

# SÉRIE TERRA E ÁGUA

DO INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÓMICA

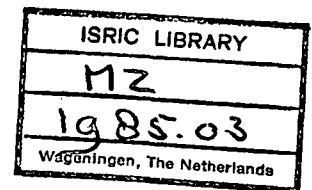
COMUNICAÇÃO No. 24

## Suggested Farming Systems and Calculated Associated Risks Over Southern Mozambique

Using the Agro-climatic Analogue Transfer Technique

S. Jeevananda Reddy

1985  
Maputo, Mocambique



SÉRIE TERRA E ÁGUA  
DO INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÓMICA

Comunicação No. 24

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact [soil.isric@wur.nl](mailto:soil.isric@wur.nl) indicating the item reference number concerned.

SUGGESTED FARMING SYSTEMS AND THE CALCULATED ASSOCIATED RISKS  
OVER SOUTHERN MOZAMBIQUE  
Using the Agro-Climatic Analogue Transfer Technique

S. Jeevananda Reddy  
Land Resources Agroecology/Agroclimatology Expert  
FAO/UNDP MOZ/81/015

Maputo, March 1985  
Mozambique

7170

TABLE OF CONTENTS

	Table of contents	i
	Abstract	1
1.	Introduction	2
2.	Data and analysis	4
3.	Results and discussion	9
	3.1 General	9
	3.1.1 Climatic zones	9
	3.1.2 Climatic cyclic variations	9
	3.1.3 Altitude	10
	3.1.4 Available water capacity of the soils [AWC]	10
	3.1.5 Period of below optimum level temperature	13
	3.2 Initial relative rainfall probabilities	15
	3.3 Agroclimatic variables	16
	3.3.1 The commencement time of sowing rains	17
	3.3.2 The average available effective rainy period	23
	3.3.3 The average wet and dry spells within the available effective rainy period	25
	3.3.4 The percentage crop failure years	29
	3.4 Climatically suitable zones for irrigated agriculture	33
4.	Suggested farming systems and their associated risk	39
	4.1 Arid zone	42
	4.2 Sub-humid zone	48
	4.3 Semi-arid zone	49
	4.3.1 Highly undependable areas (sub-zone 1)	49

	4.3.2 Undependable areas	51
	(sub-zone 2)	
	4.3.3 Dependable areas	58
	(sub-zone 3)	
5.	Risk patterns	59
	5.1 Risk associated with the	59
	stability of initial effective	
	rains	
	5.2 Risk associated with excess water	60
	5.3 Risk associated with drought	61
	5.4 Suggestions to reduce the risk	62
	patterns	
6.	Summary and conclusions	63
	Acknowledgements	64
	References	65
	List of Tables	iii
	List of Figures	iii
	List of Appendices	iv
	<b>Text in Portuguese</b>	<b>170</b>

LIST OF TABLES

1	Network of meteorological stations and the data period used in the analysis	6
2	Suggested farming systems over southern Mozambique a) Crops and cropping patterns b) Few other components of farming system	43

LIST OF FIGURES

1	List of locations used in the analysis - Southern Mozambique	5
2	Altitude map - Southern Mozambique	11
3	Mean available water capacity of soils - Southern Mozambique	12
4	Spatial distribution of periods with below optimum temperatures - Southern Mozambique	14
5	Spatial distribution of the mean week of commencement time of sowing rains and its standard deviation - Southern Mozambique	22
6	Spatial distribution of the mean available effective rainy period and its coefficient of variation - Southern Mozambique	26
7	Spatial distribution of the mean wet spells within the available effective rainy period and its standard deviation - Southern Mozambique	30
8	Spatial distribution of the mean dry spells within the available effective rainy period and its standard deviation - Southern Mozambique	31
9	Spatial distribution of traditional crop zones - Southern Mozambique	32
10	Spatial distribution of the percent crop failure years - Southern Mozambique	34
11	'Climatically suitable' zones for irrigated agriculture - Southern Mozambique	37
12	Spatial distribution of cassava suitability zones - Southern Mozambique	40

13	Spatial distribution of agroclimatic zones - Southern Mozambique	iv	41
----	---	----	----

LIST OF APPENDICES

I	Initial relative rainfall probabilities at 51 locations over Southern Mozambique	67
II	Seasonal patterns of agroclimatic variables at 51 locations over Southern Mozambique	119

**ABSTRACT**

The primary objective of this study is to characterize the risk associated with the dry-land agriculture over southern Mozambique, south of 20°S lat. In this study the weekly climatic data for 51 meteorological stations were used. The analysis was carried out using the agroclimatic analogue technique of the author. In the interpretation of the results the information on relative rainfall probabilities and the climatic cycles were also used.

The area under consideration presents high undependability in terms of both the commencement and the cessation times of the effective rains. They also show high regional differences. The regions along the coast, particularly the central zone around Nhacoongo-Xai Xai, present very high variations, emphasising the importance of careful planning of the time of planting. This is considered as one of the major risk factor that significantly influence dry-land agricultural production. In general, the commencement time of sowing rains show a relation with rainfall cycle: that is, they commence early during the above average rainfall cycle and commence late during the below average rainfall cycle.

A second and more important risk is the chances of failure of a dry-land crop. More than 50% of the area experiences a high risk or failure (> 50%). The risk is higher during the below average rainfall cycle and lower during the above average rainfall cycle. However, majority of the area with high risk appears to be climatically suitable for irrigated agriculture. Frequency of occurrence of excess water, the third risk, presents high regional pattern. This factor not only relates to the water-logging problems but also to soil erosion and selection of crops.

Based on the analogy of transfer of location-specific technology built into the

analogue technique the most appropriate farming systems in which the above three risk factors could be minimized are suggested. The results provide a basis for regional planning and assist in crop improvement program. In addition to characterize the risk.

## 1. INTRODUCTION

The primary objective of this study is to characterize the risk associated with the dry-land agriculture over southern Mozambique.

Climate is a primary constraint to agricultural production in the seasonally dry tropics. The 'uncontrollable' nature of the climate makes it more important. In tropics, unlike in extra-tropics, the climate presents high variations in rainfall in both space and time. Thus, rainfed crop production also presents high variation over space and time. The farmer through his long experience has adopted the most appropriate crops and cropping systems, and his production systems are remarkably homeostatic in that yields remain stable, but low. In this case the objective is to reduce the year to year variation in crop yields but not optimize the yield or profit: an important consideration under the present situation of increasing population pressure per unit area cultivated. The agricultural scientists are trying to develop new technologies for improving the rainfed crop production through improvement of seed and/or management practices: all referring to improved farming systems. Here, under given climatic conditions two important factors need to be answered in terms of climate, namely: what is the appropriate system? and what is the associated risk? The agricultural scientist through his experience in field experimentation has found certain characteristics of climate that relate to risk in rainfed crop production. These include:

variations in the planting times:

crop failure due to inadequate soil moisture:



yield reduction due to excess water.

There are several other more local phenomena in addition to these regional phenomena, such as: frost, hail, intensive rain storms etc. that effect the crop productivity. However, the regional phenomena are more important in regional planning.

The level of risk varies according to the type of farming system. There are different models in the literature to assess the same type of risk depending upon the interest of the investigator. For example, meteorological drought is different from the hydrological drought, while both are different from agricultural drought. Therefore, the primary consideration in any analysis of agricultural risk due to climate should be for "what farming system is it designed". Also, the objective of this study is not to develop a new method or revise the existing models.

The FAO (1978) agroecological zones methodology uses monthly climatic data in crop suitability assessment. The month is too long a period when compared to short duration of a dry-land crops. Also, the limit  $R/PE > 0.50$  (where R and PE are precipitation and potential evapotranspiration, respectively) represent for a pasture zone rather than dry-land crops zone; and it deals with single crops on a broad scale but not the farming systems as a whole. To achieve the above stated objectives of the present study this methodology, therefore, needs considerable modifications. However, the agroclimatic analogue technique of Reddy (1983a) addresses some such questions. This technique was developed using the data from India and two west African countries, namely Senegal & Upper Volta (Reddy, 1983b, 1984a, b), and applied to tropical Australia (Reddy & Williams, 1984). Reddy (1984c) also applied this method for few selected locations in Mozambique.

This study presents the suggested farming systems for dry-land agriculture and their associated calculated risks over southern Mozambique. The data of 51 meteorological stations were used to assist this evaluation adapting the agroclimatic analogue technique of "transfer of site-specific dry-land technology"

of Reddy (1983a) in conjunction with weekly relative rainfall probabilities and probable expected rainfall cycles. These results, therefore, provide a basis for regional planning and assist in crop improvement program; in addition to characterize the risk. Also, provides the basic agroclimatic inventory of certain characteristics of local climates.

## 2. DATA AND ANALYSIS

The basic daily rainfall data for 51 meteorological stations used in the present analysis (Fig. 1) were provided by the Meteorological Services of Mozambique (SMM). The details of these locations along with the data period are given in Table 1. For these locations the average monthly potential evapotranspiration data were estimated following the Penman (1948) method as detailed by Frere (1979). The weekly values of potential evapotranspiration and open pan evaporation data were derived from monthly values following the procedure presented by Reddy (1984c).

The number of years for which the data are available vary according to location (Table 1); 5 locations have data for less than 16 years but more than 9 years, for 14 locations data are for less than 30 years, and for 37 locations data are for more than 30 years. Also, the spatial distribution of network of stations are non-uniform (Fig. 1). However, the areas where the network is sparse are also the areas with quite uniform climate (Reddy, 1984d). These deficiencies were taken into consideration while drawing the isolines of different agroclimatic variables.

The basic information on the variation of terrain (Fig. 2) and average available water capacity (hereafter referred as AWC) for the major soil types of the region (Fig. 3) were taken from Reddy (1984d) and Reddy & Vermeer (1984), respectively. The period with a) mean monthly average temperature less than 20°C and b) mean monthly minimum temperature less than 18°C were estimated for each of the 51 locations. These are given in Fig. 4. These limits are considered as the lower optimum limits for the dry-land crop growth in

Fig. 1 List of Locations Used in the Analysis – Southern Mozambique

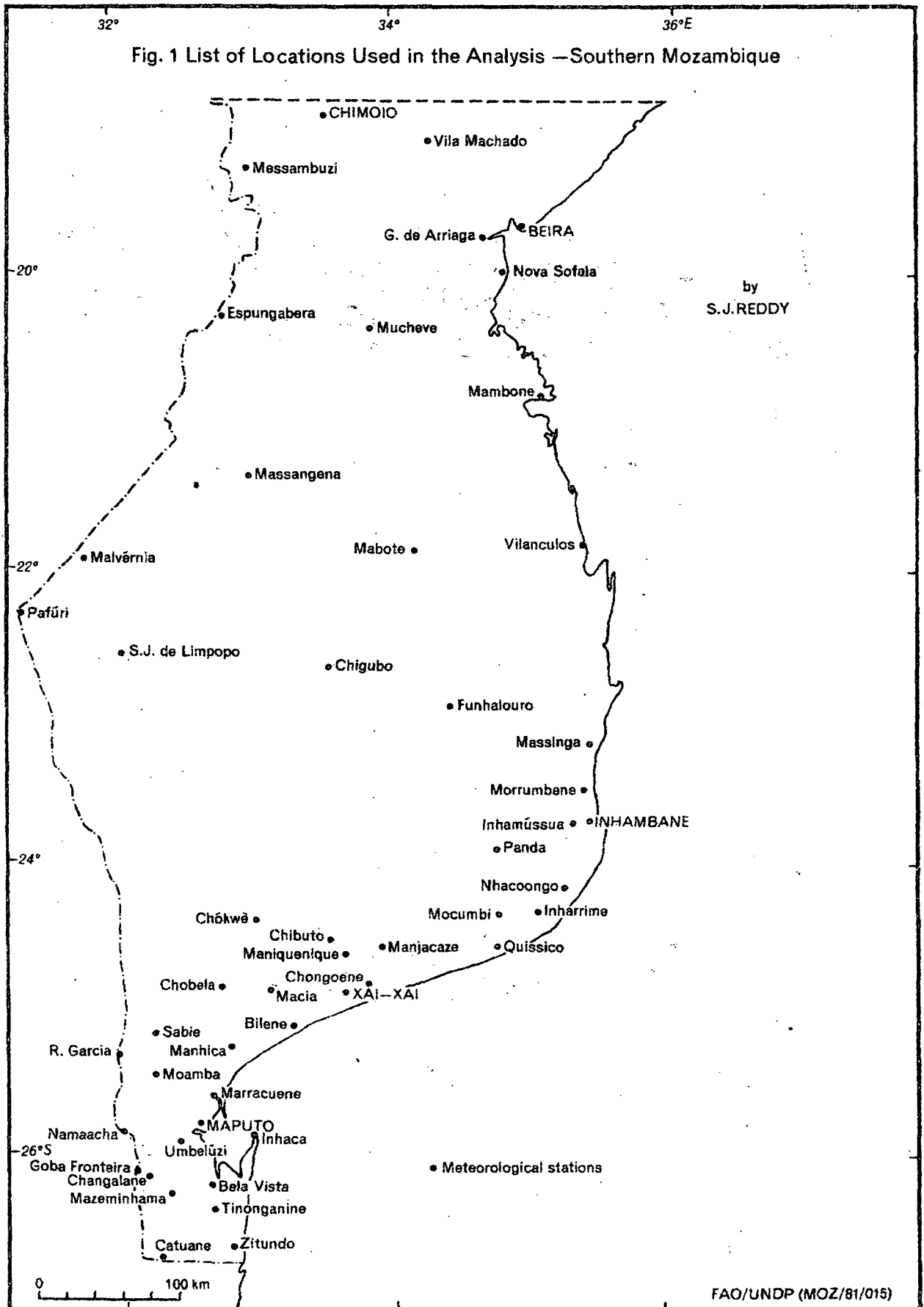


Table 1: Network of stations and the data period used in the analysis

S.No.	Location	Latitude o	Longitude o	Altitude (m)	Data period (years)
01	Bela Vista	26 20	32 41	15	67
02	Cabuane	26 50	32 17	37	50
03	Changalane	26 18	32 11	100	21
04	Goba Fronteira	26 15	32 06	418	25
05	Inhaca	26 02	32 56	27	22
06	Manhica	25 24	32 48	35	68
07	Maputo	25 53	32 36	60	50
08	Mazeminhama	26 27	32 15	61	19
09	Moamba	25 36	32 14	100	55
10	Namaacha	25 29	32 01	523	62
11	Ressano Garcia	25 36	31 59	145	26
12	Sabie	25 19	32 14	80	31
13	Tinonganine	26 29	32 34	50	27
14	Umbeluzi	26 03	32 23	12	59
15	Vila Luisa (Marracuene)	25 44	32 41	26	61
16	Zitundo	26 45	32 50	71	22
17	Gributo	24 41	33 32	90	47
18	Chigubo	22 50	33 31	102	12
19	Chobela	25 00	32 44	40	42
20	Chongoene	25 00	33 47	67	12
21	Xai-Xai (Joao Belo)	25 03	33 38	04	33
22	Macia	25 02	33 06	56	32
23	Manjacaza	24 43	33 53	65	49
24	Malvernia (Chicualacula)	22 05	31 41	452	15
25	Maniquenique	24 44	33 32	13	31
26	Massangena	21 33	32 58	138	15
27	Pafuri	22 27	31 20	215	44
28	Mapai (S.J. do Limpopo)	22 44	32 03	254	21
29	Bilene (S. Martinho)	25 17	33 15	20	24
30	Chokwe (Trigo de Morais)	24 32	33 00	33	33
31	Furhalouro	23 05	34 23	116	41
32	Inhambane	23 52	35 23	14	62
33	Inhamussua	23 54	35 14	37	52
34	Inharrime	24 49	35 01	43	61
35	Mabote	22 03	34 07	143	45

Table 1: Cont. . . .

36	Manbone	20	59	35	01	04	46
37	Massinga	23	19	35	24	109	66
38	Mocumbi	24	32	34	46	45	50
39	Morrumbene	23	40	35	22	20	55
40	Nhacoongo	24	18	35	11	30	57
41	Panda	24	03	34	43	150	57
42	Quissico	24	43	34	45	197	61
43	Vilanculos	22	00	35	19	20	59
44	Espungabera	20	28	32	46	824	44
45	Messambuzi	19	30	32	55	906	35
46	Chimoio (Vila Pery)	19	07	33	28	732	47
47	Beira	19	50	34	51	07	57
48	Mucheve	20	34	33	49	145	11
49	Nova Sofala	20	09	34	44	10	49
50	Vila G. de Arriaga (Buzi)	19	53	34	51	07	37
51	Vila Machado (Nhanatanga)	19	16	34	12	57	49

tropics, below which the growth may be effected significantly. In Fig. 4 also presents the highest average maximum and the lowest average minimum temperatures. This information provides the extreme possible temperature conditions on an average.

The initial probabilities of  $R/PE > 0.33, 0.67$  &  $1.00$  (where  $R$  and  $E$  represent the weekly rainfall and open pan evaporation [mesh covered], respectively) were computed and are presented in Appendix I for all the 51 locations. The three limits represent the critical values of water requirements for dry-land crops at the initial, vegetative & reproductive, and flowering stages, respectively. The details on this aspect were given by Reddy (1984c).

The agroclimatic variables were estimated using the weekly rainfall and potential evapotranspiration data utilizing the methodology of Reddy (1983a). The effective rainy period is defined as the period in which an adequate moisture supply is available to a dry-land crop on a continuous basis having at the start of this period sufficient rains for sowing. The growing season is the sum of the effective rainy period and the period that is available from conserved soil moisture at the end of the effective rainy period, which varies according to the water holding capacity of the soils. If the effective rainy period is less than the minimum optimum water requirement period (equivalent to the length of reproductive phase of a crop) then that year is considered as crop failure year. The high and low rainfall weeks within the effective rainy period are characterized as wet and dry spells, respectively. All these parameters are derived for as many years as the weekly rainfall data are available, and from these the averages and variations (standard deviation and/or coefficient of variations) for effective rainy period, commencement time of sowing rains, wet and dry spells and then finally the percentage crop failure years were estimated. These are presented in Figs. 5 to 8 & 10. The seasonal patterns of these variables for the 51 locations are given in Appendix II. These graphs also present the probable climatic cycle derived from the annual rainfall data (under preparation). Figure 9 depicts the traditional crop zones as defined by Reddy (1984d) using the data of

Carvalho (1969).

