

19 aug. 1964

Verslagen V-150  
(R III-288-1964)

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Temperatuurwaarnemingen aan generatieve plantedelen  
van appel en peer

door

Ir. R. F. Fisscher

551.586:635

De Bilt, februari 1964.

Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt

## Temperatuurwaarnemingen aan generatieve plantedelen van appel en peer

### Inleiding

In het voorjaar van 1962 en 1963 werden tijdens de bloei van appel en peer in de boomgaard van ons Instituut gedurende enkele nachten temperaturen van omhoog gerichte knoppen, open bloemen en vruchtbeginsels resp. zeer jonge vruchtjes\* met behulp van thermokoppels gemeten.

De metingen maakten geen deel uit van een bepaald, vast omlinjd programma van onderzoek. Het was daarom niet mogelijk te allen tijde over een registreer-apparaat (Brown-recorder) te beschikken. Dientengevolge konden slechts incidentele metingen worden gedaan. Ook het plan om tijdens het optreden van nachtvorst te meten kon om dezelfde reden niet worden gerealiseerd. Een ander gevolg was dat de bomen doorgaans reeds vol in blad stonden, toen met de metingen werd begonnen.

De resultaten van het tot dusver nog slechts zeer geringe aantal metingen, die in het hierna volgende zullen worden vermeld, geven daarom slechts een voorlopige indruk. Het is n.l. voorshands niet mogelijk om uit te maken of de gevonden temperatuurverschillen alle reëel dan wel slechts aan toeval zijn toe te schrijven.

### Plaats en wijze van waarnemen

Teneinde de natuurlijke omstandigheden niet te verstoren, werd niet aan afgesneden bloesemtakken gemeten, doch in de boom zelf. Voor dit doel werd een exemplaar van het appelras Golden Delicious resp. van het pereras Conférence uitgezocht (in bijgaande situatietekening met een x aangegeven).

De appel- en perebomen in de boomgaard zijn in het algemeen 3-3½ m hoog en staan in ongeveer N-Z gerichte rijen. De afstand tussen de rijen zowel als in de rij bedraagt 2½ m. De boomvorm is een z.g. vrije haagbeplanting aan palen en draad, waarbij de gesteltakken waar nodig in de rijrichting zijn uitgebogen.

De bij de metingen gebruikte thermokoppels waren samengesteld uit koper en constantaan; de eigenlijke meetelementen hadden een draaddikte van 0.07 mm.

Voor het meten van de temperatuur van de open bloem werd de meetlas eenvoudig van bovenin tussen de meeldraden geplaatst. Met betrekking tot de knop werd voor hetzelfde doel de las er van boven af, door de nog gesloten kroonbladen heen, ingebracht. De temperatuur van het inwendige van het vruchtbeginsel resp. het zeer jonge vruchtje werd gemeten door de las er zijdelings in

\* Men spreekt van vruchtje, wanneer de vruchtzetting reeds heeft plaatsgehad, onder de laatste wordt dan verstaan het zichtbaar worden van de groei van het vruchtbeginsel.

te steken tot aan de plaats, waar de zaadknopjes zich ongeveer bevinden. De koude las van de thermokoppels bevond zich op 1 m diepte in de grond.

### De resultaten van de metingen

De op de vorenbeschreven wijze gemeten temperaturen zijn weergegeven in de figuren 1 t/m 4, die betrekking hebben op een viertal nachten, t.w. twee tijdens de bloei in 1962 en twee in de bloeiperiode van 1963.

In de grafieken zijn de gemiddelde temperatuurwaarden van de eerste tien minuten van elk half uur uitgezet. Een uitzondering vormen de grafieken 2a en 2b, waarin de gemiddelde temperaturen van elke 10 minuten zijn weergegeven. Tevens zijn daarin, om het uur, de hut-temperaturen opgenomen, ontleend aan de uurwaarnemingen uit de tabellen code 60. Deze temperaturen zijn, waar nodig, aangepast aan de in de grafieken gebruikte tijd. De door de Brown-recorder op de papierstrook geregistreerde temperaturen zijn met een nauwkeurigheid van  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$  af te lezen.

#### 1962.

I In de nacht van 15-16 mei werden in de pereboom temperaturen gemeten in knoppen, open bloemen en jonge vruchtjes, die elk tot verschillende trossen behoorden. De drie trossen bevonden zich aan het einde van korte min of meer oostwaarts gerichte zijtakjes van de noordwaarts georiënteerde gesteltakken. De afstand van de trossen tot de middenstam bedroeg circa  $1\frac{1}{2}$  m, de hoogte boven de grond varieerde van 2,15 tot 2,25 m. In elk van de drie trossen werden de temperaturen gemeten van twee tegenoverstaande objecten, waarbij het ene object naar de boom toe (westwaarts) en het andere van de boom af (oostwaarts) gekeerd was.

De temperaturen (in  $^{\circ}\text{C}$ ) zijn weergegeven in de figuren 1a (knop), 1b (open bloem) en 1c (jonge vruchtje). In elk van deze grafieken zijn ter vergelijking tevens de eveneens met een thermokoppel gemeten luchttemperaturen tussen de bomenrijen op 1,50 m hoogte uitgezet.

In de desbetreffende nacht was het tot 03 uur vrijwel onbewolkt. Daarna nam echter de bewolking in zodanige mate toe, dat na 04 uur de temperatuurverschillen tussen de verschillende objecten er vrijwel geheel door werden genivelleerd. Dit laatste was op de Brown-strook duidelijk te merken aan een opeenhoping van de verschillende registraties, die daardoor niet meer van elkaar te onderscheiden waren. De windsnelheid, geregistreerd door de op 10 m hoogte opgestelde anemometer van het K.N.M.I., varieerde van  $\frac{1}{2}$  tot  $1\frac{1}{2}$  m/sec bij een windrichting die aanvankelijk NW was, doch in de loop van de nacht geleidelijk kromp tot Z in de ochtenduren.

Zoals uit de grafieken blijkt, was zowel bij de knop als bij de open bloem en het jonge vruchtje het objekt aan de westzijde van de tros in het algemeen iets warmer dan dat aan de oostzijde. Het is aan te nemen dat het aanwezige bladerdek hierbij van invloed is, in dien zin dat als gevolg van de uitstraling daarvan naar andere plantedelen het warmteverlies (door uitstraling) van het objekt aan de westzijde meer wordt gecompenseerd dan dat van het relatief verder van de boom verwijderde objekt aan de oostzijde.

Overigens waren de temperatuurverschillen slechts zeer gering. In de periode tussen zonsondergang en zonsopgang was het gemiddelde temperatuurverschil tussen west en oost bij het jonge vruchtje  $0.2^{\circ}$ , bij de knop zowel als bij de open bloem  $0.1^{\circ}$ . De gemiddelde temperaturen waren van het jonge vruchtje aan de O.zijde  $3.6^{\circ}$ , aan de westzijde  $3.8^{\circ}$ , van de knop resp.  $3.3^{\circ}$  en  $3.4^{\circ}$  en van de open bloem resp.  $3.5^{\circ}$  en  $3.6^{\circ}$  (Fig. 1a, 1b en 1c).

De minimumtemperatuur van de objekten aan de west- resp. oostzijde van de tros bedroeg voor wat betreft het jonge vruchtje  $2.0^{\circ}$  resp.  $1.8^{\circ}$ , van de knop  $1.5^{\circ}$  resp.  $1.4^{\circ}$  en van de open bloem  $1.8^{\circ}$  resp.  $1.8^{\circ}$ . (Er zij op gewezen dat deze minimumtemperaturen niet uit de grafieken zijn af te lezen, aangezien de daarin weergegeven temperaturen gemiddelde waarden voorstellen, zoals overigens reeds aan het begin van dit hoofdstuk is opgemerkt).

De minimum luchttemperatuur tussen de bomenrijen op 1,50 m hoogte was  $2.0^{\circ}$ , het temperatuurminimum in de hut  $2.4^{\circ}$ , afgelezen van de thermograafstrook.

II De temperatuurmetingen in de nacht van 2-3 juni hadden betrekking op een knop en een open bloem van één tros en op de daaraan grenzende lucht, in de appelboom. Er werd op twee hoogten gemeten, n.l. op 1,10 m en op 2,00 m.

De trossen waarvan de oriëntatie overigens gelijk was aan die bij de metingen in de pereboom, bevonden zich nagenoeg loodrecht boven elkaar. Voor het meten van de luchttemperatuur in de omgeving van de tros werd een meetlas op ongeveer 5 cm ten noorden daarvan aangebracht. De meetobjekten zelf, i.c. de knop en de open bloem zaten naast elkaar aan de oostzijde van de tros.

De bewolking in de desbetreffende nacht was practisch nihil, variërend van 0 tot  $1/8$ . De wind kwam met een snelheid van  $\frac{1}{2}$ -1 m/sec uit het noord-noordwesten.

Op de hoogte van 1.10 m (Fig. 2a) bleek de knop steeds warmer te zijn dan de open bloem. Tussen zonsondergang en zonsopgang bedroeg het gemiddelde temperatuurverschil  $0.2^{\circ}$ , bij een gemiddelde temperatuur van  $4.5^{\circ}$  resp.  $4.3^{\circ}$ . De temperatuur van de omringende lucht was overeenkomstig de verwachting steeds hoger dan die van de knop resp. de open bloem. In de periode tussen zonsonder-

gang en zonsopgang was het gemiddelde verschil t.o.v. de knop  $0.7^{\circ}$  en t.o.v. de open bloem  $0.9^{\circ}$ .

De minimumtemperatuur van de open bloem was  $2.0^{\circ}$ , van de knop  $2.4^{\circ}$  en van de omringende lucht  $3.2^{\circ}$ . De hut gaf als laagste temperatuur een waarde van  $3.6^{\circ}$ .

In tegenstelling tot de situatie op 1,10 m was er op de hoogte van 2,00 m praktisch geen verschil tussen de temperatuur van de knop en die van de open bloem (Fig. 2b). Wèl waren beide objecten met een gemiddelde temperatuur van  $4.6^{\circ}$  weer kouder dan de omringende lucht. Tussen zonsondergang en zonsopgang bedroeg het gemiddelde temperatuurverschil rond  $0.8^{\circ}$ .

De open bloem gaf als laagste temperatuur  $1.8^{\circ}$ , de knop  $2.1^{\circ}$  en de omringende lucht  $3.2^{\circ}$ , gelijk aan die op het niveau van 1,10 m.

Vergelijken we de temperaturen op beide hoogten in de periode tussen zonsondergang en zonsopgang met elkaar, dan blijkt, zonder voorshands een verklaring ervoor te kunnen of willen geven, het volgende: op 2,00 m hoogte was de open bloem gemiddeld circa  $0.25^{\circ}$  warmer dan op 1,10 m; terwijl het verschil t.a.v. de knop  $< 0.1^{\circ}$  was. De temperatuur van de lucht in de omgeving van de tros was op 2,00 m gemiddeld  $0.2^{\circ}$  hoger dan op 1,10 m.

1963.

III De figuren 3a, 3b en 3c geven het resultaat weer van de temperatuurmetingen in de pereboom, alsmede van de metingen van de luchttemperatuur tussen de bomenrijen, in de nacht van 6-7 mei.

