaf propaguletellings kan afgelei word soos vir die Oophabitat dat $1200\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ geproduseer word, terwyl die ooreenstemmende waarde volgens ATP-essaiëring $444\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ is.

4.3.9.2 CO_2 -produksie van mikroörganismes gebaseer op Coleman (1973) se tegniek.

Die CO_2 waardes volgens die kompartementalisasie-tegniek was die oop- en boomhabitat onderskeidelik $295\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ en $447\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ (Tabel B4 en B5).

Die berekeninge vanaf die propaguletellings is heelwat hoër as die in situ CO_2 -waarde. Die aannames dat die 1) propaguletellings verteenwoordigend is van die totale mikrobepopulasie en/of 2) stasionêrefase-mikro-organismes hul eie massa aan CO_2 per dag produseer is dus ongegrond.

Daar is 'n besondere goeie ooreenstemming tussen die eksperimentele CO_2 -produksie metings en die afleidings gemaak van

Deur van kompartementalisasietegniek van gebruik te maak is gevind dat invertebrate en wortels 7 persent en 21 persent onderskeidelik tot die totale CO₂-produksie bydra (Tabel 25).

Die resultate aangaande die bydrae van invertebrate tot CO₂-produksie word ondersteun deur die laer populasiedigtheid van invertebrate in die grond (Olivier, 1976) en in die beginstadia van ontbinding van strooisel (Theron, persoonlike mededeling). Invertebrate is geëlimineer deur dieldrin. Desnieteenstaande kan 100 persent effektiwiteit nie aanvaar word nie. Invertebrate mag dus 'n hoër bydrae lewer tot CO₂-produksie as weergegee in Tabel 25.

Diieldrin is as 'n waterverdunde oplossing gebruik, wat meegebring het dat daar direk na toediening 'n verhoging in CO₂-produksie plaasgevind het. Na ongeveer twee weke het die CO₂-produksie van die diieldrinbehandelde grond gestabiliseer tot 93 persent van die kontrole. Diieldrinbehandeling het nie 'n opmerklike verhoging in mikrobe-aktiwiteit in grond tot gevolg nie en ontbind teen 'n tempo van $\sim 0,2$ persent w⁻¹ (Jagnow & Haider, 1972).

Die katalitiese funksie van mesofauna in ontbinding is welbekend (Waid, 1974). Deur die intervertebrate uit te skakel kan die aktiwiteit van mikro-organismes afneem - met die gevolglike afname in CO₂-produksie. Crossley & Witkamp (1964) het m.b.v. Ce¹³⁴-merking gevind dat strooisel wat met naftalein behandel is geen verskil t.o.v. mikrobebiomassa getoon het nie, maar dat daar wel 'n aansienlike vermindering in mineralisering was.

Geen waardes kan vir die totale grondinvertebraatrespirasie in die literatuur gevind word nie. Nematodes kan 0,1 persent tot die totale CO₂-produksie bydra (Odum, 1971). Afhangend van

die standpunt wat ingeneem word, nl. of die onvolledige uit- skakeling van invertebrate d.m.v. dieldrin óf die katalitiese aksie van mesofauna op ontbinding, kan afgelei word dat die waarnemings in die een opsig CO₂-produksie van invertebrate onderskat en in die ander opsig dit oorskat. In Tabel 25 word die CO₂-produksie van invertebrate vervat. Dit is interessant dat die hoogste invertebraataktiwiteit in die meer gunstige seisoen (November - Maart) geskied en dat die bydrae van invertebrata tot totale CO₂-produksie gedurende hierdie periode effens hoër is as in die April tot Oktober tydperk. Onder Burkea was die invertebraatbydrae tot totale CO₂-produksie 9,7 persent gedurende November tot Maart en 6,3 persent van April tot Oktober.

Tabel 25. Bydrae van die verskillende komponente tot totale CO₂-produksie. (Sien ook Fig. 21 en 22.)

Habitat	Strooisel- mikro-or- ganismes	Wortels en riso- sfeer	Grondmikro-organismes	Invertebrata
Oopte	27%	27%	41%	5%
<u>Ochna</u>	34%	17%	41%	8%
<u>Burkea</u>	28%	19%	46%	8%

Die bydrae van wortel- en risosfeer-CO₂-produksie is afgelei deur van 'n fisiese kompartementalisasietegniek gebruik te maak. Die wortelrespirasie het grootliks volgens o.a. 'n daaglikse ritme gevarieer (§4.3.5). Oor die algemeen het die graswortels 'n hoër persentasie bygedra tot die totale CO₂-produksie (Tabel 25). Verskeie verklarings kan hiervoor aangebied word:

- 1) Graswortels het 'n hoër aktiwiteit as boomwortels per eenheidsoppervlakte.
- 2) Boomwortels is diepergeleë as graswortels (Van Wyk, 1978). Ruimtelike verskille t.o.v. bron-metingsentrum mag 'n verdraaide

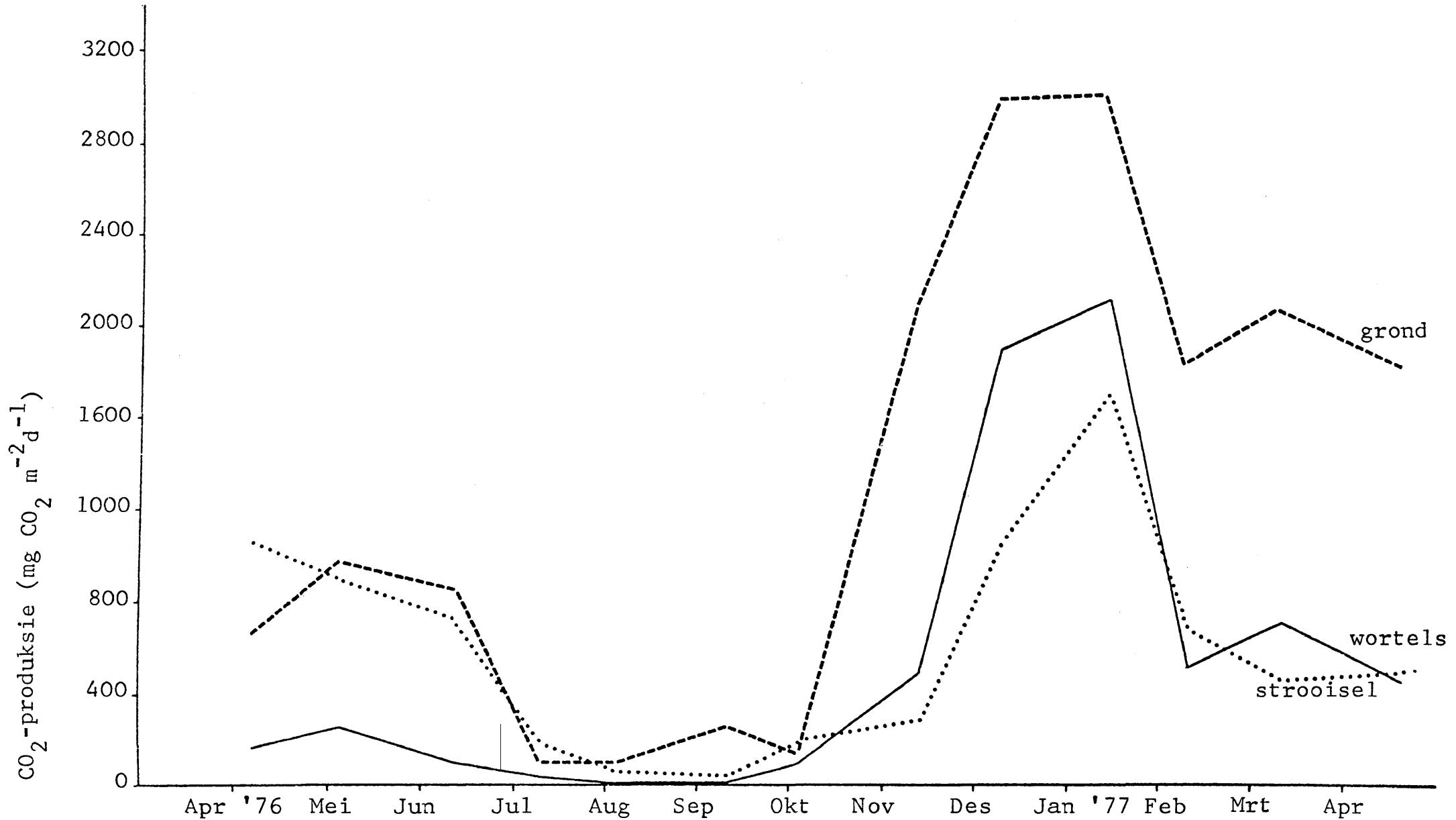


Fig. 21 CO₂-produksie (in situ) deur drie komponente in die Burkea-habitat

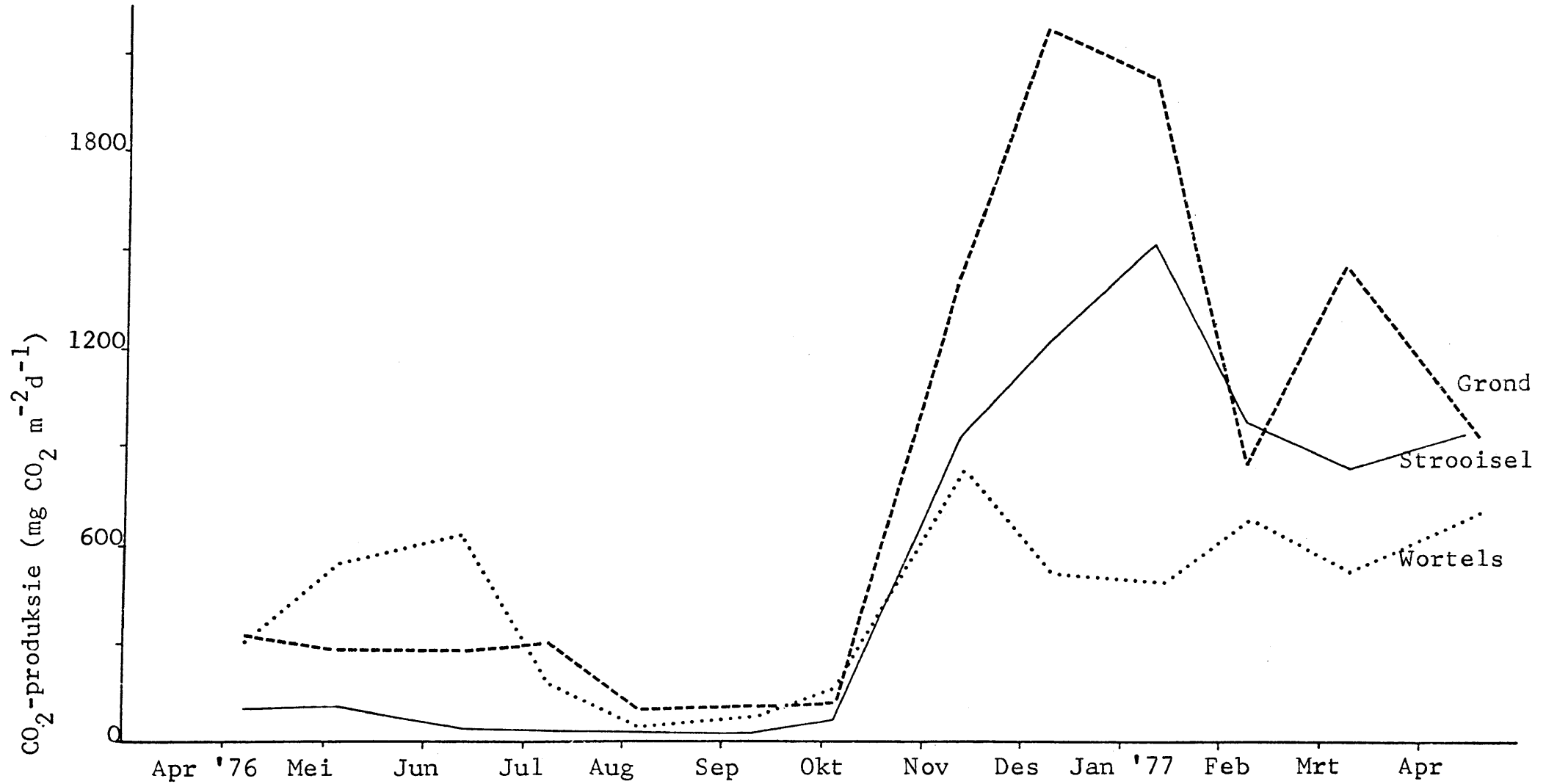


Fig. 22 CO₂-produksie (in situ) deur drie komponente in die Oop-habitat.

beeld skeep van die werklike CO₂-produksie van gras- en boomwortels.

- 3) Risosfeeraktiwiteit t.o.v. CO₂-produksie verskil tussen gras- en boomwortels.
- 4) 'n Kombinasie van voorafgaande.

Harley (1973) het gevind dat mikorriza tot 25 persent van die totale wortelrespirasie mag bedra. In dié Nylsvley ondersoek is egter nie gepoog om die mikorriza-aktiwiteite na te gaan nie.

Die resultate wat op Nylsvley verkry is vir wortelrespirasie stem redelik goed ooreen met die in ander ekosisteme (Phillipson, persoonlike kommunikasie; Phillipson et al, 1975; Coleman, 1973).

Die verhouding van grondmikrobe- tot strooiselmikrobe-respirasie was in die orde van 1:1,4 (Tabel 25). Phillipson et al (1975) het 'n verhouding van 1:0,39 gekry in 'n beukewoud (Engeland) terwyl de Zanto, Alfani & Sapio (1976) ook vir 'n beukewoud (Italië) 'n 1:9,6 verhouding aanhaal. In 'n Liriodendron-veld (Suid-Carolina, U.S.A.) het Edwards en Sollins (1973) 'n verhouding van 1:0,35 gekry. Hierdie verhoudings varieër heelwat, maar dit is opvallend dat in die Italiaanse ondersoek die grond 'n besondere hoë organiese inhoud (\sim 19 persent) gehad het. In die ander gevalle, insluitend Nylsvley, was die humusinhoud in die orde van 4 persent vir die boonste 5cm grond.

4.3.10 Immobilisering en mineralisering van stikstof, fosfor en kalium.

Om die grond vir assimilasië of mineralisering van stikstof, fosfor en kalium in grond na te gaan, is die grond geanaliseer

vir hierdie elemente asook vir humus. Die gegewens vir die humusinhoud van die grond is vervat in Tabel 26 en vir die elemente in Tabel 27.

Die ontbindingstempo van humus is stadig en $t_{0,5}$ -waardes van tussen 250 en 1500j is gekry (Paul, 1970). Dit was dus nie nodig geag om die variasie in die humusinhoud van grond oor die bestek van een jaar te probeer bepaal nie. Die afname van die humusinhoud met gronddiepte is 'n algemene verskynsel. Geen betekenisvolle verskil kon tussen die Oop- en Boomhabitat vasgestel word nie. Die koolhidraatinhoud van grond afkomstig uit die twee habitats was statisties nie kwantitatief verskillend nie. Die koolhidraat- en humusinhoud van die Nylsvleystudiegebied stem ooreen met die van soortgelyke semi-droë gebiede (Kononova, 1975).

Tabel 26. Die humus- en koolhidraatinhoud van Nylsvleygrond in verskillende subhabitats.

Habitat	Diepte (cm)	% Humus ($\bar{x} \pm s, n = 5$)	% Koolhidrate ($\bar{x} \pm s, n = 5$)
<u>Burkea</u>	0- 5	5,41 \pm 0,22 a ¹⁾	1,05 \pm 0,21 d
	5-15	0,69 \pm 0,06 b	0,39 \pm 0,14 e
	15-30	0,29 \pm 0,05 c	0,12 \pm 0,08 f
Oopte	0- 5	4,37 \pm 0,19 a	0,89 \pm 0,15 d
	5-15	0,84 \pm 0,12 b	0,25 \pm 0,07 e
	15-30	0,41 \pm 0,11 c	0,13 \pm 0,05 f

¹⁾Selfde letter dui op geen betekenisvolle verskil nie ($p \geq 0,95$).

Tabel 27. Totale stikstof-, fosfor- en kaliuminhoud van grond in verskillende subhabitats en monstertye.

Habitat	Diepte (cm)	Datum	Stikstof (dpm) ($\bar{x} \pm s, n = 3$)	Fosfor (dpm) ($\bar{x} \pm s, n = 3$)	Kalium (dpm) ($\bar{x} \pm s, n = 3$)	
Bome	0- 5	76/10/04	887 \pm 182 a	81 \pm 15 ad	52 \pm 19 c	
		76/12/04	749 \pm 186 a	87 \pm 9 ac	58 \pm 8 ab	
		77/03/09	980 \pm 178 a	85 \pm 3 c	24 \pm 6 cab	
		77/07/07	816 \pm 195 a	119 \pm 21 ad	42 \pm 5 bc	
	5-15	76/10/04	490 \pm 46 bd	78 \pm 14 ad	35 \pm 11 ab	
		76/12/04	415 \pm 42 bcd	101 \pm 12 ad	29 \pm 8 ab	
		77/03/09	476 \pm 56 bd	95 \pm 9 ac	7 \pm 2 ec	
		77/07/07	531 \pm 108 ad	100 \pm 11 a	39 \pm 9 ab	
	15-30	76/10/04	364 \pm 28 bc	65 \pm 4 c	15 \pm 3 ab	
		76/12/04	276 \pm 24 bc	84 \pm 9 ac	25 \pm 6 ab	
		77/03/09	283 \pm 17c	65 \pm 7 c	3 \pm 1 e	
		77/07/07 ¹⁾	280	70	3	
Oopte	0- 5	76/10/04	560 \pm 41 bcd	70 \pm 13 ad	3 \pm 2 ce	
		76/12/04	482 \pm 71 bd	75 \pm 8 a	17 \pm 5 abc	
		77/03/09	644 \pm 58 bd	145 \pm 36 d	26 \pm 9 abc	
		77/07/07 ²⁾	491	109	18	
	5-15	76/10/04	392 \pm 36 bcd	85 \pm 17 ad	42 \pm 11 abc	
		76/12/04	434 \pm 58 bd	72 \pm 9 ac	27 \pm 8 abc	
		77/03/09	493 \pm 61 bd	96 \pm 12 ad	34 \pm 12 abc	
		77/07/07	417 \pm 25 bc	88 \pm 9 ac	26 \pm 7 abc	
		15-30	76/10/04	252 \pm 46 bc	70 \pm 9 ac	9 \pm 4 e
			76/12/04	280	83	1
			77/03/09	388 \pm 75 abd	66 \pm 10 ac	4 \pm 3 e
			77/07/07 ¹⁾	280	80	1

1) Monster in enkelvoud

2) Duplikaatlasing

Geen besondere tendense oor die jaar kon in die stikstof-, fosfor en kaliuminhoud van die grond opgemerk word nie. In die algemeen verskil die stikstofinhoud van die Boom, 0-5cm-subhabitat van die ander subhabitats. Die fosfor- en kaliuminhoud van die grond in die verskillende subhabitats het nie opvallende verskille getoon nie. Die konsentrasies van die elemente in Nylsvley-grond vergelyk goed met die waarnemings wat gemaak is in soortgelyke gronde (Brady, 1974).

Tabel 28. Die C/N - en C/P -verhoudings van grond in twee habitats op verskillende dieptes.

Habitat	Diepte	C/N -verhouding	C/P
Oop	0- 5	46,5	337
	5-15	11,2	43
	15-30	7,9	24
Boom	0- 5	36,5	253
	5-15	8,4	57
	15-30	5,6	32

Vanuit die aanname dat 5,172g humus = 3,000g koolstof (Kononova, 1961), is die C/N -verhouding van die grond bereken en weergegee in Tabel 28. Die opvallende afname in die C/N verhouding met gronddiepte is dikwels beskryf (Parsons & Tinsley, 1975). Die C/N -verhouding in grond val selde, indien ooit, onder 5. Die C/N -verhouding van bakterieë is, 5 (Alexander, 1976), wat moontlik die stabilisering van die C/N -verhouding in grond kan verklaar. Mineralisering van stikstof vind plaas indien $C/N \leq 5$ tot 16. Dié kritiese C/N -verhouding hang af van die groeitempo van die mikro-organismes asook die tipe mikro-organismes (Alexander, 1976). Vir hierdie bespreking is die kritiese C/N -verhouding as 11 geneem (ge-

middeld van voorafgaande waardes).

Vanuit die resultate weergegee in Tabel 28 volg dat in die 0-5cm gronddiepte daar 'n netto vaslegging van stikstof sal wees. In die Oop, 5-15cm-subhabitat mag die mineraliseringstempo van stikstof en koolstof ekwivalent wees. Indien toestande gunstig is vir die betrokke mikro-organismes sal daar 'n netto vrystelling van stikstof in die Boom, 5-15cm-, 15-30cm en Oop, 15-30cm-subhabitats plaasvind.

Die kritiese vlak vir fosfor om gemineraliseer te word uit organiese materiaal is as C/P 50 geneem (Alexander, 1976). In die 0-5cm en 15-30cm gronddieptes sal dus 'n netto vaslegging en mineralisering van fosfor onderskeidelik tydens ontbinding gevind word. In die 5-15cm gronddiepte verloop die vrystelling van koolstof en fosfor teen dieselfde tempo.

Die mate waarin mikro-organismes optree as reservoors van stikstof, fosfor en kalium in die grond is geëvalueer deur van die ATP-data gebruik te maak. Die gemiddelde ATP-inhoud van die Oop, 0-5cm-subhabitat is $4,09 \times 10^6 \text{ fg g}^{-1}$ oond-droë grond, of te wel $4,09 \times 10^{-7} \text{ g ATP } 100 \text{ g}^{-1}$ grond. Daar alreeds afgelei dat aktinomisete van die drie groepe mikro-organismes die grootste biomassa beslaan. Vir aktinomisete is $ATP:C:N:P:K = 1:205:13:2:8$ (Ausmus & Witkamp, 1974). Vanuit hierdie gegewens en die data vervat in Tabel 27 is afgelei dat mikro-organismes ongeveer 0,01 persent, 0,008 persent en 0,2 persent tot die totale stikstof, fosfor en kalium respektiewelik bydra. Die ooreenkomstige waardes vir die ander subhabitats is in dieselfde orde. Die mikrobe-elementpoel bevat tydens hierdie periode ongeveer 0,03 persent, 0,03 persent en 0,9 persent van die totale grondstikstof, -fosfor en -kalium respektiewelik. Vir grasvelde is dieselfde afleidings gemaak vanuit ander oorwegings (Paul et al, 1973; Hunt, 1977). Savannes en grasvelde verskil

blykbaar van woude in die opsig. Ausmus & Witkamp (1974) het bevind dat in 'n noord-Amerikaanse woud die mikrobe-stikstof en -fosfor ongeveer een persent van die totale grondstikstof en -fosfor beslaan.

is dit in hierdie analise nagegaan. Fig. 7. is 'n dendrogram verkry uit die ontleding van die data. Die afleidings wat vanuit hierdie analise gemaak kan word stem in breë trekke ooreen met die vanaf enkelvoudige korrelasies. Temperatuur, vogverandering en relatiewe humiditeit is egter in 'n aparte groep en toon min verwantskap met aktiwiteitsparameters.

Ter opsomming van die korrelasie- en groeuanalise kan gestel word dat:

- 1) Biotiese parameters is in die algemeen beter met abiotiese parameters in die 0-5cm gronddiepte gekorreleer as in die dieper grondlae.
- 2) Daar is 'n goeie korrelasie tussen aktiwiteits- en abiotiese parameters maar nie tussen propaguletellings en abiotiese parameters nie.
- 3) Fungustellings het 'n swakker korrelasie met aktiwiteitsparameters getoon as aktinomiseet- en bakterietellings met aktiwiteitsparameters.
- 4) Temperatuur, vogverandering en relatiewe humiditeit het 'n swakker ooreenkoms met mikrobe-aktiwiteit getoon as vog met mikrobe-aktiwiteit.