Utilizing the risky zones as in Fig. 10 in conjunction with rainfall probability patterns, 6 zones that are climatically suitable for irrigated agriculture were defined and these are shown in Fig. 11. Figure 12 presents the zones that are suitable for cassava.

Figure 13 presents the major climatic zones. For each of these zones the crops and cropping pattern under (a) below and above average rainfall cycle, and (b) under heavy and light textured soils, were derived using the procedure of Reddy (1984a,b). In deriving these the rainfall probability characteristics were also utilized where necessary. These results are given in Tables 2a. Table 2b includes the crop suitability for cassava and some tree plants. Cassava and some tree plants were separated from other crops because of their differences in growth cycle as well as planting time. Table 2b also presents the management strategies for the presented cropping systems.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 General

##### 3.1.1. Climatic zones

The majority of the area under consideration is classified as semi-arid tropics, more specifically dry semi-arid tropics, according to modified Thornthwaite approach (Reddy, 1984d). Small areas along the coast and around Espangabera are classified as sub-humid and small area around Pafuri is classified as arid zone. The study area shows considerable undependability in terms of occurrence of rainfall both within and between seasons with a possibility of most of the rain occurring as intensive spells (in majority of the years one or more spells of rain with more than 100 mm/week is a common feature).

##### 3.1.2 Climatic cyclic variations

The annual rainfall data show a cyclic variation with alternating high and low rainfall cycle (this report is under preparation). The observed cycle has a wave

length of 54 years (and its sub-multiples). The integrated predicted curve indicates a 27-year below average period followed by a 27-year above average period of rainfall. At the mid period of each of these 27-year cycles a 5-year period shows opposite pattern.

These predicted patterns are depicted in Appendix II in conjunction with seasonal patterns of agroclimatic variables - solid curve on the right hand side of the graph. The objective of including these patterns is to understand whether there is any systematic behavior of agroclimatic variables with cyclic variations observed in the mean annual rainfall, that will facilitate better interpretation of their agronomic relevance. These patterns, in general, indicate a phase shift between coastal and inland areas. This pattern also indicates that the 27-year below average rainfall cycle commenced in 1981-85 at coastal stations; and this is expected to commence around 1990-93 at inland stations. However, 1981-85 corresponds to the 5-year below average segment of 27-year above average rainfall cycle.

From Appendix II it could be inferred that, in general, the effective rains commence earlier than average during the above average rainfall cycle and also the risk is lower during the same period; while in the below average rainfall cycle the effective rains are later than average with higher risk.

### 3.1.3 Altitude

Major part of the study area is under 200 m altitude (Fig. 2). Only small areas around South African border and around Espungabera are more than 400 m. There is also small area around Funhalouro present above 200 m.

### 3.1.4 Available water capacity of the soil (AWC)

AWC is defined as the maximum water available to a dry-land crop in the tropics in the top 1.8 m of the soil when the soil is fully saturated. This varies according to the soil type (structure, texture), soil depth, and partially soil slope. Figure 3 presents the average AWC for the major soil types of the



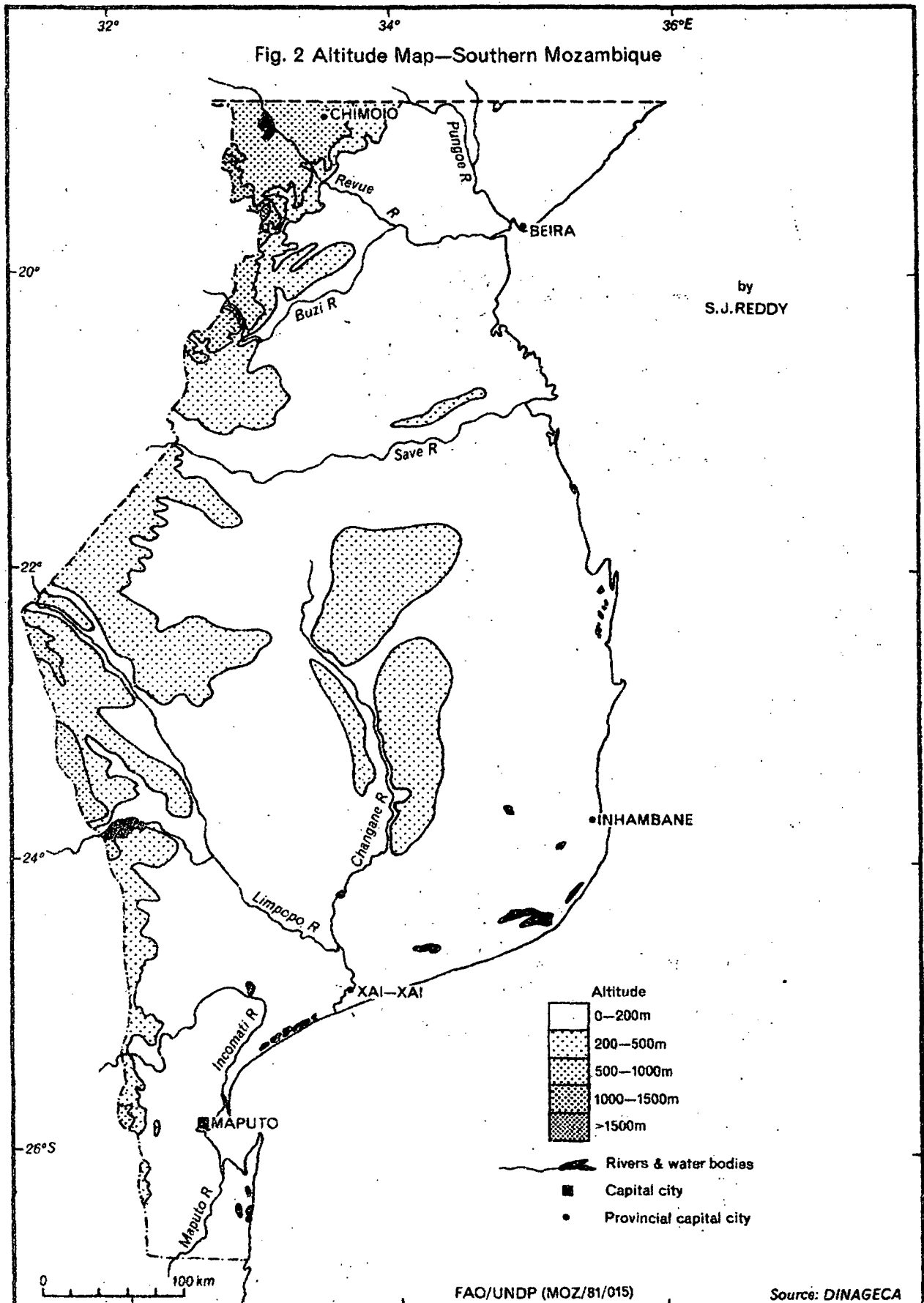
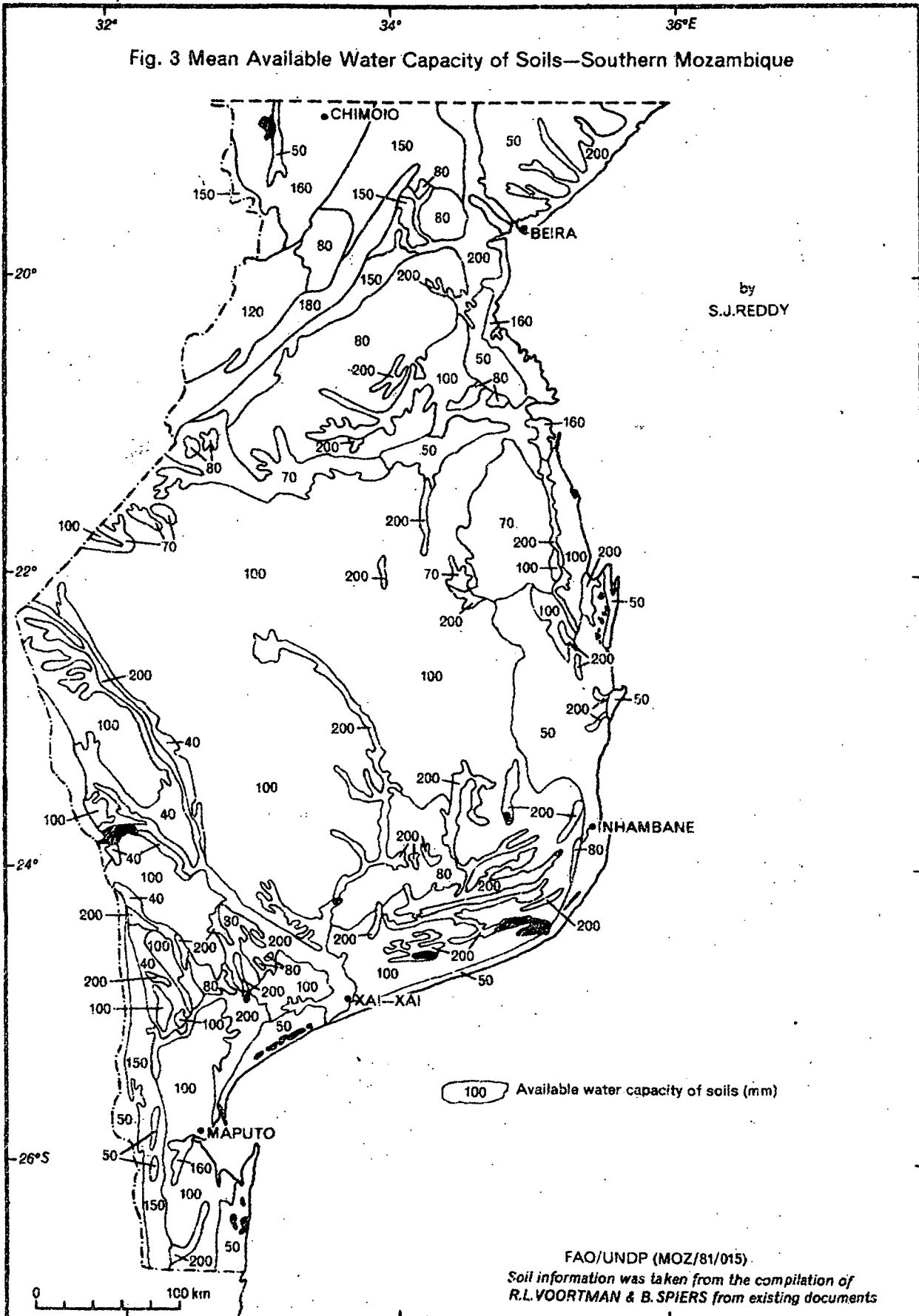


Fig. 3 Mean Available Water Capacity of Soils—Southern Mozambique



region (Reddy & Vermeer, 1984).

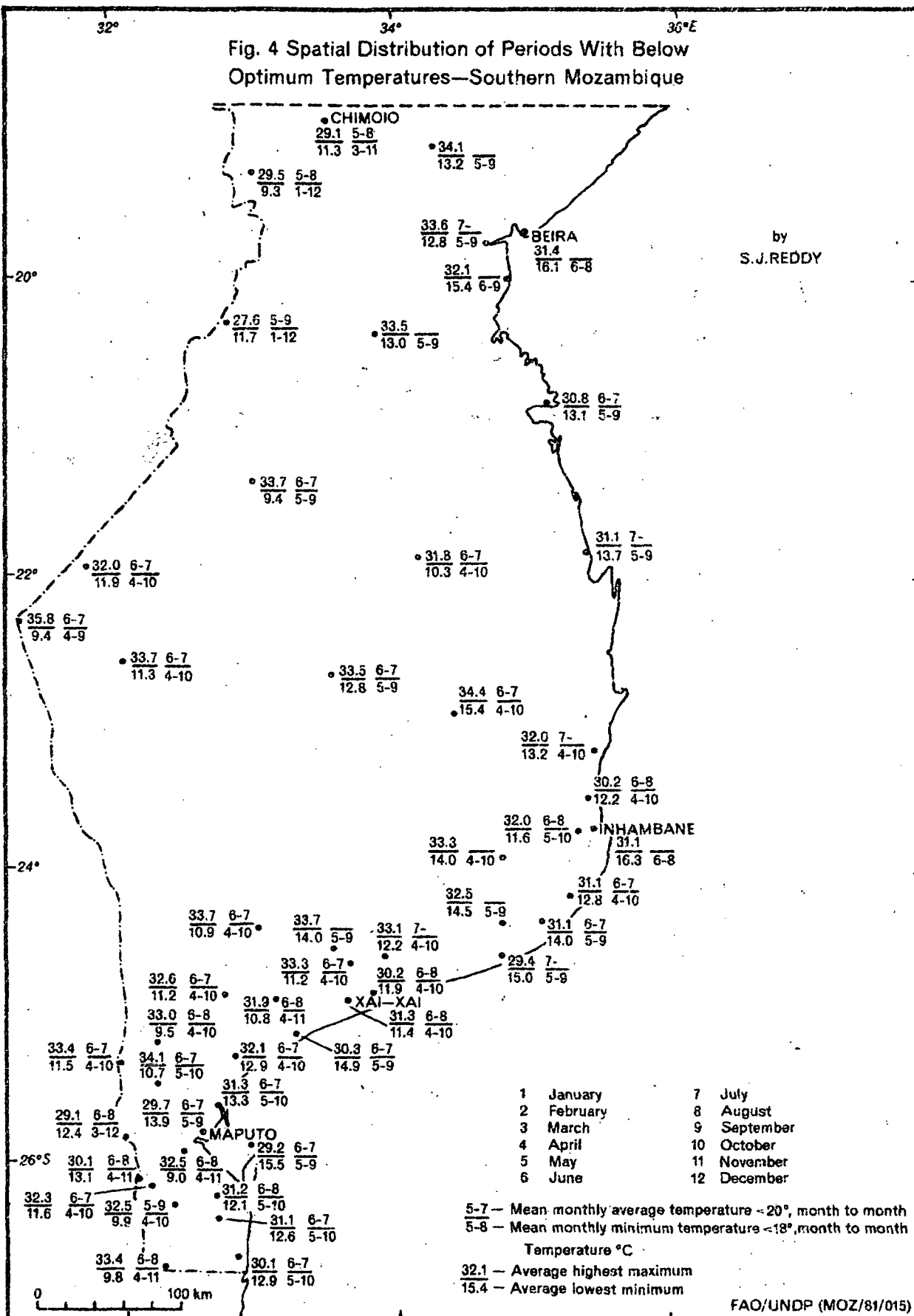
It is seen from Fig. 3 that about 50% of the area has AWC less than 100 mm. Some areas along the major river beds present soils of AWC of 200 mm, whose value in terms of crop production is high. About 25% of the area present soils of AWC less than 50 mm, primarily along the coast and along the South African border, whose value for crop production is considered as low.

### 3.1.5 Period of below optimum level temperature

The lower limit of optimum temperatures for dry-land crops in the tropics is about 20°C for mean monthly average and 18°C for mean monthly minimum temperatures. Figure 4 depicts the periods with below the lower optimum temperatures along with the highest average monthly maximum and the lowest average monthly minimum temperatures. Some of the salient features of this map are:

The mean monthly average temperatures are less than 20°C during June-July/August at the majority of locations. The mean monthly minimum temperatures are less than 18°C during April/May-September/October at the majority of locations. However, these periods are longer in elevated areas as the temperature decreases proportionately with increasing height. On level terrain the mean monthly average temperatures are more than 20°C but generally less than 28°C; and the mean monthly minimum temperatures are more than 18°C but generally less than 24°C during the main rainy months. More precisely, it could be said that during the main rainy months these temperatures are around 24-27°C and 19-22°C respectively. These ranges present the optimum ranges for dry-land crops (Nix, 1981). During the periods of below optimum temperatures, there are considerable differences in the lowest values recorded from north to south. Therefore, for winter crops it is also very important to consider temperature when selecting the crop species. However, the winter species are tolerant to below 20°C of average temperature (Nix, 1981). During the summer crop season crop productivity is not limited by temperature, or for the matter of

Fig. 4 Spatial Distribution of Periods With Below Optimum Temperatures—Southern Mozambique



fact even the energy on level terrain.

### 3.2 INITIAL RELATIVE RAINFALL PROBABILITIES

Appendix I presents the graphs of initial relative rainfall probabilities for 51 locations. In this set of graphs the horizontal axis represent the standard weeks and the vertical axis represent the probability in %. The three curves from top to bottom represent the probability patterns for the three critical limits of  $R/E > 0.33$ ,  $0.67$  &  $1.00$ , respectively. A probability of 50% at week 48 on the top curve means in 5 out of 10 years  $R/E$  exceeds  $0.33$  at week 48. If these curves sharply rise at the beginning and fall sharply at the end, it means the beginning and end of the effective rains are highly dependable. If the curve slopes less the dependability decreases proportionately. If there are any depressions, it means there are possibilities of short term droughts.

The graphs in Appendix I present quite different patterns both in terms of length as well as level of probabilities in summer and winter. It is seen from these graphs that the winter rains are surprisingly separated from summer rains by a short dry period. These features have significant influence on the evaluation of risk associated with agricultural production over southern Mozambique. In order to assist such analysis the study area is divided firstly into two zones using the probable length of the summer rains as: a - short, and b - long. These areas in turn are divided into four sub-zones using the level of relative rainfall probabilities of  $R/E > 0.33$  as:

Sub-zones	Level of relative rainfall probabilities, %	
	Summer	Winter
I	< 40	< 20
II	> 40	< 20
III	> 40	20 - 30
IV	> 40	> 30

\*  $R/E > 0.33$

These inferences were used in later section for the explanation of irrigation feasibility zones. The rainfall probabilities in general are more useful for local scale planning along with estimation of irrigation needs or to establish irrigation scheduling procedures. These graphs could be used to understand the rainy period and its variability, as a first approximation.