De meetobjecten van de boom waren een knop, een open bloem en het vruchtbeginsel van een andere open bloem, behorende tot één tros. De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,00 m en 1,50 m, vrijwel loodrecht boven elkaar. De twee trossen zaten aan korte nagenoeg dwarsstaande zijtakjes van zuidwaarts gerichte gesteltakken, op circa 1,00 m van de middenstam. De drie genoemde objecten bevonden zich aan de oostzijde van de tros.

De luchttemperatuur tussen de bomenrijen werd op drie hoogten recht tegenover de boom gemeten, nl. op 0,10 m, 1,00 m en 1,50 m.

In de desbetreffende nacht was het windstil; tegen zonsopgang kwam er een zeer zwakke wind (1.0 m/sec) uit het zuid-zuidoosten opzetten. De bewolking variëerde van 0 tot  $2/8$ , tegen de ochtend toenemend tot  $5/8$ .

Zoals uit fig. 3a te zien, was in de tros op 1,00 m hoogte de open bloem het koudst. Tussen de knop en het vruchtbeginsel was er over het geheel genomen geen verschil in temperatuur; in de voornacht werd geconstateerd dat het vruchtbeginsel iets warmer was dan de knop, doch in de nanacht was het omgekeerde het geval.

De luchttemperatuur tussen de bomenrijen was in de periode tussen zons-  
ondergang en zonsopgang gemiddeld  $0.9^{\circ}$  hoger dan de temperatuur van de open  
bloem; het verschil met de knop resp. het vruchtbeginsel bedroeg  $0.3^{\circ}$  resp.  
 $0.3^{\circ}$ .

De minimumtemperaturen in de hut en van de lucht tussen de bomenrijen op  
1,00 m hoogte waren  $1.5^{\circ}$  resp.  $1.2^{\circ}$ ; die van de open bloem, de knop en het  
vruchtbeginsel resp.  $0.2^{\circ}$ ,  $0.8^{\circ}$  en  $1.0^{\circ}$ .

Op 1,50 m hoogte was van de drie objecten van eenzelfde tros de open  
bloem wederom het koudst (Fig.3b). In tegenstelling echter tot de situatie  
op 1,00 m hoogte traden hier duidelijke temperatuurverschillen tussen de knop  
en het vruchtbeginsel op. Hoogst waarschijnlijk is dit toe te schrijven aan  
het nagenoeg ontbreken van een bladerdek boven het niveau van 1,50 m, zodat  
de desbetreffende objecten niet of veel minder tegen uitstraling waren afge-  
schermd dan die op de hoogte van 1,00 m. Er zij nl. opgemerkt dat de meting  
betrekkelijk kort na het begin van de bloei (2 mei) werd verricht op een tijd-  
stip dus waarop de boom althans bovenin, nog vrijwel niet in blad stond.

T.o.v. de luchttemperatuur tussen de bomenrijen op dezelfde hoogte, waren  
in de periode tussen zonsondergang en zonsopgang de open bloem, de knop en het  
vruchtbeginsel gemiddeld resp.  $1.2^{\circ}$ ,  $1.0^{\circ}$  en  $0.4^{\circ}$  kouder.

De temperatuurminima van de open bloem, de knop en het vruchtbeginsel  
bedroegen resp.  $0.0^{\circ}$ ,  $0.1^{\circ}$  en  $0.8^{\circ}$ . De luchttemperatuur tussen de boomrijen  
op dezelfde hoogte had als laagste waarde  $1.1^{\circ}$ .

Bij vergelijking van de temperaturen der meetobjecten op 1,00 m en op  
1,50 m hoogte in de boom traden de volgende verschillen voor de dag. Op 1,00 m  
hoogte was de gemiddelde temperatuur (tussen zonsondergang en zonsopgang) van  
de open bloem  $2.0^{\circ}$ , van de knop  $2.6^{\circ}$  en van het vruchtbeginsel eveneens  $2.6^{\circ}$ .  
Op 1,50 m hoogte waren deze temperaturen resp.  $1.7^{\circ}$ ,  $1.9^{\circ}$  en  $2.5^{\circ}$ . Tegen de  
verwachting in bleken de objecten op het lagere niveau dus gemiddeld iets  
warmer dan op het hogere. Hetzelfde kwam ook in de minima tot uitdrukking; de-  
ze bedroegen nl. zoals reeds vermeld op 1,00 m hoogte in dezelfde volgorde  
resp.  $0.2^{\circ}$ ,  $0.8^{\circ}$  en  $1.0^{\circ}$  en op 1,50 m hoogte resp.  $0.0^{\circ}$ ,  $0.1^{\circ}$  en  $0.8^{\circ}$ .

Voor dit verschijnsel kan de volgende verklaring worden gegeven.

Er wordt hierbij van uitgegaan dat de verticale temperatuurverdeling in  
de luchtlaag vlak boven de grond zich ook in de boom voordoet.

Zoals bekend koelt de grond 's nachts tengevolge van uitstraling af, in  
het bijzonder bij rustig en helder weer. Het gevolg daarvan is dat de lucht-  
temperatuur nabij de grond het laagst is en in opwaartse richting toeneemt,  
althans tot een zekere hoogte, afhankelijk van de atmosferische toestand. Er  
ontstaat m.a.w. een positieve vertikale temperatuurgradiënt van de lucht,

die ook in de boom wordt aangetroffen. De plantedelen in de boom zijn zelf aan uitstraling onderhevig, zodat hun temperaturen onder die van de hen omringende lucht liggen. De uitstraling neemt echter in de boom van beneden naar boven enigermate toe als gevolg van de in dezelfde richting afnemende afscherming van de hoger gelegen delen, doch het is niet aan te nemen dat daardoor de verticale verdeling van de temperaturen der objecten in de boom wezenlijk zou afwijken van die van de hen omringende lucht. De objecten in de onderste lagen van de boom zijn derhalve onder de gegeven omstandigheden kouder dan die op hoger gelegen niveau's (de temperatuurtoestand op het bovenste niveau van de boom wordt hier buiten beschouwing gelaten). Dat een dergelijke temperatuurverdeling reëel is, wordt bevestigd door het feit dat na een nachtvorst de grootste schade steeds aan de onderste takken van de boom wordt waargenomen.

Anders is de situatie echter als we met isothermie hebben te maken, zoals in de nacht van 6-7 mei in de onderste luchtlaag tussen de bomenrijen werd geconstateerd en waarop we straks nog zullen terugkomen. In het geval van isothermie, die dus ook in de boom wordt verondersteld voor te komen, zal de uitstraling der objecten een afname van de temperatuur daarvan met toenemende hoogte in de boom tot gevolg hebben.

Hierin moet daarom de oorzaak worden gezocht dat in de desbetreffende nacht de objecten op 1,50 m kouder waren dan die op 1,00 m, waartoe bovendien het nagenoeg ontbreken van een bladerdek boven in de boom, zoals reeds vermeld, bijdroeg.

Interessant is het ook om de luchttemperaturen tussen de bomenrijen op 3 verschillende hoogten eens nader te bekijken (Fig.3c). Behalve op 1,50 en 1,00 m werd in de betreffende nacht nl. ook de temperatuur op 0,10 m gemeten, waarbij de resp. meetlassen zich loodrecht boven elkaar bevonden. Volledigheids-halve dient te worden vermeld dat deze metingen boven "zwarte grond" werden gedaan.

Men zou verwachten dat 's nachts de temperatuur op het laagste niveau ook steeds het laagst was. In de desbetreffende nacht was dit echter met name tussen 22.30 en 02.30 niet het geval. Om 00.30 trad zelfs een volledige omkering op en tot en met 01.30 bleef de temperatuur op 0,10 m gemiddeld hoger dan op de beide andere hoogten.

Overigens waren de temperatuurverschillen tussen de drie niveau's praktisch van geen betekenis. Beperken we ons tot de periode tussen zonsopgang en zonsopgang, dan was de gemiddelde temperatuur op 0,10 m hoogte  $2.8^{\circ}$  tegen  $2.9^{\circ}$  op elk van de beide andere niveau's, met minima van  $1.2^{\circ}$  op 0,10 m en op 1,00 m en  $1.1^{\circ}$  op 1,50 m.

In de desbetreffende nacht was er dus in de luchtlaag tot 1,50 m tussen de bomenrijen geen duidelijke temperatuurgradiënt.

Hoe de temperaturen zelfs bij heldere hemel en volkomen windstilte nog kunnen fluctueren, laat tenslotte fig. 3d zien, waarin de temperatuurregistraties tussen 00 en 01 G.M.T. punt voor punt zijn uitgetrokken (gemiddeld 6 registraties per 10 minuten, d.i. om de  $1 \frac{2}{3}$  minuut).

IV In de nacht van 30-31 mei werd in de appelboom op de niveau's van 1,00 m, 1,50 m, 2,00 m en 2,50 m de temperatuur van een jong vruchtje en van de daaraan grenzende lucht gemeten. Tegelijkertijd werden wederom metingen tussen twee bomenrijen tegenover de boom uitgevoerd op een hoogte van 0,10, 1,00 m en 1,50 m.

De trossen, waartoe de vruchtjes behoorden, bevonden zich ten zuiden van de middenstam, aan korte min of meer westwaarts gerichte zijtakjes. De afstand tot de middenstam bedroeg circa 1,50 m, behalve de tros op het laagste niveau, die ongeveer 1,25 m daarvan verwijderd was. Opgemerkt moet worden dat in de omgeving van de tros op het hoogste niveau vrijwel geen bladerdek aanwezig was.

De meetobjecten zaten alle aan de westzijde van elke tros. De meetlassen waarmee de temperatuur van de aangrenzende lucht werd gemeten, waren op een afstand van ongeveer 5 cm ten zuiden van het meetobject aangebracht.

Er was praktisch geen bewolking. De wind was overwegend oost bij een snelheid van  $1\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$  m/sec.

De figuren 4a, 4b, 4c en 4d laten het verloop zien van de temperatuur van het jonge vruchtje en van die van de omringende lucht op 1,00 m, 1,50 m, 2,00 m resp. 2,50 m hoogte.

In de periode tussen zonsondergang en zonsopgang was de gemiddelde temperatuur van het vruchtje en van de aangrenzende lucht

op 1,00 m hoogte  $14,4^{\circ}$  resp.  $14,8^{\circ}$

op 1,50 m hoogte  $14,4^{\circ}$  resp.  $15,0^{\circ}$

op 2,00 m hoogte  $14,8^{\circ}$  resp.  $15,2^{\circ}$

op 2,50 m hoogte  $14,5^{\circ}$  resp.  $15,1^{\circ}$

Het valt op dat de temperaturen op het hoogste niveau lager waren dan die op de hoogte van 2,00 m, al waren de verschillen overigens van weinig of geen betekenis. Het is niet onmogelijk dat dit verschijnsel samenhangt met de afwezigheid van een bladerdek op het niveau van 2,50 m, waardoor enige afscherming van de uitstraling ontbreekt.

De minimumtemperaturen van het vruchtje resp. van de omringende lucht op de 4 verschillende niveau's bedroegen van onderen naar boven  $11,5^{\circ}$  resp.  $11,7^{\circ}$ ,



11.6° resp. 11.9°, 12.1° resp. 12.2° en 11.7° resp. 12.0°. Het minimum in de hut was 13.4°.