4.3.2 Globale parameters vir mikrobe-aktiwiteit in grond

'n Algemene indeks wat vir die aktiwiteit van grond mikro-organismes gebruik word is grondrespirasie (Clark, 1967). In hierdie ondersoek is twee tegnieke aangewend om respirasie te bepaal nl. CO₂-produksie-metings deur manometriese tegnieke in die laboratorium (COW) en die statiese in situ tegniek op gesifte grond (COIS).

Statistiese analises het op geen betekenisvolle verskille ($p \geq 0,95$) 1) tussen die subhabitats, weg van graspolle en in graspolle en 2) tussen Ochna- en Burkea-subhabitats gedui nie.

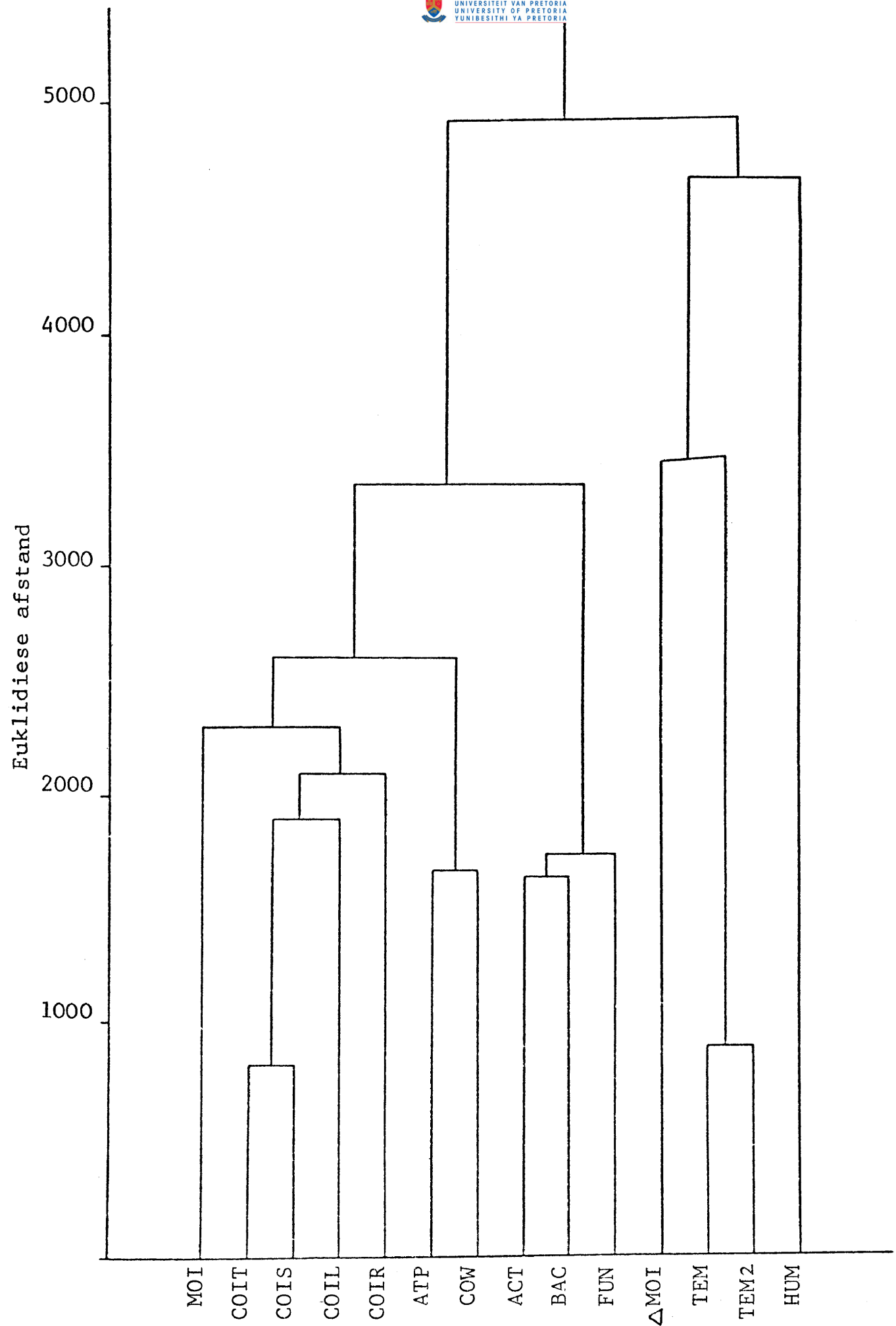


Fig. 7 'n Groepanalise-dendrogram van mikrobeparameters in grond (Sien Tabel B14 vir afkortings).
 © University of Pretoria

Twee habitats is dus onderskei vir statistiese analises nl. onder bome (Boom-habitat) en weg van bome (Oop-habitat). Vir die grafiese voorstelling van die data is die oorspronklike onderverdeling i.t.v. graspolligging en boomspeie gebruik.

'n Grafiese voorstelling van die seisoenale variasie in in situ en manometriese CO₂-produksie, en ATP-inhoud van grond onder Burkea is weergegee in Fig. 8. Die totale ATP-inhoud van die grond tot op 'n 30cm-diepte toon oor die algemeen dieselfde tendens as die gesommeerde manometriese CO₂-waardes. Daar was in albei gevalle 'n goeie ooreenkoms met CO₂-produksie in situ. Dieselfde resultate is gevind vir die Oop-habitat.

Die verband tussen CO₂-produksie in situ en propaguletellings is meer kompleks (Fig. 9). Van April tot Mei was daar 'n toename in CO₂-produksie asook in aktinomiseettellings, maar 'n afname in fungus- en bakterietellings. Die CO₂-produksie het 'n toename vanaf Oktober getoon, terwyl die propaguletellings eers in November gestyg het.

Die korrelasies tussen die mikrobeparameters kan nie kwantitatief vanaf grafieke afgelei word nie, en derhalwe is statistiese tegnieke vir die doel gebruik. 'n Kombinasie van onafhanklike veranderlikes mag 'n afhanklike veranderlike beskryf en hierdie moontlikheid is d.m.v. meervoudige regressie-analises ondersoek.

Om die meervoudige statistiese tegniek te kan toepas was dit noodsaaklik om die volgende aanname te maak.

Aktiwiteit, a , is direk eweredig aan biomassa, m , of te wel

$$\frac{da}{dm} = k$$

$$\implies a = km + a_0$$

waar a_0 die basale aktiwiteit is. Vanaf hierdie aanname is die

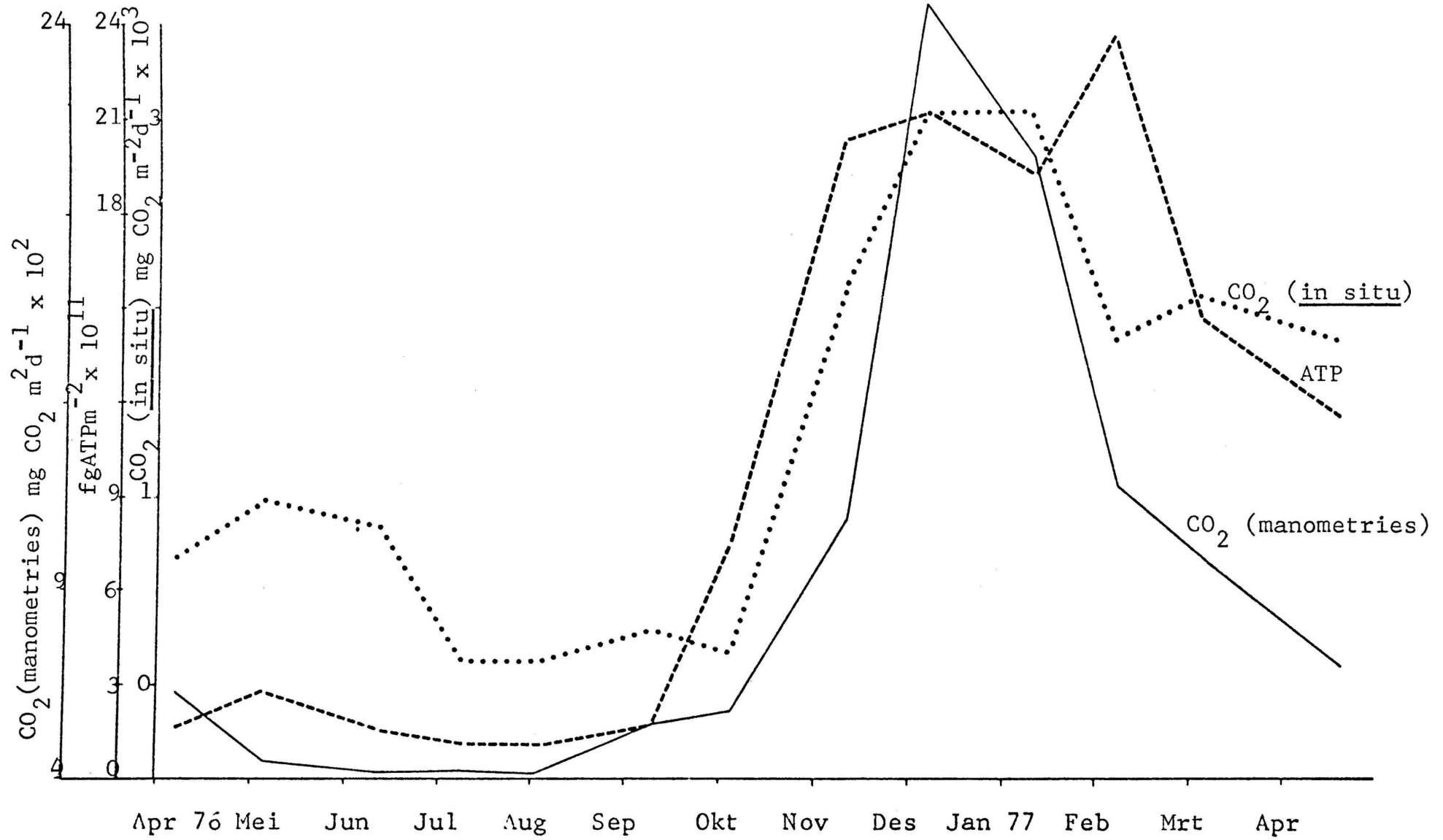


Fig. 8 Die CO₂-produksie van grond in situ en manometries bepaal en die ooreenkomstige ATP inhoud van grond in die Burkea, 0-30cm-habitat.

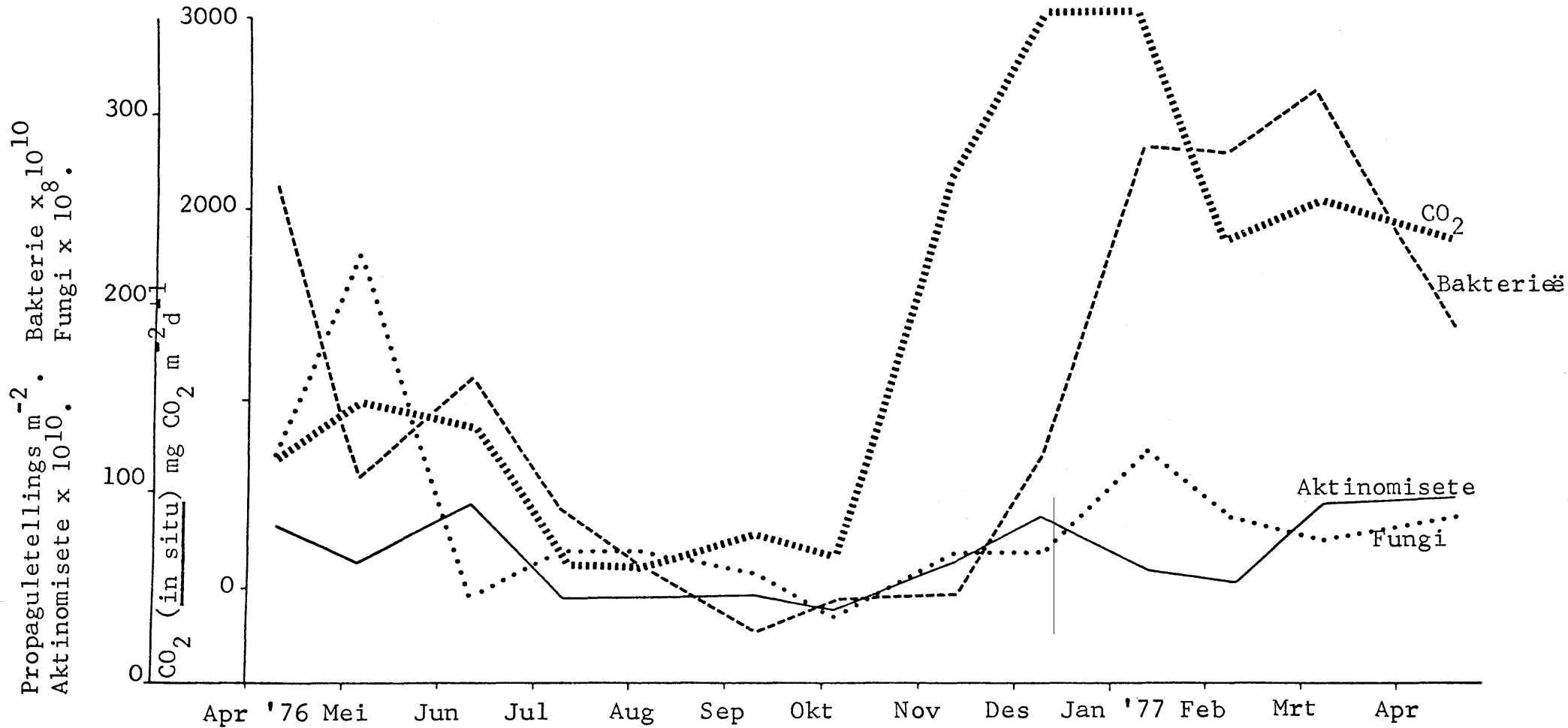


Fig. 9 Die CO₂-produksie van grond in situ bepaal en die ooreenkomstige totale propaguletellings van grond in die Burkea, 0-30cm-habitat.

onderskeie biomassaparameters met die aktiwiteitsparameter (respirasie) vergelyk.

Die data was ondersoek vir die tipe verdeling (Steel & Torrie, 1960), en het 'n normale verspreiding vertoon. Hieruit volg dat die korrelasiekoëffisiënt, r , die lineêre verwantskap tussen biomassa en aktiwiteit sal aandui (Steel & Torrie, 1960).

Van Tabel 13 kan gesien word dat $r_{\text{COW-ATP}} > 0,79^{***}$. Die $r_{\text{COW-ACT}} > 0,40^{**}$ vir beide die Boom- en Oophabitat tot op 'n gronddiepte van 5cm. Die korrelasiekoëffisiënte tussen COW en BAC/FUN was in al ses die subhabitats op een uitsondering na laer as die r by die voorgeskrewe betekenispeil ($p \geq 0,95$).

Meervoudige regressies wat toegepas is op die data is weergee in Tabel 14.

Met hierdie regressies is gevind dat propaguletellings nie deurgaans gebruik kon word vir CO_2 -produksievoorspelling nie. Die hoogste R^2 wat verkry is, was tussen CO_2 -produksie en propaguletellings nl. 0,37, m.a.w. slegs 37 persent van die variasie in CO_2 -produksie kon met die variasie in fungus- en aktinomiseettellings gekorreleer word.

Vanuit die voorafgaande is die gevolgtrekking gemaak dat ATP-essaiëring as 'n alternatiewe indeks van aktiwiteit, soos weerspieël deur CO_2 -produksie van grond, gebruik kan word. Die lae koëffisiënt van bepaling tussen propaguletellings en CO_2 -produksie asook die variasie in die tipe propaguleparameters met subhabitat sluit propaguletellings uit as globale parameters vir mikrobe-aktiwiteit.

4.3.3 Die verband tussen mikrobeparameters en abiotiese veranderlikes

Tabel 13. Korrelasiekoëffisiënte tussen CO₂-produksie en ander mikrobeparameters in die verskillende subhabitats (saamgestel uit Fig. 1 tot 6).

Subhabitat	CO ₂ -Parameter	Mikrobeparameters			
		ATP	Aktinomiseet-tellings	Bakterie tellings	Fungustellings
Subhabitat	Grond <u>in situ</u>	0,86**	0,40**	0,52**	0,00
	Manometries	0,88**	0,44**	0,33*	0,00
Oop, 5-15cm	Grond <u>in situ</u>	0,86**	0,05	0,32*	0,19
	Manometries	0,80**	0,05	0,19	0,00
Oop, 15-30cm	Grond <u>in situ</u>	0,81**	-0,17	0,13	-0,06
	Manometries	0,78**	-0,16	0,08	-0,08
Boom, 0-5cm	Grond <u>in situ</u>	0,85**	0,51**	0,40**	0,37*
	Manometries	0,74**	0,60**	0,16	0,12
Boom, 5-15cm	Grond <u>in situ</u>	0,92**	0,30	0,26	0,35*
	Manometries	0,96**	0,17	0,07	0,18
Boom, 15-30cm	Grond <u>in situ</u>	0,73**	0,03	0,14	0,24
	Manometries	0,93**	-0,10	-0,01	0,10

** Hoogs betekenisvol ($p \geq 0,99$)

* Betekenisvol ($p \geq 0,95$)

Tabel 14. Regressie-analise tussen manometriesbepaalde CO₂-produksie en ander mikrobeparameters.

Veranderlikes	R ²	SE	df	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante	
					B	β	sdB	F		
Oop, 0-5cm										
1. ATP	0,57**	1,99	1/37	48	0,53	0,75	0,08	48	2,70	
2. a ACT	0,19**	2,71	1/37	8,75	0,12	0,44	0,04	8,75	2,88	
b ACT	0,37**	2,41	2/36	10,66	0,22	0,84	0,05	21		
FUN					-0,22	-0,58	0,07	10,36	5,00	
F ≤ 1 BAC										
Oop, 5-15cm										
1. ATP	0,63**	1,06	1/37	64	0,62	0,80	0,08	64	0,87	
2. a BAC	0,04	1,73	1/37	1,44	0,013	0,19	0,011	1,44	1,71	
F ≤ 1 ACT FUN										
Oop, 15-30cm										
1. ATP	0,92**	0,17	1/37	453	0,73	0,96	0,03	453	0,009	
F ≤ 1 ACT FUN										
BAC										
Boom, 0-5cm										
1. ATP	0,56**	1,93	1/37	47	0,45	0,75	0,07	47	2,80	
2. a ACT	0,36**	2,33	1/37	20,45	0,062	0,60	0,014	20,45	3,46	
F ≤ 1 BAC FUN										
Boom, 5-15cm										
1. ATP	0,62**	1,26	1/37	61	0,51	0,79	0,07	61	1,16	
2. a FUN	0,03	2,02	1/37	1,24	0,04	0,18	0,03	1,24	1,58	
b FUN	0,06	2,02	2/36	1,14	0,04	0,18	0,03	1,18		
ACT					0,01	0,16	0,01	1,04	1,30	
F ≤ 1 BAC										
Boom 15-30cm										
1. ATP	0,87**	0,31	1/37	246	0,67	0,93	0,04	246	0,19	
2. a FUN	0,06	0,82	1/37	2,25	0,01	0,24	0,01	2,25	0,19	
F ≤ 1 BAC ACT										

o.a. suurstofspanning, pH in die mikrohabitat, en fisiese grootte van die substraat (Brock, 1966). Die twee meer algemene faktore is temperatuur en vog.

Die reënval-, temperatuur- en relatiewe humiditeitsdata soos voorsien deur die abiotiese navorsingsplan is weergegee in Fig. 10 tot 12.

Eenvoudige korrelasies tussen relatiewe humiditeit en reënval aan die eenkant en mikrobeparameters was laag, en is nie vir meervoudige regressies gebruik nie.

Eenvoudige korrelasies tussen CO₂-produksie in situ en temperatuur of vog is hoogs betekenisvol (Tabel 15). Meervoudige regressies het daarop gedui dat vog (0-5cm diepte) ongeveer 80 persent van die variasie in CO₂-produksie kon verklaar. Temperatuur per se is van veel minder belang (Tabel 16). Die verklaring vir die verskil t.o.v. temperatuursinvloed tussen die meervoudige- en enkelvoudige regressietegniek is waarskynlik toe te skryf aan die hoogs betekenisvolle korrelasie tussen vog en grondtemperatuur. Die $r_{MOI-TEM}$ is groter as 0,46 vir die boonste 5cm grond. Wildung, Garland & Buschbom (1975) het 'n goeie korrelasie tussen CO₂-produksie en vog gekry indien die temperatuur bo 15^oC styg. In die Nylsvleystudie kon 'n minimumtemperatuur nie vasgestel word nie. Daar is verskeie beskrywings aangaande die direkte korrelasie tussen temperatuur en grondrespirasie (Phillipson et al., 1975; Ausmus & Witkamp, 1974). Bykans al hierdie resultate is verkry van relatief vogtige studiegebiede. Met die hulp van Carl Sprengel se reël (Epstein, 1972) van beperkende faktor as 'n eerste benadering, kan die invloed van vog en temperatuur op grondrespirasie verklaar word. Temperatuur is dus nie beperkend vir CO₂-produksie in Nylsvley nie.

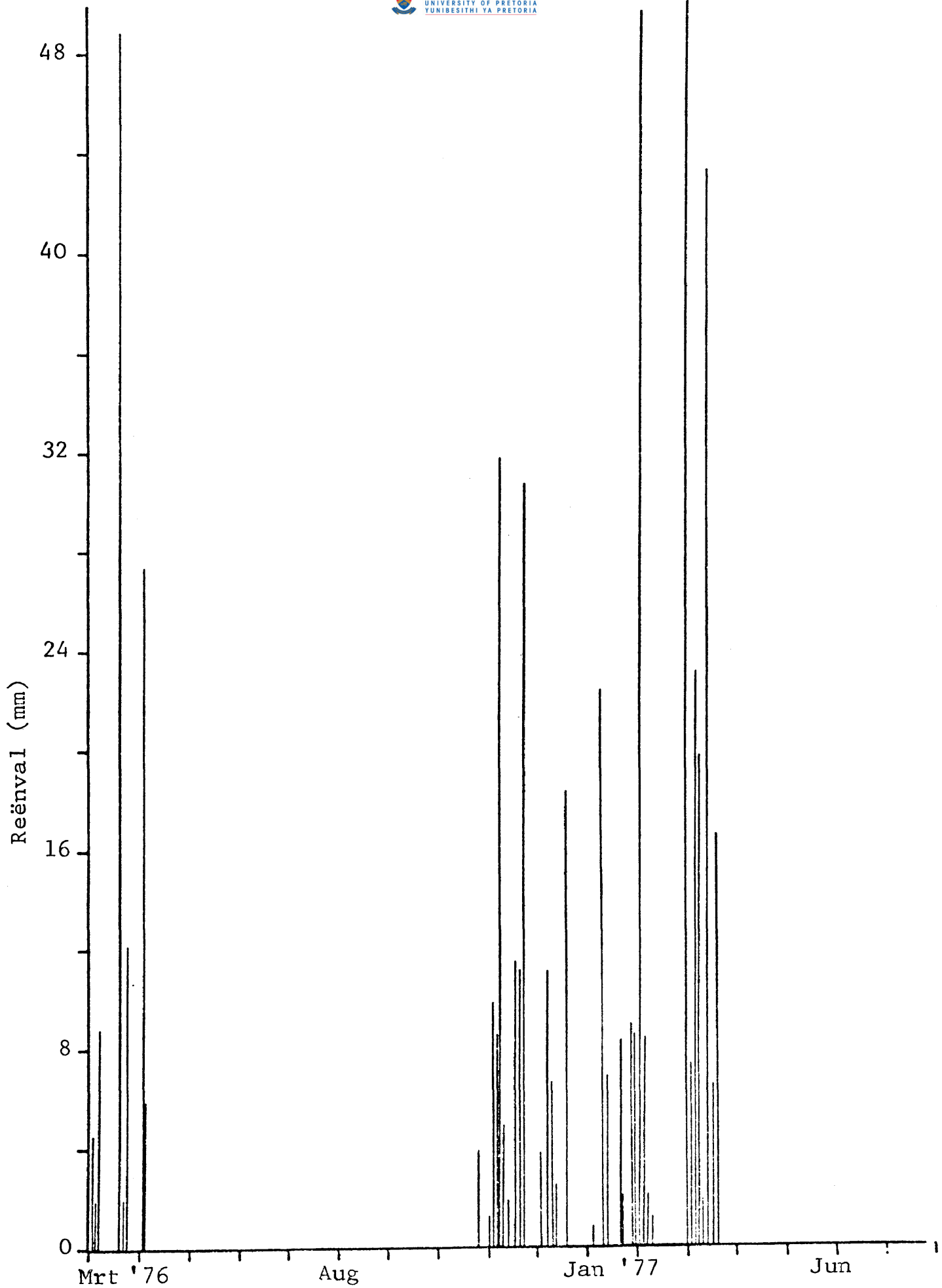


Fig. 10 Reënval oor 'n jaar in die studiegebied.