### 3.3 AGROCLIMATIC VARIABLES

There are 9 agroclimatic variables that are related in estimation of crop production system, namely:

- $\bar{G}$  : The mean available effective rainy period in weeks [the growing season is the sum of  $G$  + period available for growth from conserved soil moisture after the termination of effective rains, and varies according to the AWC of the soil. This defines the cropping pattern];
- $C$  : The coefficient of variation of the available effective rainy period in % [this defines the dependability and/or variability of available effective rainy period over the years, that relates to the dependability of cropping pattern];
- $\bar{W}$  : The mean number of wet weeks within the available effective rainy period in weeks [this defines the possibility of occurrence of heavy rains within a specified available effective rainy period that relates to soil erosion, water-logging, runoff feasibility and in turn to available field work days, identification of crops, land/water management needs];
- $\alpha$  : The standard deviation of wet weeks in weeks [this defines the variability of wet spells over time relating to the intensity of the above mentioned farming systems features];
- $\bar{D}$  : The mean number of dry weeks within the available effective rainy period in weeks [this defines the possibility of occurrence of dry periods within the specified available effective rainy period];
- $\beta$  : The standard deviation of the dry weeks in weeks [this defines the variability of dry spells within the available effective rainy period over time];

- $\bar{S}$  : The mean week of commencement time of sowing rains in week no. [this defines the most appropriate time for planting]:
- $s$  : The standard deviation of commencement time of sowing rains in weeks [this defines the variability in planting time over the years and relates to the planting hazard, dry-seeding feasibility, mechanized seeding feasibility etc.]:
- $A$  : The percentage crop failure years or riskyness of dry-land agriculture in % [this defines the risk associated with specified farming system].

### 3.3.1 The commencement time of sowing rains

[1] Planting practices: This not only relates to the average week of commencement time of sowing rains but its variation. In heavy soils seeding is very difficult once the rains have commenced. Dry-seeding techniques, applied before the rains, may overcome these difficulties to a certain extent. This is very important with mechanized planting. Dry-seeding anticipates the commencement of rains by a few days and with the first rains the seed germinates. It is feasible only when the onset time of sowing rains are stable over the years, i.e.,  $s$  must be small. The riskyness of a region for dry-seeding is characterized as:

Dry-seeding feasibility zones	$s$ (weeks)
Highly favourable	$\leq 1.5$
Moderately suitable	1.5 - 2.0
Favourable	2.0 - 3.0
Risky	3.0 - 6.0
Highly risky	$> 6.0$

These ranges also apply to planting hazard or mechanized planting feasibility levels. In the present study area the first two sub-zones (highly favourable & moderately favourable) are not present. The majority of the area is under the last two sub-zones (risky & highly risky) -- Fig. 5.

In general on light textured soils late planting is usually practiced, that is,

after a good rain (rains that fill at least the top 30-cm of soil) in the case of heavy textured soils with a short growing season in risky sub-zones it is always preferable to keep the soil fallow during the early part of the rainy season and plant the crop in the later period of the rains (this practice is termed hereafter as kharif fallowed rabi or rainy season fallowed post-rainy season planting). This practice was found successful in India under similar climatic zones. This practice not only reduces the risk but also improves the productivity. The planting practices are generalized according to the value of  $\delta$  as follows:

(a) Areas where dry-seeding is feasible ( $\delta \leq 3$  weeks):

(A) First crop:

- i) on light textured soils:
  - In the case of above average rainfall cycle plant in between weeks  $\bar{S} - \delta/2$  and  $\bar{S}$  with a good rain, particularly after week when the initial relative rainfall probabilities of  $R/E \geq 0.33$  show sharp rise:
  - In the case of below average rainfall cycle plant in between weeks  $\bar{S}$  and  $\bar{S} + \delta/2$  with a good rain.
- ii) on heavy textured soils:
  - where kharif fallowed rabi is applicable plant after week  $\bar{S} + \delta/2$  after a rain that facilitate good germination. The preferred time of planting is around the period when the relative rainfall probabilities of  $R/E \geq 1.00$  show sharp rise:
  - where dry-seeding is feasible plant in between weeks  $\bar{S} - \delta$  and  $\bar{S} - \delta/2$  in the case of above average rainfall cycle; and in between weeks  $\bar{S} - \delta/2$  and  $\bar{S}$  in the case of below average rainfall cycle before a rain.

(B) Second crop:

- i) on light textured soils plant just around the period when the summer rainfall probabilities of  $R/E \geq 0.33$  show decreasing trend or



April/May, which ever is earlier after good rain:

- ii) on heavy textured soils same as above but preferably before a good rain.

in these cases a good rain may be defined as "25 mm of rain on a single day" or "30 mm of rain on two consecutive days".

(b) Areas where dry-seeding is risky ( $s > 3.0$  weeks):

- i) In the case of above average rainfall cycle first crop could be planted in between weeks  $\bar{S} - s$  and  $\bar{S}$  and the second crop could be planted about the period when the summer relative rainfall probabilities of  $R/E \geq 0.33$  show decreasing tendency or around April/May which ever is earlier with a good rain. On heavy textured soils preferably before a good rain.
- ii) In the case of below average rainfall cycle first crop could be planted in between weeks  $\bar{S}$  and  $\bar{S} + s$  and the second crop could be planted after April/May with good rains. On heavy textured soils preferably before a good rain.

All these planting practices in the case of first crop could be represented pictorially in the next page.

Note: Where the commencement time of effective rains do not show any significant relation with climatic cycles, then (i) on heavy textured soils plant in between weeks  $\bar{S} - s$  and  $\bar{S}$  and on light textured soils in between weeks  $\bar{S} - s/2$  and  $\bar{S} + s/2$ .

However, the risk in crop production in association with the planting time is very high, particularly on heavy soils where  $s > 3$  weeks. In this class, therefore, it is very important that the planting time must be carefully selected, preferably by taking into account the weather situation in that year rather than commencing planting from August with every rain. This traditionally followed practice is not good to get better production, as this practice does not utilize the natural resources optimally.

**Cassava planting:** The planting practices for a very long duration cassava or any other such crop is different from the above mentioned strategies. Cassava is a drought tolerant crop. The zones that are suitable will be discussed later. The planting could be done with a good rain round about the period when the initial relative rainfall probabilities show rising tendency. Harvesting could be done when the probabilities show very low.

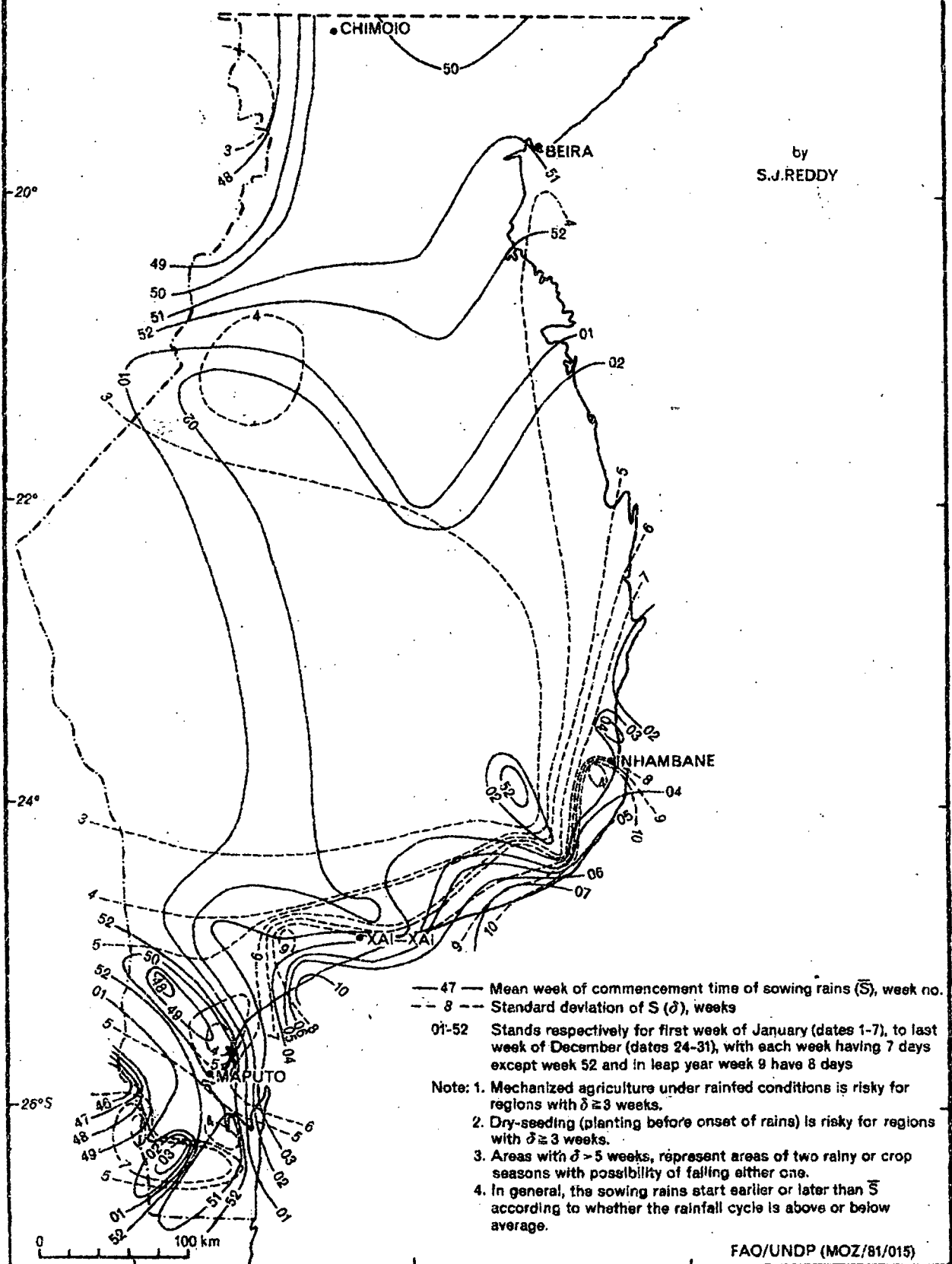
(2) Variation of  $\bar{S}$  and  $s$ :

(i) Northern parts: The commencement time of sowing rains ( $\bar{S}$ ) indicate a delay from north to south [week 50 (2nd week of December) at Vila Machado to week 2 (2nd week of January) at Mabote]. However, along the elevated regions of Messambuzi, they commence even earlier [week 48 (last week of November)]. Over this area the standard deviation of commencement time of sowing rains is 3-4 weeks, indicating a risk for dry-seeding as well as mechanized seeding. This variation could be reduced by dividing the years into above and below average rainfall cycle, as the effective rains start earlier than  $\bar{S}$  in the above average rainfall cycle or vice versa (see Appendix - II). So, by following these characteristics, careful planning will help the dry-seeding or mechanized seeding in heavy textured soils, which are present in this belt. This may not be important for paddy-rice or finger millet planting. These crops need to be planted with very early heavy rains. Late planting may not be good for paddy rice. Planting practices for this area are as presented above.

(ii) Central parts: Except around Panda (where the effective rains may start as early as the last week of December) the commencement of sowing rains show a delay from inland to coast [week 1 (1st week of January) to week 7 (3rd week of February)]. Similarly, the standard deviation of commencement time of sowing rains show an increase from 3 to 10 weeks from inland to coast. The planting practices are as given above.

(iii) Southern parts: In general like in central parts this region also indicate

Fig. 5 Spatial Distribution of the Mean Week of Commencement Time of Sowing Rains and its Standard Deviation—Southern Mozambique



to rains at physiological maturity, such as pearl millet, sorghum, cotton, tobacco etc. (Reddy et al., 1982) — open pollinated crop yields present deteriorated quality which are less suitable for human or animal consumption.

3) Variation of  $\bar{W}$  and  $\bar{D}$  and their standard deviations ( $\alpha$ ,  $\beta$ ): Over the majority of the area under study the  $\bar{W}$  is  $< 5$  weeks with  $\alpha < 2$  weeks (Fig. 7). Around the sub-humid areas they are  $> 6$  weeks and  $> 3$  weeks, respectively. The dry spells are in general  $< 5$  weeks with  $\beta < 2$  weeks except along the coast where they are  $> 5$  and  $> 2$  weeks, respectively; particularly in the sub-humid belt. The crop patterns obtainable from the above conditions from these figures (Figs. 7 & 8) present close agreement (with few exceptions) with the traditional practices (Fig. 9). For example, in central zone, traditionally maize is cultivated; but this zone with less prone to winter rains is more suitable for pearl millet and sorghum based cropping. The reason for growing maize in this region appears not due to climate but due to the problem of birds. This needs close investigation as maize is more prone to drought under this climate.

The northern parts of southern Mozambique appear to be more prone to water-logging and soil erosion hazards. In order to overcome these hazards and thereby to improve the productivity, it is suggested to follow better soil management practices like broad bed & furrows (ICRISAT, FSRP, India) with furrow to furrow of 1.5 m and broad bed of 0.9 m. Planting is done on beds. Areas with low  $\bar{W}$  along with  $\bar{W} < \bar{D}$  and with high risk, it is preferable to follow hill-slope land management to improve in-situ soil moisture conservation. Hill to hill of 3 m with furrow having gentle slope. Planting is done at the centre of the furrow.

#### 3.3.4 The percentage crop failure years

A year is said to be crop failure year when the available effective rainy period is less than or equal to 5 weeks. This represents the minimum period with reliable moisture that is required for even a short duration crop. This parameter could be used as a proxy to define the input level or plant density/population.

Fig. 7 Spatial Distribution of the Mean Wet Spells Within the Available Effective Rainy Period and its Standard Deviation—Southern Mozambique

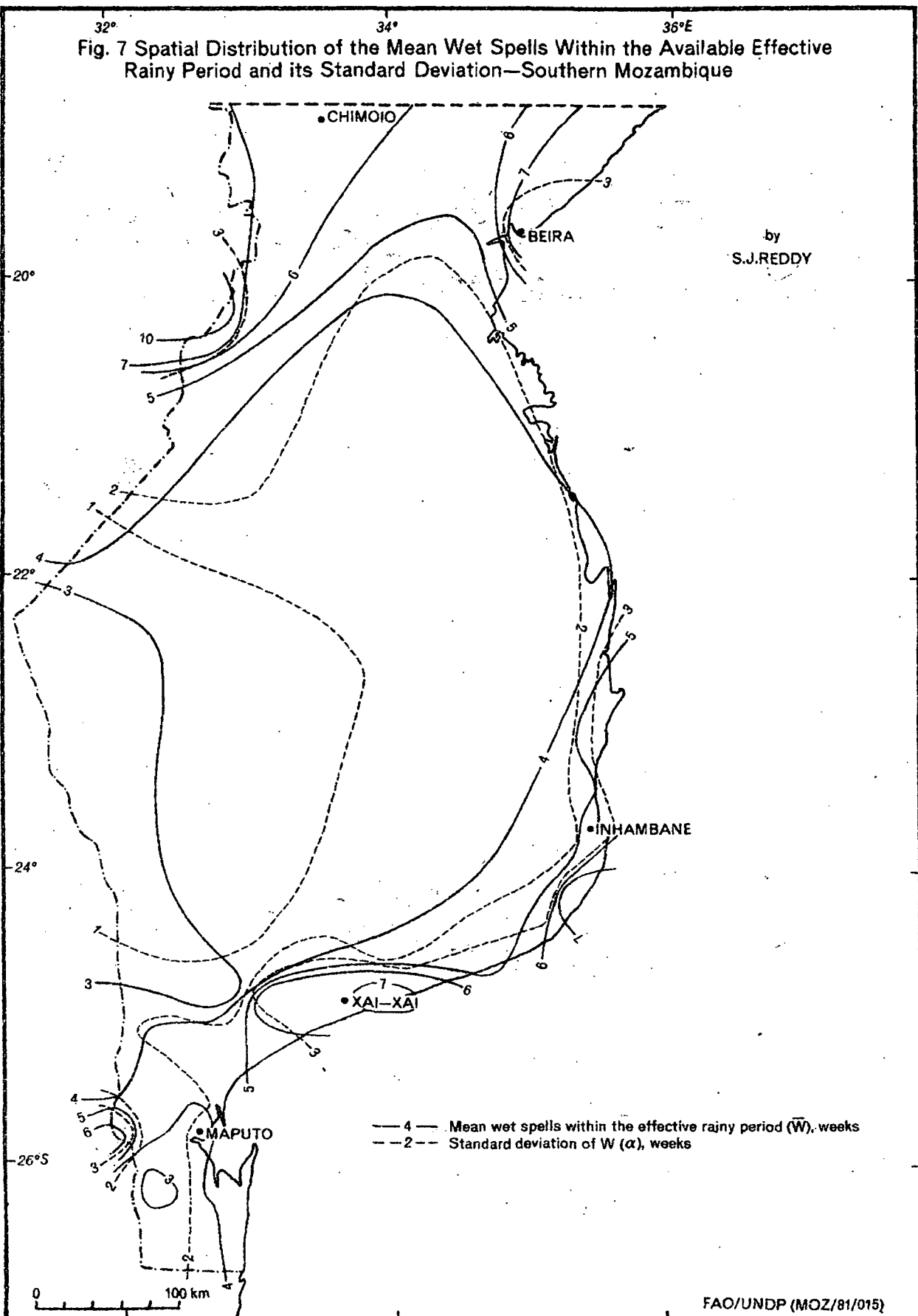


Fig. 8 Spatial Distribution of the Mean Dry Spells Within the Available Effective Rainy Period and its Standard Deviation— Southern Mozambique