Beschouwen we thans de temperatuurverdeling met betrekking tot de lucht tussen twee bomenrijen op een hoogte van 0,10 m, 1,00 m en 1,50 m (Fig.4e). In tegenstelling tot de resultaten van soortgelijke metingen tussen twee perebomenrijen in de nacht van 6-7 mei, zien we hier duidelijke temperatuurverschillen tussen de drie genoemde hoogten. Tussen zonsondergang en zonsopgang bedroegen de gemiddelde temperaturen op 0,10 m, 1,00 m en 1,50 m hoogte resp. 13.9°, 15.2° en 15.5°. De minima waren resp. 10.8°, 12.3° en 12.4°.

Stelt men zich de situatie in de nacht van 6-7 mei weer voor ogen, dan vraagt men zich onwillekeurig af waaraan dit verschil in de temperatuurverdeling tussen beide nachten is toe te schrijven. Men zou kunnen denken aan een verschil in afscherming door de bomenrijen, waarbij de perebomen dan dichter bebladerd zouden moeten zijn dan de appelbomen. In werkelijkheid was het echter juist andersom. Zoals gezegd werd in de pereboom kort na het begin van de bloei (2 mei) gemeten, zodat op dat tijdstip van een bladontwikkeling van enige omvang nog geen sprake kon zijn. Daarentegen had de meting in de appelboom 2 weken na het bloeibegin (14 mei) plaats, dus nadat de bladontwikkeling reeds enige tijd aan de gang was.

Er moeten derhalve andere oorzaken geweest zijn die, in gezamenlijk verband, tot het bewuste verschil in de temperatuurverdeling van de lucht tussen de bomenrijen hebben geleid, nl.

1. In de nacht van 6-7 mei was er meer tegenstraling dan in de nacht van 30-31 mei, deels als gevolg van een hoge vochtigheid van de bovenlucht, deels doordat er iets meer bewolking was.
2. In de eerstgenoemde nacht was de grond nog ietwat vochtig tengevolge van de kort tevoren gevallen regen, zodat er een betere warmtetransport in de grond van beneden naar boven plaats had.

De verschillen tussen de gemiddelde temperaturen van de lucht tussen de rijen en in de boom op een hoogte van 1,00 m en 1,50 m bedroegen 0.4° resp. 0.5°.

V De metingen, die in de nacht van 6-7 mei in de pereboom werden verricht, werden in de daarop volgende nacht herhaald.

Van deze metingen zullen hier slechts de temperatuurminima worden vermeld.

In de desbetreffende nacht was de hemel vrijwel onbewolkt. De wind was ONO, waarbij de snelheid varieerde tussen 0-2 m/sec in de voornacht en tussen

0-1 m/sec in de nacht.

Op 1,00 m hoogte bedroegen de temperatuurminima van de open bloem, de knop en het vruchtbeginsel resp.  $3.3^{\circ}$ ,  $3.8^{\circ}$  en  $3.9^{\circ}$ . Op 1,50 m waren deze waarden resp.  $3.2^{\circ}$ ,  $3.2^{\circ}$  en  $3.8^{\circ}$ .

Tussen de bomenrijen was de laagste temperaturen  $3.9^{\circ}$  op 0,10 m hoogte en  $4.0^{\circ}$  zowel op 1,00 m als op 1,50 m. De hut gaf als minimumtemperatuur  $5.7^{\circ}$ .

### Samenvatting

In een vijftal nachten werden in de boomgaard van het K.N.M.I. gedurende de bloeiperiode van appel en peer in 1962 en 1963 temperatuurmetingen verricht met behulp van thermokoppels. De metingen hadden betrekking op open bloemen, knoppen en vruchtbeginsels resp. jonge vruchtjes in een bebladerde boom en de hen omringende lucht, alsmede op de luchtlaag tussen twee boomrijen. Het plant-systeem van de boomgaard is een z.g. vrije haagbeplanting aan palen en draad. De volgende resultaten werden gevonden:

1. Op hetzelfde niveau was de open bloem doorgaans kouder dan de knop of het vruchtbeginsel resp. het jonge vruchtje. De temperatuurverschillen tussen de drie objecten bedroegen slechts enkele tiende graden.
2. Van twee tegenoverstaande gelijksoortige objecten in een tros was het object aan de naar de boom gekeerde zijde iets warmer dan het andere. De opgetreden verschillen waren echter van geringe betekenis en variëerden slechts van  $0.1^{\circ}$  tot  $0.2^{\circ}$ . De temperatuurverschillen staan hoogstwaarschijnlijk in verband met de aanwezigheid van het bladerdek.
3. De gemiddelde temperatuur van de omringende lucht van het object was, overeenkomstig de verwachting, steeds hoger dan die van het object zelf. Er werden verschillen gevonden van  $0.4^{\circ}$ - $0.6^{\circ}$  bij het jonge vruchtje/vruchtbeginsel, van  $0.8^{\circ}$ - $0.9^{\circ}$  bij de open bloem en van  $0.7^{\circ}$ - $0.8^{\circ}$  bij de knop.
4. Een toename van de gemiddelde temperatuur van gelijksoortige en gelijk georiënteerde objecten met de hoogte in de boom werd wèl in de appelboom geconstateerd maar niet in de pereboom. Hier bleek de temperatuur met de hoogte af te nemen. Voorzover kon worden nagegaan was dit verschil het gevolg van de meteorologische omstandigheden, die tijdens de betrokken metingen verschillend waren. De soort van het fruit had daarbij geen invloed.
5. Het genoemde verschil in meteorologische omstandigheden kwam uiteraard eveneens tot uitdrukking in de verticale temperatuurverdeling van de lucht tussen de bomenrijen. Tussen de rijen appelbomen werd een positieve temperatuurgradiënt gevonden, terwijl tussen de rijen perebomen in de desbetreffende nacht de temperaturen op de verschillende hoogten vrijwel gelijk waren. De betrokken temperatuurminima vertoonden hetzelfde beeld.

6. Zoals te verwachten, was de minimumtemperatuur in de hut hoger dan die van de objekten in de boom. Tussen de gemeten temperatuurminima der objekten op verschillende hoogten in de boom en het temperatuurminimum in de hut kwamen verschillen voor, variërend van  $0.5^{\circ}$  -  $1.9^{\circ}$  wat betreft het jonge vruchtje/vruchtbeginsel, van  $0.6^{\circ}$  -  $2.5^{\circ}$  bij de open bloem en van  $0.7^{\circ}$  -  $2.5^{\circ}$  bij de knop. Beperken we ons slechts tot de objekten op ongeveer huthoogte in de boom, dan waren de verschillen  $0.7^{\circ}$  -  $1.9^{\circ}$  bij het jonge vruchtje/vruchtbeginsel,  $1.5^{\circ}$  -  $2.5^{\circ}$  bij de open bloem en  $1.4^{\circ}$  -  $2.5^{\circ}$  bij de knop.

# Proeftuin Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

schaal 1.5 mm = 1 m

perceel	1	27.2 are
"	2	8.6 "
"	3	13.2 "
"	4	4.9 "
"	5	6.1 "
"	6	6.6 "
"	7	7.6 "

onderzoek: -----

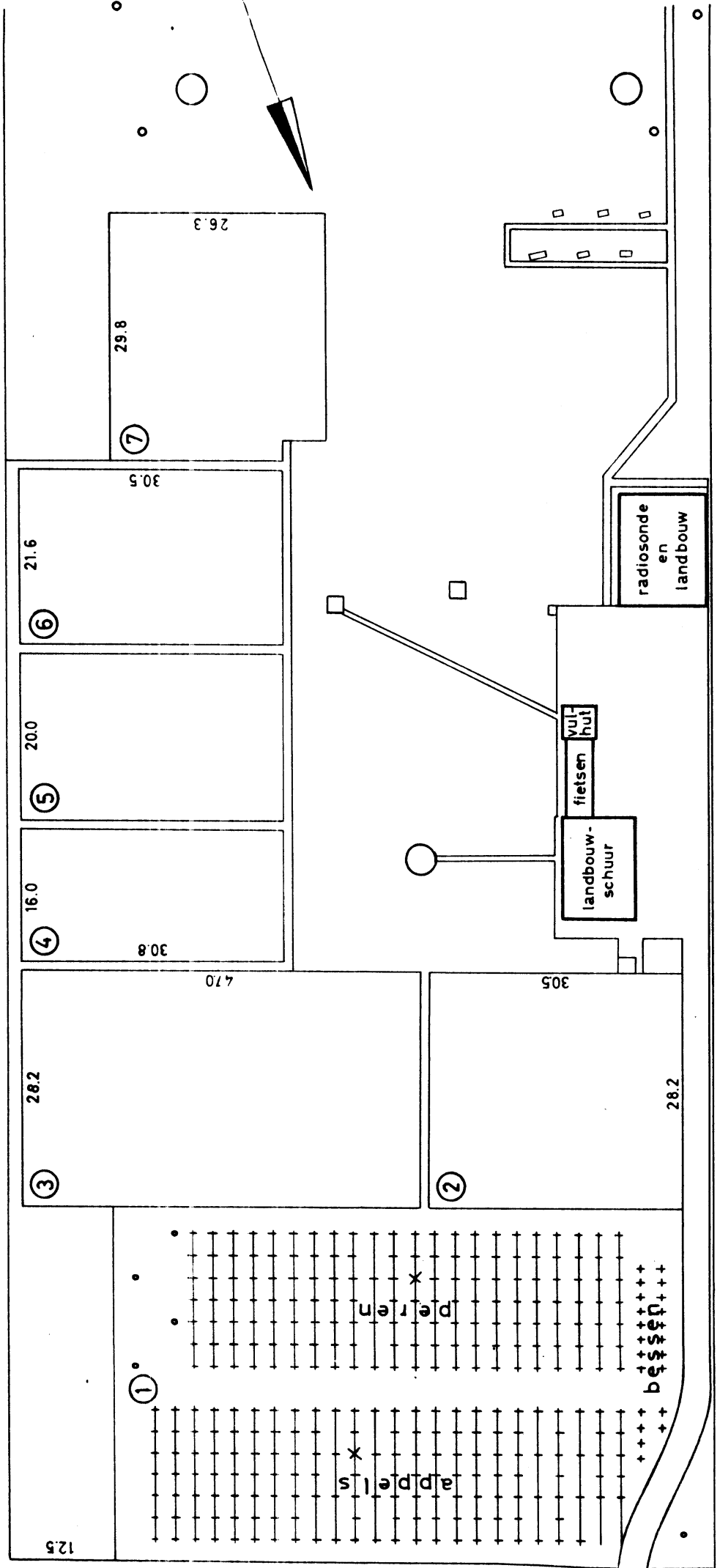


FIG.1<sup>a</sup>: Temperatuur van een knop aan de westzijde(---) en aan de oostzijde(---) van een tros op 2.15 m. hoogte in een perebpom vergeleken met de temperatuur tussen twee bomenrijen (—) op 1.50 m. en in de hut (⊙) in de nacht van 15-16 mei 1962.