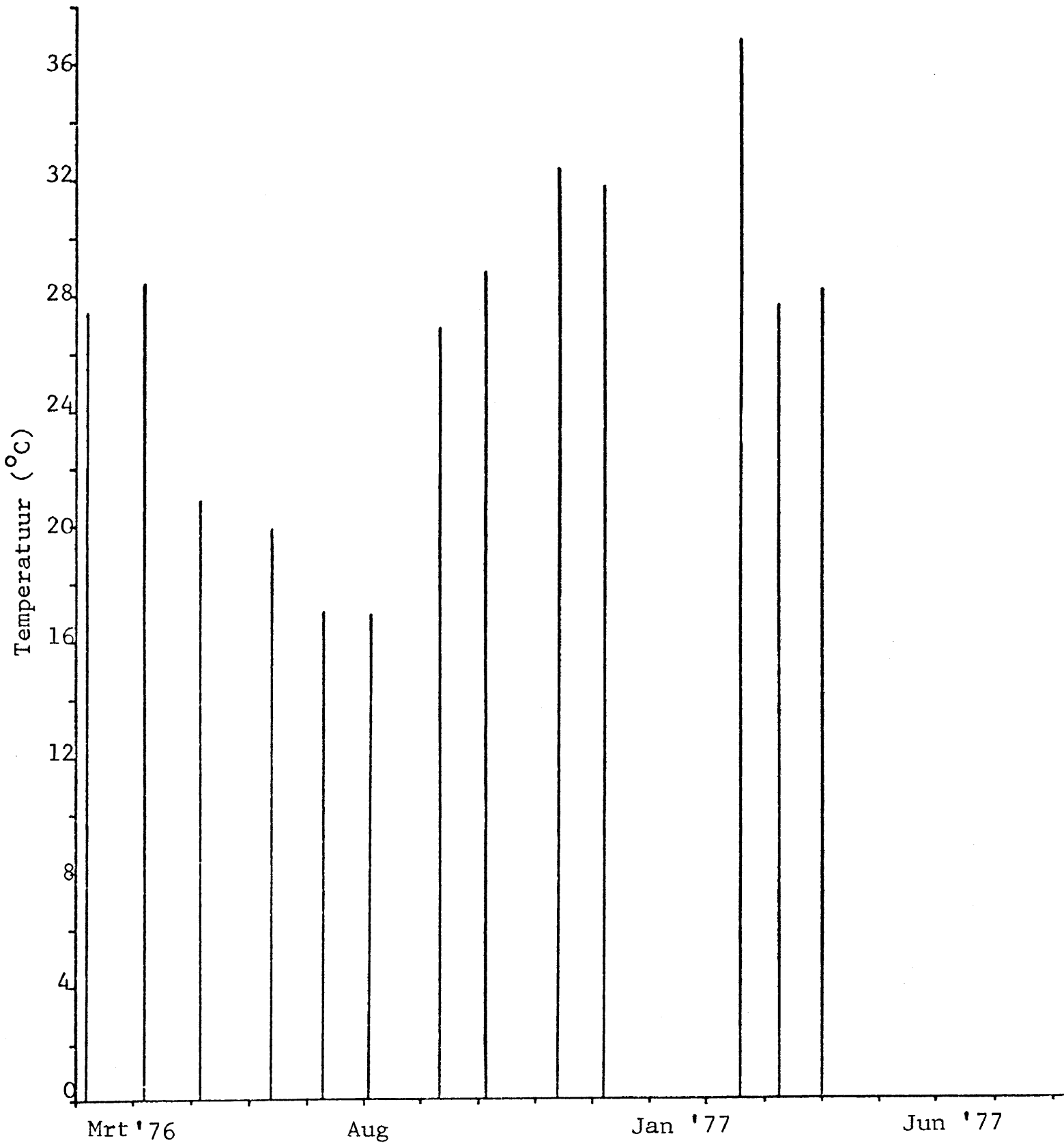


Fig. 11 Grondtemperatuur op 'n 20cm-diepte om 14hoo vir die ooreenkomstige monsterdatums vir mikrobe-aktiwiteit.

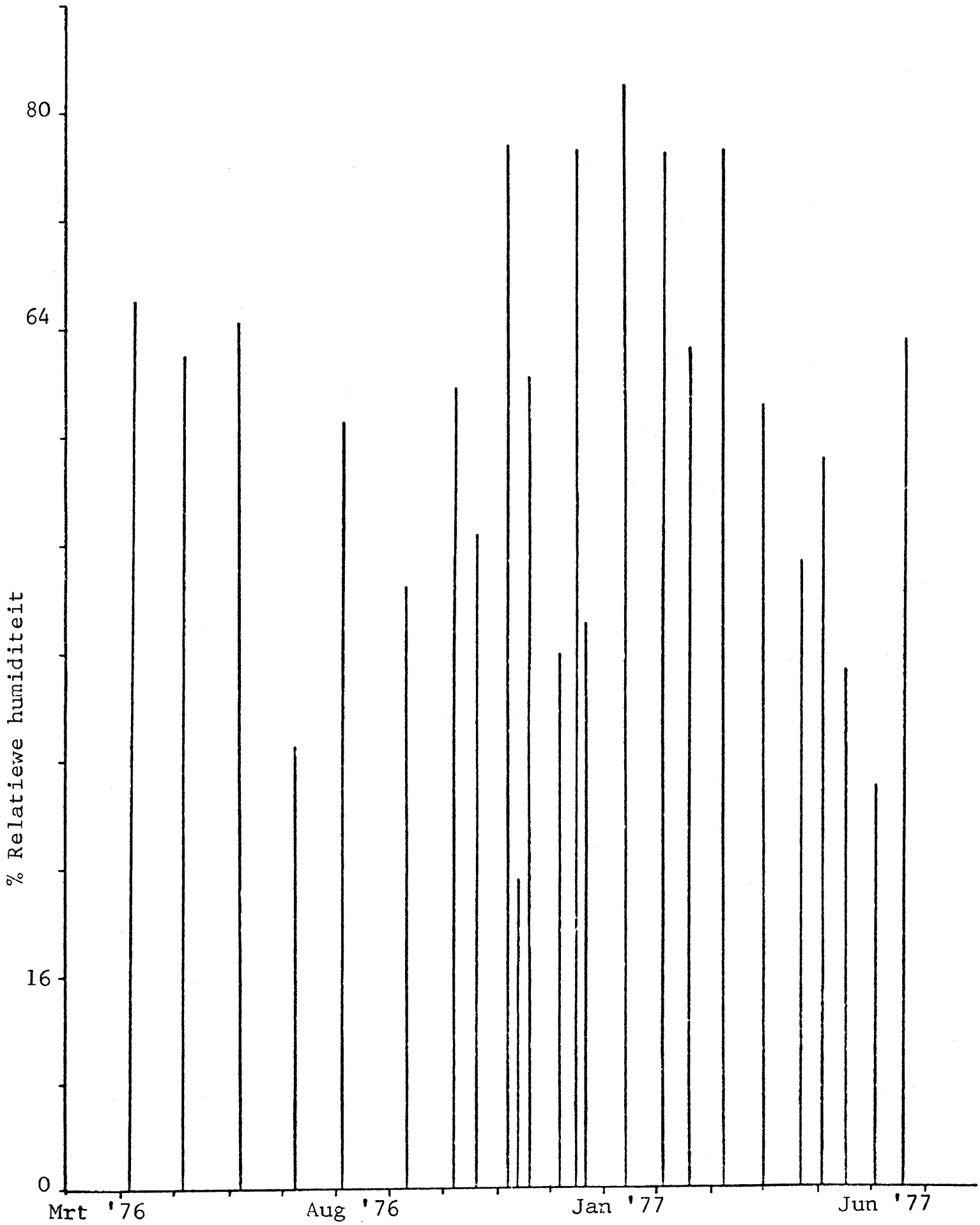


Fig. 12 Die gemiddelde relatiewe humiditeit van die atmosfeer op ooreenkomstige monsterdatums.

Tabel 15. Pearson-korrelasie-koëffisiënte tussen mikrobeparameters en abiotiese faktore.

Subhabitat	Faktor	Korrelasie-koëffisiënte (n = 39)					
		Aktinomisete	Bakterieë	Fungi	ATP	Grond CO ₂ -produksie manometries	<u>in situ</u>
Oop, 0- 5cm	Vog	0,57**	0,54**	0,07	0,81**	0,88**	0,90**
	Temperatuur	0,19	0,15	0,17	0,64**	0,49**	0,55**
5-15cm	Vog	0,12	0,41**	0,16	0,73**	0,84**	0,87**
	Temperatuur	-0,09	-0,19	0,07	0,63**	0,49**	0,55**
15-30cm	Vog	0,08	0,33*	0,06	0,78	0,74	0,81**
	Temperatuur	-0,26	0,00	-0,13	0,75	0,69	0,70**
Boom, 0- 5cm	Vog	0,59**	0,55**	0,28	0,88**	0,75**	0,91**
	Temperatuur	0,10	0,18	0,09	0,71**	0,56**	0,54**
5-15cm	Vog	0,42**	0,27	0,31*	0,68**	0,67**	0,88**
	Temperatuur	-0,06	-0,15	0,20	0,61**	0,53**	0,53**
15-30cm	Vog	0,13	0,28	0,05	0,67**	0,61**	0,76**
	Temperatuur	-0,16	-0,06	-0,09	0,65**	0,72**	0,70**

** Hoogs betekenisvol ($p \geq 0,99$).

* Betekenisvol ($p \geq 0,95$).

Tabel 16. Regressie-analise van CO₂-produksie m.b.t. vog en temperatuur.

Subhabitat	Veranderlikes		R ²	SE	df	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante	
	Afhanklik	Onafhanklik					B	β	sdB	F		
Oop, 0- 5cm	COIS	MOI	0,80	330	1/37	150	586	0,90	47,9	150	-780	
		COW ²⁾	MOI	0,78	1,41	1/37	131	2,35	0,88	0,21	131	-1,50
	5-15cm	COIS	MOI	0,75	377	2/36	53	761	0,71	86	63	
			TEM					46	0,30	14	11	-2365
		COW	MOI	0,70	0,96	1/37	88	2,13	0,84	0,23	88	-3,41
	15-30	COIS	MOI	0,69	416	2/36	41	768	0,63	156	24	
			TEM					43	0,26	21	4,22	-2066
		COW	MOI	0,55	0,41	1/37	46	0,75	0,74	0,11	46	-1,27
	Boom, 0- 5cm	COIS	MOI ¹⁾	0,84	433	1/37	191	757	0,92	55	191	-1379
COW			MOI	0,55	1,94	1/37	46	1,67	0,75	0,25	46	-0,34
5-15cm		COIS	MOI	0,80	492	2/36	70	1293	0,81	136	90	
			TEM					35	0,16	19	3,51	-3235
		COW	MOI	0,44	1,53	1/37	30	2,04	0,67	0,38	30	-3,06
15-30cm		COIS	MOI	0,67	629	2/36	36	907	0,53	207	19	
	TEM						91	0,38	28	10,27	-3019	
	COW	MOI	0,53	1,87	1/37	41	0,78	0,76	0,13	41	-1,31	

1) Temperatuur nie ingesluit nie, aangesien F_{TEM} ≤ 1. Manometriese CO₂-produksie is by 25°C uitgevoer.

Die regressies tussen CO₂-produksie en vog en/of grondtemperatuur word in Tabel 16 opgesom. Die manometriese bepaling van CO₂-produksie is by 25^oC uitgevoer. By die manometriese metode kon die effek van temperatuur dus nie ondersoek word nie. Die ooreenstemming tussen die COW- en COIS-regressies m.b.t. vog is redelik. Die volgende regressies is verkry:

Vir die Boomhabitat

$$0-15\text{cm} : \text{COIS} = 757 \text{ MOI} - 1379$$

$$0-5\text{cm} : \text{COW} = 1,67 \text{ MOI} - 0,34$$

$$5-15\text{cm} : \text{COW} = 2,04 \text{ MOI} - 3,06$$

Vir die Oophabitat

$$0-15\text{cm} : \text{COIS} = 586 \text{ MOI} - 780$$

$$0-5\text{cm} : \text{COW} = 2,35 \text{ MOI} - 1,50$$

$$5-15\text{cm} : \text{COW} = 2,13 \text{ MOI} - 2,14$$

Die eenhede vir COW is in $\text{mg} \times 10^{-3} \text{CO}_2 \text{d}^{-1} \text{g}^{-1}$ grond en vir COIS in $\text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}$. Om die dieselfde eenhede te kry is volgende formule gebruik:

$$\text{COW} \times 10^{-3} \times 1,5 \text{gcm}^{-3} \times 10^4 \text{cm m}^{-2} \times \text{diepte (cm)}$$

Na die aanpassing sien die regressies soos volg uit:

Boomhabitat -

$$0-5\text{cm} \quad \text{COW}^{*1}) = 125 \text{ MOI} - 26 \quad \text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}_{0-5\text{cm}}$$

$$5-15\text{cm} \quad \underline{\text{COW}^* = 306 \text{ MOI} - 459} \quad \text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}_{5-15\text{cm}}$$

$$0-15\text{cm} \quad \text{COW}^* = 431 \text{ MOI} - 485 \quad \text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}_{0-15\text{cm}}$$

Oophabitat -

$$0-5\text{cm} \quad \text{COW}^* = 176 \text{ MOI} - 113 \quad \text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}_{0-5\text{cm}}$$

$$5-15\text{cm} \quad \underline{\text{COW}^* = 320 \text{ MOI} - 471} \quad \text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}_{5-15\text{cm}}$$

$$0-15\text{cm} \quad \text{COW}^* = 496 \text{ MOI} - 584 \quad \text{mgCO}_2 \text{d}^{-1} \text{m}^{-2}_{0,15\text{cm}}$$

Die COIS- en COW^{*}-regressies stem redelik ooreen m.b.t. vog. By die Oophabitat, is die helling van COIS-regressie ongeveer 0,15 maal hoër as die COW^{*}-regressie.

Die ooreenkoms tussen die COIS-MOI en COW^{*}-MOI vir die Boomhabitat is minder gunstig. Die helling van die COIS-regressie is 1,7 keer groter as die van die COW-regressie. Die versteuring van die grond a.g.v. die siftingsproses wat benodig word vir manometriese CO₂-bepaling verleen perspektief aan hierdie resultate.

Die $r_{\text{ATP-MOI}}$ en $r_{\text{ATP-TEM}}$ het betekenisvolle verskille met gronddiepte getoon. Die $r_{\text{ATP-MOI}}$ en $r_{\text{ATP-TEM}}$ vir die verskillende gronddieptes word weergee in Tabel 17 (sien Fig. 1 tot 6 vir volledige korrelasie-koëffisiënte).

Tabel 17. Die korrelasie-koëffisiënte tussen ATP en grondvog (MOI) of temperatuur (TEM) vir ses subhabitats.

Subhabitat	Korrelasie-koëffisiënt	
	ATP-MOI	ATP-TEM
Boom		
0- 5cm	0,88 a [*]	0,71 e
5-15cm	0,68 be	0,61 fdb
15-30cm	0,65 d	0,65 fdb
Oopte		
0- 5cm	0,81 a	0,64 fdb
5-15cm	0,73 bce	0,63 fdb
15-30cm	0,78 ac	0,75 ec

*Dieselfde letter na 'n getal dui op geen betekenisvolle verskil nie ($p \geq 0,95$).

Vir die vog- en temperatuurkorrelasie met ATP is daar 'n betekenisvolle verskil tussen die 0-5cm en 15-30cm gronddiepte in die boom habitat. Die oophabitat toon nie verskil in vog-korrelasie nie maar wel 'n verskil in temperatuurkorrelasie tussen die 0-5cm en 15-30cm gronddiepte. ATP-essaïering bied dus inligting i.t.v. die effek van temperatuur en vog op mikrobiëse aktiwiteit in die verskillende gronddieptes aan, wat nie verkry kon word deur respirasiebepalings nie.

Alhoewel totale propaguleteltingresultate nie geskik is vir kwantitiewe afleidings nie, kan vergelykings tussen behandelings nogtans met behulp van tellings gemaak word (Witkamp, 1974). Die regressie tussen die drie groepe mikro-organismes en die twee fisiese faktore indien geen onderskeid tussen habitat gemaak word nie is :

$$\begin{aligned} \text{ACT} &= 2,68^{**} \text{ MOI } -0,13^{**} \text{ TEM } -1,04 \quad (R^2 = 0,27) \quad (1) \\ \text{BAC} &= 5,74^{**} \text{ MOI } +0,01 \quad \text{TEM } -6,90 \quad (R^2 = 0,18) \quad (2) \\ \text{FUN} &= 0,97^{**} \text{ MOI } -0,08 \quad \text{TEM } +1,87 \quad (R^2 = 0,16) \quad (3) \end{aligned}$$

Volgens hierdie regressies het temperatuur 'n effek op die aktinomiseettellings gehad. Die β -kwosiënte vir vog en temperatuur van vergelyking (1) is 0,64 en -0,21 onderskeidelik (Sien Tabel B8 tot B13 vir volledige regressie-analise). Vergelykings (1), (2) en (3) verskil i.t.v. die invloed van vog op die propaguletellings. Bakterieë word die meeste en fungi die minste beïnvloed deur vog. Figure 13 en 14 is 'n voorstelling van die variasie in mikrobe-aktiwiteit, propaguletellings, temperatuur en vog in die Burkea-habitat op 'n 5-15cm diepte, tussen graspolle.

Met die metode uiteengesit deur Brady (1974) is die veld-kapasiteit van die grond as 17 persent bepaal. Grond met 'n

** Hoogs betekenisvolle ($p > 0,99$) F-waarde.

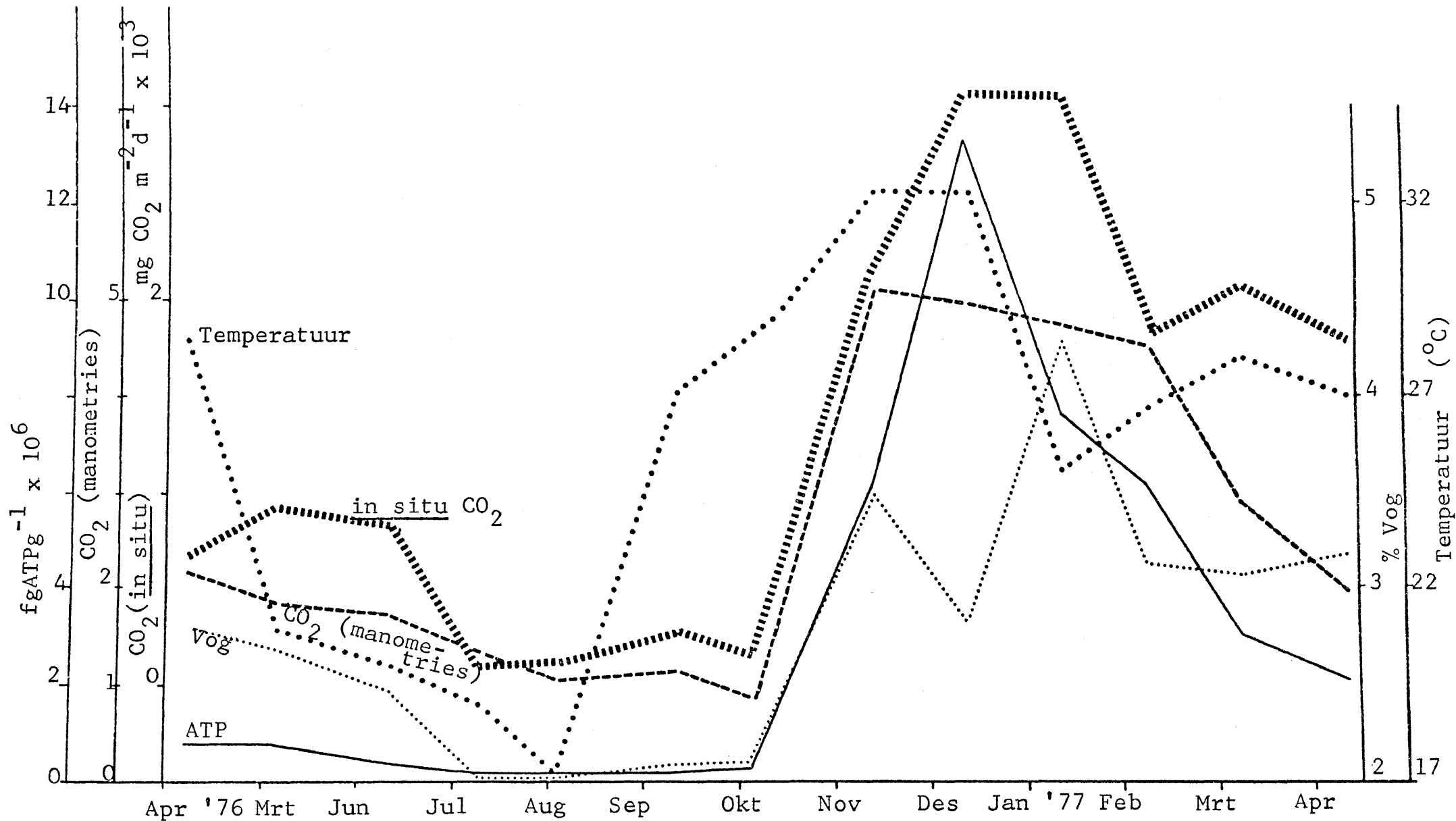


Fig. 13 ATP-inhoud, CO₂-produksie, grondvog en -temperatuur in die Burkea (5-15cm, graspolle) subhabitat oor 'n jaarperiode.