by  
S.J.REDDY

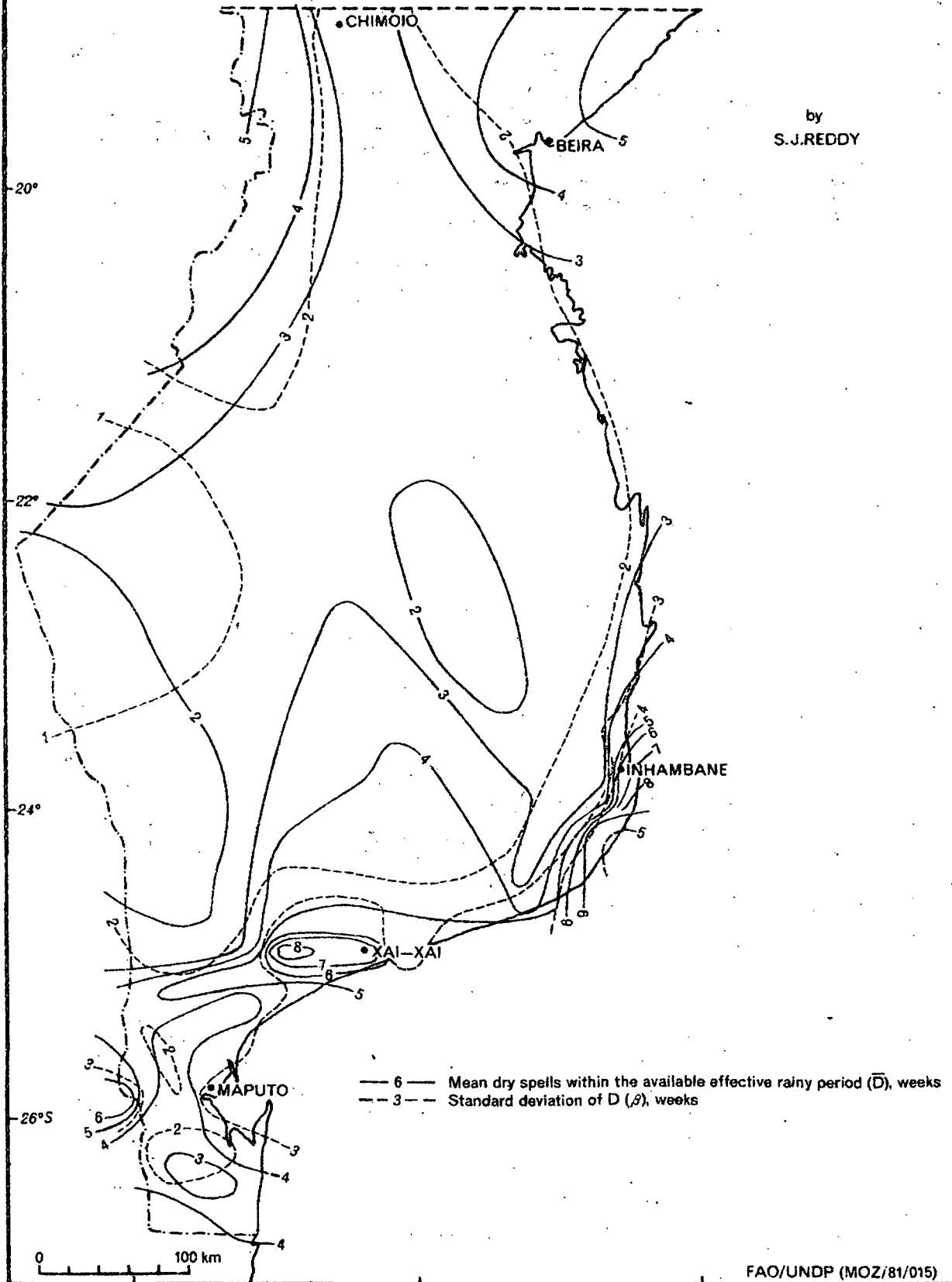
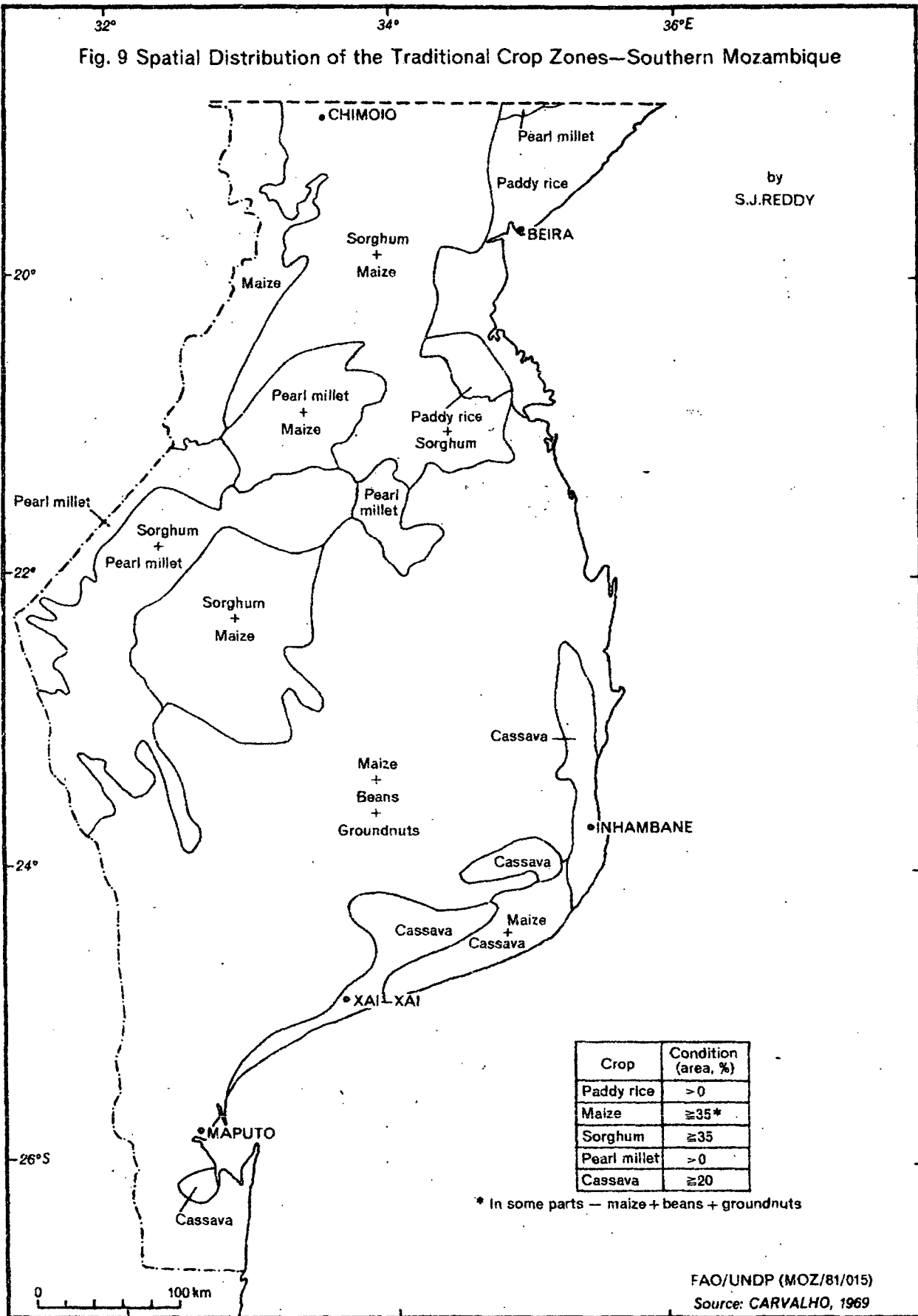


Fig. 9 Spatial Distribution of the Traditional Crop Zones—Southern Mozambique



This is divided into 7 riskyness zones as:

Aridity zone	A (%)	Riskyness zone
wet-2	0 - 5	Very low
wet-1	5 - 15	Low
wet-dry	15 - 30	Moderately low
dry-1	30 - 45	Moderate
dry-2	45 - 60	Moderately high
dry-3	60 - 75	High
arid	> 75	Very high

These zones are demarcated in Fig. 10. Wet-2 zone is mainly confined to sub-humid zone. Dry-3 zone is mainly confined to dry semi-arid zone while the other zones from wet-1 to dry-2 are seen in the wet semi-arid zone. Dry-1 zone is characterized as the "drought prone" dry-land agricultural belt. This is the zone where runoff recycling would give the best results. Similarly, dry-3 zone and arid zones are more suitable for pastures (if the rainy period is short the short duration legume pastures or where the rainy season is longer perennial grasses).

However, the risk level is modified to a marginal extent by AWC of the soil. Under high AWC soils the risk might be slightly lower while in the low AWC soils it might be slightly higher. The soil factor plays important role under high dry spells with dry spells less than wet spells. In the case of plant population and input levels, in addition to risk they also depend upon the reliability of initial rains. With increasing undependability the level of plant population or input decreases.

It is seen from Appendix II that the risk is considered higher during the below average rainfall cycle and lower during the above average rainfall cycle. With all these possibilities Fig. 10 defines the climatic risk under a more appropriate farming system on an average situation.

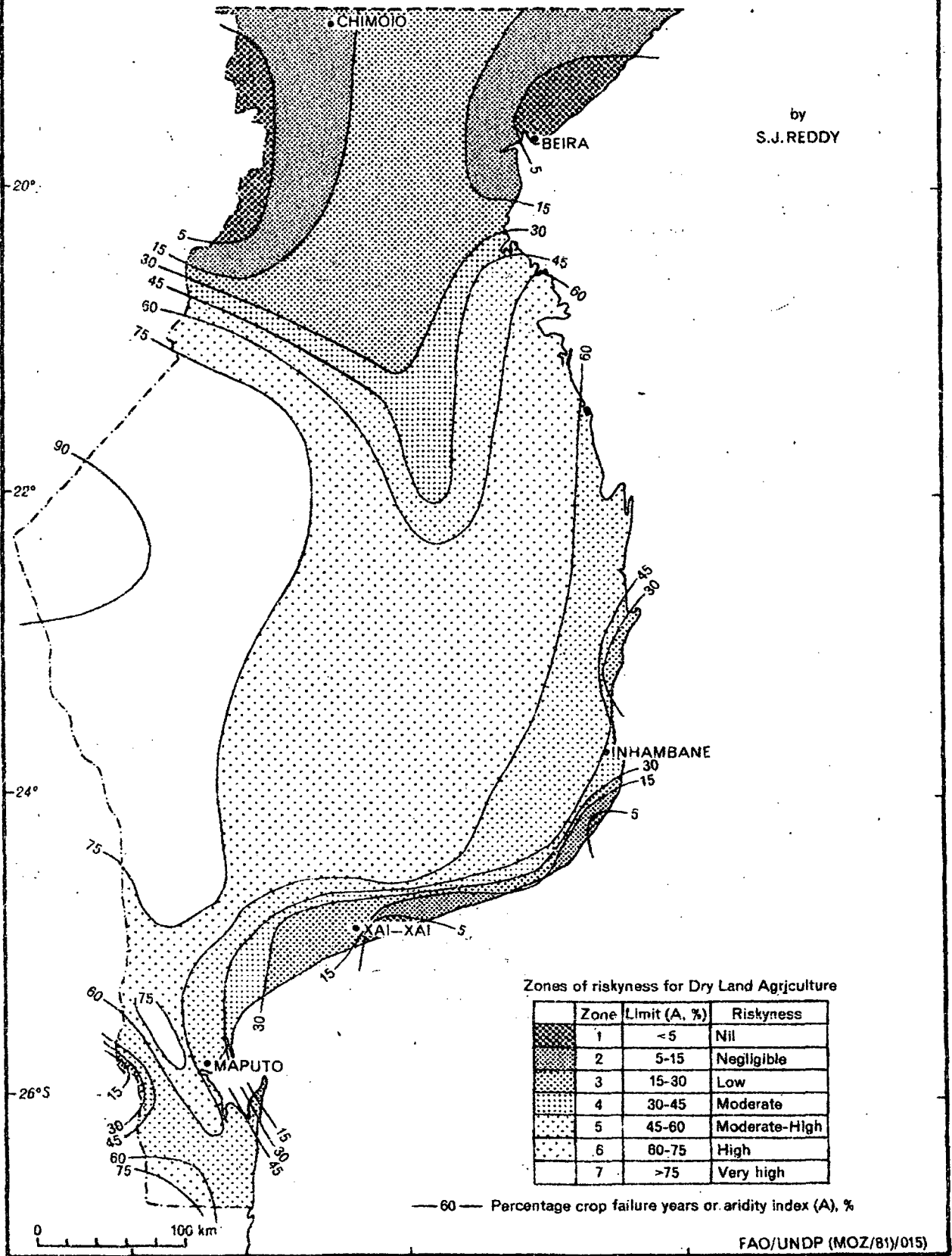
#### 3.4 Climatically suitable zones for irrigated agriculture

In the seasonally dry tropics production could be increased through irrigation



Fig. 10 Spatial Distribution of the Percentage Crop Failure Years—Southern Mozambique

by  
S.J. REDDY



where such facility exists. There are several modes of irrigation. Depending upon the capacity/areal extent schemes that provide water can be divided into large, medium and small. The initial investments in all these schemes are high. However, the increase in production per unit water use relates to several other factors, such as: quality of water, soil condition, drainage, salinity etc. In addition climate has a significant effect on production. However, this factor is beyond man's control, but needs quantification to assess the feasibility and levels of production possible. Climatic suitability refers to order of improvement or risk in production associated with the climatic conditions if every other factor is satisfied. In the dry tropics energy does not limit crop productivity, but under higher management conditions with increased energy interception by the crop could increase the crop production substantially. Also, the pest & disease conditions relate to some of the climatic conditions, such as relative humidity and cloudiness. All these indirectly refer to one factor, that is, how clear are the skies? Therefore, these characteristics could be defined using the following three parameters:

- length of the rainy period
- the frequency of occurrence of rains within that rainy period
- level of risk for dry-land agriculture.

The first two factors could be quantified through relative rainfall probabilities as explained in section 3.2 and the third could be characterized using the riskiness zones as presented in Fig. 10. This basically assumes that longer the rainy period and/or higher the relative rainfall probabilities, and therefore lower the risk for dry-land crops, the less suitable the area is for irrigated agriculture with high management.

Based on the above mentioned three characteristics southern Mozambique can be divided into 6 classes of climatically suitable zones of irrigated agriculture. These are presented in Fig. 11. However, these classes are not valid for supplemental irrigation, they do not include the high management conditions.

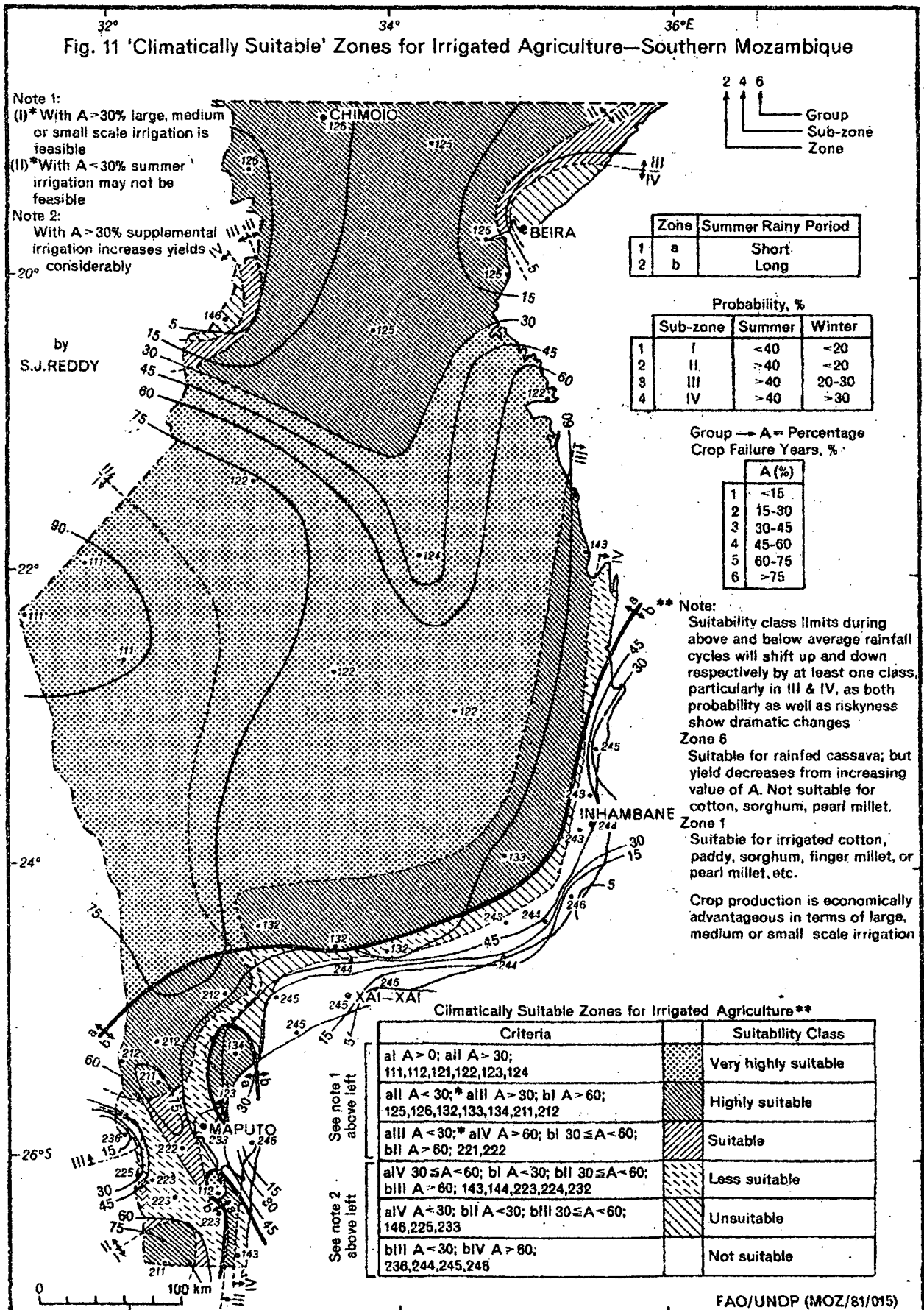
Also, the basic concept underlying the supplemental irrigation is to collect runoff water in small on-farm tanks and recycle this water during shorter dry periods. Under this condition the improvement in the production is substantial relative to the investment.

In Fig 11 the three numbers for each of the location represent from left to right as zone, sub-zone and group numbers (these are different from Fig. 13). For example: class 111 refer to short summer rains with the possibility of receiving relative rainfall of  $R/E > 0.33$  in less than 40% of the years along with the possibility of receiving winter relative rainfall of  $R/E \geq 0.33$  in less than 20% of the years along with a risk of dry-land crop failing in more than 75% of the years. Therefore, this area is identified as highly suitable climatically for irrigated agriculture. It is seen from Fig. 11 that about 65% of the area under study is suitable climatically for irrigated agriculture.

However, the boundaries of different classes will shift marginally up and down during above and below average rainfall cycles, particularly in sub-zones I, II & III with risk being more than 60%.

**Climatically suitable zones for cassava and some tree crops:** In the southern Mozambique cassava, coconut, cashew nut and mango are as important as other dry-land crops. But these are of longer life cycle compared to other short duration crops. Because of this characteristic of these crops, the areas climatically suitable or otherwise risky are treated separately.

Cassava is considered suitable where the rainy season is longer, as the duration of these varieties range from 180-270 days with a rotation of 3 years. Also, they are more drought tolerant. Therefore, areas of type bIV (see section 3.2 for definitions of these types) are considered as highly suitable. Similarly, the areas of type aI are considered as unsuitable. The suitability zones are defined as follows:



Class	Type	Suitability zones		
		Cassava/ Coconuts	Cashew nuts	Mangos
1	bIV	HS	S2	US
2	bIII	S1	HS	LS2
3	aIV	S2	S1	LS1
4	bII	LS1	S2	S2
5	aIII	LS2	LS1	S1
6	all	US	LS2	HS
	bl		US	LS1
	al			US

Note: HS - Highly suitable;  
 S1 - Suitable - 1;  
 S2 - Suitable - 2;  
 LS1- Less suitable - 1;  
 LS2- Less suitable - 2;  
 UN - Unsuitable.