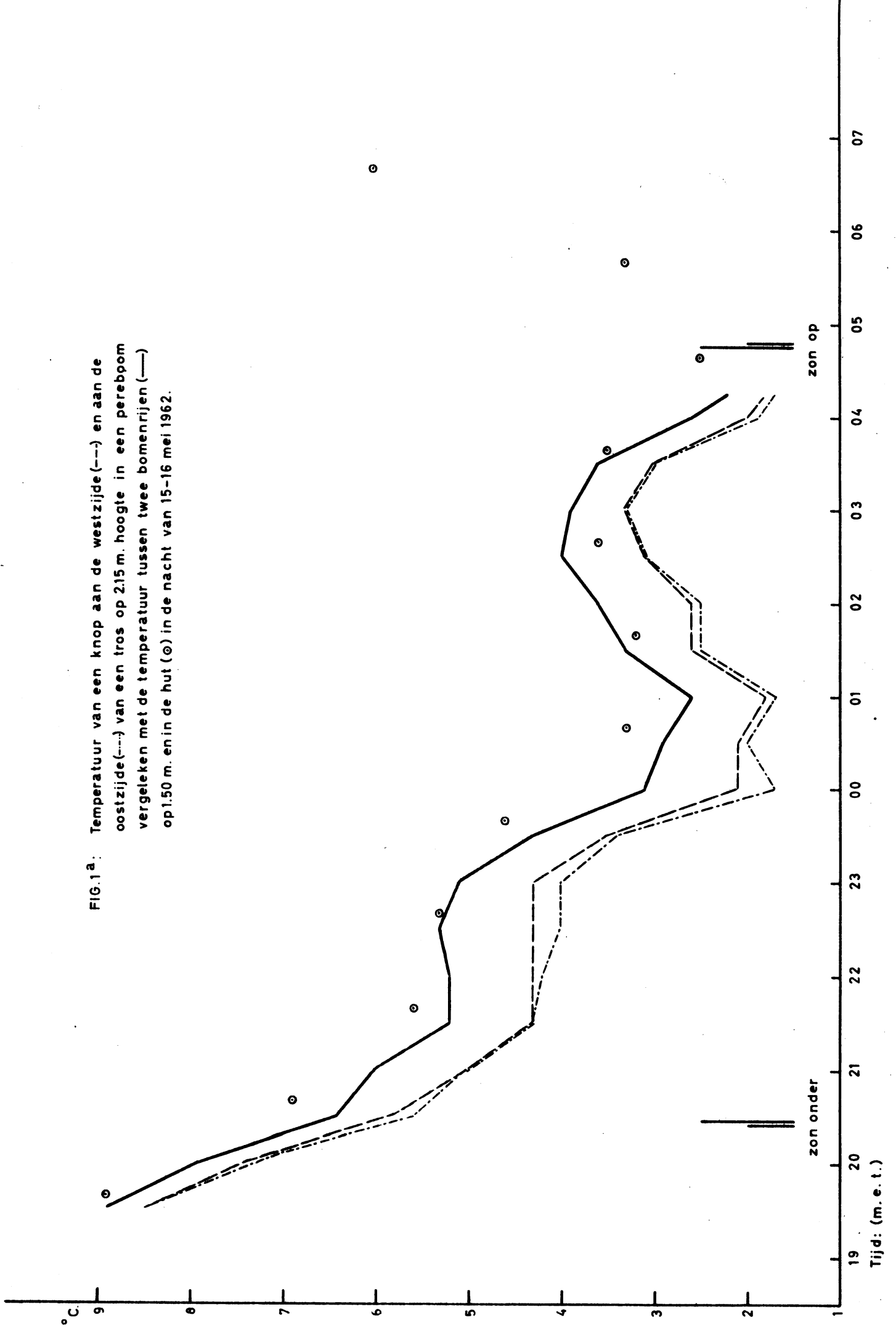


Fig. 1b  
 Temperatuur van een open bloem aan de westzijde (—) en aan de oostzijde (---) van een tros op 2.25 m. hoogte in een pereboom vergeleken met de temperatuur tussen twee bomenrijen (—) op 1.50 m. en in de hut (o) in de nacht van 15-16 mei 1962.

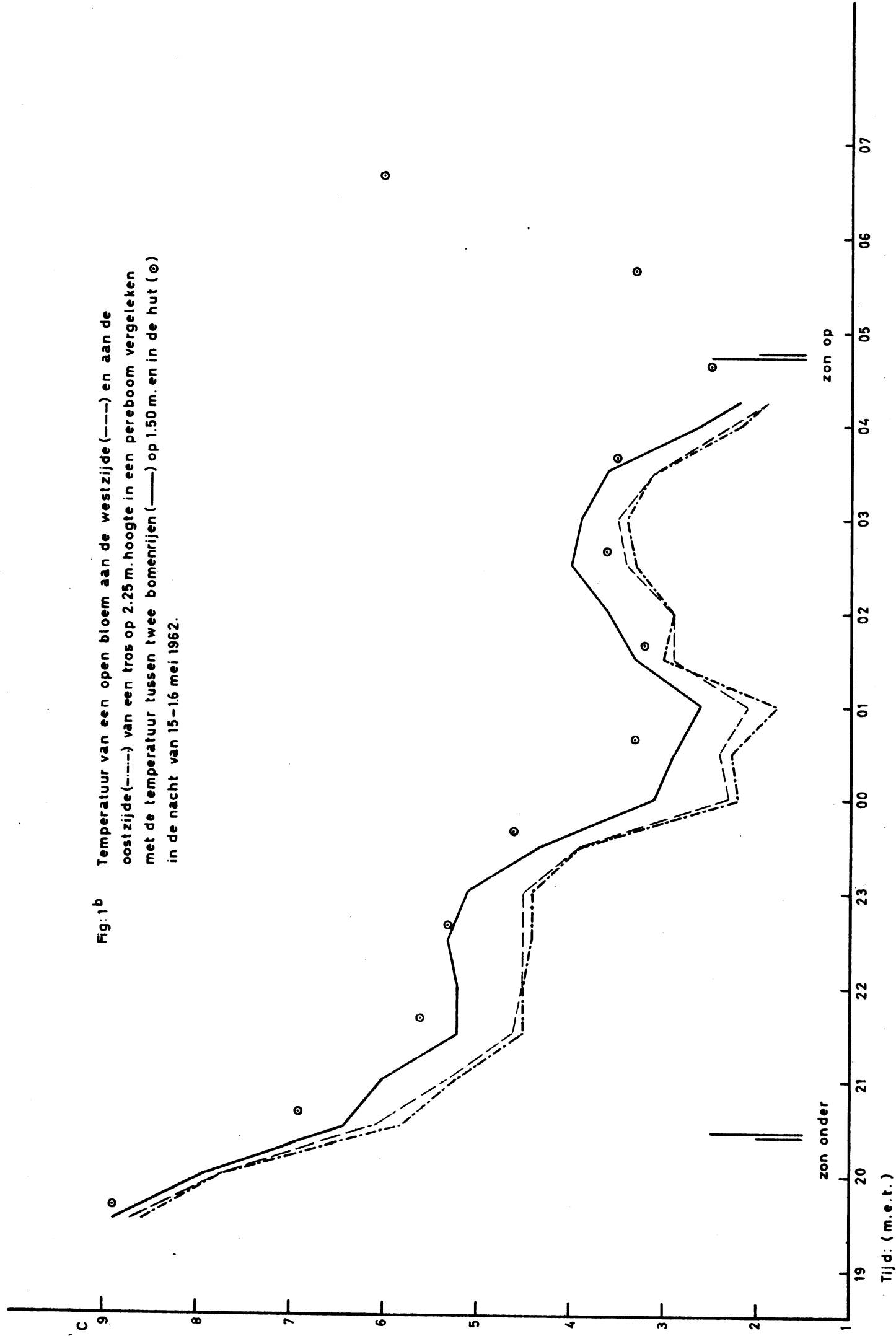


Fig. 1<sup>c</sup>    Temperatuur van een zeer jong vruchtje aan de westzijde (—) en aan de oostzijde (---) van een tros op 2.25 m. hoogte in een pereboom vergeleken met de temperatuur tussen twee bomenrijen (—) op 1.50 m. en in de hut (⊙) in de nacht van 15-16 mei 1962.