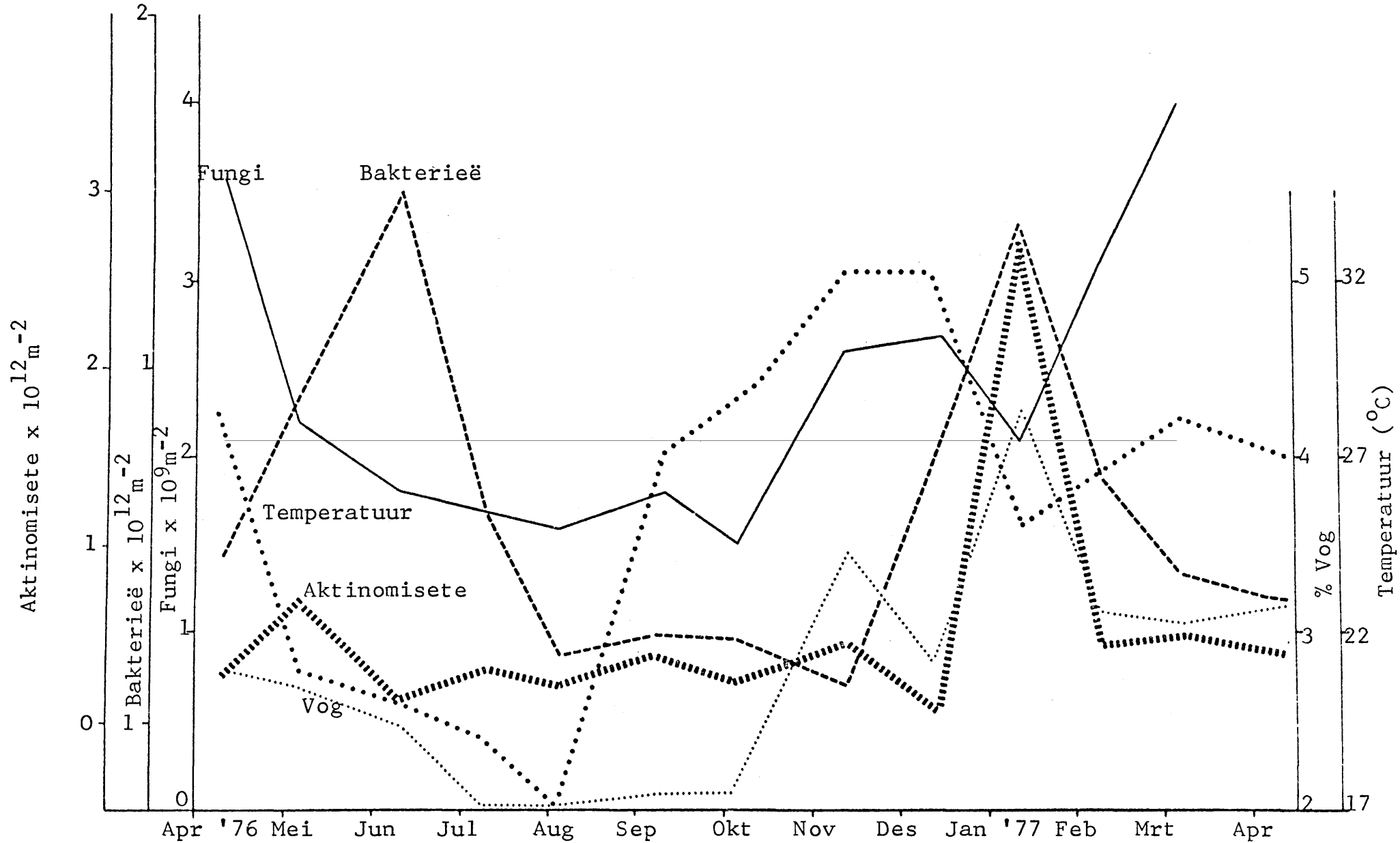


Fig. 14 Propaguletellings van mikroörganismes, grondvog en -temperatuur in die Burkea (5-15cm, graspolle) subhabitat.

voginhoud van 12 persent stem ooreen met 'n negatiewe osmotiese potensiaal van $\sim 0,08$ bar. Die grondwaterpotensiaal het dus met die monsternemings tussen ~ -10 en ~ -100 bar gevarieer. Talle mikro-organismes is instaat om onder hierdie toestande metabolies aktief te wees. Die minimum waterpotensiaal vir Aspergillus-spp varieer tussen -400 tot -100 bar, Penicillium-spp tussen -300 tot -200 bar. Die optimum waterpotensiaal vir Aspergillus-spp is -40 bar (Griffin, 1972). Die onderste limiet van waterpotensiaal vir bakterieë is -100 bar (Griffin, 1972). Wilson & Griffin (1975) het gestel dat bakterie-aktiwiteit alleen belangrik is by waterpotensiale onder -8 bar, bo -8 bar is aktiwiteit hoofsaaklik toe te skryf aan aktinomisete en fungi. Williams, Shameemullah, Watson & Mayfield (1972) het o.a. die volgende resultate verskaf:

- 1) Onder pF 2,3 ($\sim -0,02$ bar) is die aktinomisete tellings laer as bakterietellings.
- 2) Bokant pF 5,6 (~ -100 bar) is die aktinomisete tellings heelwat hoër as fungi- of bakterietellings.

Williams et al. (1972) se werk bied nie bewys dat aktinomisete wel groei by pF 5,6 nie. Bumburis & Lloyd (1967) verskaf inligting wat daarop dui dat aktinomisete se metaboliese funksies toeneem met gronduitdroging, weens die lise van ander mikro-organismes.

In die lig van bogaande is die korrelasie tussen COW en ACT beter verklaarbaar. Dit is bykans onafwendbaar dat die grond tydens die sifting en manometriese CO_2 -bepaling vog verloor.

4.3.4 Die verband tussen mikrobeparameters en ruimte.

Daar is besluit om drie habitats, gebaseer op die dominante plantspesies nl. O. pulchra, B. africana en E. pallens, te ondersoek. 'n Fynere differensiasie i.t.v. gronddiepte en

graspolligging is gemaak (3.1). Statistiese analises het daarop gedui dat alleen die Oop- en Boomhabitat sinvol ge-differensieer kon word.

Die subhabitats is vergelyk i.t.v. die mikrobe-parameters m.b.v. die gepaarde statistiese tegniek (Steel & Torrie, (1960). Volgens die vyf mikrobeparameters, is daar vir die 0-5 cm gronddiepte 'n verskil tussen die oop- en boomhabitat (Tabel 17). Vir die 15-30cm diepte verskil die twee habitats slegs i.t.v. ATP. Hierdie waarneming dui weereens op die sensitiwiteit van die ATP-tegniek. In die geheel gesien verskil die twee habitats ook i.t.v. ATP-inhoud en in situ CO₂-produksie ($t = 2,43*$, $n = 13$).

Goeie aanduidings is gevind dat die drie groepe mikro-organismes se verhouding met diepte verander het (Tabel 18). Die toename in die verhouding van aktinomisete tot bakterieë met grondiepte is dikwels beskrywe (Alexander, 1976). Onder andere twee verklarings kan vir hierdie verskynsel aangebied word: 1) Aktinomisete spore word afgespoel na dieperliggende grondlae (Williams, et al., 1972). 2) Die weerbarstigheid van humus neem toe met grondiepte (Kononova, 1975) Aktinomisete, in vergelyking met bakterieë, is beter daartoe instaat om sikliese polimere en ander weerbarstige koolstofverbinding te benut (Lacey, 1973). Aktinomisete het 'n laer groeitempo as bakterieë op eenvoudige koolstofbronne (Alexander, 1976). Hierdie drie feite kan in kombinasie gebruik word as uitgangspunt om die verskynsel te verklaar.

Benewens dat daar 'n verskil is tussen die twee habitats i.t.v. mikrobe-aktiwiteit, verskil die grondhorisonne ook betekenisvol. Alhoewel in hierdie ondersoek hoofsaaklik grond bestudeer is, is wortels en strooisel vlugtig nagegaan. Tabel 19 is 'n opsomming van die waarnemings wat gemaak is.

Tabel 18a. Statistiese vergelyking tussen ses subhabitats i.t.v. mikrobeparameters.

Subhabitats vergelyk	Parameters (t - waarde, n = 39)				
	ACT	BAC	FUN	ATP	COW
Oop (0- 5cm) - Boom (0- 5cm)	2,28*	1,23	4,44**	16,6**	3,31**
Oop (5-15cm) - Boom (5-15cm)	2,91*	3,21**	1,92	2,87**	1,46
Oop (15-30cm) - Boom (15-30cm)	1,33	0,86	1,28	2,36*	1,62

* Betekenisvolle verskil ($p \geq 0,95$)

** Hoogs betekenisvolle verskil ($p \geq 0,99$)

Tabel 18b. Die verhouding van aktinomiseet-: bakterie-: fungustellings bereken vanaf gemiddelde jaarsyfers vir ses subhabitats.

Habitat	Diepte (cm)		
	0 - 5	5 - 15	15 - 30
Bome	125 : 302 : 1	140 : 195 : 1	125 : 161 : 1
Oopte	97 : 335 : 1	108 : 211 : 1	100 : 180 : 1

Tabel 19. Totale propaguletellings, ATP-inhoud en voginhoud van grond, strooisel en graswortels.

Subhabitat	Propaguletelling $g^{-1}(\bar{x} \pm s, n = s)$			fgATP x $10^6 g^{-1}$ ($\bar{x} \pm s, n = 5$)	% Vog
	Bakterieë x 10^4	Aktinomisete x 10^3	Fungi x 10^2		
Burkea, 0-5cm-grond	39,4 \pm 7,5	64,6 \pm 6,7	35,8 \pm 7,4	3,21 \pm 1,22	1,5
Oopte, 0-5cm-grond	27,8 \pm 6,6	69,3 \pm 4,3	41,1 \pm 5,2	2,83 \pm 0,90	1,3
Wortels-oopte	180 \pm 21	124 \pm 18	1467 \pm 211	28,2 \pm 3,1	11,4
Wortels-boom	174 \pm 29	280 \pm 37	1049 \pm 163	31,4 \pm 2,5	11,5
Strooisel-oopte	124 \pm 22	48 \pm 9	883 \pm 139	19,7 \pm 2,6	8,1
Strooisel-boom	193 \pm 37	35 \pm 8	1151 \pm 213	24,3 \pm 3,9	8,7

Vir bakterie-: aktinomiseet-: funguspropaguletellings = 100:10:1 word dikwels die ooreenkomstig biomassaverhouding van 1:1:2 aangegee (Clark, 1967). Vanuit Tabel 19 is die bakterie-: aktinomiseet-: fungustellings 86:17:1 vir grond. Uit bostaande aanname volg dat die biomassaverhouding 1:2,0:2,4 is. Die gemiddelde droëmassa van 'n bakteriumsel is $2,5 \times 10^{-13}$ g (Gray & Williams, 1971). Volgens die propaguletellings is die biomassa van die bakterieë in die 0-5cm grond $8,4 \times 10^{-8}$ g biomassa g^{-1} grond. Die totale biomassa, deur van die biomassaverhouding gebruik te maak is dus:

$$(8,4 + 16,8 + 20,2)10^{-8} \text{ g mikrobies } g^{-1} \text{ grond.}$$

$$\sim 0,5 \times 10^{-6} \text{ g biomassa } g^{-1} \text{ grond.}$$

Mikrobiebiomassa volgens ATP-essaiëring is $\sim 3 \times 10^{-6}$ g g^{-1} grond. Hierdie waarde berus op die aanname dat $1/1000$ van mikrobiebiomassa ATP is (Aksenov & Sosunova, 1976).

Met 'n soortgelyke redenasie as voorafgaande kan afgelei word dat die totale biomassa volgens propaguletelling vir wortels en strooisel onderskeidelik $7,2 \times 10^{-6}$ g en $6,0 \times 10^{-6}$ g biomassa g^{-1} materiaal is. Van ATP-essaiëring kan afgelei word dat die biomassawaardes vir wortels en strooisel respektiewelik $3,0 \times 10^{-5}$ g en $2,2 \times 10^{-5}$ g biomassa g^{-1} materiaal is.

Die teenstrydigheid tussen die propaguletelling en ATP-essaiëring word in § 4.3.9. bespreek. Dit is opvallend dat die verskil verkry met die metodes vir alldrie die habitats in dieselfde verhouding is.

Propaguletellings het daarop gedui dat die aktinomiseettelling in vergelyking met bakterieë laer is vir strooisel en wortels as vir grond. In teenstelling met aktinomiseete het fungi 'n hoër persentasie van die totale telling uitgemaak by strooisel en wortels as in grond. Hierdie verhoudingverskuiwings word toegeskryf aan die voorkoms van beskikbare energiebronne (Brown, 1975). Meer gunstige vogtoestande in die strooisel

en risosfeer kan egter nie uitgesluit word nie (sien Tabel 19.)

4.3.5. Die verband tussen mikrobeparameters en tyd.

Temporale veranderinge (seisoenaal en andersins) is 'n sekondêre kenmerk van biologiese aktiwiteit wat afhanklik is van veranderlikes soos vog, temperatuur, koolstof- en energiebronne.

Drie periodes kan op grond van propaguletellings (Fig. 9) CO₂-produksie (Fig. 15) en ATP (Fig. 16) onderskei word. Die periodes is April - Julie, Julie - Oktober, Oktober - April. Daar is nie perfekte ooreenkoms tussen die onderskeie parameters in die verdeling van hierdie periodes nie (Tabel 20).

Tabel 20. Periode van minimum en maksimum mikrobe-aktiwiteit volgens ses mikrobeparameters.

Parameter	Periode van	
	Minimum mikrobe-aktiwiteit	Maksimum mikrobe-aktiwiteit
Propaguletellings		
Aktinomisete	Augustus	middel Januarie
Bakterieë	Augustus	middel Februarie
Fungi	Augustus	Maart
ATP	Augustus	middel Desember
CO ₂ (manometries)	Augustus	middel Desember

Aangesien die verskillende tegnieke elk 'n ander aspek van mikrobe-aktiwiteit belig is dit nie verbasend dat die periodes nie presies ooreenkom nie. Die April-Julieperiode is deur gaans gekenmerk deur lae mikrobe-aktiwiteit met lae vog- en temperatuurstoestande. In die Julie-Oktoberperiode was die temperatuur hoër maar die voginhoud van die grond laer. Die

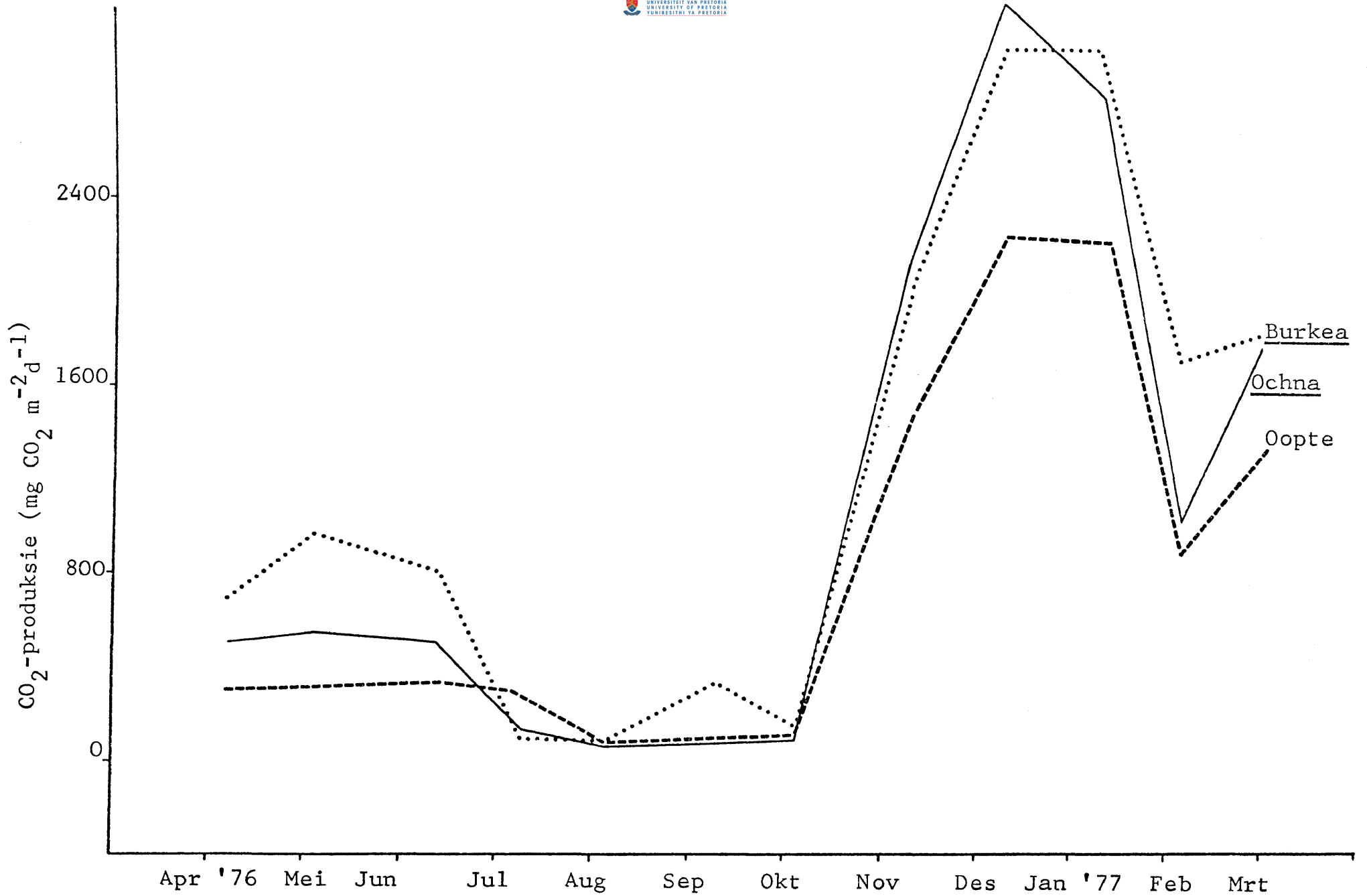


Fig. 15 CO₂-vrystelling vanuit grond van verskillende habitats oor 'n jaartydperk soos in situ bepaal.

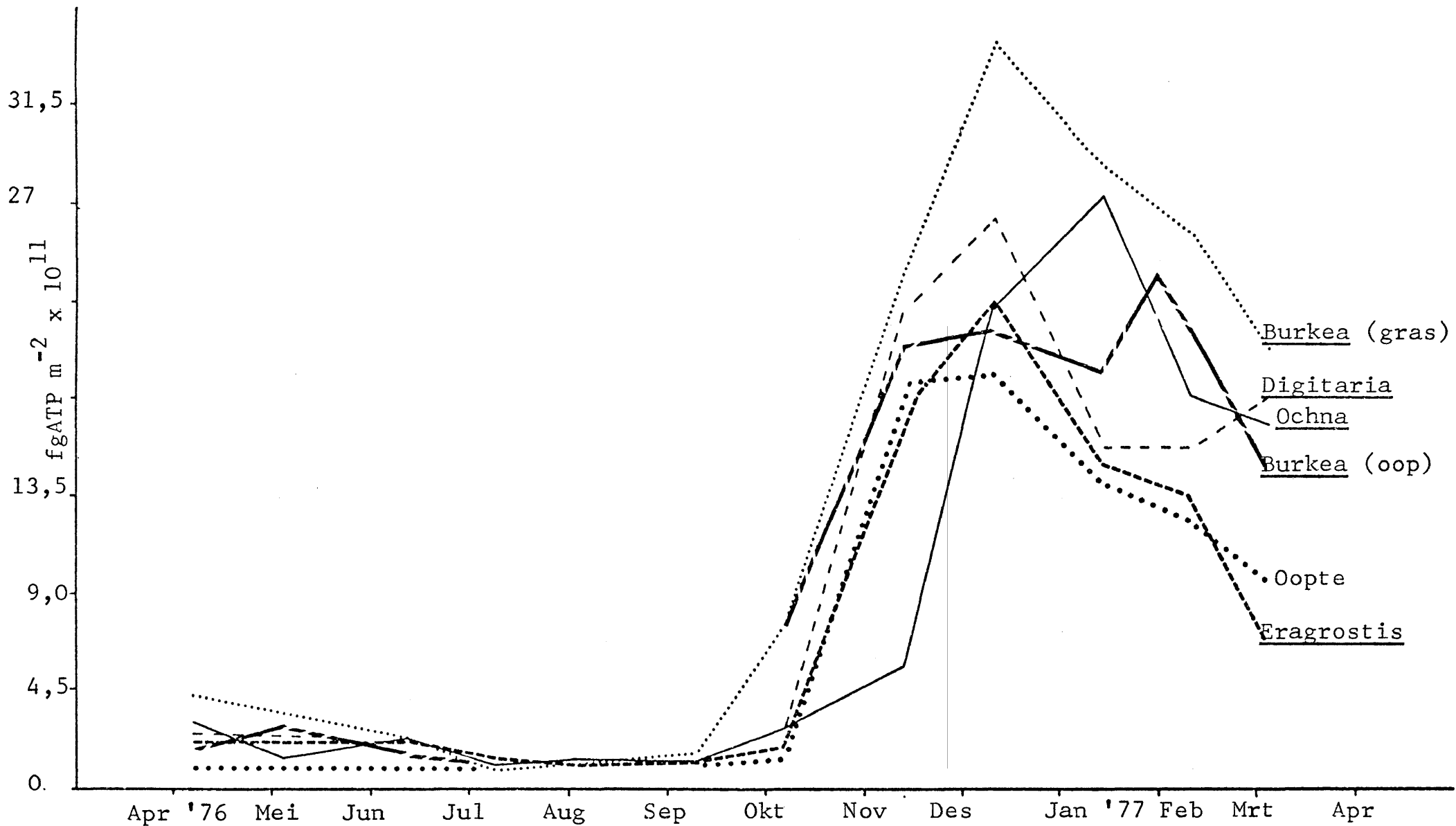


Fig. 16 ATP-inhoud van grond in verskillende habitats oor 'n jaartydperk.

Oktober - April-periode was die gunstigste vir mikrobe-aktiwiteit met relatief hoë vog en temperatuur.

Benewens seisoenale skommeling in biologiese aktiwiteit is ook daaglikse ritmes gevind. Phillipson et al. (1975), Edwards & Sollins (1973) en Witkamp (1966) het 'n daaglikse ritme van CO₂-produksie beskryf. 'n Aantal verklarings is vir hierdie verskynsel gegee bv. Phillipson et al. (1975) kon die ritme met temperatuurfluktuasie verklaar terwyl Edwards & Sollins (1973) 'n verklaring in die effek van 'n kombinasie in temperatuur en vog op CO₂-produksie gesoek het. Hierdie daaglikse ritme in CO₂-produksie van grond is ook in Nylsvley opgemerk (Fig. 17 en 18). By die eksperiment wat uitgevoer is op 77/04 in teenstelling met 77/05 is geen kompartementalisasie-tegnieke toegepas nie. Alhoewel daar 'n redelike verband tussen temperatuur en totale CO₂-produksie in die Mei-eksperiment was, was daar bykans geen verband tussen temperatuur en risosfeer-respirasie nie. Die vog in beide die April- en Mei-eksperimente het bykans konstant gebly oor die eksperimenteleperiode.

Volgens hierdie twee eksperimente wil dit dus voorkom asof die daaglikse totale CO₂-produksie toegeskryf kan word aan veranderinge in wortel- en/of risosfeerrespirasie. Walter & Haber (1957) het gemeld dat a.g.v. veranderinge in fotosintese 'n netto verandering in wortelrespirasie plaasvind.