In 'all' type, even though, cassava is suitable, as other long duration crops are equally suited cassava is not included. In all these classes the production level decreases with increasing level of risk. In classes 1-3 cassava of more than 180 days cultivars are better suited. In classes 4-5 cassava could be grown preferably during the year of above average rainfall cycle. Areas with low temperatures are less suitable for coconuts, cashew nuts. Coconuts are less suitable in areas with low relative humidity.

The rainfall types can be seen from Fig. 11. Although, the areas of type 'all' are suitable for cassava cultivars of less than 180 days, this area is considered as unsuitable, because the other long duration crops are more or equally suited and would preferred. The planting could be under taken as explained in section 3.3.1. As the life cycle of this crop runs for 3 years (with harvest at 9-months cycle) this crop is generally planted on a wider rows. Within the cassava rows the other dry-land crops could be planted. The rows of individual crops could be rotated over different planting seasons within the 3 year period. This will help in improving the fertility conditions.

The same suitability classes are also apply to coconuts. The climatic requirements of cashew nuts are similar to that of cassava but requires at least

few non-rainy months at the time of flowering/fruiting phase. Accordingly, the suitability/risk classes for cashew nuts are also presented in the above table. The climatic requirements of mango are similar to cashew nuts but it requires at least 3-4 months of clear skies during the flowering/fruiting phase. Accordingly, the zones are defined and are given in the above table. Figure 12 presents the cassava suitability zones as an example redrawn from Fig. 11.

With the coconut, cashew nuts and mango plantations when they are young cassava could be inter-planted between the very wide rows of the plantations. Light textured soils are more favourable to cassava, cashew nuts and coconuts, while alluvial soils are more favourable for mangos.

However, the productivity level or risk associated with production of these crops again depends upon the risk level (Fig. 10). There is major difference between the adaptability/suitability and productivity of a cropping pattern. The former relates to the agronomic condition and while the latter relates to the biological condition of a plant. Unless the former is satisfied the latter has no relevance. Therefore, if the former condition of adaptability/suitability of a crop under given conditions is satisfied then the production level could be related to the risk level.

Suitability classes for cotton follow exactly the opposite pattern to cassava. But, the problem for actually growing the cotton crop relates to the availability of water. That is, the areas with high suitability with insufficient rains cotton could be grown under irrigation. The case with pearl millet and sorghum is similar.

#### 4. SUGGESTED FARMING SYSTEMS AND THEIR ASSOCIATED RISK

Figure 13 depicts the agroclimatic zones according to the procedure of Reddy (1984b). The class numbers in the figures from left to right signify the zone, sub-zone, group and sub-group numbers. The zone and sub-zones are defined as follows:

Fig.12 Spatial Distribution of Cassava Suitability Zones—Southern Mozambique

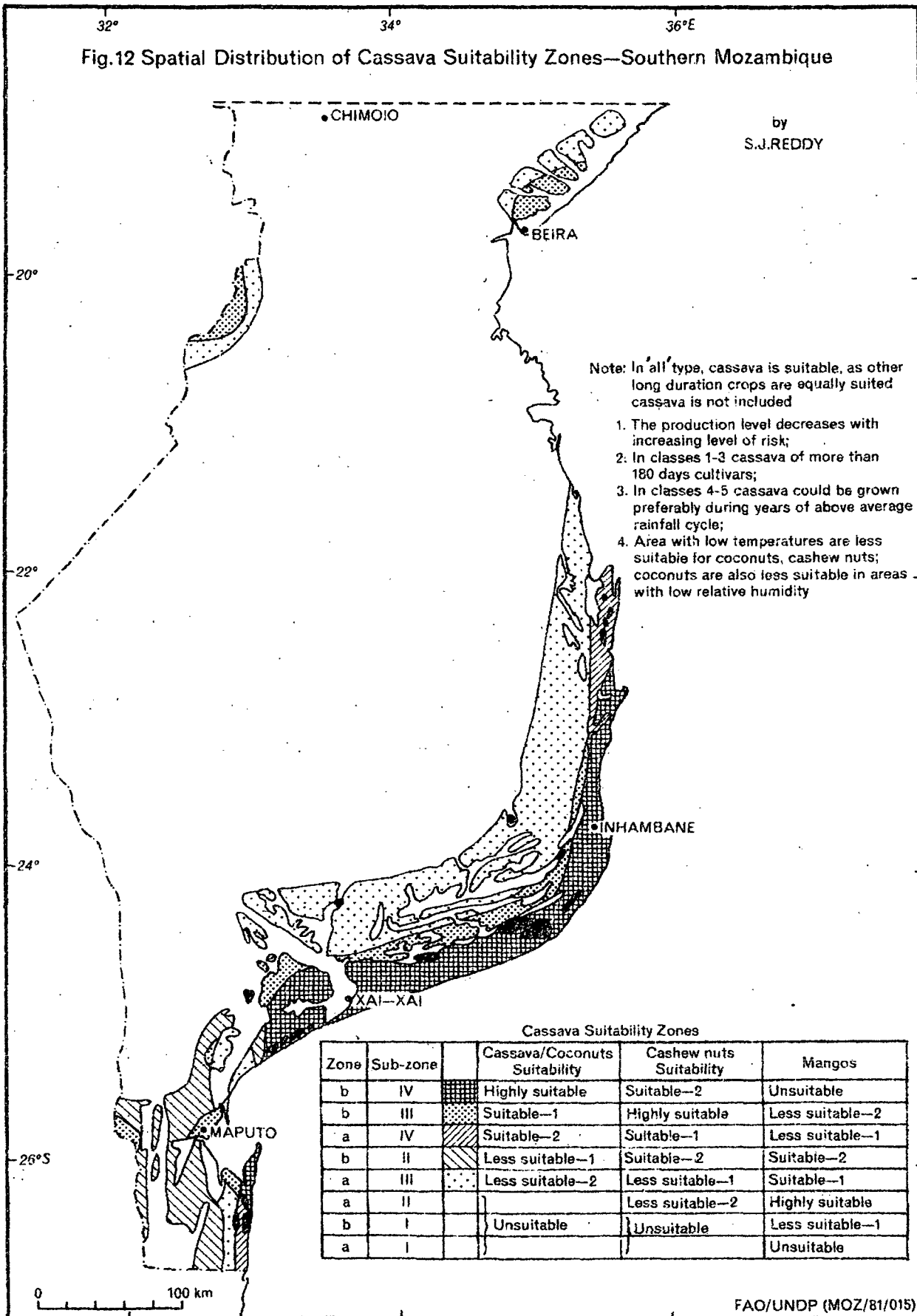
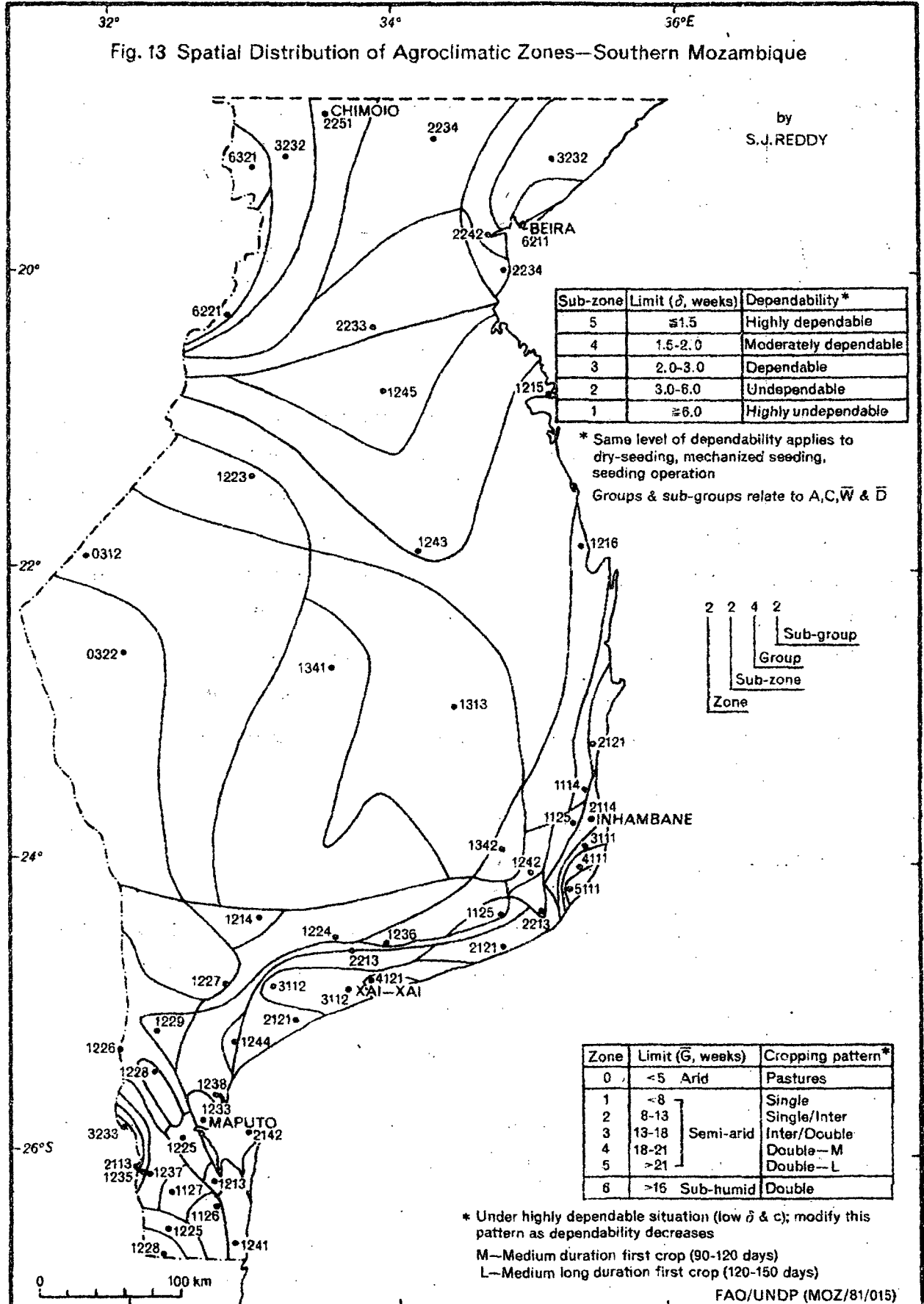


Fig. 13 Spatial Distribution of Agroclimatic Zones—Southern Mozambique

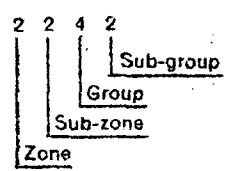
by  
S.J. REDDY



Sub-zone	Limit ( $\delta$ , weeks)	Dependability*
5	$\leq 1.5$	Highly dependable
4	1.5-2.0	Moderately dependable
3	2.0-3.0	Dependable
2	3.0-6.0	Undependable
1	$\geq 6.0$	Highly undependable

\* Same level of dependability applies to dry-seeding, mechanized seeding, seeding operation

Groups & sub-groups relate to A,C,W & D



Zone	Limit ( $\bar{G}$ , weeks)	Cropping pattern*
0	<5 Arid	Pastures
1	<8	Single Inter/Inter Double—M Double—L
2	8-13	
3	13-18	
4	18-21	
5	>21	
6	>15 Sub-humid	Double

\* Under highly dependable situation (low  $\delta$  & c); modify this pattern as dependability decreases

M—Medium duration first crop (90-120 days)

L—Medium long duration first crop (120-150 days)



Zone number	$\bar{G}$ (weeks)	Sub-zone number	$\delta$ (weeks)
0	< 5		
1	< 8	5	$\leq 1.5$
2	8 - 13	4	1.5 - 2.0
3	13 - 18	3	2.0 - 3.0
4	18 - 21	2	3.0 - 6.0
5	> 21	1	> 6.0
6	> 16		

Note: 0 - arid zone; 1-5 - semi-arid zone;  
6 - sub-humid zone.

The group and sub-group numbers are defined according to the need using the other agroclimatic variables. Table 2 presents the suggested (a) crops and cropping patterns, and (b) input level and plant population levels. These are basically derived from the transfer of technology approach of Reddy (1984b) for each of the class presented in Fig. 13. In interpreting these results the rainfall cycles are utilized. Also, in selecting the crops the criteria presented in an earlier section (3.3.3) have been used. In addition, the results are discussed under two soil conditions, namely: heavy textured high AWC soils and light textured low AWC soils. Table 2b also presents the suitability zones for cassava and some tree crops (here only few crops are cited, however, depending upon the socio-economic conditions, they could be replaced by agronomically equivalent species).

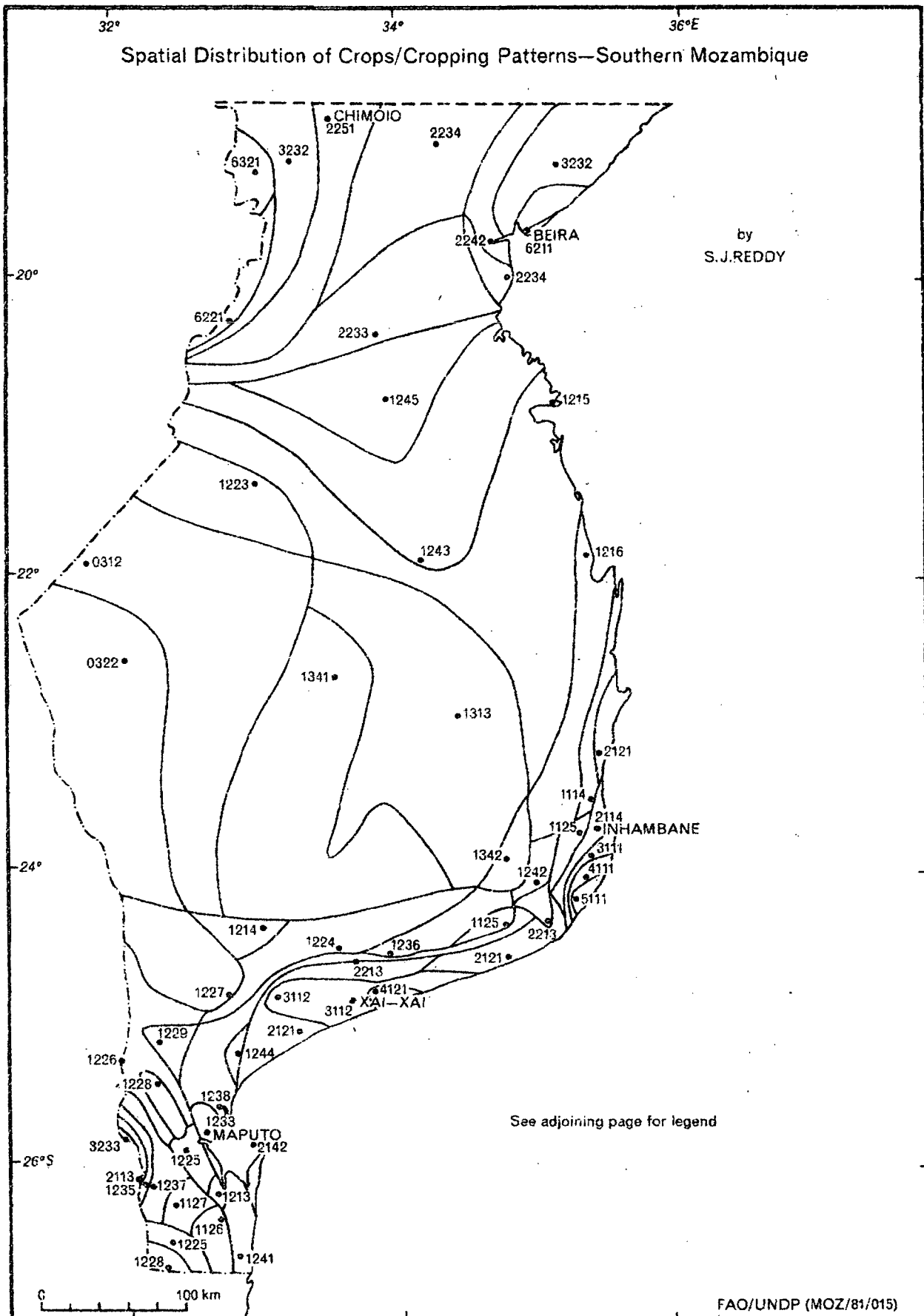
Some of these results are discussed in brief according to broad zones (arid, sub-humid and semi-arid) and in the case of semi-arid zone they were also presented according to the dependability level.