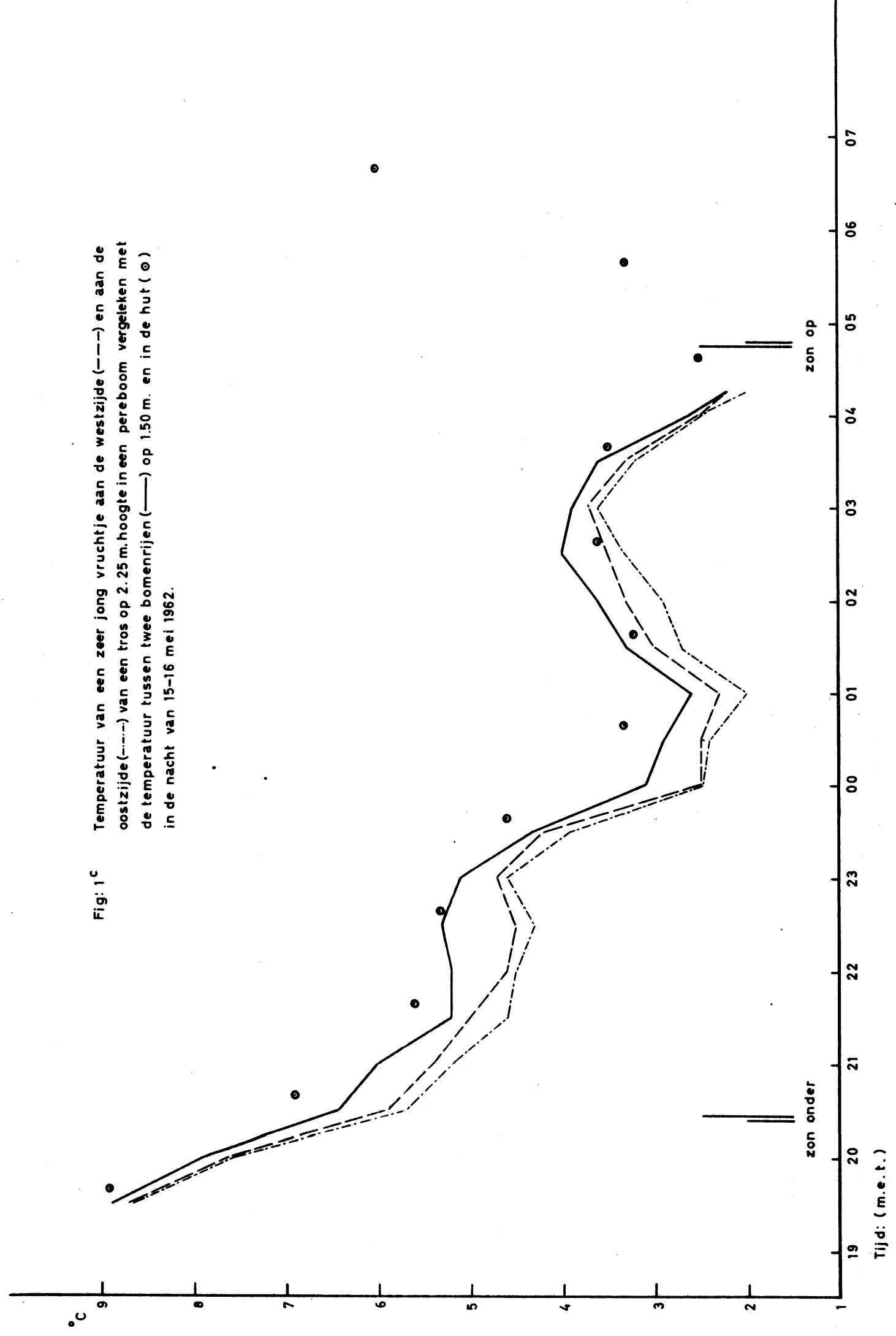
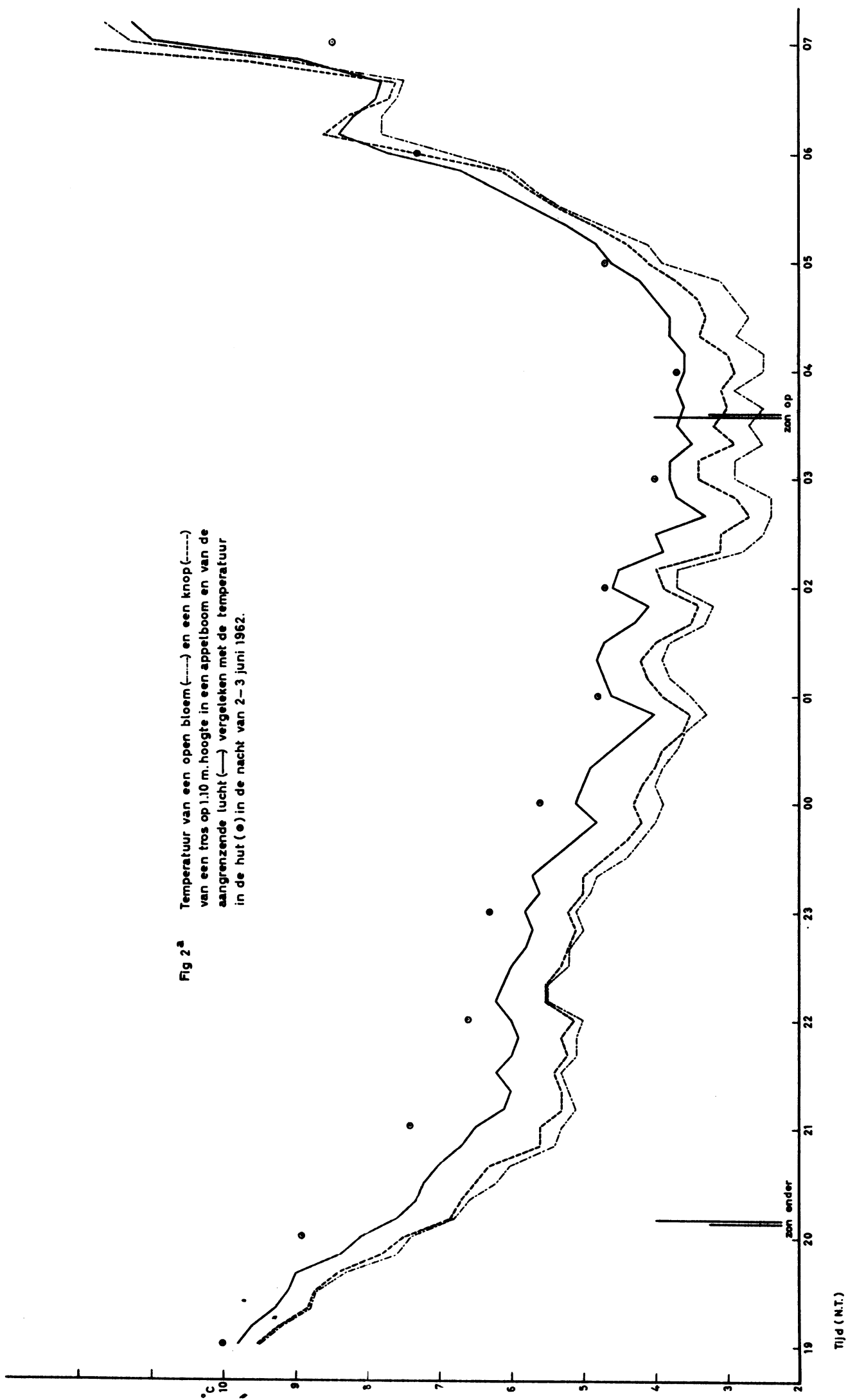


Fig 2<sup>a</sup>    Temperatuur van een open bloem (-----) en een knop (-----) van een tros op 1.10 m. hoogte in een appelboom en van de aangrenzende lucht (—) vergeleken met de temperatuur in de hut (●) in de nacht van 2-3 juni 1962.





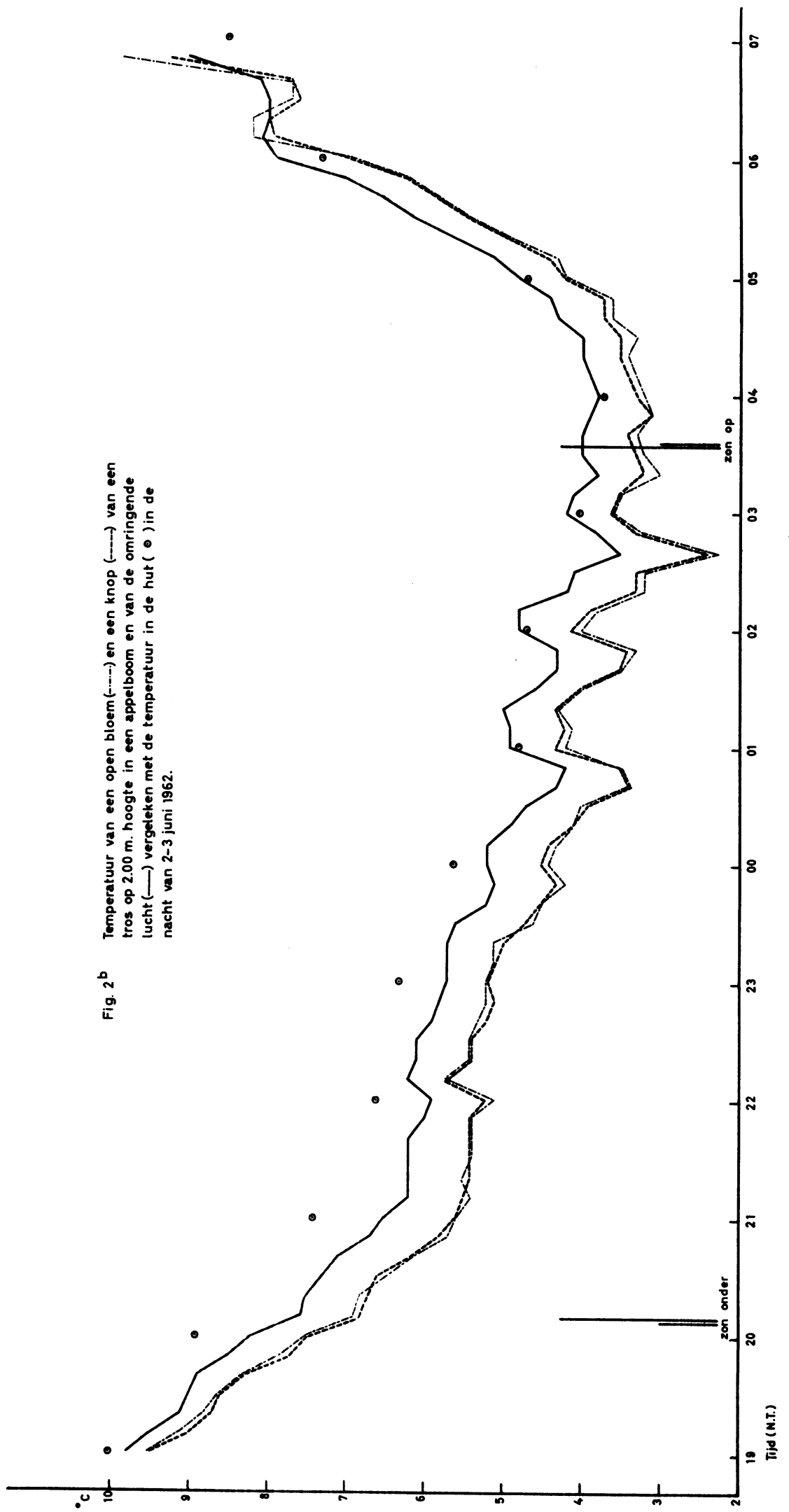


Fig. 2 b  
 Temperatuur van een open bloem(---) en een knop (-.-.-) van een tros op 2.00 m. hoogte in een appelboom en van de omringende lucht (—) vergeleken met de temperatuur in de hut (●) in de nacht van 2-3 juni 1962.

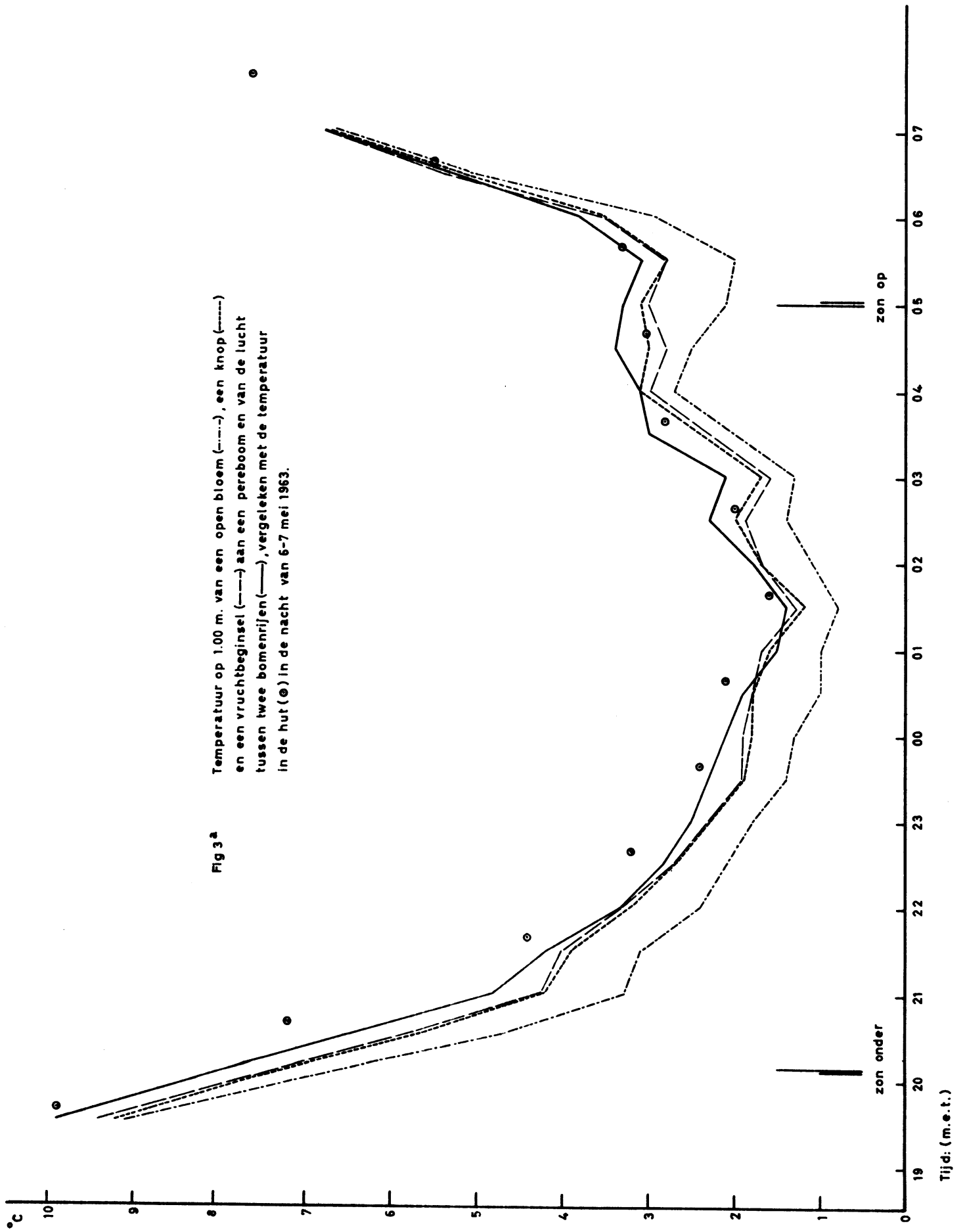


Fig 3<sup>a</sup> Temperatuur op 1.00 m. van een open bloem (— · — · —), een knop (— · — · —) en een vruchtbeginsei (— · — · —) aan een peregboom en van de lucht tussen twee bomenrijen (— · — · —), vergeleken met de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van 6-7 mei 1963.