Die moontlikheid bestaan dat aktiwiteit in een habitat op 'n sekere tydstip gelykaan die aktiwiteit in die tweede habitat op 'n ander tyd, mag wees. Om hierdie tydsverskil uit te skakel is die data m.b.v. die groeepanalise-tegniek ondersoek. In die groeepanalise is al die mikrobeparameters in ag geneem. Elke subhabitat is as 'n "individue" beskou. Fig. 19 is 'n dendogram

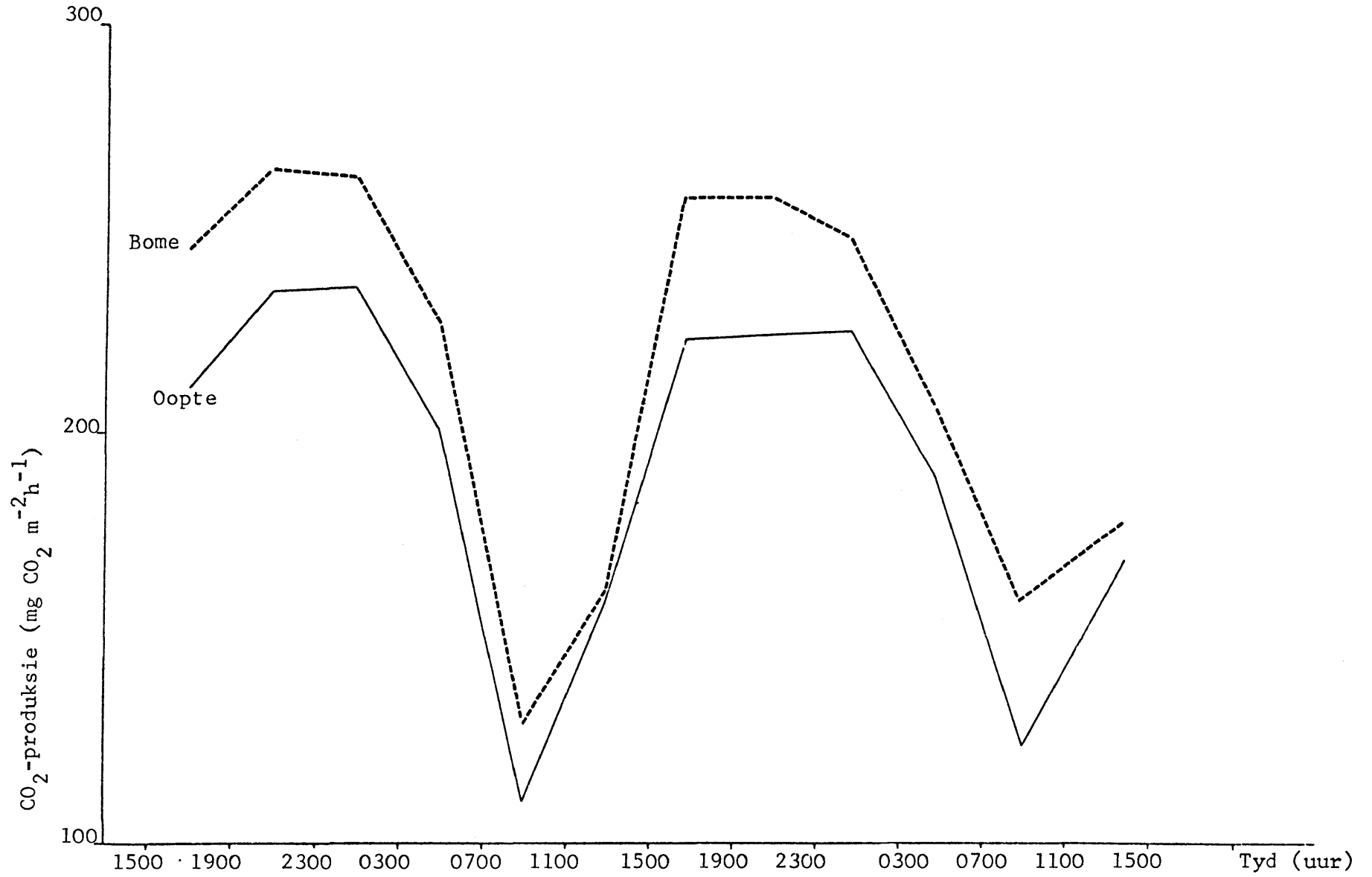
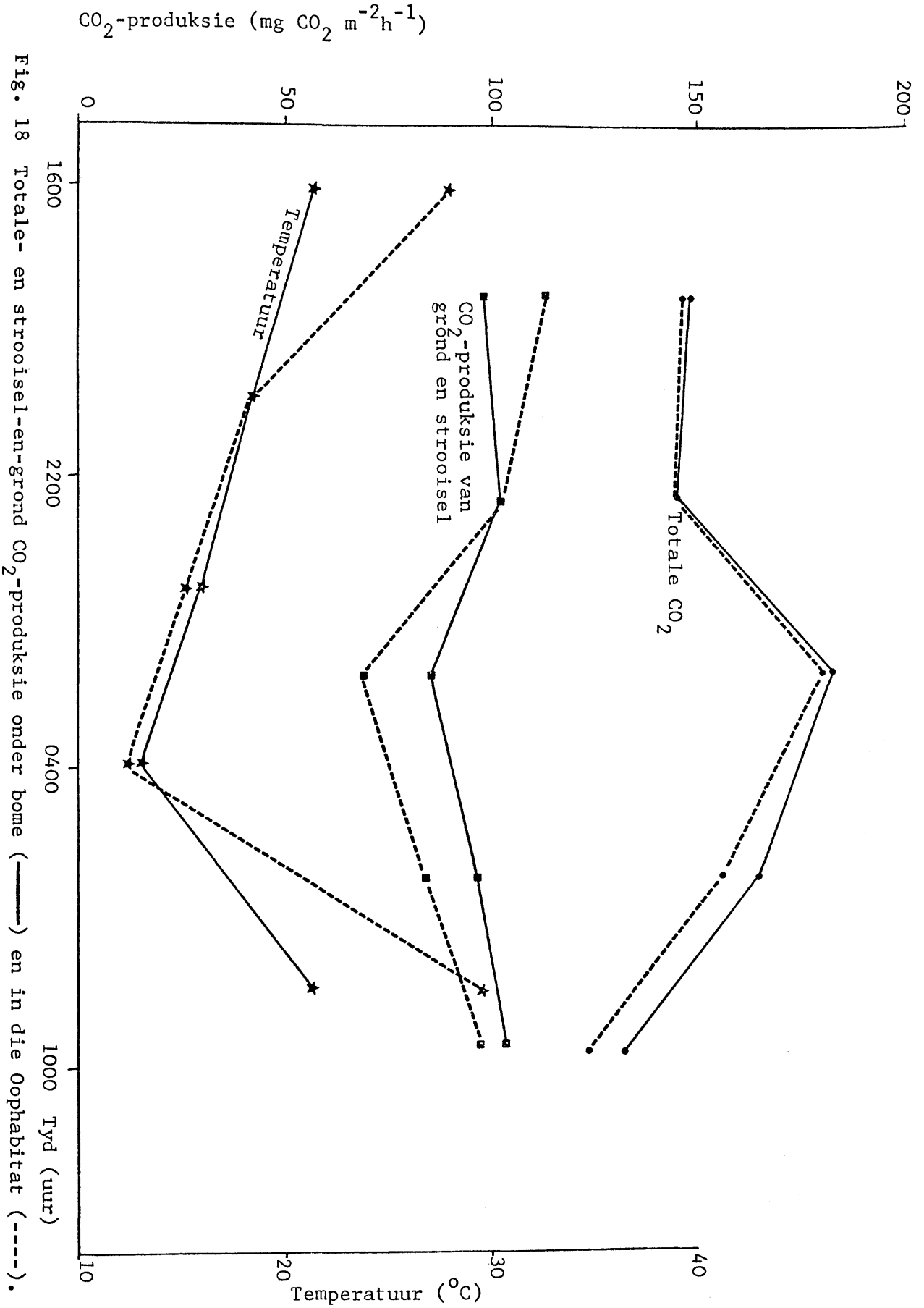


Fig. 17 Die daaglikse siklus in totale CO₂-produksie vanaf grond in twee habitats.



verkry van die groeepanalise. Fig. 20 is 'n skematiese vereenvoudiging van die dendrogram. In Fig. 19 kan sewe groepe onderskei word met ongeveer dieselfde graad van assosiasie, Fig. 20 is daaruit opgestel. In die geheel gesien het die Oopen Boomhabitat redelik ooreengestem t.o.v. die verspreiding van die monsters in die groepe. Groepe A - C bevat alle monsters wat verkry is in April 1976 tot September 1976. 'n Opvallende verskil tussen die twee habitats word deur Groep G weergegee, wat slegs die Oophabitatmonsters van Desember bevat maar 'n redelike groot persentasie van die monsters geneem in die Boomhabitat tydens November, Desember, Maart en Februarie.

In hierdie groeepanalise is aan elke parameter dieselfde gewig toegeken waardeur veralgemenings bemoeilik is. Die volgende kan nogtans genoem word:

- 1) Maksimale aktiwiteit het voorgekom onder bome gedurende die November-Maart periode. Die Oophabitat het na dié aktiwiteit geneig slegs gedurende Desember (Groep G & D).
- 2) Laagste aktiwiteit vir albei habitats was van Julie tot Augustus (Groep C).
- 3) Aktiwiteit van die Oophabitat (0-30cm) gedurende Desember-Maart was ekwivalent aan die aktiwiteit onder bome (5-30cm) gedurende Januarie-Februarie (Groep E).
- 4) Die aktiwiteit onder en weg van bome gedurende April tot Junie en September tot Oktober was ekwivalent (Groep A & B).

4.3.6 Die relatiewe belang van aktinomisete, bakterieë en fungi.

Daar is bereken (§ 4.3.4 en § 4.3.9) dat aktinomisete volgens propaguletellings 'n hoër biomassa as bakterieë het. Statistiese analises (sien bv. Tabel 21) het daarop gedui dat aktinomiseetellings beter gekorreleer was as fungus- of bakterietellings

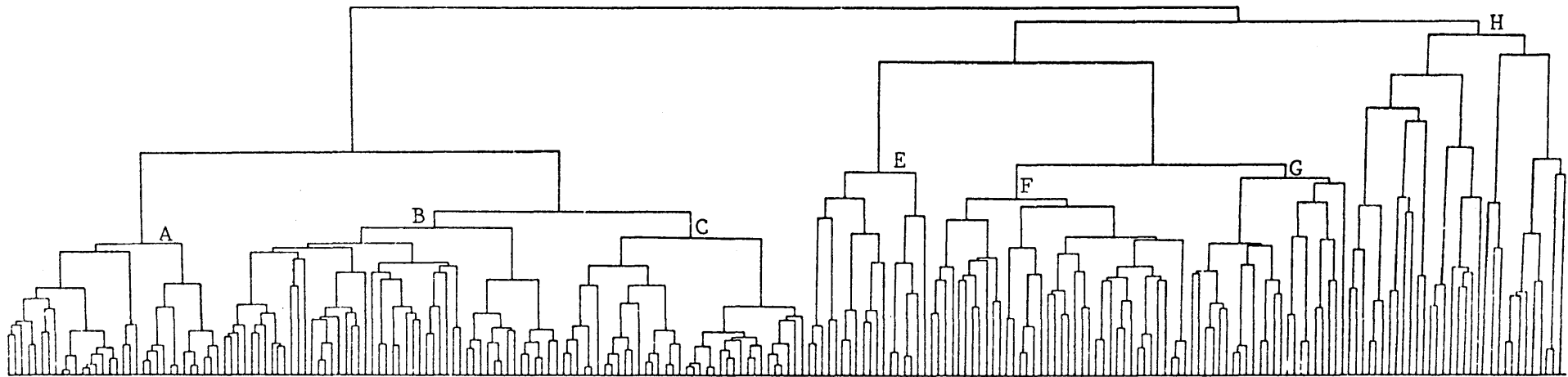


Fig. 19 'n Dendrogram verkry uit groeepanaliserings van die grondmonsters oor 'n jaartydperk. Sien Fig. 20 vir omskrywing van die verskillende groepe.

Groep	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Maa	Apr	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Maa	Apr
A	aaa					aaa	aaa							a					aaa	a						
	bbb					bbb	bbb							b					bbb	bbb						
							c																			
B		aaa	aaa												aa	aaa				a						
		bbb	bbb								b				bb	bb										
	ccc	ccc	ccc			ccc	cc							ccc	ccc	ccc			ccc	ccc						
C				aaa	aaa												aaa	aaa								
				bbb	bbb												bbb	bbb								
				ccc	ccc												ccc	ccc								
D								aaa													aaa					
								bbb								b					bbb					
								ccc													ccc					
E										aaa	aaa				a									a		
								b	bbb	bbb	bb				b								bbb	bbb		
								ccc	ccc	ccc	ccc												c	ccc		
F												aaa	aa													aaa
												bbb	bb													bbb
												ccc											cc	cc	ccc	
G								aaa													aaa	aaa	aa	aaa	aaa	
								bbb													bbb	bbb		bbb		
																					ccc	ccc		c		

Fig. 20 Groepering van grondmonstergroepe met soortgelyke mikrobe-aktiwiteit en die monstertyd wat daarmee ooreenstem. Gronddiepte 0-5cm, a; 5-15cm, b; 15-30cm, c.

met CO₂-produksie en ATP-inhoud.

Tabel 21. Die β - en F-waardes vir regressievergelykings met ATP of CO₂(manometries) as afhanklike en propaguletelling as onafhanklike veranderlike.

Habitat	Diepte (cm)	Afhanklike	Onafhanklike ¹⁾	β	F
Oopte	0-5	COW	ACT	0,84	21
			FUN	-0,58	10,4
		ATP	ACT	0,52	5,6
			BAC	0,23	2,1
			FUN	-0,42	4,4
Bome	0-5	COW	ACT	0,60	20,5
			ATP	0,35	5,4
		BAC	0,30	3,9	

1) Aldrie groepe mikro-organismes is ondersoek. Indien $F \leq 1$, is die ooreenstemmende veranderlike nie aangehaal nie.

Enkelvoudige korrelasies (Fig. 1 tot 6) het oor die algemeen 'n beter korrelasie tussen ATP/CO₂ en aktinomisettelling ge-
 duï as tussen ATP/CO₂ en fungus- of bakterietellings.
 Meiklejohn (1957) het gevind dat aktinomisete tussen 30
 persent en 98 persent van die totale propaguletelling van grond
 in Kenia bydra afhangende van die grondvoginhoud. Alhoewel
 verskeie persone (Alexander, 1976, Williams et al., 1972;
 Mayfield, Williams, Ruddick & Hatfield, 1972) hoë aktinomisete-
 tellings toegeskryf het aan die aktinomisete spore se bestand-
 heid teen uitdroging, verklaar dit o.a. nie die resultate van
 Laudelout, D'Hoore & Fripiat (1949) nie. In woudgrond afkom-
 stig van die Kongo het Laudelout et al., (1949) gevind dat
 aktinomisete 'n hoër propaguletelling as bakterieë opgelewer het.

Dit wil dus voorkom asof aktinomisete in Nylsvleygrond 'n meer dominante rol speel in die CO₂-produksie en ATP-inhoud van grond as bakterieë of fungi.

Daar is gepoog om die afleidings wat gemaak is vanuit die regressie-analises eksperimenteel te ondersoek. Grond vanuit vier subhabitats is met streptomisien behandel waarna propaguletellings en ATP-essaiërings uitgevoer is en CO₂-produksie van die grond bepaal is. Die resultate is saamgevat in Tabelle 22 en 23.

Geen afleiding kon vanaf hierdie eksperiment gemaak word aangaande die relatiewe belang van die mikrobegroepe in die grond nie.

Die kleigehalte van die grond wat gebruik is, was laag (Tabel 1), Streptomisieninaktivering deur kompleksvorming met kleie kon dus waarskynlik uitgesluit word. Gebaseer op die statistiese analise van gepaarde behandelings kon geen betekenisvolle verskil tussen streptomisien-behandeling en die kontrole m.b.t. CO₂-produksie en ATP-inhoud gevind word nie. Die bakterietellings was eweneens wisselvallig. Die bakterietellings van die Burkea-habitat het betekenisvol verskil ($p \geq 0,95$), maar met die tellings wat uitgevoer is op die Oophabitatgrond kon geen verskil opgemerk word nie. Fungus- en Aktinomiseetellings het oor die algemeen nie betekenisvol verskil tussen die twee behandelings nie.

Daar is o.a. die volgende moontlike verklarings vir die resultate.

- 1) Streptomisien is op een of ander wyse geïnaktiveer.
- 2) Die mikrobepopulasie was relatief bestand teen streptomisienaksie. Hierdie bestandheid mag geleë gewees het in die eukariot-prokariot- of 'n hoë spoorsamestelling van die grond.

Tabel 22. Die invloed van streptomisienbehandeling op propagule-telling in vier subhabitats.

Subhabitat	% Vog	Streptomisien	Kiembare propagule-tellings g ⁻¹ grond (n = 5)		
			Bakterieë x 10 ⁵	Aktinomisete x 10 ⁵	Fungi x 10 ³
<u>Burkea</u> , 0-5cm	1,5	-	16,9	3,8	6,9
	18,2	-	48,7	9,6	9,4
	18,2	+	29,2	13,0	10,2
<u>Burkea</u> , 5-15cm	2,2	-	3,7	2,4	3,1
	18,3	-	17,2	9,0	4,7
	18,3	+	5,6	8,7	3,5
Oopte, 0-5cm	1,6	-	9,1	6,4	4,2
	18,2	-	45,3	14,7	9,8
	18,2	+	52,7	17,5	10,3
Oopte, 5-15cm	1,5	-	4,6	3,7	3,0
	18,2	-	20,1	14,2	5,1
	18,2	+	17,8	12,6	4,3

Tabel 23. Die invloed van streptomisienbehandeling op CO₂-produksie en ATP-inhoud in vier subhabitats

Subhabitat	% Vog	Streptomisien	CO ₂ -produksie $\mu\text{lCO}_2\text{g}^{-1}\text{d}^{-1}(\text{n}=5)$	ATP-inhoud $\text{fgATPg}^{-1} \times 10^6$ (n = 5)
<u>Burkea</u> , 0-5cm	1,5	-	2,93	4,3
	18,2	-	14,18	20,9
	18,2	+	12,47	16,6
<u>Burkea</u> , 5-15cm	2,2	-	1,44	1,2
	18,3	-	10,78	14,4
	18,3	+	11,02	13,6
Oopte, 0-5cm	1,6	-	2,71	4,0
	18,2	-	13,09	17,5
	18,2	+	15,23	18,2
Oopte, 5-15cm	1,5	-	1,51	1,7
	18,2	-	12,16	12,5
	18,2	+	10,24	10,1

Hierdie tegniek is nie verder ondersoek nie weens die vereiste dat die antibiotikum in 'n vloeibare vorm met die grond vermeng moet word, wat derhalwe 'n besondere graad van versteuring in die grondregime meebring.

4.3.7. Groeitempo van 'n grondmikrobe-populasie

Die behoud van 'n populasie in 'n sisteem het verband met die ewewig tussen groei en afsterwe.

Benewens die feit dat groeitempowaardes onontbeerlik is vir produktiwiteitsbepaling, is groeitempo's 'n funksieparameter van verskeie biotiese en abiotiese faktore. Die biomassa (in teenstelling met groeitempo) is nie noodwendig 'n weerspieëling van die populasie-aktiwiteit nie. Die vereiste vir groeitempobepalings word geïllustreer deur die aanwending van sulke waardes in 'n aantal simulasiemodelle: Kompetisie tussen chemolitotrofe en -outotrofe bakterieë (Kuenen, Boonstra, Schröder & Veldkamp, 1977); ontbinding gebaseer op die C/N-verhouding van die substraat (Parnas, 1975), en ontbinding in 'n grasveld (Hunt, 1977) kan alleen gesimuleer word met geskikte waardes vir groeitempo's.

Natuurlike sisteme word eerder gekenmerk deur 'n vloei-ewewig as deur eksponensiële groei (Brock, 1971). Die beginsels ontwikkel by kontinu-kulture kan dus met vrug in ekologie gebruik word (Jannasch & Mateles, 1974). Brock (1971) het 'n aantal tegnieke beskryf wat toegepas kan word om groeitempo's te bepaal:

- 1) Mikroskopiese waarneming van groei.
- 2) Merking van selle met radio-aktiewe timidien.
- 3) Genetiese metodes.
- 4) Meting van die vloeiempo en deur van chemostaat-beginsels gebruik te maak kan die groeitempo bereken word.

5. OPSOMMING

Grond afkomstig uit drie grondhorisonne van die Burkea-, Ochna- en Oophabitat in die Nylsvley-savanne, is oor 'n jaarperiode vir mikrobe-aktiwiteit ondersoek. As indekse van mikrobe-aktiwiteit is ATP-essaiëring, CO₂-produksie en kiembare propaguletellings gebruik. Die verband tussen die mikrobe-parameters en drywingsveranderlikes (grondtemperatuur en -vog) is bestudeer en van die mineraliseringsaspekte van kalium, stikstof en fosfor in grond is nagegaan.

Die vernaamste bevindings wat in hierdie studie gemaak is, is soos volg:

- 1) 'n Goeie korrelasie is tussen CO₂-produksie en ATP-inhoud van die grond verkry. Daar was veral in die 0-5cm diepte 'n betekenisvolle korrelasie tussen CO₂-produksie en propaguletellings - die koëffisiënt van bepaling was egter laag. ATP-essaiëring was deurgaans meer geskik as propaguletellings vir die evaluering van mikrobe-biomassa in grond.
- 2) Volgens meervoudige regressie-analise het vog sowat vyf keer groter invloed op mikrobe-aktiwiteit as temperatuur. Temperatuur het desnieteenstaande tog 'n betekenisvolle invloed op mikrobe-aktiwiteit gehad soos weerspieël is deur ATP-essaiëring en CO₂-produksie. Temperatuur se invloed op bakterie- en fungustellings was minimaal maar hoogs betekenisvol op aktinomiseettellings. Vog het 'n toenemende invloed op fungi, aktinomisete en bakterieë onderskeidelik gehad.
- 3) Mikrobe-aktiwiteit was hoër onder bome as in die oopte. Geen konsekwente verskille tussen aktiwiteit weg van en naby graspolle kan vasgestel word nie. 'n Definitiewe afname in mikrobe-aktiwiteit en biomassa met gronddiepte is gevind.
- 4) Maksimale mikrobe-aktiwiteit soos weerspieël deur ATP-essaiëring en CO₂-produksie was gedurende Desember. Die hoogste propaguletellings is verkry vanaf Januarie tot Maart.

Minimum aktiwiteit volgens tellings, ATP-essaiëring CO₂-produksie was tydens Augustus.

5) Aktinomisete was oor die algemeen meer aktief en het 'n groter biomassa beslaan as fungi of bakterieë.

Die totale bestaande mikrobe-biomassa was tussen 1gm^{-2} en 2gm^{-2} , afhangend van die monstertyd. Mikrobeproduksie mag van $40\text{gm}^{-2}\text{j}^{-1}$ tot $200\text{gm}^{-2}\text{j}^{-1}$ bedra het, bereken vanaf chemostaat-beginsels.

6) Koolstofuitvoer bereken vanaf CO₂-produksiewaardes was ongeveer $134\text{gcm}^{-2}\text{j}^{-1}$, ekwivalent aan 335g plantmateriaal m^{-2} wat ontbind per jaar. Die waarde sluit bo- en ondergrondse plantmateriaal in.

7) Grond- en strooiselmikro-organismes het ongeveer 43 persent en 29 persent bygedra tot totale CO₂-produksie vanaf grond. Die ooreenkomstige waarde vir wortels en invertebrate was 21 persent en 7 persent onderskeidelik.

8) Die C/N- en C/P- verhouding vir die boonste 5cm grond was ongeveer 42 en 295 en vir die 15-30cm grond diepte was dit onderskeidelik 7 en 28. Potensieel kan netto vaslegging en mineralisering van stikstof en fosfor in die boonste en onderste grondhorisone respektiewelik plaasvind.

SUMMARY

The microbial activity in three soil habitats viz under Burkea and Ochna and in a clear area was studied for a year. Viable propagule counts, ATP-content and CO₂-efflux were used as parameters of microbial activity. The extent to which moisture and temperature influenced microbial activity was estimated. Certain aspects of the mineralization of macro plant nutrients applicable to the study were described.

The main conclusions drawn from this study are:

1. A strong correlation existed between ATP assay and CO₂-efflux. The correlation between CO₂-production and propagule counts was significant in the 0-5cm soil horizon, although the corresponding coefficient of determination was low. ATP assay in contrast to propagule counts was a reliable guide for predicting CO₂-efflux.
2. According to multiple regression statistics the influence of moisture on microbial activity was five times greater than the influence of temperature under the conditions prevailing during the sampling period. Temperature exerted a highly significant influence on the propagule counts of actinomycetes, but not on the counts of bacteria or fungi. The order of importance of moisture on the activity and biomass of microorganisms increased from fungi to actinomycetes to bacteria.
3. Generally, a higher activity and microbial biomass were found under trees than in a clear area. No consistent differences could be detected between soil near and away from grass tufts. A decrease in microbial activity and biomass was found with increasing soil depth.
4. The peaks for active microbial biomass (ATP) and total

biomass (propagule counts) did not coincide. According to ATP and CO₂ measurements the highest microbial activity was during December, whilst the lowest ATP and CO₂ measurements and propagule counts were recorded during August.

5. The biomass of actinomycetes might have been higher than that of either bacteria or fungi. By applying chemostat principles it was estimated that microbial biomass production might have been between 40 gm⁻²y⁻¹ and 200 gm⁻²y⁻¹, depending on the substrate utilizing efficiency of the microorganisms involved.

6. The total carbon output of the study area was estimated at 134 g C m⁻²y⁻¹. This figure corresponds with 335 g plant material decomposed per year.

7. Soil and litter microorganisms produced approximately 43 and 29 percent respectively of the total carbon dioxide evolved from the soil surface. The value for invertebrates was 7 percent and for roots 21 percent.

8. The C/N- and C/P-ratio for the 0-5cm soil horizon was ca. 42 and 295 respectively. For the 15-30cm soil depth the C/N-ratio was 7 and the C/P-ratio 28. Under these conditions assimilation of nitrogen and phosphorus might have taken place in the upper and mineralization in the lower soil horizons respectively.