#### 4.1 Arid zone

In arid areas of southern Mozambique two classes are present, namely: 0312 & 0322. In this zone the dry-land crops may fail in more than 75% of the years. Hence they are more suitable for pastures. However, in the above average rainfall cycle with careful planning a short duration pearl millet, cowpea, horsegram etc. could be grown. By practicing hill-slope land management under

**Table 2: Suggested farming systems over southern Mozambique.**

a) Crops and cropping patterns



CLASS	TYPE	RISK (%)	CROPPING PATTERNS				CROPS			
			Rainfall Cycle				Rainfall Cycle			
			Below Average		Above Average		Below Average		Above Average	
			A	V	A	V	A	V	A	V
0312	aI	80	Sa	Ss	Ss	Ss	Ps, Pm, H	Ps, Pm, C	Ps, Pm, H, C	Ps, f(S, C), C
0322	aI	90	Sa	Ss	Ss	Ss	Ps, Pm, H	Ps, Pm, C	Ps, Pm, H, C	Ps, f(S, C), C
1213	aI	69	Sa	Ss	S/Is	S/Is	Ps, Pm, C, B	Ps, Pm, S, C, B, f(C, S)	Ps, Pm, C, H, B, S	Ps, Pm, f(S, C), B
1313	aII	65	Ss	Ss	Is	Is	Ps, Pm, C	Ps, f(C, S), B	Pm, C	f(S, C), B, S, C
1341	aII	67	Ss	Ss	Is	Is	Ps, Pm, C	Ps, f(C, S), B	Pm, C	f(S, C), B, S, C
1215	aII	61	Ss	Ss	Is	Is	Ps, Pm, H, C	Ps, S, B, f(C, S)	G, Mm, Ss, Pm, C, B	S, B, f(S, C), Pg
1223	aII	73	Ss	Ss	Is	Is	Ps, Pm, H, C	Ps, S, B, f(C, S)	G, Mm, Ss, Pm, C, B	S, B, f(S, C), Pg
1238	aII	52	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, Pm, C, B	S, Pm, B, f(S, C)	G, Pg, Sn, B	S, Pg, B, f(S, C)
1243	aII	42	Ss	Ss	Is	Is	Pm, C, B	S, Pm, C, B, f(S, C)	G, Mm, Ss, Pg, Sn, B	S, Pg, B, f(S, C)
1245	aII	30	Ss	Ss	Is	Is	Pm, C, B	S, Pm, C, B, f(S, C)	G, Mm, Ss, Pg, Sn, B	S, Pg, B, f(S, C)
1342	aIII	60	S/ism	Ssm	ism	ism	S, C, Pm, Pg, Sn	S, C, f(S), Pg	M, B, Sn, Pg, C, G	M, B, Pg, Sy, Ct
1214	aIII	64	S/ism	S/ism	ism	ism	C, Pm, G, Ca, Sn	S, C, f(S, C), Pg	G, Mm, Ss, Pg, Sn	C, S, M, Ct, f(S, C)
1215	aIII	58	S/ism	S/ism	ism	ism	C, Pm, G, Ca, Sn	S, C, f(S, C), Pg	G, Mm, Ss, Pg, Sn	C, S, M, Ct, f(S, C)
1224	aIII	68	S/ism	S/ism	ism	ism	C, Pm, G, Ca, Sn	S, C, f(S, C), Pg	G, Mm, Ss, Pg, Sn	C, S, M, Ct, f(S, C)
1242	aIII	60	S/ism	S/ism	ism	ism	G, Ca, Sn, Pg, S, Pm	S, Sy, B, f(S)	G, B, Pg, S, Sn	S, M, B, f(S), Pg, Ct, Sy
1244	aIII	38	S/ism	S/ism	ism	ism	G, Ca, Sn, Pg	M, Sy, B, f(S)	G, B, Pg, Sn	M, f(S), B, Sy, Pg
1227	bI	71	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm	Ps, f(C, S), S, C	Ps, C, B, G, Ca, Sn	Ps, C, B, f(S, C), S, Pg, Sn, Ct
1228	bI	86	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm	Ps, f(C, S), S, C	Ps, C, B, G, Ca, Sn	Ps, C, B, f(S, C), S, Pg, Sn, Ct
1229	bI	68	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm	Ps, f(C, S), S, C	Ps, C, B, G, Ca, Sn	Ps, C, B, f(S, C), S, Pg, Sn, Ct
1226	bI	73	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm	Ps, f(C, S), S, C	Ps, C, B, G, Ca, Sn	Ps, C, B, f(S, C), S, Pg, Sn, Ct
1225	bI	69	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm	Ps, f(C, S), S, C	Ps, C, B, G, Ca, Sn	Ps, C, B, f(S, C), S, Pg, Sn, Ct
1235	bII	55	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm, S, Sn	Ps, f(S, C), S, C, B	Ps, C, B, G, Pg, Sn, S	S, C, B, f(S, C), Pg, M, Ct
1237	bII	57	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, C, B, Pm, S, Sn	Ps, f(S, C), S, C, B	Ps, C, B, G, Pg, Sn, S	S, C, B, f(S, C), Pg, M, Ct
1126	bII	52	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, S, B, C, Sn	Ps, f(S, C), B	Ps, G, B, Pg, Ct	S, Pg, f(S), M, B, Ct
1127	bII	53	Ssm	Ssm	ism	ism	Ps, S, B, C, Sn	Ps, f(S, C), B	Ps, G, B, Pg, Ct	S, Pg, f(S), M, B, Ct
1233	bIII	51	S/lm	S/lm	lm	lm	Ps, G, B, Ca, Sn	Ps, f(S, C), Pg, B	Ps, G, B, Pg, Sn, Ca	Ps, M, Sy, B, f(S, C)
1236	bIII	61	S/lm	S/lm	lm	lm	Ps, G, B, Ca, Sn	Ps, f(S, C), Pg, B	Ps, G, B, Pg, Sn, Ca	Ps, M, Sy, B, f(S, C)
1241	aIII	50	ism	ism	D/ism	D/ism	Ps, G, B, Ca, Sn	Ps, f(S, C), Pg, B, Sy	Ps, G, B, Ca, Sn, Pg	Ps, M, Sy, Sn, f(S), B
1114	bIV	47	ism	ism	Dsm	Dsm	G, B, Sn, Ca, C	M, B, Sy, f(S, C)	G, B, Sn, Ca	M, B, Sy, C
1125	bIV	52	ism	ism	Dsm	Dsm	G, B, Sn, Ca, C	M, B, Sy, f(S, C)	G, B, Sn, Ca	M, B, Sy, C
2233	aII	19	S/ism	S/ism	I/Dm	I/Dm	G, Mm, Ss, Pm, S, C	S, B, Pg, Pm	G, S, Pg, Mm, Ss, Fm	M, S, B, Pg, Ct, K
2234	aII	28	S/ism	S/ism	I/Dm	I/Dm	G, Mm, Ss, S, C	S, B, Pg	G, S, Pg, Mm, Ss, Fm, B	M, S, Pg, Pr, K, Ch, S, Ct
2242	aII	11	S/ism	S/ism	I/Dsm	I/Dsm	G, Mm, Ss, Pm, S, C	S, B, K, Pg	G, Fm, B, Pg	M, B, K, Po, To, S, Pg, Ct, Ch
2251	aII	09	S/ism	S/ism	I/Dsm	I/Dsm	S, Pg, Mm, Ss, B, G	S, B, Pg, Cl, Po, To, K	Fm, Co, Ln, M, S, G, Pg, B, Ct	M, Pr, Ch, Wh, B, Pg, Ct
2213	bIV	39	lm	lm	I/Dm	I/Dm	G, B, Sy	M, B, Sy	M, G, B, Sy	M, B, Sy, S, f
2113	bII	28	S/ism	S/ism	I/Dm	I/Dm	S, Pm, G, B, Sn, Ca	S, Pg, Sy, S, f, Ct	S, G, Pg, Sn, Ca	S, M, Sy, B, Pg, S, f, Ct, Ch, Wh
2114	bIV	32	I/Dm	I/Dm	Dm	Dm	G, B, M	M, B, Sy	G, B, M	M, B
2121	bIV	25	I/Dm	I/Dm	Dm	Dm	G, B, M	M, B, Sy	G, B, M	M, B
2142	bIV	05	I/Dm	I/Dm	Dm	Dm	G, B, M	M, B, Sy	G, B, M	M, B
3232	aII	06	S/lm	S/lm	I/Dm	I/Dm	S, Pg, Mm, Ss, G, B	S, K, M, Po, To, Cl, Pg, B	Fm, G, Pg, M, Co, Ln, B	M, Pr, Ch, Wh, K, Ba, Ct
3233	bIII	15	I/Dm	I/Dm	Dm	Dm	G, M, B	M, Ch, Wh, Sy	G, M, B, Ln, Co	M, B, Ch, Wh, Ba
3111	bIV	19	I/Dm	I/Dm	I/Dm	I/Dm	G, B, M, Sy	M, B, Sy	G, B, M, Sy	M, B, Sy
3112	bIV	19	I/Dsm	I/Dsm	Dm	Dm	G, B, M, Sy	M, B, Sy	G, B, M	M, B
4111	bIV	13	Dm	Dm	Dm	Dm	G, B, M	M, B	G, B, M	M, B
4121	bIV	08	Ds	Ds	Dm	Dm	G, B, M	M, B	G, B, M	M, B
5111	bIV	09	Dm	Dm	Dm	Dm	G, B, M	M, B	G, B, M	M, B
6321	aII	00	I/Dm	I/Dm	Dm	Dm	Fm, G, B	M, K, Po, Ch, Wh, Ct, Cl	Fm, M, B, Co, Ln	Pr, M, Ch, Wh, Ct
6221	aIV	02	Dm	Dm	Dm	Dm	Fm, G, B	M, Ch, Wh, Po	Fm, M, Co, Ln	Pr, M, Ch, Wh
6211	aIV	04	Dm	Dm	Dm	Dm	Fm, G, B, M	M, Ch, Wh, Po	Fm, G, M, B, Ln, Co	Pr, M, Ch, Wh

## Explanation of Symbols

## 1. Headings

Class: see Fig. 13 for details; type: see section 3.2; risk: see Fig. 10 for details; A: alfisols (light textured soils); V: vertisols (heavy textured soils)

## 2. Cropping Pattern/Duration of the First Crop

S: single crop; I: intercrop; D: double crops; S/I: single or intercropping depending upon the rains commence late or early; I/D: inter or double crops depending upon the rains commence late or early; s: short duration (less than 90 days); m: medium duration (90-120 days); sm: short to medium duration

## 3. Crops

Ps: pastures; Pm: pearl millet; Fm: finger millet; Mm: minor millets; Ss: sesame; S: sorghum; Ch: chickpea; Wh: wheat; Pg: pigeonpea; B: beans; Sy: soybean; Sn: sunflower; Po: potato; Cl: chillies; To: tobacco; Ct: cotton; Ln: linseed; Co: coriander; G: groundnut; C: cowpea; H: horsegram; K: kenaf; Ca: castor; Ba: Barley; Sf: Safflower; f(S) etc. refer to kharif fallowed rabi sorghum. In practice there are several other equivalent crops in terms of tolerance to drought, floods, etc.

## b) Few other components of farming systems

Class	Type	Risk	PP	IP	Lm	Wm	CC/CS/MG/IA
0312	ai	80	L/L	L/L	Hs	Rr	Us/Us/Us/Vs
0322	ai	90					
1213	ai	69					
1313	all	65	L/L	L/L	Hs	Rr	Us/L2/Hs/Vs
1341	all	67					
1215	all	61	L/M	L/L	Rf/ Hs	Rr	Us/L2/Hs/Vs
1223	all	73					
1238	all	52	L/M	L/M	Rf	Rr	Us/L2/Hs/Vs
1243	all	42					
1245	all	30					
1342	alll	60	L/M	L/L	Rf/ Hs	Rr	L2/L1/S1/Hs
1214	alll	64					
1216	alll	58	L/M	L/M	Rf	Rr	L2/L1/S1/Hs
1224	alll	68	L/M	L/M	Rf/ Hs	Rr	L2/L1/S1/Hs
1242	alll	60	L/M	L/M	Rf	Rr	L2/L1/S1/Hs
1244	alll	38	L/H	L/M	Rf	Rr	L2/L1/S1/Hs
1227	bl	71	L/L	L/L	Hs	Rr	Us/Us/Us/Hs
1228	bl	86					
1229	bl	68					
1226	bll	73	L/L	L/L	Hs	Rr	L1/S2/S2/S
1225	bll	69					
1235	bll	55	L/M	L/M	Rf/ Hs	Rr	L1/S2/S2/S
1237	bll	57					
1126	bll	52					
1127	bll	53					
1233	blll	51	L/M	L/M	Rf/ Hs	Rr	S1/Hs/L2/Vs
1236	blll	61					
1241	blll	50					
1114	bIV	47	M/M	L/M	Rf/ Hs	Rr	Hs/S2/Us/Ns
1125	bIV	52					

2233	all	18	L/H	L/M	Rf	Rr	Us/S2/S2/Hs
2234	all	28	M/H	L/M	Rf	Rr	Us/S2/S2/Hs
2242	all	11	L/H	L/M	Rf	-	Us/S2/S2/Hs
2251	all	09	M/H	L/H	Rf	-	Us/S2/S2/Hs
2213	bIV	39	M/H	L/H	Rf	-	Hs/S2/Us/Ns
-----							
2214	bIV	32	M/H	L/M	Rf	-	Hs/S2/Us/Ns
2121	bIV	25					
2142	bIV	09					
-----							
2113	bII	28	L/M	L/M	Rf	Rr	L1/S2/S2/S
3232	all	06	M/H	L/M	Rf	-	Us/S2/S2/Hs
3233	bIII	15	M/H	M/H	Rf	-	S1/Hs/L1/Ns
-----							
3111	bIV	19	M/H	M/H	Rf	-	Hs/S2/Us/Ns
3112	bIV	19					
4111	bIV	13					
4121	bIV	00					
5111	bIV	09					
-----							
6321	all	00	M/H	M/H	Rf	-	Us/L2/Hs/Hs
-----							
6221	aIV	02	M/H	M/H	Rf	-	S1/S1/S1/Us
6211	aIV	04					

#### EXPLANATION OF SYMBOLS:

- Headings:** Class : see Fig. 13 for details; Type : see section 3.2 for details; Risk : see Fig. 10 for details; PP : plant population; IP : input level; LM : land management; WM : water management; CC : cassava & coconuts suitability level; CS : cashew nuts suitability level; MG : mango suitability level; IA : irrigation suitability level.
- Plant population & input levels:** L : low; M : medium; and H : high.
- Land & water management:** Rf : broad bed and furrows (or ridge & furrows); Hs : hill-slope; Rr : runoff recycling using on farm tanks.
- Others:** CC or CS or MG : Us - unsuitable; L - less suitable; S - suitable; Hs - highly suitable; IA : Vs - very suitable; Hs - highly suitable; S - suitable; L - less suitable; Un - unsuitable; Ns - not suitable.

low plant population and low inputs the risk could be minimal. In the case of high AWC and/or heavy textured soils sorghum, cowpea are preferred. However, in heavy textured soils with high AWC the kharif fallowed rabi is more remunerative (Note: dry-land agriculture is highly risky but highly favourable for irrigated agriculture).

#### 4.2 Sub-humid zone

The sub-humid areas along the coast except Beira, the conditions of sub-humid are not satisfied (Reddy, 1984b) -- particularly in terms of wet and dry spells within the available effective rainy period. And hence this area is eliminated from sub-humid zone and included under semi-arid zone for the convenience of discussion. With this now we have three classes under sub-humid zone, namely: 6211, 6221 & 6321 around Beira, Espangabera & Messambuzi, respectively. Initial rains are more reliable around Messambuzi compared to the areas around the other two classes. Water-logging and soil erosion may be a major hazard and this may be severe during the above average rainfall years. Therefore, under dry-land conditions broad bed and furrows soil management is very important. This is major double cropping zone.

On light textured soils with low AWC: the first crop could be either finger millet or maize while the second crop may be either linseed or coriander etc. During the below average rainfall cycle groundnut also could be grown.

On heavy textured soils with high AWC: the first crop could be either paddy-rice or maize and the second crop could be either chickpea or wheat etc.

Where the temperatures are not favourable for growing paddy-rice and/or finger millet maize could be grown. This is particularly on the elevated areas of classes 6221 & 6321. Over these areas barley is also suitable as second crop. On areas with considerable slopes it may be preferable to grow maize/soybean intercropping.

Medium to high plant population could be practiced with medium to high

inputs. In the below average rainfall cycle it is possible to grow vegetables in the years with late commencement of sowing rains (Note: The major risks associated with food crops production in these classes are (i) unusual heavy rains and (ii) undependable initial rains).

#### 4.3 Semi-arid zone

In the present study area only sub-zones 1-3 are present. Except at sub-zone 3 the dependability of initial rains are very low. The results are discussed below according to the level of dependability/planting hazard.

##### 4.3.1 Highly undependable areas [sub-zone 1]

The characteristics of this sub-zone are:

- dry-seeding is highly risky
- mechanized planting is uneconomical
- production is planting time dependent

In this sub-zone all the 5 zones are present.

Zone 1: In this zone four classes, namely: 1114, 1125, 1126 & 1127 are present. The risk of dry-land agriculture is around 45-60%. Runoff is possible and therefore, by recycling the runoff water using on-farm tanks the risk could be reduced. The preferred plant population is low to medium and the inputs are low to moderate. On light textured soils hill-slope and on heavy textured soils broad bed & furrows land management may be beneficial. Cassava is highly suitable on light textured soils of classes 1114 & 1125, while it is less suitable-1 at classes 1126 & 1127. Similar is the case with coconuts. Cashew nuts are suitable-2 while mangos are unsuitable at classes 1114 & 1125 and they are suitable-2 at classes 1126 & 1127. The productivity may be moderate during above average rainfall years and low during below average rainfall years.

In the absence of significant winter rains (classes 1126 & 1127): in above and below average rainfall cycles inter- and single cropping could be practiced.



respectively. On light textured soils: sorghum, groundnut, beans, pigeonpea, sunflower, castor; and on heavy textured soils: sorghum, pigeonpea, cotton, beans could be grown. On heavy textured soils with high AWC during below average rainfall cycle kharif fallowed rabi crop is preferable.

With the possibility of significant winter rains (classes 1114 & 1125): in above average rainfall cycle double cropping and in below average rainfall cycle intercropping could be practiced. On light textured soils: groundnut, beans, castor (also sorghum during below average rainfall cycle); and on heavy textured soils: maize, beans, soybean could be grown. During the below average rainfall cycle preferably kharif fallowed rabi sorghum or cowpea or maize on heavy textured high AWC soils is remunerative.

Zone 2: In this zone also four classes are present, namely: 2113, 2114, 2121 & 2142. The risk in this zone is less than about 30%. Water-logging and soil erosion hazards are possible, particularly they are higher at classes 2121 & 2113. Broad bed & furrows soil management may reduce these hazards. Cassava/coconuts are highly suitable in light textured soils at all except class 2113 (where they are less suitable-1). Cashew nuts are suitable-2 but mangos are unsuitable except at class 2113 where they are suitable-2. The productivity may be moderate to high in above average rainfall cycle while they are low to moderate during below average rainfall cycle.

In the absence of significant winter rains (2113): in above average rainfall cycle inter/double cropping and in below average rainfall cycle single/intercropping could be practiced. On light textured soils: sorghum, pearl millet, groundnut, pigeonpea, beans, sunflower; while on heavy textured soils: sorghum, maize, pigeonpea, cotton, beans could be grown.

With the possibility of significant winter rains (classes 2114, 2121 & 2142): in above average rainfall cycle double cropping and in below average rainfall cycle double/inter cropping could be practiced. On light textured soils: maize,

groundnut, beans; and on heavy textured soils: maize, beans, soybean could be grown.

The preferred population is medium to high except at 2113 (where it is low to moderate) with low to moderate inputs. Class 2113 along with 1126 & 1127 is more suitable for pasture/animal production.