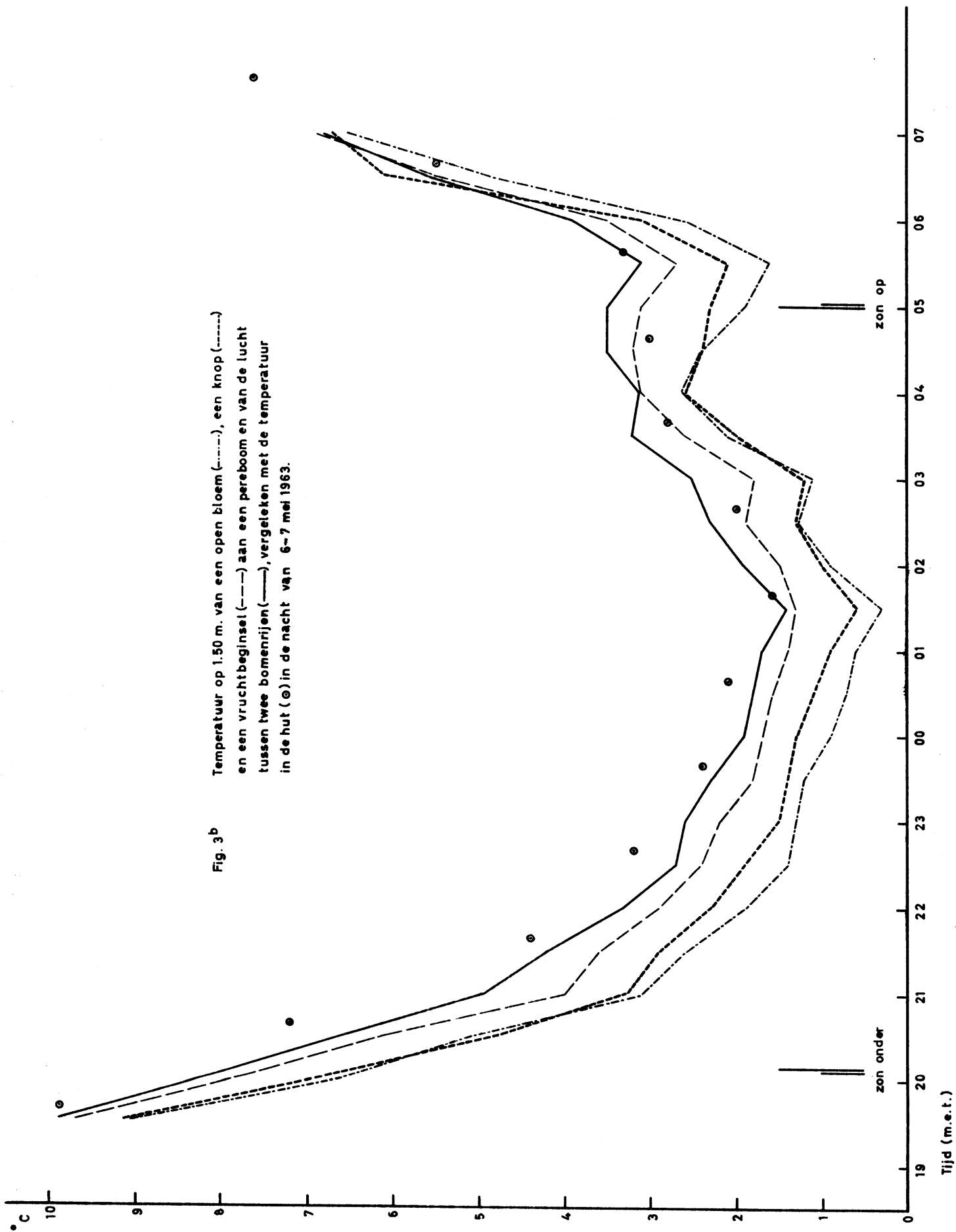


Fig. 3 b

Temperatuur op 1.50 m. van een open bloem (---), een knop (-----) en een vruchtbeginsel (---) aan een pereboom en van de lucht tussen twee bomenrijen (—), vergeleken met de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van 6-7 mei 1963.

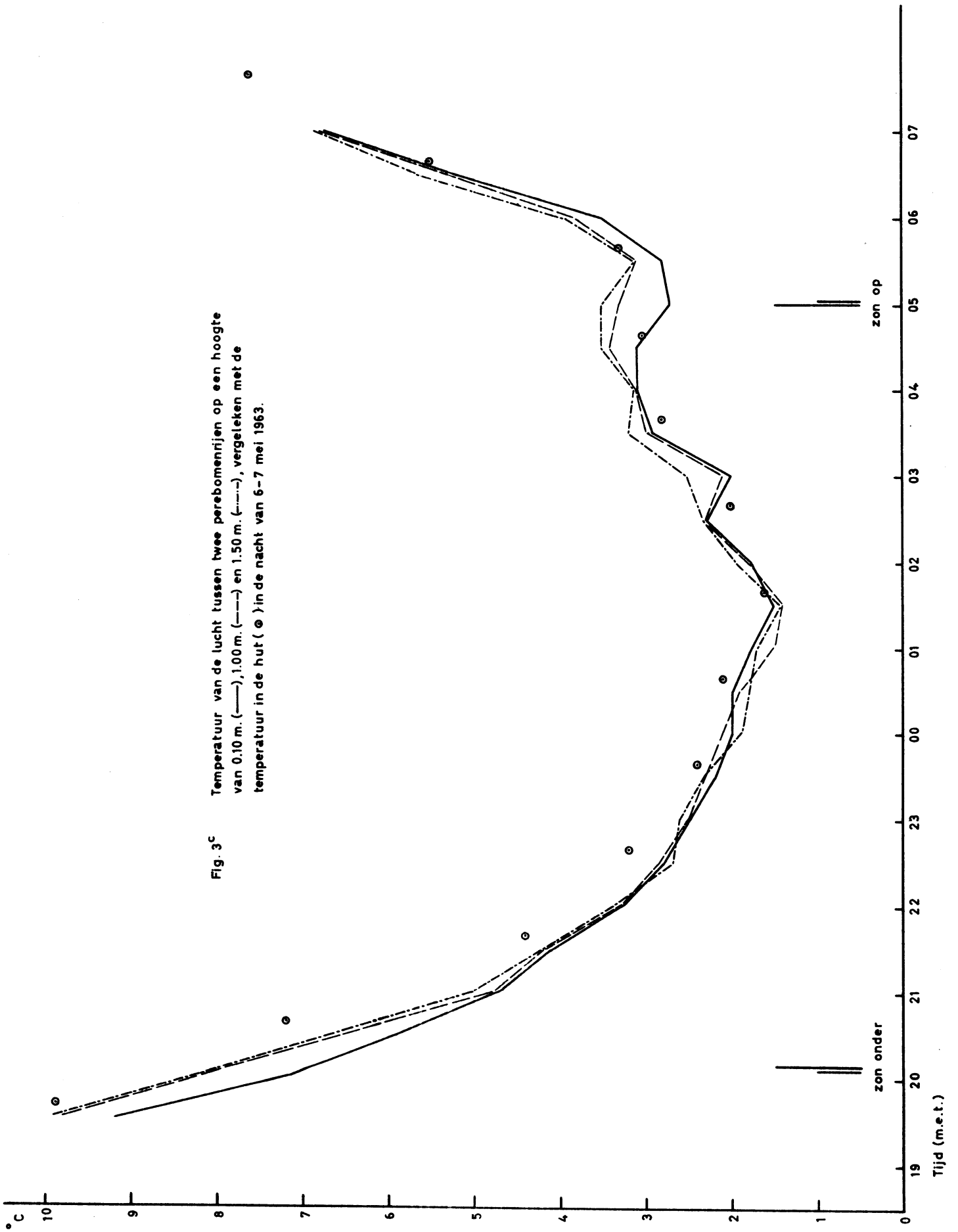


Fig. 3<sup>c</sup> Temperatuur van de lucht tussen twee perobomenrijen op een hoogte van 0.10 m. (—), 1.00 m. (- - -) en 1.50 m. (- · - ·), vergeleken met de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van 6-7 mei 1963.

Fig 3 d Temperatuuronrust in een periode van windstilte bij heldere hemel in de nacht van 6-7 mei 1963.