6. VERWYSINGS

- Aksenov, S.I. & Sosunova, L.N., 1976. Techniques for the isolation of ATP from microorganisms. Mikrobiologia. 44, 1107-1111.
- Alexander, M., 1976. Introduction to soil microbiology. 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp. 467.
- Allen, S., 1974. Chemical analysis of ecological materials. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Anderson, J.M., 1973. Carbon dioxide evolution from two temperate deciduous woodland soils. J. appl. Ecol. 10, 361-378.
- Ausmus, B.S., 1973. The use of the ATP assay in terrestrial decomposition studies. Bull. Ecol. Research Comm. (Stockholm), 17, 223-234.
- Ausmus, B.S. & Witkamp, M., 1974. Litter and soil microbial dynamics in a deciduous forest stand. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratories.
- Babiuk, L.A. & Paul, E.A., 1970. The use of fluorescein isothiocyanate in the determination of the bacterial biomass in grassland soil, Can. J. Microbiol. 16, 57-62.
- Bleadel, W.J. & Meloche, V.W., 1970. Elementary quantitative analysis. New York: Harper & Row.
- Bledsoe, L.J., 1976. Linear and nonlinear approaches for ecosystem dynamic modelling. Ch. 3 in: System analysis and simulation in ecology, Vol. IV. Edited by E.C. Patten, New York: Academic press.
- Brady, N.L., 1974. The nature and properties of soil, 8th ed. New York: MacMillan. © University of Pretoria

Breed, R.S., Murray, E.G.D. & Smith, N.R., 1957. Bergeys manual of determinative bacteriology. London: Baillie Tindall & Cox.

Brink, R.H., Duback, P., & Lynch, D.L., 1960. Measurement of carbohydrates in soil hydrolysates with anthrone. Soil Sci. 89, 157-166.

Brock, T.D., 1966. Principles of microbial ecology. New Jersey: Prentice Hall.

Brock, T.D., 1971. Microbial growth rates in nature. Bact. Rev. 35, 39-58.

Brown, M.E., 1975. Rhizosphere micro-organisms-opportunists, bandits or benefactors. Ch. 2 in: Soil microbiology, Edited by N. Walker, London: Butterworths.

Bumburis, M. & Lloyd, A.B., 1967. Influence of soil fertility and moisture on the lysis of fungal hyphae. Aust. J. Biol. Sci. 20, 103-112.

Butt, D.J. & Royle, D.J., 1974, Multiple regression analysis in the epidemiology of plant diseases. Ch. 3. in: Epidemics of plant disease - mathematical analysis and modelling, Edited by J. Kranz, Berlin: Springer-Verlag.

Campbell, C.A. & Biederbeck, V.O., 1976. Soil bacterial changes as affected by growing season weather conditions. Can. J. Soil Sci. 56, 293-310.

Caron, A., 1895 (aangehaal deur Waksman, 1927).

Casida, L.E., Klein, D.A. & Santoro, T., 1964. Soil dehydrogenase activity. Soil Sci. 98, 371-376.

Christian, R.R., Bancroft, K. & Wiebe, W.J., 1975. Distribution of microbial adenosine triphosphate in salt marsh sediments at Sapelo Island-Georgia. Soil Sci. 119, 89-97.

Chung, K., Nilson, E.H., Case, M.J., Marr, A.G. & Hungate, R.E., 1973. Estimation of growth rate from the mitotic index. Appl. Microbiol. 25, 778-780.

Clark, F.E., 1967. Bacteria in soil. Ch. 2 in: Soil Biology. Edited by A. Burges & R. Raw, New York: Academic Press.

Clark, F.E., 1970. Decomposition of organic materials in grassland soil. Technical report no. 61, Grassland Biome, IBP.

Coetzee, B.J., Van der Meulen, F, Swanziger, S., Gonsalves, P. & Weisser, P.J., 1977. A phytosociological classification of the Nylsvley. South African national scientific programmes report no. 20, CSIR, Pretoria.

Cohen, J. & Cohen, P., 1975. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. New York: John Wiley & Sons.

Coleman, C.D., 1973. Soil carbon balance in a successional grassland. Oikos. 24, 195-199.

Conn, F., 1918. (aangehaal deur Waksman, 1927).

Crossley, D.A. & Witkamp, M., 1964. Forest soil mites and mineral cycling. Acarologia. pp. 137-145

Delucchi, V., Rosen, D. & Schlinger, E.I., 1976. Relationships of systematics to biological control. Ch. 4 in: Theory and practice of biological control, Edited by C.B. Huffaker & P.S. Messenger, New York: Academic Press.

- De Santo, A.V., Alfani, A. & Sapio, S., 1976. Soil metabolism in beech forests of Monte Taburno. Oikos. 27, 144-152.
- Doxtader, K.G., 1969. Estimation of microbial biomass in the soil on the basis of adenosine triphosphate measurements. 69th Ann. Meeting Amer. Soc. Microbiologists, Miami, Florida.
- Du Pont Instruction Manual for the luminescence biometer. E.I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc.), Wilmington, Delaware.
- Edwards, N.T. & Sollins, P., 1973. Continuous measurement of carbon dioxide evolution from partitioned forest floor components. Ecology. 54, 406-412.
- Epstein, E., 1972. Mineral nutrition of plants-principles and perspectives. New York: John Wiley & Sons.
- Everitt, B., 1974. Cluster analysis. London: Heinemann Educational Books.
- Flanagan, P.W. & Bunnell, F.L., 1975. Decomposition models based on climatic variables, substrate variables, microbial respiration and production. Ch. 6 in: The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes, Edited by J.M. Anderson & A. Macfadyen, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Goodall, D.W., 1977. In Anonimem, 1977. South African savanna ecosystem project research programme 1977/78. CSIR, Pretoria.
- Gray, T.R.G., 1967. Stereoscan electron microscopy of soil micro-organisms, Science. 155, 1668-1670.
- Gray, T.R.G. & Williams, S.T., 1971. Soil micro-organisms. Oliver & Boyd, Edinburgh. © University of Pretoria Oliver & Boyd.

Griffin, D.M., 1972. Ecology of soil fungi. London: Chapman & Hall.

Harley, J.L., 1973. Symbiosis in the ecosystem. J. Nat. Sci. Council Sri Lanka. 1, 31-48

Harmse, H.J. von M., 1977. Grondsoorte van die Nylsvley-natuurreservaat. Suid-Afrikaanse nasionale wetenskaplike programme verslag nr. 16, WNNR, Pretoria.

Harrigan, W.F. & McCance, M.E., 1966. Laboratory methods in microbiology. London: Academic Press.

Harris, W.F., 1973. Comparison of belowground biomass of natural deciduous forests. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratories.

Hirst, S.M., 1975. Savanna ecosystem project progress report 1974/75. South Africa national scientific programmes report no. 3, CSIR, Pretoria.

Holm-Hansen, O., 1969. Determination of microbial biomass in ocean profiles. Limnol. Oceanogr. 14, 740-747.

Holm-Hansen, O., 1973. The use of ATP determinations in ecological studies. Bull. Ecol. Res. Comm. (Stockholm) 17, 215-222.

Hsu, S.C. & Lockwood, J.L., 1975. Powdered chitin agar as a selective medium for enumeration of actinomycetes in water and soil. Appl. Microbiol. 29, 422-426.

Hunt, H.W., 1977. A simulation model for decomposition in grasslands. Ecology. 58, 469-484.

Huntley, B.J., 1977. Savanna ecosystem project progress report 1975/76. South African national scientific programmes report no. 12, CSIR, Pretoria. © University of Pretoria

Innis, G.S., 1975. Role of total systems models in the grassland biome study. Ch. 2 in: System analysis and simulation in ecology, Vol. III. Edited by E.C. Patten, London: Academic Press.

Jagnow, G. & Haider, K., 1972. Evolution of $^{14}\text{CO}_2$ from soil incubated with dieldrin - ^{14}C and the action of soil bacteria on labelled dieldrin. Soil Biol. Biochem. 4, 42-49.

Jannash, H.W. & Mateles, R.I., 1974. Experimental bacterial ecology studied in continuous culture. Adv. Microb. Physiol. 11, 165-212.

Jenkinson, D.S., 1966. Studies on the decomposition in soil. II. Partial sterilization of the soil biomass. J. Soil. Sci. 17, 280-302.

Johnson, L.F. & Curl, E.A., 1972. Methods for research on the ecology of soil-borne plant pathogens. Minnesota: Burgess Publ. Co.

Katznelson, H. & Rouatt, J.W., 1957. Manometric studies with rhizosphere and non-rhizosphere soil. Can. J. Microbiol. 3, 673-678.

Kononova, M.M., 1961. Soil organic matter. New York: Pergamon Press.

Kononova, M.M., 1975. Humus of virgin and cultivated soils. Ch. 8 in: Soil Components, Organic Components, Vol. I. Edited by J.E. Gieseking, New York: Springer-Verlag.

Kuenen, J.G. Boonstra, J., Schröder, H.G.J. & Veldkamp, H., 1977. Competition for inorganic substrates among chemoorganotrophic and chemolithotrophic bacteria. Microbial Ecology. 3, 119-130.

p. 231-251 in: Actinomycetales-characteristics and practical importance, Edited by G. Sykes & F.A. Skinner, London: Academic Press.

Latter, P.M., Cragg, J.B. & Heal, O.W., 1967. Comparative studies on the microbiology of four moorland soils in the northern pennines. J. Ecol. 55, 445-464.

Laudelout, H., D'Hoore, J.L. & Fripiat, J.J., 1949. Influence des micro organismes sur certaines propriétés physico-chimiques des sols de yangambi. Bull. Agric. Congo Belge. 40, 339-342. (Aangehaal deur Meiklejohn, 1957).

Lochhead, A.G., 1940, Can. J. Res., C18, 42-53, (Aangehaal deur Clark, 1967).

Lochhead, A.G. & Thexton, 1947. Qualitative studies of soil micro-organisms. VII. The rhizosphere effect in relation to the amino acid nutrition of bacteria. Can. J. Res. C25, 20-26.

Lubke, R.A., 1972. Cluster analysis program. Rhodes University.

Marr, A.G., Nilson, E.H. & Clark, D.J., 1963. The maintenance requirement of Escherichia coli. Ann. N.Y. Acad. Sci. 102 536-548.

Mayfield, C.I., Williams, S.T., Ruddick, S.M. & Hatfield, H.L., 1972. Studies on the ecology of actinomycetes in soil. IV. Observations on the form and growth of streptomycetes in soil. Soil Biol. Biochem. 4, 79-83.

McLaren, A.D. & Peterson, G.H., 1967. Introduction to the biochemistry of terrestrial soil. Ch. 1 in: Soil Biochemistry, Edited by A.D. McLaren & G.H. Peterson, New York: Marcel Dekker.

McLaren, A.D. & Skujins, J., 1971. Trends in the biochemistry of terrestrial soils. Ch. 1 in: Soil Biochemistry, Vol. II. Edited by A.D. McLaren & J. Skujins, New York: Marcel Dekker.

- Meiklejohn, J., 1957. Numbers of bacteria and actinomycetes in a Kenya soil. J. Soil Sci. 8, 240-247.
- Millar, W.N. & Casida, L.E., 1970. Evidence for muramic acid in soil. Can. J. Microbiol. 16, 299-304.
- Mishustin, E.N., 1975. Microbial associations of soil types, Microbial Ecology. 2, 97-118.
- Müller, G., Förster, I., Buhlig, A., Bredemann, G. & Winkler, C., 1972. Ermittlung bodenbiologischer aktiwitätsparameter. II. Ergebnisse der Prüffaktoren, Bodenatmung, Dehydrogenasenaktivität und Krümelstabilität, Zbl. Bakt. 127, 706-721.
- Nie, N.H. & Hull, C.H., 1973. Statistical package for the social sciences. Update manual, Chicago National Opinion Research Centre, Univ. Chicago.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of ecology. Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- Odum, H.T., 1976. Macroscopic minimodels of man and nature, Ch. 9 in: System analysis and simulation in ecology. Vol. IV. Edited by E.L. Patten, New York: Academic Press.
- Olivier, P.A.S., 1976. 'n Taksonomiese studie van die Prostigmata (Acari) in 'n savannebiotoop te Nylsvley. M.Sc.-verhandeling, Potchefstroom Universiteit vir CHO.
- Orloci, 1967. (Aangehaal deur Lubke, 1972).
- Parkinson, D., 1973. (Aangehaal deur Ausmus & Witkamp, 1974).

- Parkinson, D., Gray, T.R.G. & Williams, S.T., 1971. Ecology of soil micro-organisms, IBP Handbook no. 19, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Parnas, H., 1975. Model for decomposition of organic materials by micro-organisms. Soil Biol. Biochem. 7, 161-169.
- Parsons, J.W. & Tinsley, J., 1975. Nitrogenous Substances. Ch. 3 in: Soil Components, Organic Components, Vol. I. Edited by J.E. Gieseking, Berlin: Springer-Verlag.
- Paul, E.A., 1970. Characterization and turnover rate of soil humic constituents. Ch. 2 in: Pedology and Quaternary research, Edited by S. Pawluk, New York: Academic Press.
- Paul, E.A., Biederbeck, V.O., Lowe, W.E. & Willard, J.R., 1973. Soil micro-organisms: I. Population dynamics of bacteria and actinomycetes. Technical report no. 37, Matador project, IBP (Canadian committee).
- Phillipson, J., Putman, R.J., Steel, J. & Woodell, S.R.J., 1975. Litter input, litter decomposition and the evolution of carbon dioxide in a beech woodland - Wytham woods, Oxford, Oecologia (Verl.). 20, 203-217.
- Price, K., 1973. Computer program S004 C regression. Statistical research service, Research branch, Agriculture Canada, Ottawa, (Volgens Campbell & Biederbeck, 1976).
- Pugh, G.J.F., 1974. Terrestrial fungi. Ch. 10 in: Biology of plant litter decomposition, Vol. II. Edited by C.H. Dickinson & G.J.F. Pugh, London: Academic Press.
- Schulze, 1947, (Aangehaal deur Coetzee et al., 1977).

- Skinner, F.A., 1951. A method for distinguishing between viable spores and mycelial fragments of actinomycetes in soil. J. gen. Microbiol. 5, 159-166.
- Skinner, F.A., Jones, P.C.T. & Mollison, J.E., 1952. A comparison of a direct- and a plate-counting technique for quantitative estimation of soil micro-organisms, J. gen. Microbiol. 6, 261-271.
- Skujins, J. , 1967. Enzymes in soil. Ch.15 in: Soil Biochemistry, Edited by A.D. McLaren & G.H. Peterson, New York: Marcell Dekker.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H., 1960. Principles and procedures of statistics. New York: McGraw-Hill.
- Stevenson, I.L., 1959. Dehydrogenase activity in soils, Can. J. Microbiol., 5, 229-235.
- Stotzky, G., 1960. A simple method for the determination of the respiration quotient of soils, Can. J. Microbiol. 6, 439-452.
- Stotzky, G., Goos, R.D. & Timonin, M.I., 1962. Microbiological changes occurring in soil as a result of storage. Plant & Soil. 16, 1-18.
- Swift, M.J., 1973. Estimation of mycelial growth during decomposition of plant litter. Bull. Ecol. Res. Comm. (Stockholm). 17, 323-328.
- Tait, G., 1975. The identification and biosynthesis of siderochromes formed by Micrococcus denitrificans. Biochem. J. 146, 191-204.

Thornton, H.G. & Gray, P.H.H., 1934. The numbers of bacterial cells in field soil as estimated by the ratio method. Proc. Roy. Soc. B 115, 522-543.

Umbreit, W.W., Burris, R.H. & Stauffer, J.F., 1964. Manometric techniques, 4th ed. Minneapolis: Burgess Publ. Co.

Van Rooyen, N. & Theron, G.K., 1975. 'n Intensiewe opname en beskrywing van die kruidstratum van die Eragrostis pallens - Burkea africana boomsavanne op die Nylsvley-natuurreservaat, Verslag aan die Nasionale Komitee vir Omgewingswetenskappe, WNNR.

Van Wyk, J.J.P., 1978. 'n Studie van die ondergrondse biomassa, Verslag aan die Nasionale Program vir Omgewingswetenskappe, WNNR.

Visser, P.J.L., 1963. Influence of cultural practices on the microbiological activities in soil from the Vaalharts experimental station. M.Sc. (Agric)-verhandeling, Universiteit van Pretoria.

Waid, J.S., 1974. Decomposition of roots. Ch. 6 in: Biology of plant litter decomposition, Vol. II. Edited by C.H. Dickinson & G.J.F. Pugh, London: Academic Press.

Waksman, S.A., 1927. Principles of soil microbiology. Baltimore: The Williams & Wilkins Co.

Walter, H. & Haber, W., 1957. (Aangehaal deur Anderson, 1973).

Watt, K.E.F., 1966. The nature of systems analysis. Ch. 1 in: System analysis in ecology, Edited by K.E.F. Watt, New York: Academic Press.

Wiegert, R.G. & Evans, F.C., 1964. Primary production and the disappearance of dead vegetation on an old field in southern Michigan, Ecology. 45, 49-63.

Wildung, R.E., Garland, T.R. & Buschbom, 1975. The interdependent effect of soil temperature and water content on soil respiration rate and plant root decomposition in arid grassland soils, Soil Biol. Biochem. 7, 373-378.

Williams, S.T. & Gray, T.R.G., 1974. Decomposition of litter on the surface. Ch. 19 in: Biology of plant litter decomposition, Vol. II. Edited by C.H. Dickinson & G.J.F. Pugh, London: Academic Press.

Williams, S.T., Shameemullah, M., Watson, E.T. & Mayfield, C.I., 1972. Studies on the ecology of actinomycetes in soil. VI. The influence of moisture tension on growth and survival, Soil Biol. Biochem. 4, 214-225.

Wilson, J.M. & Griffin, D.M., 1975. Water potential and the respiration of microorganisms in the soil. Soil Biol. Biochem. 7, 199-204.

Witkamp, M., 1966. Rates of carbon dioxide evolution from the forest floor, Ecology. 47, 492-494.

Witkamp, M., 1971. Soils as components of ecosystems, Ann. Rev. Ecol. Syst. 2, 85-110.

Witkamp, M. 1974. Direct and indirect counts of fungi and bacteria as indexes of microbial mass and productivity, Soil Sci. 118, 150-155.

Witkamp, M. & Frank, M.L., 1969. Evolution of carbon dioxide from litter, leaves and sub soil of a pine stand, Pedobiologia. 9, 358-365.

Bylae A. Samestelling van die media en ander reagense.

A.1 Grondekstrakagar (Bunt & Rovira se medium, Parkinson et al., 1971).

K_2HPO_4	0,40g
$(NH_4)_2HPO_4$	0,50g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,05g
$MgCl_2$	0,10g
$FeCl_3$	0,01g
$CaCl_2$	0,10g
Pepton	1,00g
Gisekstrak	1,00g
Grondekstrak	250ml
Gedistilleerde H_2O	750ml
Agar	15g
pH	7,4

Berei grondekstrak deur 1Kg per 1 liter H_2O vir 30 minute te stoom.

A.2 Thornton se agar (Parkinson et al., 1971).

K_2HPO_4	1,00g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,20g
$CaCl_2$	0,10g
NaCl	0,10g
$FeCl_3$	0,01g
KNO_3	0,50g
Asparagien	0,50g
Mannitol	1,00g

Gedistilleerde H ₂ O	1000ml
Agar	15g
pH	7,4

A.3 Stysel-kaseïnagar (Parkinson et al., 1971)

Stysel	10,00g
Kaseïn	0,30g
KNO ₃	2,00g
NaCl	2,00g
K ₂ HPO ₄	2,00g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,05g
CaCO ₃	0,02g
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0,01g
Agar	15g
Gedistilleerde H ₂ O	1000ml
pH	7,2

A.4 Jensen se agar (Johnson & Curl, 1972)

Dekstrose	2,00g
Kaseïn	0,20g
K ₂ HPO ₄	0,50g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,20g
FeCl ₃	0,01g
Agar	15g
Gedistilleerde H ₂ O	1000ml
pH	6,6

A.5 Chitienagar (Hsu & Lockwood, 1975).

Kolloïdale chitien	4g
K_2HPO_4	0,70g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,50g
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0,01g
$ZnSO_4$	0,001g
$MnCl_2$	0,001g
KH_2PO_4	0,30g
Gedistilleerde H_2O	1000ml
Agar	20g
pH	8,0

Kolloïdale chitien word berei deur 40g chitien by 100ml 37 per-
 sent HCl te voeg en oornag te laat. Voeg 2 liter water by en
 sentrifugeer. Was chitienneslag totdat die pH van die was-
 water ongeveer 5 is. Gebruik hierdie chitien vir die medium.

A.6 Martin se medium (Johnson & Curl, 1972).

KH_2PO_4	1,00g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,50g
Pepton	5,00g
Dekstrose	10,00g
Roosbengal (1 persent)	3,3ml
Gedistilleerde H_2O	1000ml
Agar	20g
Streptomisien	30mg

Streptomisien word by die medium gevoeg na die medium geouto-
 klaveer en afgekoel is tot 45°C.

A.7 Ohio-agar (Johnson & Curl, 1972).

Glukose	5,0g
Gisekstrak	2,0g
NaNO_3	1,0g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5g
KH_2PO_4	1,0g
Beesgal	1,0g
Natriumpropionaat	1,0g
Gedistilleerde H_2O	1000ml
Agar	20g
Chloromisetien	50 mg
Streptomisien	50 mg

Die antibiotika word by die medium gevoeg nadat die medium geoutoklaveer en tot 45°C afgekoel is.

A.8 Glukose-grondekstrakmedium. Hierdie medium is berei soos grondekstrakagar behalwe dat die agar vervang is met 0,5 persent glukose.

A.9 MOPS-buffer.

Morfolino-propaan-sulfoonsuur	2,09g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,20g
Na_2EDTA	0,37g
Lae ligrespons water	1000ml
pH	7,6

Lae ligrespons water is berei deur dubbel-gedistilleerde water aan te suur met 'n druppel gekonsentreerde soutsuur, en te kook vir 30 minute.

Tabel B1. Totale propaguletellings van mikro-organismes en grondvog in die verskillende subhabitats oor 'n jaar periode.