**Zones 3-5:** In these three zones there are 5 classes, namely: 3111, 3112, 4111, 4121 & 5111. The risk is less than 20%. The water-logging and soil erosion hazards are moderate to severe during below and above average rainfall cycles, respectively. Broad bed & furrows soil management is essential. This is a major double cropping zone. The plant population could be moderate to high with low to moderate inputs. This represents the major cassava/coconut belt with reliable productivity on light textured soils. Root crops such as sweet potatoes are also suitable on light textured soils. The major crops of this belt are maize, groundnut, beans on light textured soils and maize, beans on heavy textured soils. The high undependability in terms of initial rains makes these regions unsuitable for paddy-rice (as the yields are highly planting time dependent).

**Note:** The major risks of these sub-zones are (i) planting time, (ii) drought (in zone 1 and partially in zone 2) and (iii) occasionally heavy rains in zones 3-5 and partially in zone 2. Also, production depends upon the selection of right varieties/cultivars, particularly in the areas with significant winter rains or long summer rains.

#### 4.3.2 Undependable areas [sub-zone 2]

The characteristics of this sub-zone are:

- dry-seeding is risky
- mechanized planting is less economical

However, these two situations could be minimized by careful planning of planting

time by dividing the period into above and below average rainfall cycles. Only 3 zones are present in this sub-zone, namely: 1-3.

**Zone 1:** In this zone there are 21 classes. The risk varies between 30 to 90%.

Classes 1227, 1228 & 1229: The risk is more than 60%. The rainfall patterns are of bl type. These classes are preferably suitable for pasture and/or single cropping. On light textured soils cowpea, beans, pearl millet, castor, sunflower (also groundnut during above average rainfall cycle) and on heavy textured soils kharif fallowed rabi sorghum or cowpea (or single cropping of sorghum, pigeonpea, perennial cotton, sunflower) could be grown. With low inputs and low plant population: hill-slope land management is beneficial. Runoff recycling is preferable and highly suitable for irrigated agriculture.

Classes 1225 & 1226: Like in the above classes the risk is about 60% but the rainfall types come under bli. The appropriate crops/cropping patterns are similar to the above classes but in these classes pastures are more productive. The plant population/inputs, land/water managements are similar to the above classes. However, the suitability levels for cassava and other tree crops are slightly different. These areas are suitable for irrigated agriculture.

classes 1235 & 1237: These classes are similar to the above classes except that the risk is less than 60% but more than 50%. Because of this the plant population and the inputs could be low to moderate under below and above average rainfall cycles, respectively. During above average rainfall cycle broad bed & furrows and during below average rainfall cycle hill-slope land management is beneficial. Runoff recycling is also beneficial. The crops/cropping pattern are similar to the above classes.

Classes 1214, 1216, 1224 & 1242: At these classes the risk is less than 70% but more than 50%. However, the rainfall type follows the all. At these classes during the below average rainfall cycle single/inter cropping and during

above average rainfall cycle intercropping is possible. During below average rainfall cycle: on light textured soils pearl millet, cowpea, groundnut, castor, sunflower and on heavy textured soils sorghum, cowpea, pigeonpea or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea could be followed. During above average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, minor millets, sesame, pigeonpea, sunflower and on heavy textured soils cowpea, sorghum, maize, pigeonpea, cotton, kharif fallowed rabi sorghum could be practiced. Low to medium plant population and inputs (except at 1214 where the inputs could be low to low) with broad bed & furrows land management & runoff recycling is beneficial. Cassava/coconuts are less suitable-2; cashew nuts are less suitable-1; mangos are suitable-1 and irrigation is highly suitable.

class 1244: Like the above group it is also follow all type but the risk is lower (30-45%). During the below average rainfall cycle single/intercrop and during above average rainfall cycle intercropping is suitable. During below average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, castor, sunflower, pigeonpea and on heavy textured soils maize, beans, soybean or kharif fallowed rabi sorghum could be practiced. During the above average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, beans, pigeonpea, sunflower and on heavy textured soils maize, beans, pigeonpea, soybean could be grown. Low to moderate inputs; low to high plant population; broad bed & furrows management; and runoff recycling are beneficial. Cassava/coconuts are less suitable-2; cashew nuts are less suitable-2; mangos are suitable-1 and irrigated agriculture is highly suitable.

class 1213: The risk is more than 70% with al type. Preferred zone for legume pastures. Single cropping during below average rainfall cycle and single/intercropping during above average rainfall cycle could be practiced. Pearl millet, cowpea on light textured soils and kharif fallowed rabi sorghum or cowpea on heavy textured soils could be practiced. During the above average rainfall cycle also sorghum, cowpea single/intercropping could be practiced on heavy textured soils. Low plant population and inputs; hill-slope land management;

runoff recycling are beneficial. Irrigated agriculture is very suitable.

classes 1215 & 1223: The risk is 60-75% with all type. The wet spells are more than dry spells but the wet spells themselves are less than 50% of the available effective rainy period. Also, the variability in the available effective rainy period is low. During below average rainfall cycle single and during above average rainfall cycle intercropping could be practiced. Pearl millet, cowpea, minor millets, sesame, beans on light textured soils and sorghum, beans or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea, pigeonpea could be grown on heavy textured soils. During below average rainfall years legume pastures could also be grown. Low to medium plant population; low inputs; broad bed & furrows on heavy textured soils/above average rainfall cycle and hill-slope on light textured soils/below average rainfall cycle land management; runoff recycling preferably during below average rainfall cycle are beneficial. Very suitable for irrigated agriculture in the post-rainy season.

Classes 1233 & 1236: The risk is 45-65% comes under bill type. Wet spells are shorter than dry spells being less than 5 weeks. Single/intercropping during below average rainfall cycle and intercropping during above average rainfall cycle could be practiced. On light textured soils groundnut, beans, castor, sunflower, pigeonpea and on heavy textured soils maize, beans, sorghum, kharif fallowed rabi sorghum or cowpea, sunflower could be practiced. Low to moderate plant population and inputs; broad bed & furrows on heavy textured soils/above average rainfall cycle and hill-slope on light textured soils/below average rainfall cycle; runoff recycling during below average rainfall cycle are beneficial. Cassava/coconut are suitable-1; cashew nuts are highly suitable; mangos are less suitable-2 and unsuitable for irrigated agriculture.

class 1238: The risk is 45-60% with all type. Here also wet spells are less than dry spells and wet spells are less than 5 weeks. Single and intercropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. Pearl millet, beans, cowpea during below average rainfall cycle and groundnut,

winter rains while 2213 come under bIV type with significant winter rains. The risk is less than 45%. The risk decreases from 45% to less than 15% in order as 2213, 2234, 2233, 2242 & 2251; also in the same order the dependability increases.

Class 2213: The wet spells are less than dry spells with wet spells of about 5 weeks. The risk is 30-45%. During below average rainfall cycle intercropping and during above average rainfall cycle inter/double cropping could be practiced. During below average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, beans and soybeans and on heavy textured soils maize, beans and soybeans and during above average rainfall cycle: on light textured soils: maize, groundnut, beans, soybeans and on heavy textured soils maize, soybean, beans, saflower could be grown. Medium to high plant population; low to high inputs; broad bed & furrows land management are beneficial. Cassava/coconuts are highly suitable with suitable-2 for cashew nuts.

Class 2233: The wet spells are more than dry spells but the wet spells are less than 5 weeks. The risk is 18%. Single/inter and inter/double cropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. During below average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, sorghum, pearl millet, cowpea, minor millets, sesame and on heavy textured soils sorghum, beans, pigeonpea, pearl millet and during above average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, sorghum, pigeonpea, finger millet, minor millets, sesame and on heavy textured soils maize, sorghum, beans, pigeonpea, cotton, kenaf could be grown. Low to high plant population and low to medium inputs; broad bed & furrows land management; runoff recycling are beneficial. Suitable-2 for cashew nuts and mangos. Highly suitable for post-rainy season irrigation.

Class 2234: Wet spells are more than dry spells with wet spells being more than 5 weeks suggesting the possibility of water-logging hazard. The crops/cropping patterns are more or less similar to class 2233 with few

pigeonpea, sunflower, beans during above average rainfall cycle on light textured soils and sorghum, pearl millet, cowpea or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea during below average rainfall cycle and sorghum, pigeonpea, beans or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea during above average rainfall cycle on heavy textured soils could be grown. Low to medium plant population and inputs; broad bed & furrows land management; runoff recycling are beneficial. Irrigation is very suitable during post-rainy season.

Classes 1243 & 1245: At these classes also wet spells are more than dry spells but wet spells are less than 5 weeks. The risk is 30-45% with all type. Single and intercropping during below and above average rainfall cycle, respectively. During below average rainfall cycle: on light textured soils pearl millet, cowpea and on heavy textured soils sorghum, beans, pearl millet, cowpea or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea; and during above average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, pigeonpea, minor millets, sesame, sunflower and on heavy textured soils sorghum, pigeonpea, beans or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea could be grown. Other management factors are similar to class 1238.

class 1241: This is similar to the above group except that winter rains are possible in this class. The risk is 45-60%. Intercropping and inter/double cropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. During below average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, beans, castor, sunflower and on heavy textured soils beans, pigeonpea, soybean or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea and during above average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, beans, pigeonpea, castor, sunflower and on heavy textured soils maize, soybean, beans, sunflower, kharif fallowed rabi sorghum could be grown. The management practices are similar to classes 1233 & 1236.

Zone 2: In this zone there are five classes, namely: 2213, 2233, 2234, 2242 & 2251. Except class 2213 others come under all type with no significant

exceptions, namely: pearl millet is less suitable; during above average rainfall cycle on heavy textured soils paddy-rice could be grown in years of early rains and chickpea can be grown as second crop; the plant population could be medium to high.

Class 2242: Same as class 2233 with few exceptions particularly during above average rainfall cycle sorghum is less suitable and kenaf is more suitable than cotton; with late rains vegetables, potato, tobacco, chillies could be grown on heavy textured soils.

Class 2251: In this class the wet spells are more than dry spells with wet spells being more than 5 weeks with a very low c.v. of effective rainy period (less than 45%). The risk is less than 10%. This area is more prone to water-logging and soil erosion hazard. The broad bed and furrows land management of soil is very important to improve the productivity. Single/inter and inter/double cropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. During the below average rainfall cycle: on light textured soils sorghum, pigeonpea, minor millets, sesame, pearl millet, beans, groundnut, and on heavy textured soils sorghum, pigeonpea, kenaf, beans, cotton (with late rains chillies, potato, tobacco) and during above average rainfall cycle: on light textured soils finger millet, coriander, linseed, maize, sorghum, groundnut, pigeonpea, beans and on heavy textured soils maize, paddy-rice (with early good rains), chickpea, wheat, beans, pigeonpea, cotton, kenaf could be grown.

**Zone 3**: In this zone two classes, namely: 3233 & 3232 are present. The former comes under bill and the latter comes under bill type of rainfall patterns. The risk is less than 15%. Eventhough, wet spells are more than dry spells and wet spells themselves are more than 5 weeks, the dry spells are also more than 5 weeks.

Class 3233: Inter and double cropping could be practiced during below and



above average rainfall cycles, respectively. During below average rainfall cycle: on light textured soils maize, groundnut and beans and on heavy textured soils maize, soybean, chickpea, wheat, barley could be grown. During the above average rainfall cycle: on light textured soils groundnut, maize, beans, linseed, coriander and on heavy textured soils maize, beans, chickpea, wheat, barley could be grown. Medium to high plant population and inputs; broad bed & furrows soil management are beneficial. Cassava is suitable. Irrigated agriculture is not suitable. Temperatures may not be favourable for cashew nuts, coconuts and marginally to mangos.

Class 3232: Single/inter and inter/double cropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. During below average rainfall cycle: on light textured soils sorghum, pigeonpea, minor millets, sesame, groundnut, beans and on heavy textured soils sorghum, kenaf, maize, pigeonpea, beans (potato, chillies, tobacco as single during late rainfall years) could be grown. During above average rainfall cycle: on light textured soils finger millet, groundnut, beans, pigeonpea, maize, coriander, linseed and on heavy textured soils maize, paddy-rice, chickpea, wheat, barley, kenaf, cotton (if temperatures are suitable) could be grown. Medium to high plant population and low to medium inputs; broad bed & furrows land management are beneficial. Cassava is suitable-1. Irrigated agriculture is highly suitable during the post-rainy season. Temperatures may not be suitable for coconuts and cashew nuts while they may be marginally suitable for mangos.

#### 4.3.3 Dependable areas [sub-zone 3]

The planting hazard is low. With careful planning dry-seeding could be successful and mechanized planting is possible. In this sub-zone one zone is present. In this zone the risk is 60-75%.

**Zone 1:** In this zone three classes are present, namely: 1313, 1341 & 1342. The former two classes come under all and the latter comes under all type rainfall patterns. The wet spells are more than dry spells but the wet spells

themselves are less than 5 weeks.

Classes 1313 & 1341: Single and intercropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. On light textured soils pasture, pearl millet, cowpea and heavy textured soils pastures, sorghum, cowpea or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea could be grown. Low plant population and inputs; hill-slope land management; runoff recycling are beneficial. Very highly suitable for irrigated agriculture.

Class 1342: Single and inter cropping could be practiced during below and above average rainfall cycles, respectively. During below average rainfall cycle: on light textured soils sorghum, cowpea, pearl millet, pigeonpea, sunflower and on heavy textured soils sorghum, cowpea, pigeonpea, or kharif fallowed rabi sorghum or cowpea could be grown. During above average rainfall cycle: on light textured soils maize, beans, sunflower, pigeonpea, cowpea, groundnut and on heavy textured soils maize, beans, pigeonpea, soybean, cotton could be grown. Low to medium plant population; low inputs; broad bed & furrows on heavy textured soils and hill-slope on light textured soils land management are beneficial. For irrigated agriculture highly suitable with less suitable-2 for cassava.

## 5. RISK PATTERNS

### 5.1 Risk associated with the stability of initial effective rains

Southern Mozambique presents two distinctive rainfall patterns, namely: (i) areas with sufficient winter rains, and (ii) areas without sufficient winter rains for cropping. Also, the dry period between summer and winter rains is short and the reliability of winter rains are lower than main summer rains. All these play an important role in crop production. The areas with sufficient winter rains in southern and central coastal parts present very low rainfall occurrence probabilities. Also, these areas are characterized by high variations both in terms of commencement time and cessation times of effective rainy period.

Because of this, traditionally the farmers plant their crops at different dates starting from August. Under this system the crop primarily grows on conserved soil moisture. This practice has limitations, particularly on low AWC light textured soils: the yields are low, as they don't utilize well the natural resources, particularly rainfall.

However, it is seen from Appendix II that the high variations in the commencement time of rains present dependence on the rainfall cycles. That is, during below average rainfall cycle the rains commence later than 'average' while during above average rainfall cycle they commence earlier than average. Therefore, by dividing the period into expected above and below average rainfall cycle the variability in the commencement time of sowing rains could be reduced substantially. In addition, the results from Fig. 5 don't support the traditional practice of planting from August. Therefore, in order to improve the productivity or to optimize the productivity level per unit area the better time of planting is as explained in section 3.3.1, where in the critical crop growth stages coincide with the period of sufficient rains. This practice also helps in getting a second crop. With these specified limits, where the commencement time of sowing rains is very variable, different dates of planting could be practiced, but this practice should not effect the planting of the second crop in April/May. Careful selection of planting time is very important as it defines the cropping pattern and crops. As these in turn define the most appropriate production level. In-appropriate planting time increases the risk level.

## 5.2 Risk associated with excess water

The northern parts of southern Mozambique has a possibility of excess water during the crop growth cycle (Fig. 7). On heavy textured soils this may create water-logging hazards. The other important hazard associated with such phenomena is soil erosion. The former directly effects the production while the latter effects the production indirectly through a long cycle by reducing fertility and top soil. The central and southern coastal belts and southern parts present possibility of excess water. However, the occurrence of long dry periods within

the available effective rainy period (Fig. 8) will indirectly counteracts the excess water problem. Therefore, it may be possible to have short term water-logging & soil erosion hazards. However, these could be minimized through proper land management practices. One such a system is broad bed & furrows developed at ICRISAT in India. As such this practice may not overcome big excess water problems, because the suggested management practice works under limited excess water conditions. However, it is seen from Appendix II that in some years abnormally excess water situations are possible.

The central inland areas also receive high rains of 100 mm/week or more. These may not cause as such water-logging problems but by conserving such water in-situ through some mechanism that reduces surface runoff will help in increasing the productivity. One such mechanism is hill-slope land management.

The other important aspect that directly relates to excess water is the selection of appropriate crops. In-appropriate selection of crops under different levels of excess water may increase the risk hazard on crop production. That is, under excessively wet conditions maize is more suitable than pearl millet or vice versa. This is more associated with agroclimatic trait rather than biological trait of the crop.

### 5.3 Risk associated with drought

The study area in general presents a high risk due to drought except for a few areas in the north and coastal areas (Fig. 10). This risk is farming system specific. For example, under drier conditions maize in place of pearl millet increases the risk. This is not due to biological limitation but due to agronomic limitation. By following better management practices risk could be marginally reduced. The risk may be higher for low AWC soils and lower for high AWC soils compared to the value quoted in Fig. 10. That is, the value presented in Fig. 10 presents an average situation of a region. Also, it is seen from Appendix II that the risk is lower and higher during above and below average rainfall cycles over the average, respectively. Because of these the suggested farming systems

differ according to the type and rainfall cycle.

#### 5.4 Suggestions to reduce the risk patterns

1) **Irrigation:** More than 65% of the area is suitable for irrigated agriculture (Fig. 11). In general majority of the area presents high risk (more than 50%) for dry-land agriculture.

2) **Cassava/coconuts:** These are better adopted to the regions with sufficient winter rains and/or longer summer rains (Fig. 12). These crops cover the soil over a longer period and reduce the soil erosion hazard and better utilizes rainfall throughout the year.

3) **Pastures:** A better production system for areas with rainfall type of bII and marginally to bI & bIII with high risk of more than 50% are pasture/animal production. This system not only reduces the risk but also protects the soil from erosion. However, the selection of such system depends upon the needs and/or socio-economic conditions.