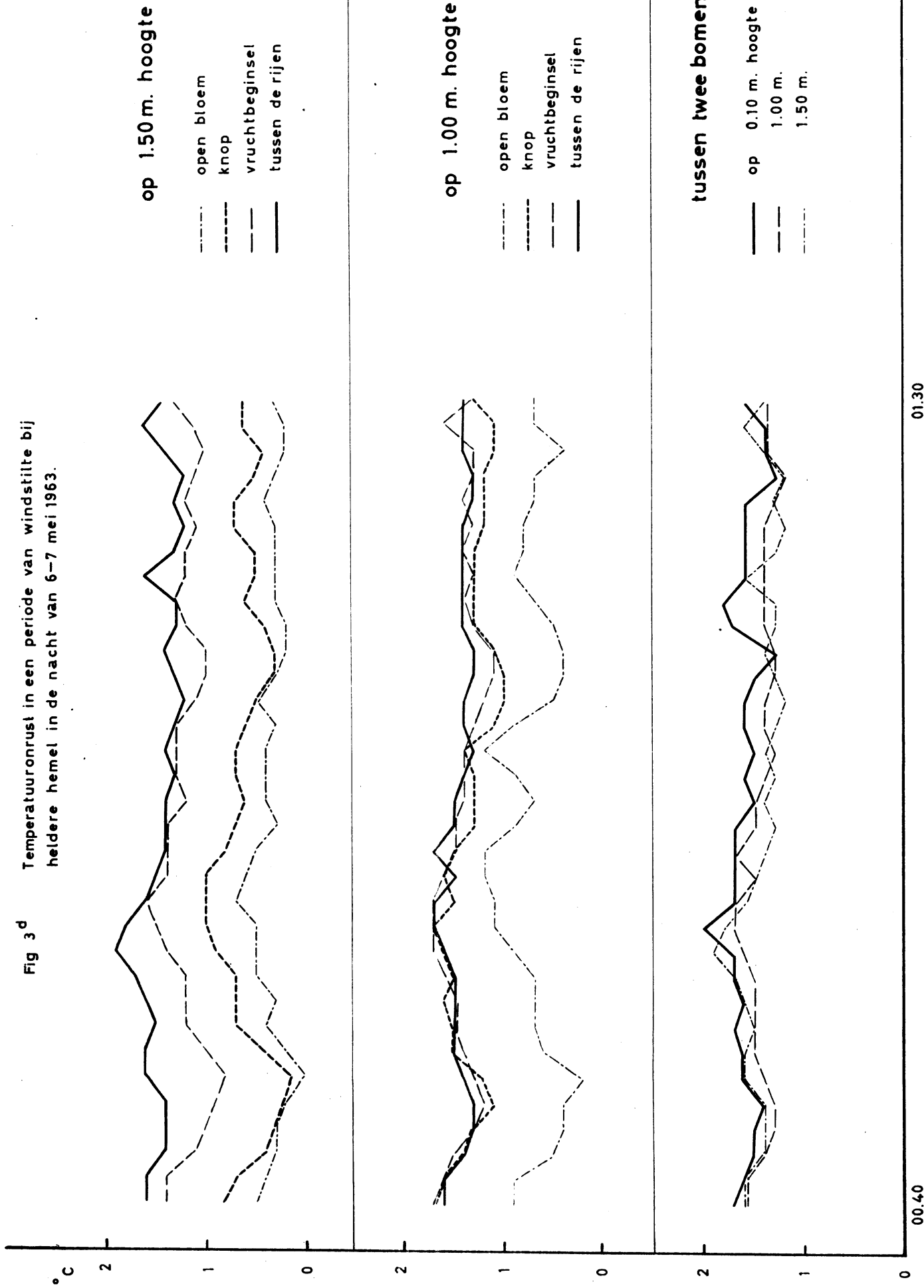


Fig 4<sup>a</sup>      Temperatuur van een zeer jong vruchtje aan een appelboom  
 (—) en van de omringende lucht (---) op een niveau van  
 100 cm. en de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van  
 30-31 mei 1963.

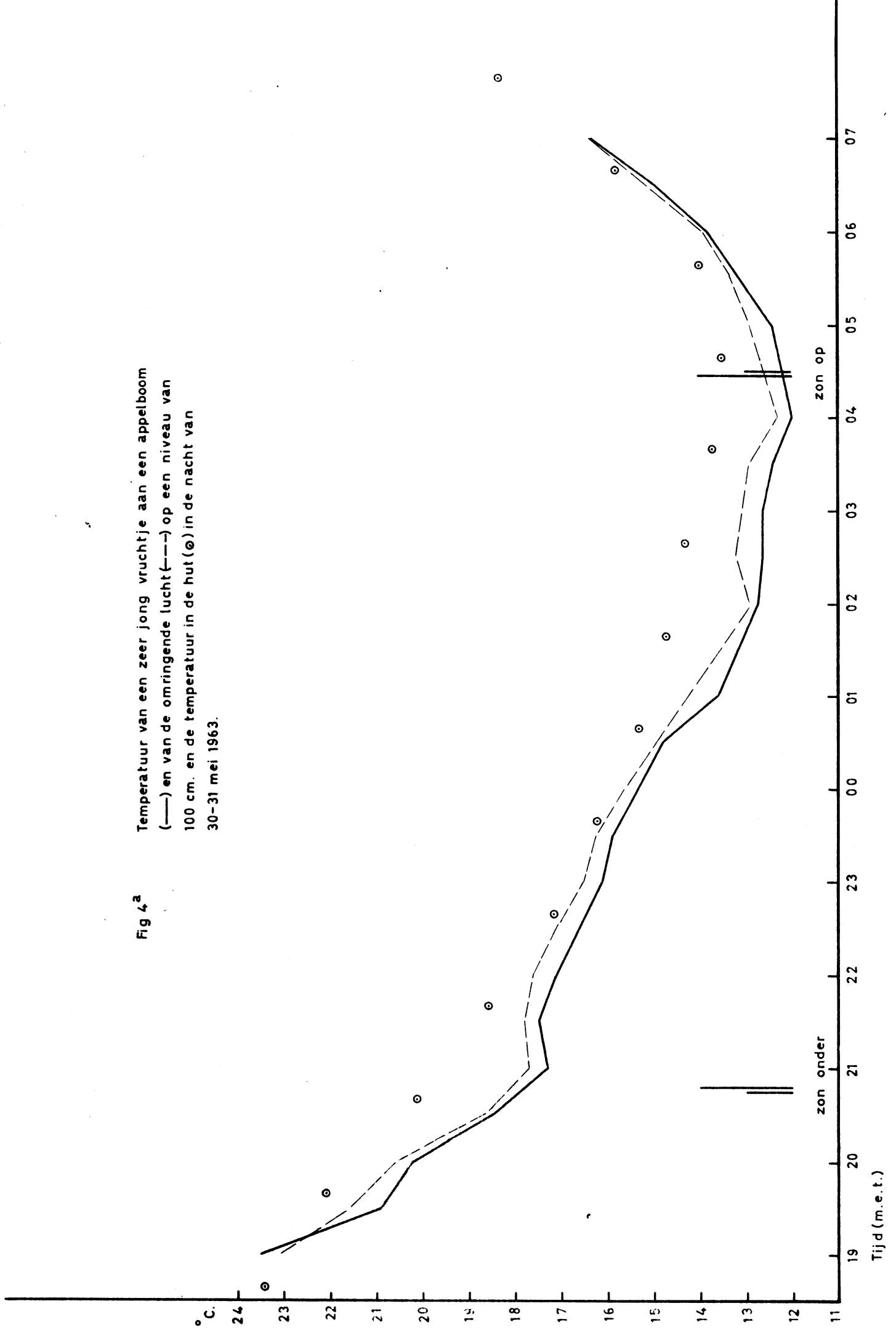
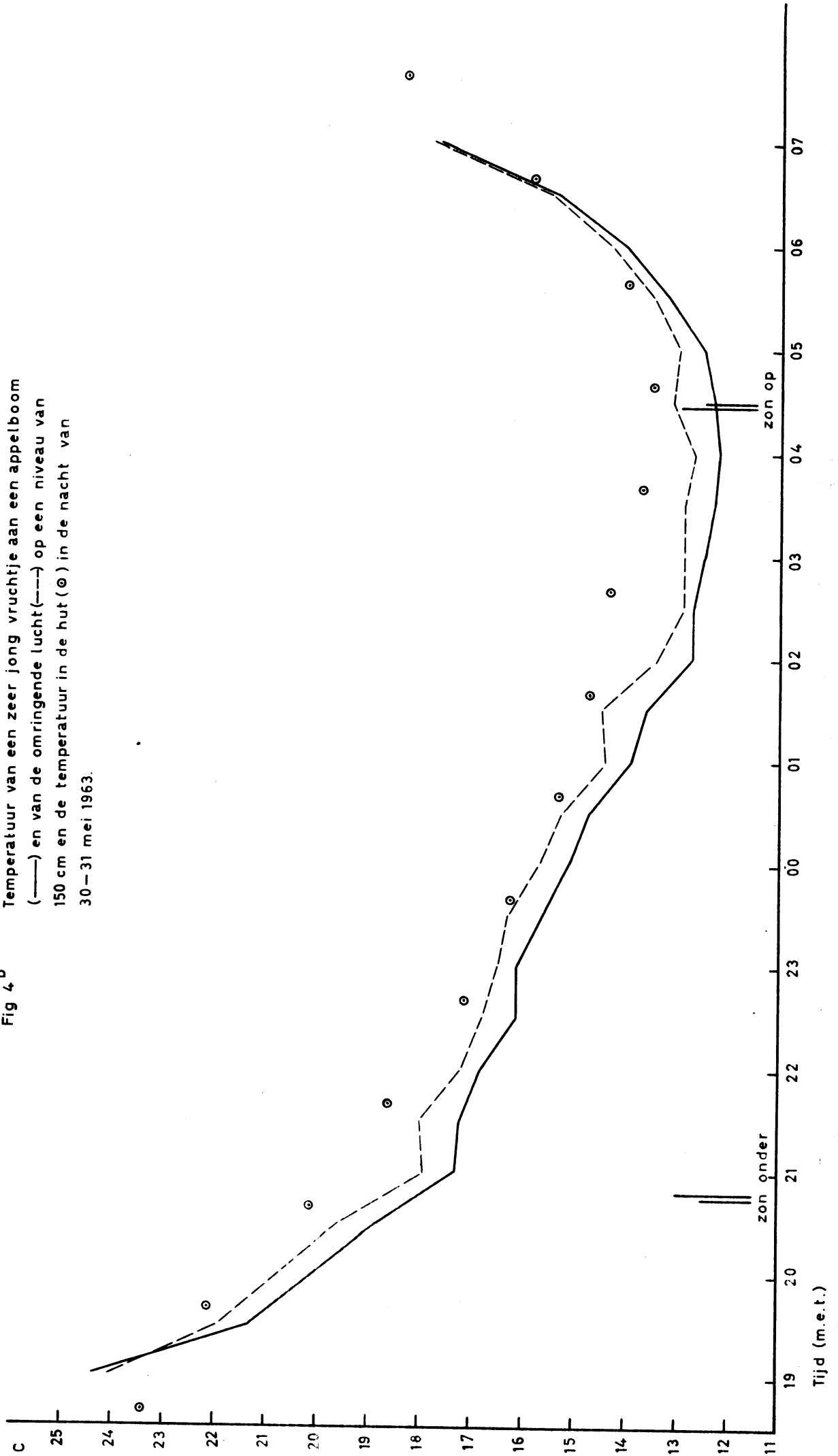


Fig 4<sup>b</sup>

Temperatuur van een zeer jong vruchtje aan een appelboom  
(—) en van de omringende lucht (---) op een niveau van  
150 cm en de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van  
30-31 mei 1963.