Subhabitat	Datum	Aktinomisete $\times 10^{10} \text{ m}^{-2}$	Bakterieë $\times 10^{10} \text{ m}^{-2}$	Fungi $\times 10^8 \text{ m}^{-2}$	Vog % op droëmassa basis
<u>Oopte-Eragrostis</u> (0-5cm)	760406	46,0	34,0	38,5	2,38
	0504	27,0	41,0	29,5	1,94
	0611	10,0	20,0	24,5	1,91
	0708	11,0	17,0	6,0	1,86
	0802	6,0	14,0	6,0	1,84
	0909	13,0	17,5	12,0	1,81
	1004	14,0	15,5	20,5	1,74
	1112	10,0	9,5	13,5	3,26
	1209	24,5	50,0	23,0	4,65
	770113	33,0	140,0	17,5	5,22
	0209	39,5	130,0	23,0	4,03
	0308	17,5	235,0	23,5	2,98
	0420	13,5	149,0	21,0	2,57
<u>Oopte-Eragrostis</u> (5-15cm)	760406	39,0	21,0	38,0	2,52
	0504	64,0	58,0	20,0	2,41

	0611	14,0	61,0	21,0	2,32
	0708	18,0	38,0	9,0	2,00
	0802	13,0	17,0	9,0	2,16
	0909	23,0	12,0	11,0	1,84
	1004	17,0	13,0	29,0	1,86
	1112	16,0	9,0	19,0	3,02
	1209	14,0	45,0	28,0	3,54
	770113	12,0	47,0	19,0	4,27
	0209	20,0	67,0	17,0	3,21
	0308	18,0	28,0	26,0	2,81
	0420	17,0	16,0	29,0	2,55
<hr/>					
<u>Oopte-Eragrostis</u>	760406	28,5	35,5	21,0	2,41
(15-30cm)	0504	43,5	102,0	18,0	2,36
	0611	24,0	51,0	31,0	2,23
	0708	15,0	33,0	12,0	1,93
	0802	10,5	19,5	16,5	1,57
	0909	13,5	13,5	15,0	1,85
	1004	9,0	16,5	27,0	2,01
	1112	21,0	19,5	22,5	3,19
	1209	9,0	40,5	19,5	3,25
	770113	13,0	31,5	15,0	3,14
	0209	22,5	147,0	12,0	3,10
	0308	21,0	48,0	30,0	2,87
	0420	18,0	26,5	28,5	2,61

Oopte-Oop (0-5cm)	760406	10,5	31,0	21,0	2,19
	0504	16,0	37,5	22,0	1,87
	0611	7,0	17,0	19,0	1,84
	0708	2,0	11,5	5,5	1,74
	0802	4,5	13,5	10,5	1,80
	0909	4,0	17,0	9,5	1,72
	1004	6,0	15,0	11,5	1,63
	1112	4,5	10,0	11,0	2,80
	1209	19,5	42,5	12,0	4,70
	770113	32,5	105,0	13,5	5,90
	0209	24,0	160,0	21,5	2,64
	0308	8,5	135,0	15,0	2,25
	0420	16,0	24,0	16,0	2,34

Oopte-Oop (5-15cm)	760406	7,0	23,0	23,0	2,54
	0504	34,0	26,0	25,0	2,28
	0611	6,0	38,0	32,0	2,23
	0708	4,0	20,0	9,0	1,96
	0802	7,0	19,0	18,0	2,20
	0909	13,0	16,0	8,0	1,94
	1004	16,0	18,0	12,0	1,89
	1112	12,0	6,0	14,0	2,45
	1209	14,0	33,0	28,0	3,83
	770113	47,0	145,0	33,0	3,13
	0208	23,0	42,0	62,0	2,99
	0308	18,0	25,0	40,0	2,54
	0420	15,0	19,0	42,0	2,05

Oopte-Oop (15-30cm)	760406	7,5	28,5	15,0	2,37
	0504	25,5	49,5	22,5	2,40
	0611	19,5	30,0	18,0	2,21
	0708	16,5	31,5	12,0	1,70
	0802	7,5	16,5	21,0	1,64
	0909	10,5	12,0	13,5	1,51
	1004	6,0	13,5	19,5	1,70
	1112	18,0	31,5	24,0	3,20
	1209	21,0	36,0	18,0	3,23
	770113	13,5	64,5	30,0	3,16
	0208	49,5	67,5	19,5	3,12
	0308	20,5	23,5	25,5	2,84
	0420	17,0	24,0	21,0	2,54
	<u>Oopte-Digitaria</u> (0-5cm)	760406	26,0	47,0	35,0
0504		33,5	38,0	36,5	2,08
0611		19,5	44,5	19,5	1,96
0708		13,0	33,0	13,0	1,93
0802		7,0	10,0	8,5	1,88
0909		8,5	8,0	15,5	1,86
1004		13,5	6,5	18,5	1,80
1112		7,5	10,5	13,0	3,34
1209		39,0	39,5	23,5	4,72
770113		34,5	225,0	18,5	5,19
0208		14,0	140,0	13,5	4,28
0308		18,0	130,0	18,0	3,13
0420		22,5	68,5	17,5	2,74

<u>Oopte-Digitaria</u>	760406	13,0	58,0	30,0	2,36
	0504	55,0	51,0	41,0	2,65
	0611	23,0	59,0	35,0	2,41
	0708	14,0	47,0	12,0	2,08
	0802	9,0	24,0	23,0	2,13
	0909	8,0	11,0	11,0	1,81
	1004	13,0	12,0	8,0	1,83
	1112	11,0	16,0	16,0	3,12
	1209	26,0	49,0	21,0	3,48
	770113	25,0	57,0	22,0	4,25
	0208	14,0	47,0	10,0	4,01
	0308	19,0	38,0	16,0	2,82
	0420	15,0	21,0	14,0	2,59

<u>Oopte-Digitaria</u>	760406	24,0	64,5	16,5	2,42
(15-30cm)	0504	75,0	58,5	85,5	2,43
	0611	25,0	37,5	31,5	2,39
	0708	42,0	55,5	15,0	2,01
	0802	45,0	31,5	19,5	2,30
	0909	14,5	10,5	12,0	1,93
	1004	13,5	12,0	16,5	1,90
	1112	25,5	19,5	18,0	3,00
	1209	17,5	78,0	15,0	3,26
	770113	12,0	21,0	12,0	3,37
	0208	13,0	33,0	19,5	3,94
	0308	13,5	22,5	14,5	2,59
	0420	16,0	21,0	17,0	2,48

<u>Burkea-Eragrostis</u>	760406	19,5	89,5	34,5	2,71
(0-5cm)	0504	21,5	29,0	37,0	2,59
	0611	19,0	36,5	22,0	2,47
	0708	16,0	24,0	15,5	2,32
	0802	18,0	17,5	12,0	2,00
	0909	22,5	20,0	12,5	2,70
	1004	18,5	16,0	17,0	2,33
	1112	13,0	12,0	20,5	4,76
	1209	29,5	49,0	28,5	4,82
	770113	169,0	32,0	18,0	5,73
	0208	63,0	235,0	38,5	4,97
	0308	44,5	415,0	36,0	4,84
	0420	43,0	207,0	33,5	3,72
<hr/>					
<u>Burkea-Eragrostis</u>	760406	25,0	47,0	36,0	2,78
(5-15cm)	0504	67,0	93,0	22,0	2,64
	0611	14,0	150,0	18,0	2,45
	0708	26,0	61,0	13,0	2,04
	0802	21,0	18,0	16,0	2,01
	0909	36,0	24,0	18,0	2,12
	1004	24,0	22,0	15,0	2,15
	1112	48,0	11,0	26,0	3,50
	1204	16,0	73,0	27,0	2,84
	770113	274,0	141,0	21,0	4,27
	0208	41,0	72,0	31,0	3,12
	0308	46,0	43,0	40,0	3,06
	0420	39,0	29,0	38,0	3,18

<u>Burkea—Eragrostis</u>	760406	21,0	52,5	22,5	2,41
(5-30cm)	0504	61,5	124,5	19,5	2,60
	0611	39,0	105,0	18,0	2,64
	1708	45,0	48,0	15,0	1,67
	0802	40,5	18,0	13,5	1,61
	0909	21,0	24,0	12,0	2,01
	1004	27,0	15,0	16,5	2,35
	1112	40,5	28,5	21,0	3,05
	1209	21,0	54,0	21,0	2,51
	770113	46,5	60,0	16,5	3,79
	0208	16,5	72,0	135,0	3,06
	0308	33,0	25,5	48,0	3,00
	0420	28,5	26,0	52,5	2,01
<hr/>					
<u>Burkea-Oop</u>	760406	21,5	83,0	26,0	2,71
(0-5cm)	0504	32,5	25,5	28,5	2,59
	0611	10,5	32,0	37,0	2,47
	0708	13,5	17,0	14,0	2,32
	0802	17,0	18,5	12,5	2,00
	0909	10,5	14,0	13,0	2,70
	1004	8,0	8,5	13,5	2,33
	1112	32,0	7,5	19,0	4,76
	1209	15,0	32,5	26,0	4,82
	770113	60,5	124,0	15,5	5,73
	0208	45,0	140,5	27,0	4,97
	0308	23,5	223,5	38,0	48,4
	0420	34,0	109,5	39,5	3,72

<u>Burkea-Oop</u>	760406	33,0	87,0	31,0	2,78
(5-15cm)	0504	59,0	48,0	23,0	2,64
	0611	13,0	92,0	39,0	2,45
	0708	13,0	32,0	14,0	2,04
	0802	37,0	28,0	13,0	2,01
	0909	23,0	12,0	19,0	2,12
	1004	10,0	16,0	16,0	2,15
	1112	7,0	21,0	23,0	3,50
	1209	26,0	48,0	33,0	2,84
	770113	42,0	86,0	26,0	4,27
	0208	21,0	67,0	12,0	3,12
	0308	33,0	74,0	50,0	3,06
	0420	32,0	69,0	41,0	3,18
<hr/>					
<u>Burkea-Oop</u>	760406	66,0	93,0	31,5	2,41
(15-30cm)	0504	135,0	34,5	16,5	2,60
	0611	24,0	37,5	18,0	2,64
	0708	43,5	42,0	16,5	1,67
	0802	18,0	18,0	19,5	1,61
	0909	25,5	10,5	15,0	2,01
	1004	18,0	21,0	10,5	2,35
	1112	28,5	19,5	22,5	3,05
	1209	27,0	40,5	28,5	2,51
	770113	21,0	73,5	18,0	3,79
	0208	19,5	72,0	12,0	3,06
	0308	18,0	15,0	4,5	3,00
	0420	20,0	10,5	15,0	2,01
<hr/>					

<u>Ochna</u>	760406	51,5	81,5	33,5	2,45
(0-5cm)	0504	20,5	32,0	39,5	2,12
	0611	11,5	39,5	29,5	2,20
	0708	18,0	23,5	22,0	2,06
	0802	19,0	9,0	23,5	2,13
	0909	24,5	9,5	14,0	2,15
	1004	17,0	13,5	12,5	2,09
	1112	16,5	13,0	21,5	3,51
	1209	28,5	35,5	32,0	4,98
	770113	75,5	220,0	36,5	5,34
	0208	34,5	145,0	21,0	4,83
	0308	46,0	205,0	28,5	4,79
	0420	37,5	96,0	24,5	3,57
<hr/>					
<u>Ochna</u>	760406	63,0	67,0	29,0	2,52
(5-15cm)	0504	73,0	58,0	38,0	2,43
	0611	20,0	81,0	24,0	2,69
	0708	25,0	27,0	39,0	2,14
	0802	27,0	12,0	27,0	1,92
	0909	18,0	13,0	26,0	2,06
	1004	16,0	17,0	13,0	1,96
	1112	11,0	14,0	17,0	3,29
	1209	29,0	36,0	39,0	4,19
	770113	54,0	17,0	28,0	3,69
	0208	37,0	54,0	38,0	3,10
	0308	38,0	109,0	36,0	2,89
	0420	33,0	84,0	37,0	2,08
<hr/>					

<u>Ochna</u>	760406	25,5	76,5	31,5	2,28
(15-30cm)	0504	6,5	30,0	28,5	2,61
	0611	33,5	24,0	25,5	2,74
	0708	15,0	39,0	42,0	1,29
	0802	6,0	18,0	39,0	1,59
	0909	12,0	13,5	24,0	1,78
	1004	18,0	6,0	18,0	1,79
	1112	27,0	10,5	9,0	3,47
	1209	22,5	21,0	27,5	3,13
	770113	52,5	61,5	25,5	2,98
	0208	43,5	64,5	24,0	2,67
	0308	21,0	31,5	22,5	2,78
	0420	28,5	32,5	17,0	2,12

Tabel B2. Die CO₂-produksie van grond op verskillende dieptes in ses subhabitats soos manometries bepaal oor 'n jaarperiode.

		CO ₂ -produksie ¹⁾ mg x 10 ⁻³ g ⁻¹ grond d ⁻¹												
		Datum van bepaling												
Subhabitat	Diepte (cm)	760406	760504	760611	760708	760802	760909	761004	761112	761209	770113	770209	770308	770420
<u>Burkea-Eragrostis</u>	0- 5	5,74	3,71	3,05	2,65	2,40	4,70	5,03	6,48	11,08	13,16	7,37	6,13	3,29
	5-15	2,18	1,87	1,71	1,47	1,04	1,14	0,88	5,07	4,95	4,73	4,52	2,89	1,97
	15-30	0,26	0,35	0,08	0,24	0,16	0,51	0,67	1,49	1,14	2,47	2,04	2,65	2,31
<u>Burkea-Oop</u>	0- 5	5,23	4,73	2,48	2,73	2,67	4,68	3,99	5,76	9,92	11,51	4,12	4,93	4,02
	5-15	1,43	0,51	1,39	1,32	1,06	1,24	1,14	3,46	9,66	5,24	2,69	1,22	1,08
	15-30	0,14	0,10	0,06	0,06	0,20	0,79	0,51	1,04	1,12	1,77	1,87	1,83	1,09
<u>Ochna</u>	0- 5	5,72	4,46	2,93	2,51	2,49	4,77	3,61	8,27	11,27	9,92	4,64	5,31	3,08
	5-15	1,65	1,45	1,21	1,24	1,32	0,74	4,67	7,64	5,03	2,14	2,44	2,97	
	15-30	0,16	0,14	0,20	0,18	0,12	0,16	0,31	1,67	1,47	1,65	1,85	2,06	2,04
<u>Oopte-Eragrostis</u>	0- 5	2,63	2,62	3,40	2,48	2,26	5,09	2,28	7,42	9,07	10,10	4,28	3,67	3,09
	5-15	1,41	1,55	0,45	0,12	1,45	1,75	0,26	2,04	5,79	4,42	2,63	2,47	2,29
	15-30	0,25	0,33	0,12	0,06	0,10	0,14	0,49	1,32	1,43	1,59	0,71	0,63	0,59
<u>Oopte-Digitaria</u>	0- 5	4,66	4,46	2,50	2,51	2,25	5,46	2,38	7,13	11,08	12,63	6,62	4,69	6,93
	5-15	1,40	1,51	0,30	0,26	1,46	0,94	1,24	3,04	5,46	7,05	5,15	3,87	4,16
	15-30	0,14	0,20	0,37	0,15	0,09	0,10	0,07	2,06	1,65	1,18	0,88	1,47	0,95
<u>Oopte-Oop</u>	0- 5	4,12	4,13	2,36	2,38	2,12	4,60	2,24	6,38	10,80	10,61	2,64	3,89	2,13
	5-15	1,55	1,40	0,26	0,16	1,08	0,88	0,35	3,87	3,61	2,71	1,92	2,95	1,48
	15-30	0,08	0,14	0,16	0,15	0,10	0,14	0,18	0,82	1,89	1,57	0,47	0,67	0,19

¹⁾ Gemiddeld van 'n duplikaatlesing.

Tabel B3. CO₂-produksie (mg CO₂m⁻²d⁻¹) in die Ochnahabitat soos in situ bepaal oor 'n jaarperiode

 CO₂-produksie deur

Datum	Onversteurde gebied	Gesifte grond	Strooisel	Wortels en risosfeer	Invertebrate
760405	670 ^a	168	276	226	0
	45 ^b	73	50	29	11
760504	1624	528	193	753	150
	331	134	63	34	18
760611	1287	493	448	120	226
	218	65	104	50	34
760708	587	128	360	45	54
	123	38	58	26	12
760802	176	94	81	0	0
	42	11	17	16	9
760909	174	80	50	44	0
	56	15	19	19	14
761004	490	106	113	102	169
	172	17	51	27	16
761112	3612	2131	1151	196	134
	512	804	107	18	21
761209	6436	3231	2093	558	554
	988	631	132	150	124
770113	6836	2859	1790	1573	614
	1054	457	216	144	117
770209	3575	1005	754	1167	549
	325	201	139	162	94
770308	3792	1838	1124	583	144
	640	341	156	102	26
770420	2710	1050	1284	263	113
	332	122	124	52	35

^a Gemiddeld en

^b Standaardafwyking van 10 replikate

Tabel B4. CO₂-produksie in die Oophabitat soos in situ bepaal.

 CO₂-produksie (mg m⁻²d⁻¹) deur

Datum	Onversteurde gebied	Gesifte grond	Strooisel	Wortels en risosfeer	Invertebrate
760406	803 ^a	319	309	98	67
	42 ^b	26	39	26	21
760504	944	295	540	100	9
	109	54	47	15	14
760611	958	298	623	37	0
	63	16	51	16	11
760708	611	308	185	118	0
	31	24	32	28	14
760802	226	104	65	36	21
	31	18	17	17	6
760909	238	120	91	27	0
	46	15	18	31	9
761004	525	119	158	140	108
	57	20	29	28	17
761112	3291	1433	811	929	116
	864	363	49	104	23
761209	4067	2220	529	1234	84
	849	737	51	162	19
770113	4367	2026	493	1553	295
	572	597	71	208	43
770209	2670	868	680	1074	58
	226	233	105	129	20
770308	3171	1462	534	804	371
	849	215	97	67	45
770420	2387	943	717	664	63
	738	297	148	103	16

^aGemiddeld en

^bstandaardafwyking van 10 replikate

Tabel B5. CO₂-produksie (mg CO₂m⁻²d⁻¹) in die Burkeahabitat soos in situ bepaal oor 'n jaarperiode.

Datum	CO ₂ -produksie deur				
	Onversteurde gebied	Gesifte grond	Strooisel	Wortels en risosfeer	Invertebrate
760406	2119 ^a	670	1050	185	214
	254 ^b	120	159	23	24
760504	2358	989	911	260	198
	288	189	127	68	18
760611	1707	833	745	112	17
	112	109	142	41	9
760708	413	119	245	49	0
	159	23	72	12	12
760802	241	119	113	9	0
	29	21	22	14	7
760909	292	260	25	0	49
	42	17	24	10	16
761004	421	150	183	78	0
	40	12	19	22	11
761112	4010	2098	140	514	258
	1168	502	68	101	21
761209	6530	3016	1020	1905	589
	463	541	238	374	64
770113	7138	3023	1628	2105	382
	572	534	295	149	37
770209	3263	1839	704	460	260
	1118	313	198	93	28
770308	3487	2068	469	738	212
	1583	944	119	118	63
770420	3263	1839	554	460	410
	322	651	154	110	81

^a Gemiddeld en ^b standaardafwyking van 10 replikate.

Tabel B6. Die ATP-inhoud van grond in ses verskillende subhabitats en drie dieptes oor 'n jaarperiode.

Subhabitat	Diepte (cm)	ATP-inhoud (fg ATP x 10 ⁶ g ⁻¹ grond) ¹⁾												
		Datum van bepaling												
		760406	760504	760611	760708	760802	760909	761004	761126	761209	770113	770209	770308	770420
<u>Burkea-Eragrostis</u>	0- 5	4,08	2,60	1,84	0,64	0,70	1,10	7,40	14,20	15,10	12,90	11,50	13,27	6,15
	5-15	0,80	0,82	0,40	0,21	0,25	0,26	0,34	6,10	13,30	7,60	6,20	3,01	2,14
	15-30	0,08	0,12	0,14	0,06	0,23	0,20	0,58	1,80	1,30	3,40	3,38	2,61	2,47
<u>Burkea-Oop</u>	0- 5	1,11	1,66	0,83	0,97	0,89	1,17	6,30	11,80	10,70	9,55	9,72	7,06	6,14
	5-15	0,87	0,81	0,48	0,15	0,19	0,32	0,90	5,30	6,50	3,99	5,48	2,49	2,75
	15-30	0,22	0,19	0,11	0,09	0,17	0,09	0,61	1,56	0,43	2,78	3,64	2,57	1,34
<u>Ochna</u>	0- 5	2,26	0,81	1,10	0,67	0,63	1,30	4,79	10,10	11,80	9,89	8,10	9,20	4,16
	5-15	0,88	0,65	0,60	0,24	0,31	0,70	0,45	7,40	9,60	2,99	4,41	3,14	3,08
	15-30	0,07	0,14	0,25	0,08	0,13	0,31	0,53	1,60	1,82	2,60	2,03	2,59	1,98
<u>Oopte-Eragrostis</u>	0- 5	1,20	0,88	1,29	0,53	0,71	1,13	0,50	11,20	10,30	9,25	7,81	5,90	4,82
	5-15	0,31	0,43	0,62	0,18	0,44	0,24	0,41	3,50	7,40	2,65	3,56	2,04	1,87
	15-30	0,45	0,33	0,15	0,05	0,16	0,18	0,47	2,00	1,90	1,80	0,99	1,05	1,10
<u>Oopte-Digitaria</u>	0- 5	1,04	0,84	0,89	0,62	0,44	1,90	0,53	12,80	14,90	7,84	8,10	7,31	6,25
	5-15	0,86	0,39	0,45	0,34	0,32	0,16	0,45	4,70	6,00	3,01	4,84	5,95	3,72
	15-30	0,18	0,07	0,30	0,15	0,23	0,09	0,15	2,40	2,70	1,89	1,12	1,82	1,46
<u>Oopte-Oop</u>	0- 5	0,37	0,52	0,63	0,47	0,64	1,10	0,45	10,90	6,40	7,01	5,80	4,16	2,04
	5-15	0,39	0,23	0,20	0,21	0,46	0,29	0,42	4,80	7,80	3,24	3,87	3,23	2,06
	15-30	0,22	0,14	0,12	0,10	0,11	0,20	0,27	1,42	1,80	1,86	0,96	1,08	0,27

¹⁾ Gemiddeld van 'n duplikaat essafering

Tabel B7. Regressie-analise van mikrobe—parameters in die grondhabitat.¹⁾

Veranderlikes		R ²	SE	DF	F	Afhanklike veranderlikes				Konstant
Afhanklike	Onafhanklike					B	β	Sd B	F	
1. ATP	MOI	0,59	2,38	2/213	150**	2,61	0,67	0,06	128**	-6,06
	TEM					0,07	0,13	0,06	4,65*	
2. COW	MOI	0,44	1,07	2/213	84**	0,93	0,62	0,07	80**	-1,44
	TEM					0,02	0,07	0,07	1,02	
3. ACT	MOI	0,27	3,42	2/213	40**	2,68	0,64	0,08	66**	-1,04
	TEM					-0,13	-0,21	0,08	6,99*	
4. BAC	MOI	0,18	11,77	2/213	26**	5,74	0,42	0,08	26**	-6,90
	TEM					0,01	0,005	0,08	0,003	
5. FUN	MOI	0,16	1,61	2/213	19,9**	0,97	0,53	0,09	39**	1,87
	TEM					-0,08	-0,29	0,09	11,93*	
6. ATP	COW	0,75	1,86	2/213	315**	1,43	0,55	0,05	145**	-3,47
	MOI					1,52	0,39	0,05	73**	

- 117 -

** p' ≤ 0,001

* p' ≤ 0,025

Sien Tabel B14 vir eenhede en afkorting.

Tabel B8. Regressie-analise van mikrobeparameters in die Oop, 0-5cm subhabitat. ¹⁾

Veranderlikes	R ²	SE	DF	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante
					B	β	Sd B	F	
Afhanklike:COIS									
Onafhanklikes :-									
a. 1. MOI	0,80	330	1/37	150	586	0,90	47,9	150	-780
2. MOI	0,85	289	2/36	104	380	0,58	72,2	28	-496
ATP					68	0,39	19,2	12	
3. MOI	0,86	286	3/35	71	334	0,51	80,1	17	-456
ATP					71	0,41	19,3	14	
BAC					1,2	0,10	0,9	1,64	
F ≤ 1: FUN, ACT, TEM									
b. 1. COW	0,69	413	1/37	82	204	0,83	22,5	82	-187
2. COW	0,77	360	2/36	60	182	0,74	20,6	77	-289
BAC					3,5	0,30	1,0	13	
3. COW	0,86	284	3/35	73	100	0,41	23,5	18	-176
BAC					2,7	0,23	0,8	11	
ATP					82	0,47	17,0	23	
4. COW	0,87	279	4/34	57	60	0,24	36,2	2,76	-359
BAC					1,8	0,16	1,0	3,60	

	ATP				70	0,40	18,8	13,60			
	MOI				177	0,27	122,3	2,10			
F ≤ 1: FUN, ACT, TEM											
c.	1.	COIT	0,96	153	1/37	833	0,49	0,98	0,02	833	-101
	2.	COIT	0,96	152	2/36	424	0,45	0,89	0,04	139	
		MOI				62	0,09	50	1,57	-190	
Afhanlikes: COW											
Onafhanlikes :-											
a.	1.	ATP	0,57	1,99	1/37	48	0,53	0,75	0,08	48	2,70
	2.	ATP	0,78	1,42	2/36	65	0,07	0,10	0,09	0,52	
		MOI					2,14	0,80	0,36	36	-1,21
F ≤ 1: TEM											
b.	1.	MOI	0,78	1,41	1/37	131	2,35	0,88	0,21	131	-1,50
	2.	MOI	0,79	1,41	2/36	67	2,23	0,84	0,23	94	
		TEM					0,06	0,10	0,05	1,39	-2,78
F ≤ 1: ATP											
c.	1.	ACT	0,19	2,71	1/37	8,75	0,12	0,44	0,04	8,75	2,88
	2.	ACT	0,37	2,42	2/36	10,66	0,22	0,84	0,05	21	
		FUN					-0,22	-0,58	0,07	10,36	5,00
F ≤ 1: BAC											
Afhanlike: ATP											
Onafhanlikes :-											
a.	1.	BAC	0,13	3,96	1/37	5,68	0,025	0,37	0,010	5,68	2,61
	2.	BAC	0,17	3,93	2/36	3,63	0,019	0,28	0,011	2,79	

Afhanklike:COW

Onafhanklikes :-

a. 1.	ATP	0,63	1,06	1/37	64	0,62	0,80	0,08	64	0,87
2.	ATP	0,78	0,84	2/36	62	0,30	0,39	0,09	11,42	
	MOI					1,40	0,55	0,30	23	-2,14

F ≤ 1:TEM

b. 1.	MOI	0,70	0,96	1/37	88	2,13	0,84	0,23	88	-3,41
2.	MOI	0,75	0,90	2/36	53	1,94	0,76	0,23	72	
	TEM					0,08	0,22	0,03	5,85	-4,92
3.	MOI	0,78	0,85	3/35	41	1,45	0,57	0,30	23	
	TEM					0,03	0,08	0,04	0,55	
	ATP					0,26	0,33	0,11	5,28	-2,88

c. 1.	BAC	0,04	1,73	1/37	1,44	0,013	0,19	0,011	1,438	1,71
-------	-----	------	------	------	------	-------	------	-------	-------	------

F ≤ 1:ACT, FUN

Afhanklike:ATP

Onafhanklikes :-

a. 1.	BAC	0,03	2,23	1/37	1,02	0,015	0,16	0,014	1,02	1,60
2.	BAC	0,05	2,23	2/36	1,02	0,023	0,26	0,02	1,89	
	ACT					-0,033	-0,19	0,03	1,02	1,94

F ≤ 1:FUN

1) Sien Tabel B14 vir eenhede en afkortings.

Tabel B9. Regressie-analise van mikrobeparameters in die Oop 5-15cm subhabitat 1).

Veranderlikes	R ²	SE	DF	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante
					B	β	sd B	F	
Afhanklike:COIS									
Onafhanklikes:-									
a. 1. ATP	0,74	376	1/37	107	283	0,86	27,4	107	215
2. ATP	0,82	321	2/36	80	186	0,57	34,3	29	
MOI					430	0,40	112,2	15	-709
3. ATP	0,82	321	3/35	54	194	0,59	35,1	31	
MOI					373	0,35	124,0	9	
BAC					2,5	0,09	2,3	1,15	-663
4. ATP	0,83	316	4/34	43	161	0,49	41,5	15	
MOI					382	0,36	122,2	10	
BAC					3,7	0,13	2,4	2,27	
TEM					21,5	0,14	14,9	2,10	-1209
5. ATP	0,84	313	5/33	35	140	0,43	44,2	10	
MOI					251	0,23	157,9	2,52	
BAC					4,3	0,15	2,5	3,05	
TEM					20,5	0,14	14,8	1,93	
COW					82,2	0,20	63,4	1,68	-994

b. 1.	COW	0,68	419	1/37	79	348	0,83	39	78	54
2.	COW	0,71	402	2/36	45	348	0,83	38	86	
	FUN					11,4	0,19	5,5	4,31	-204
3.	COW	0,73	396	3/35	32	337	0,80	38	79	
	FUN					9,3	0,15	5,6	2,74	
	BAC					3,8	0,13	2,7	1,96	-264
4.	COW	0,75	390	4/34	25	335	0,80	37	81	
	FUN					11,3	0,19	5,71	3,98	
	BAC					5,7	0,20	2,97	3,71	
	ACT					-8,6	-0,15	5,85	2,17	-210
5.	COW	0,83	324	5/33	32	165	0,39	52	10	
	FUN					6,2	0,10	4,92	1,57	
	BAC					4,8	0,17	2,48	3,81	
	ACT					-3,05	-0,05	5,05	0,36	
	ATP					167	0,51	41	16	-148
6.	COW	0,84	321	6/32	28	165	0,39	52	10	
	FUN					5,8	0,09	4,89	1,41	
	BAC					6,2	0,21	2,69	5,25	
	ACT					-3,9	-0,08	5,05	0,58	
	ATP					139	0,42	47	8,77	

	TEM				18,8	0,12	15,3	1,50	-592	
7.	COW	0,85	318	7/31	24	105	0,25	69	2,32	
	FUN					4,42	0,07	4,95	0,80	
	BAC					4,70	0,16	2,88	0,67	
	ACT					-2,97	-0,05	5,05	0,35	
	ATP					129	0,39	47	7,61	
	TEM					20,2	0,13	15,2	1,77	
	MOI					215	0,20	165	1,70	-979
c. 1.	ATP	0,74	376	1/37	107	283	0,86	27	107	215
2.	ATP	0,82	321	2/36	80	186	0,57	34	29	
	MOI					430	0,40	112	15	-709
3.	ATP	0,82	321	3/35	54	166	0,51	39	18	
	MOI					336	0,31	143	5,53	
	COW					67	0,16	63	1,12	-565
4.	ATP	0,33	317	4/34	42	170	0,52	39	19	
	MOI					234	0,22	160	2,16	
	COW					87	0,21	64	1,83	
	BAC					3,22	0,11	2,36	1,86	-464
5.	Sien (a)5									
d.	COIT	0,96	153	1/37	834	0,49	0,98	0,02	834	-101
	F ≤ I:MOI, TEM									
e. 1.	MOI	0,67	427	1/37	74	876	0,82	102	74	-1483
2.	MOI	0,75	377	2/36	53	761	0,71	86	63	
	TEM					46	0,30	14	11	-2365

Tabel B 10. Regressie-analise van mikrobeparameters in die Oop 15-30cm subhabitat.

Veranderlikes	R ²	SE	DF	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante
					B	β	sd B	F	
Afhanklike: COIS									
Onafhanklikes:-									
a. 1. ATP	0,85	291	1/37	204	854	0,92	60	204	114
2. ATP	0,87	274	2/36	118	685	0,74	91	57	
MOI					284	0,23	119	5,65	-463
3. ATP	0,87	273	3/35	79	468	0,50	221	4,49	
MOI					291	0,24	119	5,96	
COW					290	0,24	269	1,16	-481
4. ATP	0,88	273	4/34	60	417	0,45	225	3,43	
MOI					339	0,28	127	7,11	
COW					305	0,25	269	1,29	
ACT					-3,8	-0,07	3,5	1,14	-490
F ≤ I: BAC, FUN, TEM									
b. 1. COW	0,81	323	1/37	158	1097	0,90	87	158	145
2. COW	0,86	286	2/36	106	810	0,67	116	49	
MOI					386	0,32	116	11	-653
3. COW	0,86	282	3/35	74	753	0,62	121	39	

	MOI				437	0,36	120	13		
	ACT				-5,1	-0,10	3,6	2,08	-641	
c. 1.	COIT	0,97	137	2/36	524	0,58	1,15	0,03	356	
	MOI				-244	-0,20	78	10	351	
F ≤ I:TEM										
d. 1.	MOI	0,66	434	1/37	71	990	0,81	118	71	-1683
	2. MOI	0,69	416	2/36	41	768	0,63	156	24	
	TEM				43	0,26	21	4,22	-2066	
Afhanklike: COW										
Onafhanklikes:-										
a. 1.	ATP	0,92	0,17	1/37	453	0,73	0,96	0,03	453	0,009
	2. ATP	0,93	0,17	2/36	228	0,78	1,107	0,05	222	
	TEM					-0,01	-0,07	0,01	1,19	0,194
F ≤ I:MOI										
b. 1.	MOI	0,55	0,41	1/37	46	0,75	0,74	0,11	46	-1,27
	2. MOI	0,61	0,38	2/36	28	0,51	0,51	0,14	12,59	
	TEM					0,45	0,34	0,02	5,52	
	3. MOI	0,93	0,17	3/35	148	-0,006	-0,006	0,076	0,007	
	TEM					-0,010	-0,072	0,010	1,037	
	ATP					0,778	1,021	0,063	151	0,203
c.										
F ≤ I:ACT, BAC, FUN										
Afhanklike ATP										
a. 1.	ACT	0,03	0,74	1/37	1,17	-0,10	-0,18	0,01	1,17	1,03
	2. ACT	0,07	0,78	2/36	1,25	-0,02	-0,27	0,01	2,19	

Tabel B11. Regressie-analise van mikrobeparameters in die Boom, 0-5cm subhabitat¹⁾

Veranderlikes	R ²	SE	DF	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante
					B	β	sd B	F	
Afhanglike: COIS									
Onafhanklike(s):-									
a. 1. MOI	0,84	433	1/37	191	757	0,92	55	191	-1379
2. MOI	0,5	426	2/36	99	611	0,74	113	29	
ATP					45	0,20	31	2,18	-1134
3. MOI	0,88	378	3/35	88	515	0,62	105	24	
ATP					18,3	0,08	28,3	0,42	
COW					109	0,30	33	10,63	-1242
4. MOI	0,91	341	4/34	83	440	0,53	97	20	
ATP					24,6	0,11	25,6	0,92	
COW					119	0,32	31	15	
FUN					19,1	0,17	6,3	9,05	-1551
5. MOI	0,92	321	5/33	78	560	0,68	105	28	
ATP					23,7	0,11	24,1	0,97	
COW					88	0,24	32	7,70	
FUN					26,7	0,23	6,8	15,41	
BAC					-2,1	-0,18	0,9	5,43	-1820

6.	MOI	0,92	316	6/32		600	0,73	107	31	
	ATP					13,2	0,06	24,9	0,28	
	COW					107	0,29	34	9,91	
	FUN					25,5	0,22	6,8	14,29	
	BAC					-1,8	-0,15	0,9	4,16	
	ACT					-3,6	-0,09	2,6	2,00	-1881
7.	MOI	0,93	308	7/31	60	580	0,70	105	31	
	ATP					35,5	0,16	27,6	1,66	
	COW					122	0,33	34	12,63	
	FUN					25,2	0,22	6,6	14,80	
	BAC					-1,8	-0,15	0,9	4,13	
	ACT					-5,3	-0,14	2,7	3,86	
	TEM					-27,8	-0,13	16,5	2,82	-1252
b. 1.	COW	0,67	613	1/37	76	303	0,82	35	76	- 411
2.	COW	0,75	543	2/36	54	287	0,78	31	85	
	BAC					3,3	0,28	1,0	11,17	- 575
3.	COW	0,77	525	3/35	40	285	0,77	30	90	
	BAC					2,2	0,18	1,1	3,63	
	FUN					20,8	0,18	11,0	3,56	- 996
4.	COW	0,92	321	4/34	95	95	0,26	31	9,69	
	BAC					-2,1	-0,17	0,9	5,51	
	FUN					26,3	0,22	6,8	14,99	
	MOI					625	0,76	81	59	-1940
5.	COW	0,92	313	5/33	81	113	0,31	31	12,74	
	BAC					1,8	-0,15	0,9	4,17	

	FUN				25,1	0,22	6,6	14,34		
	MOI				638	0,77	79	65		
	ACT				-4,0	-0,11	2,4	2,77	-1949	
6.	COW	0,96	311	6/32	68	129	0,35	34	14,28	
	BAC				-1,7	-0,15	0,9	3,94		
	FUN				24,6	0,21	6,6	13,96		
	MOI				666	0,80	82	65		
	ACT				-5,5	-0,14	2,7	4,16		
	TEM				-17,6	-0,08	14,6	1,44	-1622	
c. 1.	MOI	0,88	375	2/36	133	564	0,68	71	62	
	COW				116	0,31	32	13,18	-1339	
2.	MOI	0,91	341	3/35	341	508	0,61	67	57	
	COW				127	0,34	29	19,06		
	FUN				18,6	0,16	6,3	8,66	-1672	
d. 1.	COIT	0,95	252	1/37	632	0,47	0,97	0,02	632	4,77
2.	COIT	0,95	236	2/36	365	0,37	0,78	0,04	88	
	MOI				174	0,21	69	6,4	- 356	
3.	COIT	0,96	232	3/35	251	0,38	0,79	0,04	92	
	MOI				144	0,17	71	4,09		
	TEM				13,5	0,06	9,4	2,06	- 602	
e. 1.	MOI	0,84	433	1/37	433	757	0,92	55	191	-1379
	F ≤ 1: TEM									

Afhanklike: COW

Onafhanklikes:-

a. 1.	ATP	0,56	1,93	1/37	47	0,45	0,75	0,07	47	2,80
-------	-----	------	------	------	----	------	------	------	----	------

2.	ATP	0,59	1,88	2/36	26	0,25	0,40	0,14	3,29	
	MOI					0,87	0,39	0,50	3,06	0,99
F ≤ 1: TEM										
b. 1.	MOI	0,55	1,94	1/37	46	1,67	0,75	0,25	46	-0,34
2.	MOI	0,59	1,89	2/36	26	1,40	0,63	0,29	24	
	TEM					0,13	0,21	0,08	2,82	-2,73
3.	MOI	0,60	1,89	3/35	17,41	0,97	0,43	0,52	3,51	
	TEM					0,07	0,12	0,09	0,60	
	ATP					0,17	0,28	0,17	1,04	-0,78
c.	ACT	0,36	2,33	1/37	20,45	0,062	0,60	0,014	20,45	3,46
F ≤ 1: BAC, FUN										
Afhanklike: ATP										
Onafhanklikes:										
a. 1.	ACT	0,20	4,29	1/37	9,27	0,077	0,45	0,025	9,27	3,35
2.	ACT	0,28	4,13	2/36	6,93	0,060	0,35	0,026	5,43	
	BAC					0,015	0,30	0,008	3,88	2,69

1) Sien Tabel B14 vir eenhede en afkortings

Tabel B12. Regressie-analise van mikrobeparameters in die Boom, 5-15cm subhabitat ¹⁾

Veranderlikes	R ²	SE	DF	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante
					B	β	sd B	F	
a. 1. MOI	0,78	508	1/37	128	1411	0,88	125	128	-2658
2. MOI	0,88	377	2/36	132	936	0,58	126	55	
ATP					150	0,44	27	31	-1756
3. MOI	0,90	344	3/35	108	835	0,52	120	48	
ATP					95	0,28	31	9,43	
COW					134	0,26	47	8,14	-1674
4. MOI	0,91	333	4/34	88	776	0,48	120	42	
ATP					98	0,29	30	10,67	
COW					134	0,26	45	8,71	
FUN					10,5	0,10	5,7	3,45	-1804
5. MOI	0,91	333	5/33	71	745	0,47	124	36	
ATP					97	0,28	30	10,38	
COW					141	0,30	46	9,48	
FUN					9,8	0,09	5,7	2,94	
BAC					1,7	0,06	1,6	1,10	-1801

F ≤ 1: TEM, ACT

b. 1.	COW	0,68	609	1/37	78	430	0,82	49	78	124
2.	COW	0,72	576	2/36	46	423	0,81	46	84	
	BAC					6,1	0,20	2,6	5,33	- 177
3.	COW	0,75	555	3/35	35	408	0,78	45	81	
	BAC					5,1	0,17	2,6	3,93	
	FUN					17,9	0,17	9,3	3,70	- 572
4.	COW	0,76	553	4/34	26	399	0,76	46	76	
	BAC					3,7	0,12	2,8	1,68	
	FUN					18,9	0,18	9,3	4,14	
	ACT					2,8	0,11	2,4	1,35	- 607
5.	COW	0,89	376	5/33	53	228	0,44	41	30	
	BAC					2,5	0,08	1,9	1,57	
	FUN					7,9	0,07	6,6	1,42	
	ACT					-1,3	-0,05	1,8	0,57	
	MOI					909	0,57	144	40	-2149
6.	COW	0,92	335	6/32	58	139	0,27	46	9,04	
	BAC					2,1	0,07	1,7	1,46	
	FUN					9,1	0,09	5,9	2,40	
	ACT					-1,0	-0,04	1,6	0,43	
	MOI					778	0,49	135	33	
	ATP					95	0,28	30	9,90	-1846
F ≤ 1:	TEM									
c. 1.	MOI	0,80	492	2/36	70	1293	0,81	136	90	
	TEM					35	0,16	19	3,51	-3235

Afhanklike: COW

Onafhanklikes:-

a. 1.	ATP	0,62	1,26	1/37	61	0,51	0,79	0,07	61	1,16
2.	ATP	0,65	1,22	2/36	34	0,41	0,62	0,09	22	
	MOI					0,75	0,24	0,41	3,37	-0,61

F ≤ 1: TEM

b. 1.	MOI	0,44	1,53	1/37	30	2,04	0,67	0,38	30	-3,06
2.	MOI	0,50	1,47	2/36	18,22	1,65	0,54	0,41	16,47	
	TEM					0,12	0,28	0,06	4,31	-4,96
3.	MOI	0,67	1,24	3/35	22,18	0,74	0,24	0,41	3,16	
	TEM					0,019	0,04	0,05	0,13	
	ATP					0,39	0,60	0,10	15,46	-1,02

c. 1.	FUN	0,03	2,02	1/37	1,24	0,04	0,18	0,03	1,24	1,58
2.	FUN	0,06	2,02	2/36	1,14	0,04	0,18	0,03	1,18	
	ACT					0,01	0,16	0,01	1,04	1,30

F 1: BAC

Afhanklike: ATP

Onafhanklikes:-

a. 1.	ACT	0,04	3,08	1/37	1,55	0,01	0,20	0,01	1,55	2,16
-------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

F ≤ 1: FUN, BAC

1) Sien Tabel B14 vir eenhede en afkortings

Tabel B13. Regressie-analise van mikrobeparameters in die Boom, 15-30cm subhabitat ¹⁾.

Verandelikes	R ²	SE	DF	F	Veranderlikes in die vergelyking				Konstante
					B	β	sd B	F	
a. 1. MOI	0,57	703	1/37	49	1302	0,76	186	49	-2001
2. MOI	0,67	629	2/36	36	907	0,53	207	19	
TEM					91	0,38	28	10,27	-3019
3. MOI	0,70	601	3/35	28	691	0,40	223	9,57	
TEM					64	0,27	30	4,63	
ATP					261	0,29	125	4,37	-2198
4. MOI	0,71	598	4/34	21	738	0,43	226	10,73	
TEM					47	0,20	33	2,10	
ATP					2,29	0,01	2,49	0,01	
COW					425	0,33	356	1,42	-2057
F ≤ 1: ACT, BAC, FUN									
b. 1. COW	0,55	717	1/37	46	946	0,74	140	46	328
COW	0,57	709	2/36	24	948	0,75	138	47	
BAC					5,6	0,15	4,1	1,85	102
3. COW	0,70	607	3/35	27	576	0,45	155	13,90	

	BAC					0,4	0,01	3,8	0,01	
	MOI					817	0,47	218	14,01	-1364
4.	COW	0,72	596	4/34	22	435	0,34	178	6,01	
	BAC					1,6	0,04	3,8	0,18	
	MOI					700	0,41	228	9,48	
	TEM					50	0,21	33	2,34	-2095

F ≤ 1 ACT, FUN, ATP

Afhanklike: COW

Onafhanklikes:-

a. 1.	ATP	0,87	0,31	1/37	246	0,67	0,93	0,04	246	0,19
2.	ATP	0,89	0,28	2/36	145	0,58	0,81	0,05	123	
	TEM					0,03	0,19	0,01	6,72	-0,48
3.	ATP	0,89	0,28	3/36	98	0,61	0,85	0,06	107	
	TEM					0,04	0,21	0,01	7,79	
	MOI					-0,11	-0,08	0,11	1,14	-0,33
b. 1.	TEM	0,51	0,59	1/37	39	0,13	0,72	0,02	39	-1,98
2.	TEM	0,57	0,56	2/36	24	0,10	0,54	0,03	15,90	
	MOI					0,39	0,29	0,18	4,50	-2,25
c. 1.	FUN	0,06	0,82	1/37	2,25	0,01	0,24	0,01	2,25	0,71

F ≤ 1: BAC, ACT

Afhanklike : ATP

Onafhanklik:

a. 1.	FUN	0,08	1,13	1/37	3,15	0,02	0,28	0,01	3,15	0,74
-------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

F ≤ 1: BAC, ACT

c. 1.	MOI	0,70	599	2/36	41	826	0,48	200	16,99	
	COW					527	0,45	148	14,98	-1365
2.	MOI	0,72	589	3/35	29	739	0,43	205	12,94	
	COW					428	0,34	175	6,01	
	TEM					47	0,20	32	2,23	-2058
d. 1.	COIT	0,95	239	2/36	355	0,43	0,90	0,02	347	
	TEM					25,1	0,11	11,4	4,86	- 467
F ≤ 1:	MOI									

1) Sien Tabel B14 vir eenhede en afkortings

Tabel B14. Eenhede en afkortings van parameters.

Afkorting	Parameter	Eenhede
ACT	Propaguletelling van aktinomisete	telling x $10^{10} m^{-2}$
ATP	ATP - inhoud	fgATP x $10^6 g^{-1}$ oo droë grond
BAC	Propaguletelling van bakterieë	telling x $10^{10} m^{-2}$
COIL	CO ₂ -produksie <u>in situ</u> deur strooiselmikrobes	mg CO ₂ m ⁻² d ⁻¹
COIR	CO ₂ -produksie <u>in situ</u> deur wortels en risosfeermikrobes	mg CO ₂ m ⁻² d ⁻¹
COIS	CO ₂ -produksie <u>in situ</u> deur grondmikrobes	mg CO ₂ m ⁻² d ⁻¹
COIT	Totale CO ₂ -produksie <u>in situ</u>	mg CO ₂ m ⁻² d ⁻¹
COW	CO ₂ -produksie (manometrie) van gesifte grond	mg CO ₂ x $10^{-3} g^{-1}$ oonddroë grond d ⁻¹
COW*	CO ₂ -produksie (manometrie) van gesifte grond	mg CO ₂ m ⁻² d ⁻¹
FUN	Propaguletelling van fungi	telling x $10^8 m^{-2}$
MOI	Voginhoud op gronddiepte van toepassing	% op droëmassa-basis
TEM	Grondtemperatuur op diepte van toepassing	°C
ΔMOI	Verandering van voginhoud	% op droëmassa-basis

Groeitempo van 'n mikrobe-populasie - 'n voorbeeld

Die relevante data wat verskaf is, en die formules (p 67-69) word vervolgens gebruik in die berekening van die generasietempo van 'n mikrobe-populasie. Tabel 24 is 'n opsomming van die finale resultate. As 'n voorbeeld vir die berekeninge word die volgende data gebruik:

$$\text{Onderhoudskoëffisiënt (a)} = \frac{0,001 \text{ g substraat g}^{-1}}{\text{biomassa h}^{-1}}$$

$$\text{Opbrengskoëffisiënt (y)} = \frac{0,25 \text{ g biomassa}}{\text{g}^{-1} \text{ substraat}}$$

$$\text{Selbiomassa (x)} = 2 \text{ gm}^{-2}$$

$$\text{Substraat invoer (S}_T) = 217 \text{ gm}^{-2} \text{ j}^{-1}$$

$$\text{Tyd (t)} = 365 \times 24 \text{ h}^{-1}$$

Gebruik formule (1) om die onderhoudsubstraat (s) te bereken,

$$\begin{aligned} \text{d.i. } s &= \frac{ax}{y} t \\ &= 70 \text{ g substraat m}^{-2} \text{ j}^{-1} \end{aligned}$$

Die substraat beskikbaar vir groei (S_g) is dus (217-70) gm⁻² j⁻¹

(Formule 2)

Formule (3) kan verwerk word tot $R = \frac{S_g Y}{x(1-y)}$ waar R die

generasietempo is.

$$\begin{aligned} R &= \frac{147 \times 0,25}{2(1-0,25)} \text{ generasies j}^{-1} \\ &= 25 \text{ generasies j}^{-1} \end{aligned}$$

die gemiddelde verdubbelingstyd is dus $\frac{365 \times 24}{25}$ uur of 350 uur