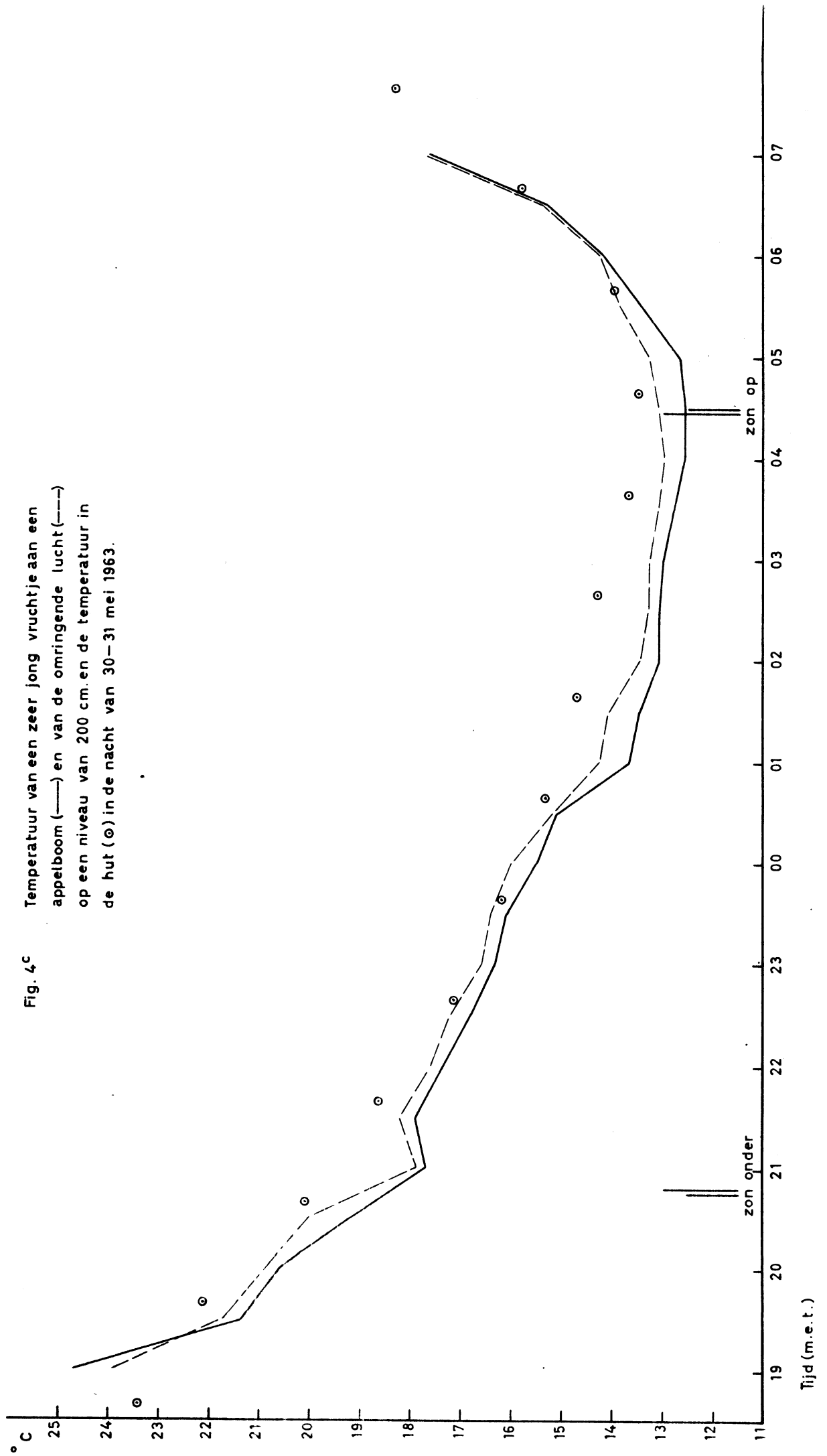


Fig. 4c Temperatuur van een zeer jong vruchtje aan een appelboom (—) en van de omringende lucht (---) op een niveau van 200 cm. en de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van 30-31 mei 1963.



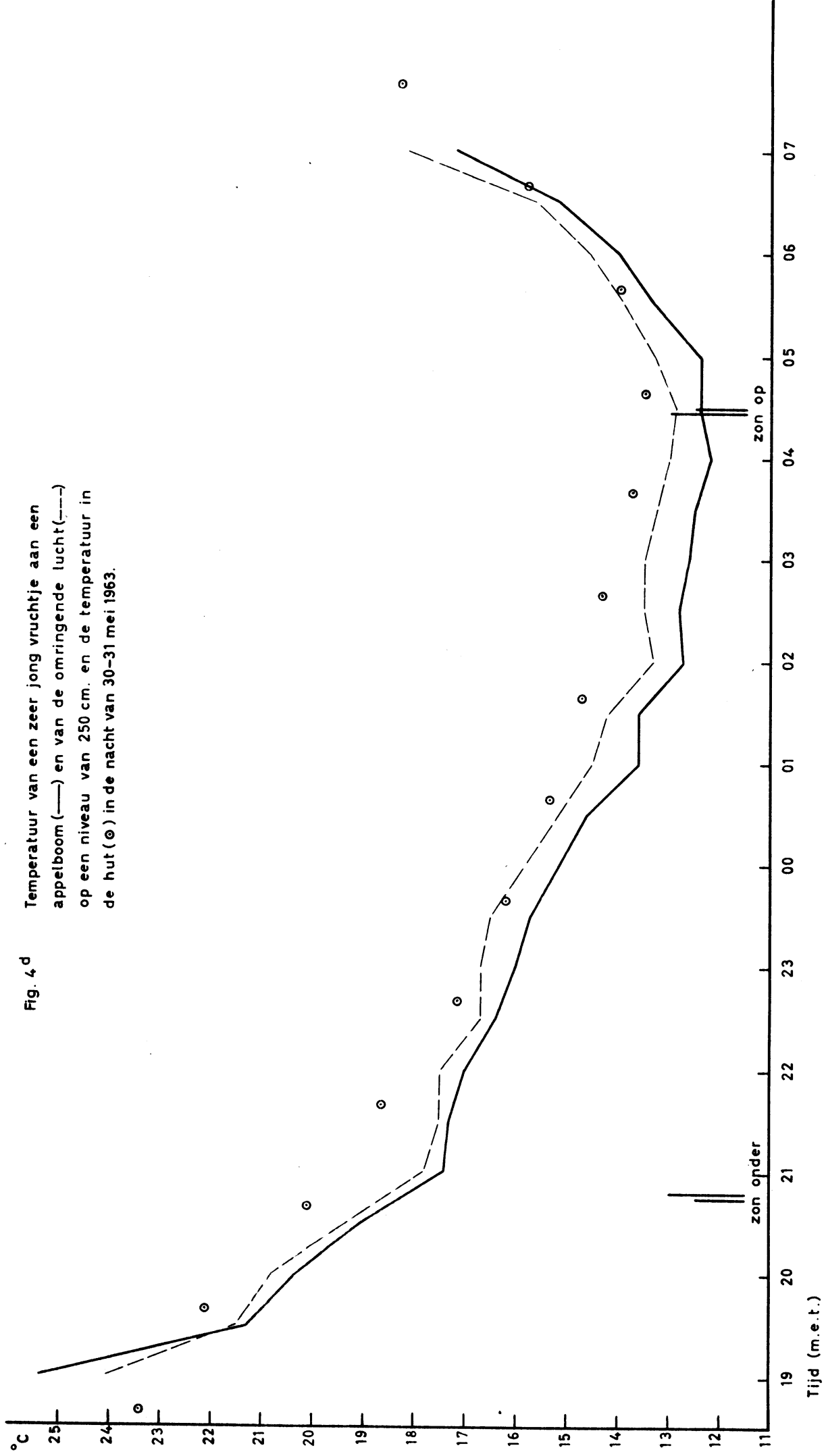


Fig. 4.d Temperatuur van een zeer jong vruchtje aan een appelboom (—) en van de omringende lucht (---) op een niveau van 250 cm. en de temperatuur in de hut (⊙) in de nacht van 30-31 mei 1963.

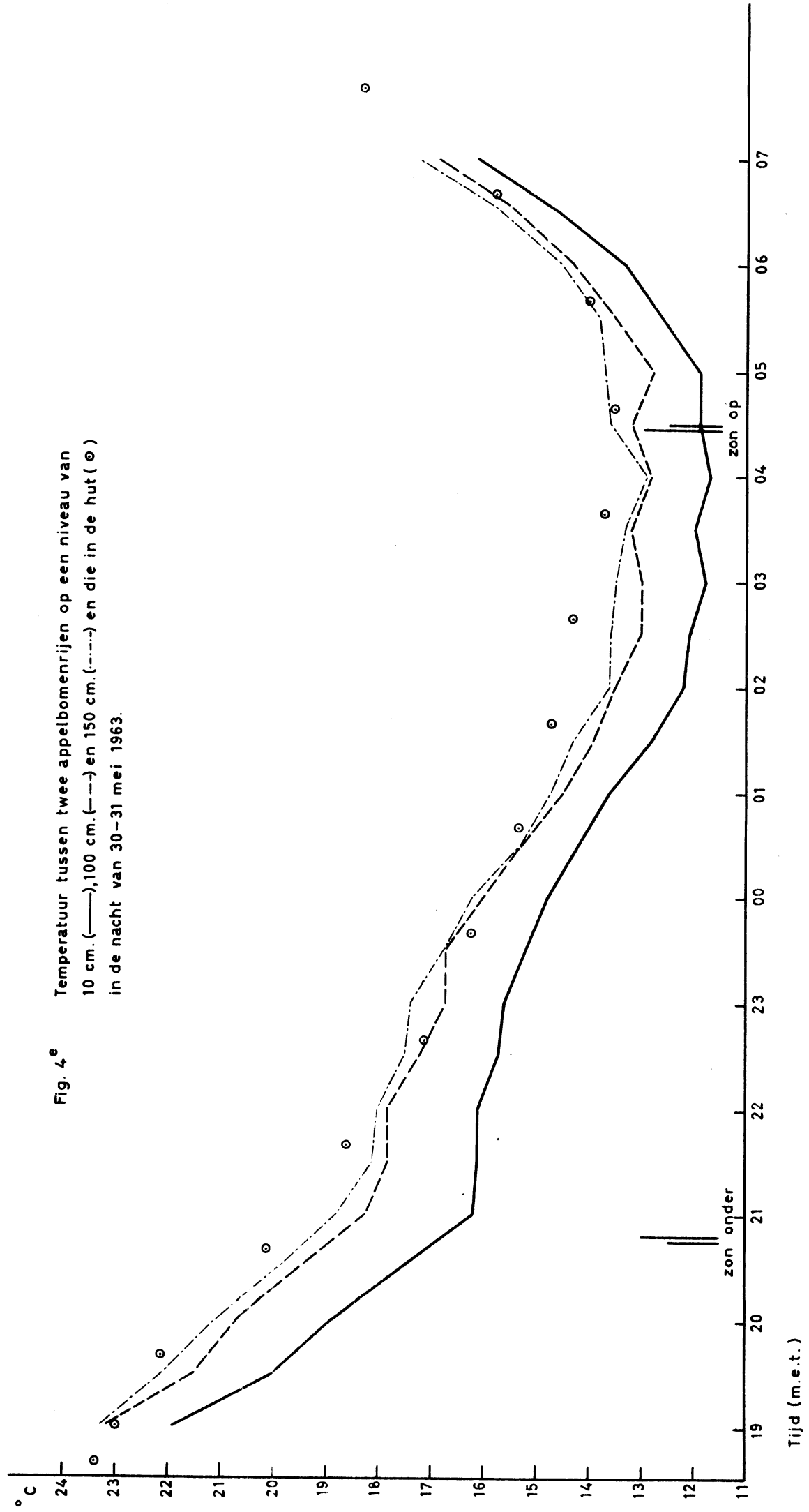


Fig. 4<sup>e</sup>    Temperatuur tussen twee appelbomenrijen op een niveau van  
 10 cm. (—), 100 cm. (---) en 150 cm. (· · · · ·) en die in de hut (⊙)  
 in de nacht van 30-31 mei 1963.