4) **The crop combinations/cropping systems:** The selection of crops and cropping patterns are critical to optimize the yields. For example: the common crop combinations are maize + groundnut: eventhough it was well established that this is not a good system in terms of competition for water and finally in terms of yield advantage. Even with these limitations farmers as well as researchers follow this combination. Similarly in central inland areas where it is more suitable for crops such as pearl millet and sorghum, drought tolerant varieties, are traditionally grown maize, more drought susceptible. That is, yield reduction per unit water stress is more for maize over the other two crops. The yield potential of sorghum is as high or even more than maize. It is commonly mentioned that the reason for such practice is due to birds. This needs to be further investigated. Because, the nearby areas are still being cultivated with sorghum & pearl millet. Similarly, from a climatic point of view groundnut/pigeonpea or groundnut/castor is superior to groundnut/maize or

groundnut/sorghum: minor millets/sesame is superior to pearl millet/sesame or sorghum/sesame or maize/sesame. All these observations are based on field experience over several years both by farmers and researchers. In areas with high terminal rains it is quite appropriate to follow an intercrop over single or double crops. Similarly, in areas with long and stable terminal rains it is preferable to grow double crops while with short and stable rains single cropping.

## 6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

This study attempts to characterize the risk associated with dry-land agriculture. For this purpose three types of risks are identified, namely: (i) risk associated with the variability of commencement time of effective rains or sowing rains; (ii) risk associated with excess water or water-logging; and (iii) risk associated with droughts. All these could be minimized by proper identification of farming systems as these risks are farming system dependent.

The rainfall patterns show considerable regional differences. Two such characteristics are: length of summer rains and sufficiency of winter rains. These characteristics play significant role in the identification of farming systems. In general during the main summer rainy season energy is not limiting crop productivity (except in elevated areas: however, even here by identifying appropriate crops and species this effect could be minimized), therefore, the main factors that control the production in these areas are the rainfall patterns.

The study area presents high variation in terms of both commencement time and cessation times of effective rains. That is, in general the risk associated with planting, the planting hazard, is high. However, this could be minimized by identifying proper planting times as these show a high dependence on rainfall cycles, e.g., effective rains commence earlier during above average rainfall cycle years and later during below average rainfall cycle years.

The excess water hazards are high over the northern parts of southern

mozambique and along the coastal belts. These could be reduced by proper land management such as broad bed & furrows.

The risks due to droughts are, very high over the majority of the area, particularly over the central and southern inland areas. The risk could be minimized by proper management. The majority of the areas under high risk are highly climatically suited to irrigated agriculture. In the areas with long summer rains and high risk (more than 50%) are more suitable for pasture/animal based production systems rather than crop production systems. The pasture system not only reduces the risk but also protects the soil from erosion. Similarly, under the long summer rains and with sufficient winter rains cassava/coconut based cropping system not only reduces the risk but also protects the soil from erosion on light textured soils. The risk shows a high association with rainfall cycles. Therefore, the most suited farming systems to the climatic pattern should be encouraged.

The suggested farming systems under which the risks are minimum are also presented along with areas that are suitable for cassava and some tree crops. These results provide a basis for regional planning and assist in a crop improvement program, in addition to characterize risks. Also, provides the basic agroclimatic inventory of certain characteristics of local climates, which are of value in local planning.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The author is thankful to the Meteorological Services of Mozambique for providing the necessary daily rainfall data, particularly to Dr. G. Pepe the Director. The author is also thankful to Mr. Poncio J. Maciel and Mr. A. Cowen for the cartographic assistance.

## REFERENCES

- Carvalho, M. de. 1969. A agricultura tradicional de Mocambique. Missao de inquerito Agricola de Mocambique, Lourenco Marques, 67p.
- Frere, M. 1979. A method for the practical application of the Penman formula for the estimation of potential evapotranspiration and evaporation from free water surface. Rome, FAO, AGP, Ecol., 1.
- Nix, H.A. 1981. Simplified simulation models based on specific minimum data sets: the CROPEVAL concept. In A. Berg (Ed), Application of Remote sensing for agricultural production forecasting, Balkman, Rotterdam, pp.151-169.
- Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from free water, bare soil and grass. Proc. Roy. Met. Soc., London, (A), 193:120-146.
- Reddy, S.J. 1983a. Agroclimatic classification of the semi-arid tropics: I- A method for the computation of classificatory variables. Agric. Meteorol., 30:185-200.
- Reddy, S.J. 1983b. Agroclimatic classification of the semi-arid tropics: II-Identification of classificatory variables. Agric. Meteorol., 30:201-219.
- Reddy, S.J. 1984a. Agroclimatic classification of the semi-arid tropics: III-Characteristics of variables relevant to crop production potential. Agric. Meteorol., 30:269-292.
- Reddy, S.J. 1984b. Agroclimatic classification of the semi-arid tropics: IV-Classification of India, Senegal and Upper Volta. Agric. Meteorol., 30:293-325.
- Reddy, S.J. 1984c. Suggested farming systems and the calculated associated risks for a few selected locations of Mozambique using the agro-climatic analogue transfer technique. Comunicacao No. 19b, Serie Terra e Agua, INIA, Maputo, 85p (English & Portugues versions).

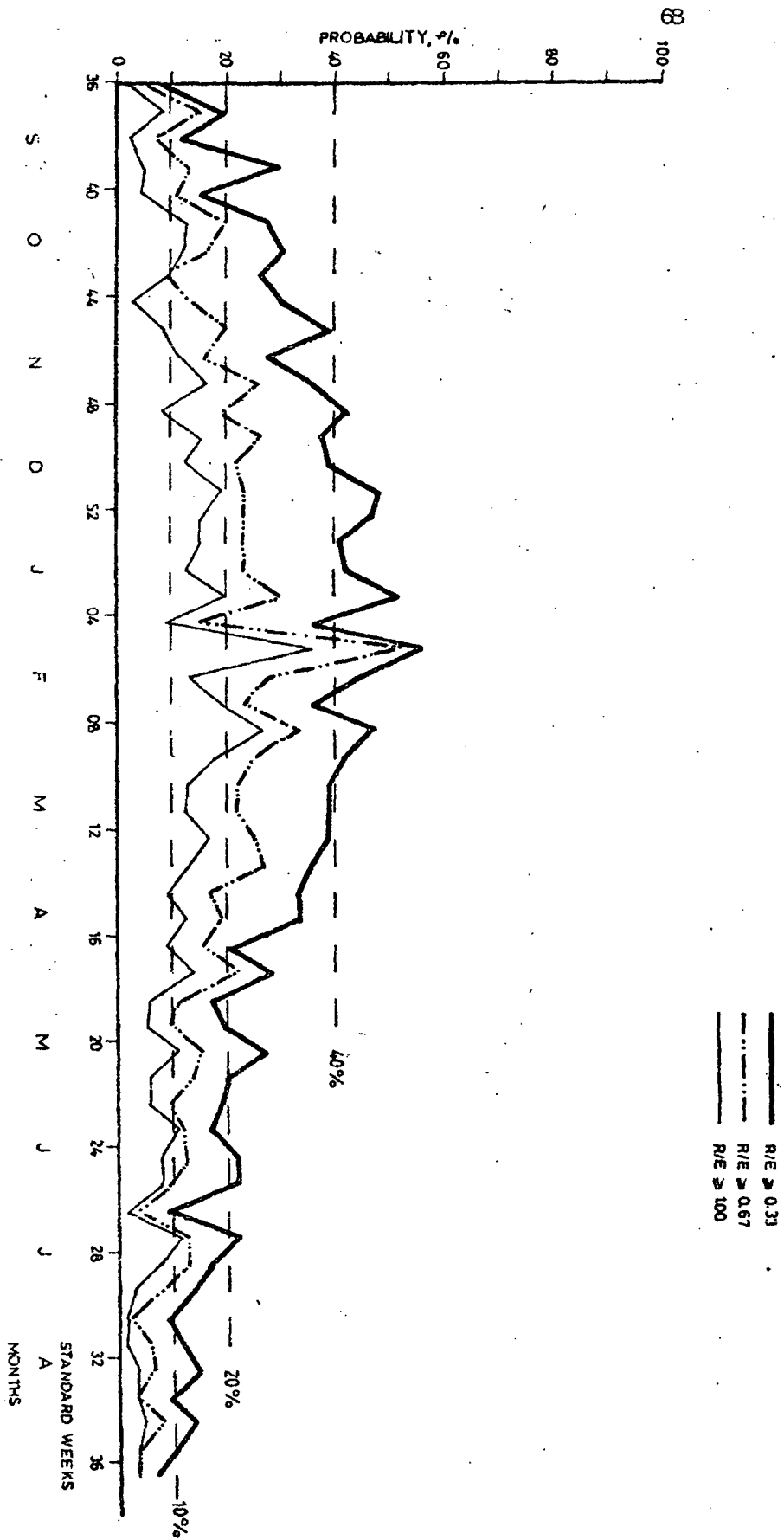


- Reddy, S.J. 1984d. General climate of Mozambique. Comunicacao No. 19a, Serie Terra e Agua, INIA, Maputo, 41p (English & Portuguese versions).
- Reddy, S.J. 1984e. Agroclimatic classification of the semi-arid tropics: V-Classification of tropical Australia. Under preparation.
- Reddy, S.J. & Vermeer, A.C. 1984. Available water capacity of the soils of Mozambique. Nota Tecnica No. 27, Serie Terra e Agua, INIA, Maputo, 16p + 1fig. (English & Portuguese versions).
- Reddy, S.J., Rao, M.R. & Willey, R.W. 1982. Identification of cropping patterns at few selected locations in India: Soil water balance simulation. ICRISAT Patancheru P.O., A.P., India, Under preparation.

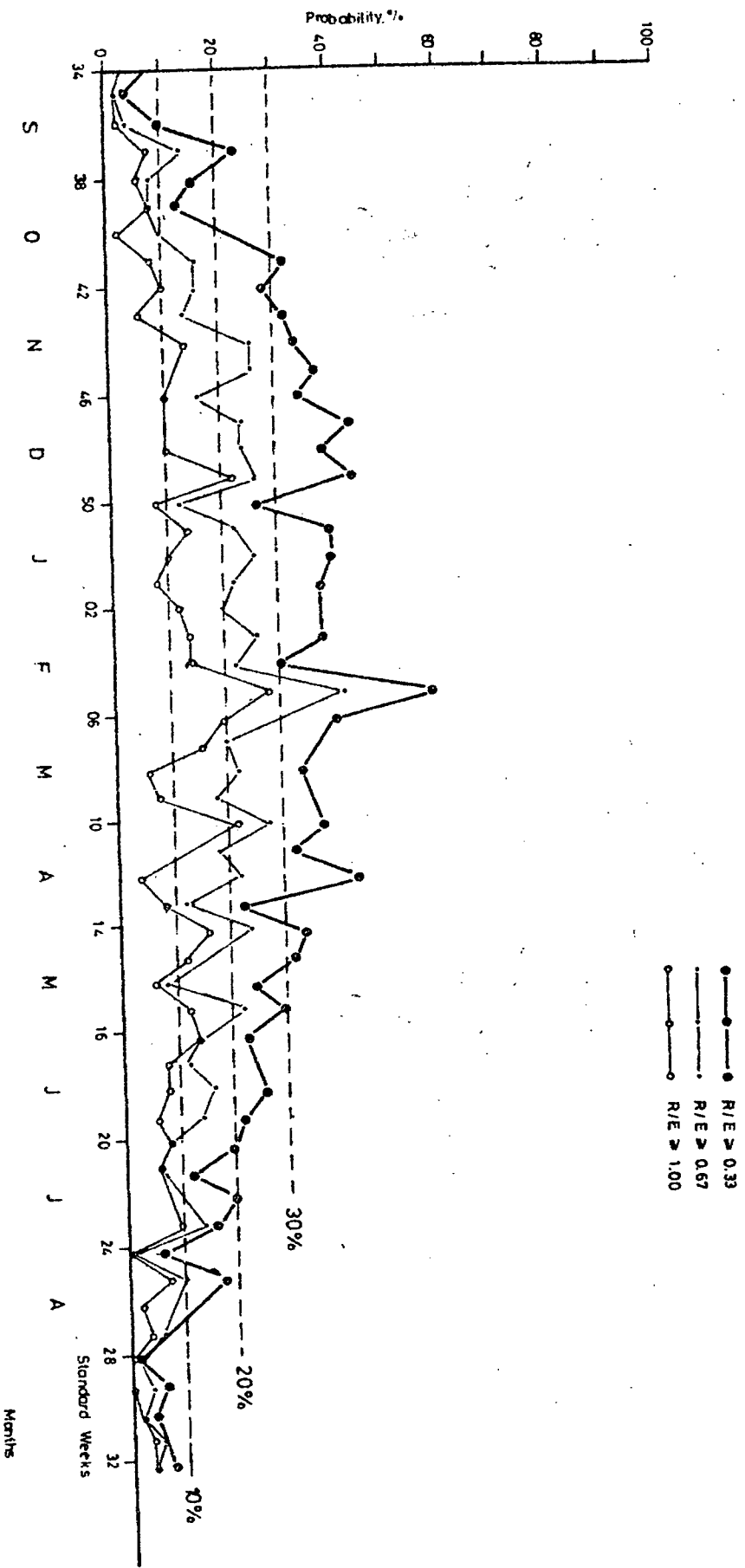
APPENDIX - I: INITIAL RELATIVE RAINFALL PROBABILITIES AT 51 LOCATIONS OVER SOUTHERN  
MOZAMBIQUE

- |                  |                        |                    |                   |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Bela Vista    | 2. Catuane             | 3. Changalane      | 4. Goba Fronteira |
| 5. Inhaca        | 6. Manhica             | 7. Maputo          | 8. Mezeninhama    |
| 9. Moamba        | 10. Namaacha           | 11. Ressano Garcia | 12. Sabie         |
| 13. Tinonganine  | 14. Umbeluzi           | 15. Vila Luísa     | 16. Zitundo       |
| 17. Chibuto      | 18. Chigubo            | 19. Chobela        | 20. Chongoene     |
| 21. Xai-Xai      | 22. Macia              | 23. Marjacaza      | 24. Maleurnia     |
| 25. Maniquenique | 26. Massangena         | 27. Pafuri         | 28. Mapai         |
| 29. Bilene       | 30. Chokwe             | 31. Funhalouro     | 32. Inhambene     |
| 33. Inhauassua   | 34. Inharrime          | 35. Mabote         | 36. Mambone       |
| 37. Massinga     | 38. Mocumbi            | 39. Morrumbene     | 40. Nhacoongo     |
| 41. Panda        | 42. Quissico           | 43. Vilanculos     | 44. Espungabera   |
| 45. Messambuzi   | 46. Chimoi             | 47. Beira          | 48. Mucheve       |
| 49. Nova Sofala  | 50. Vila G. de Arriaga | 51. Vila Machado   |                   |

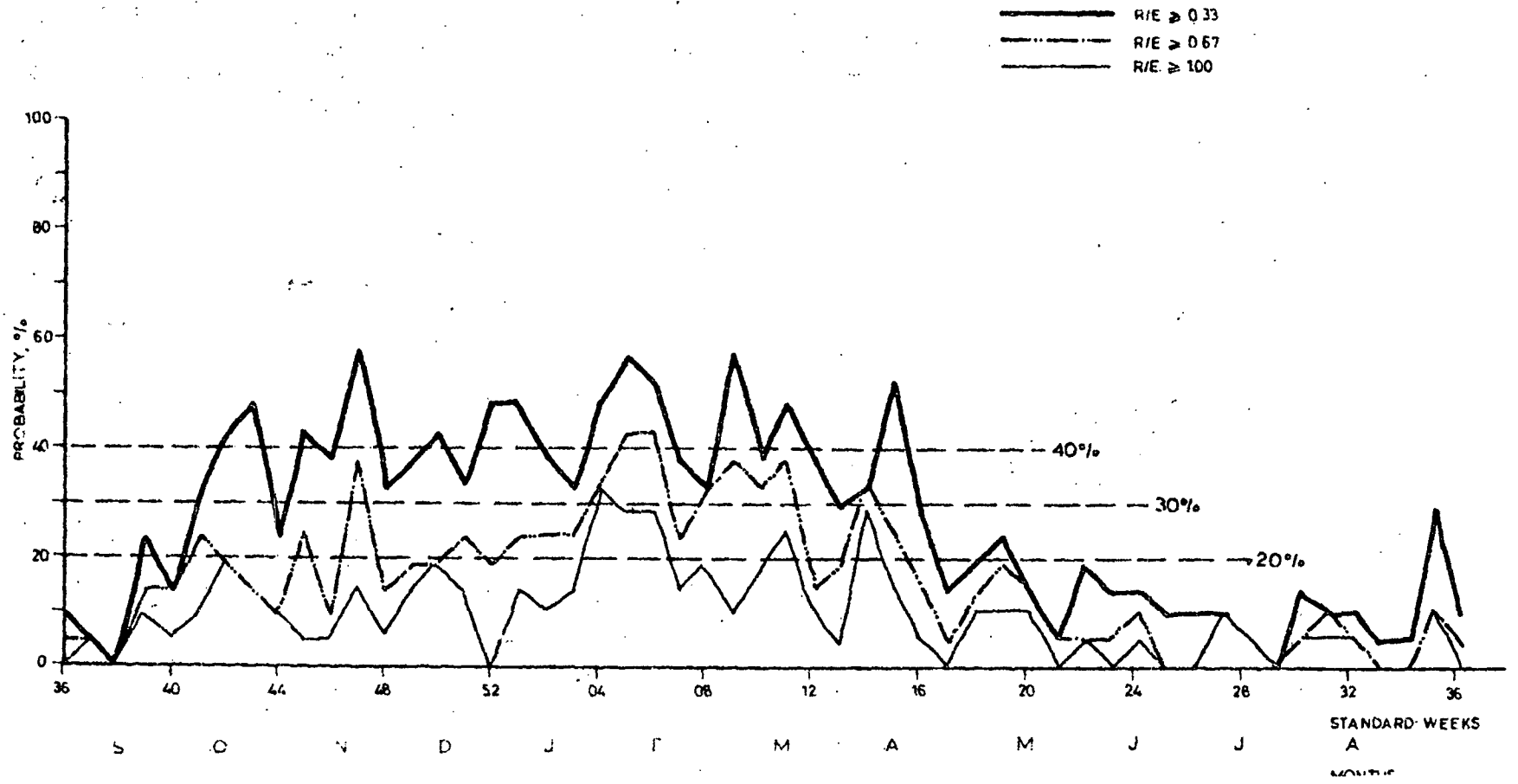
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR BELA VISTA



### INITIAL PROBABILITIES OF R/E > 0.33, 0.67 & 1.00 FOR CATUANE

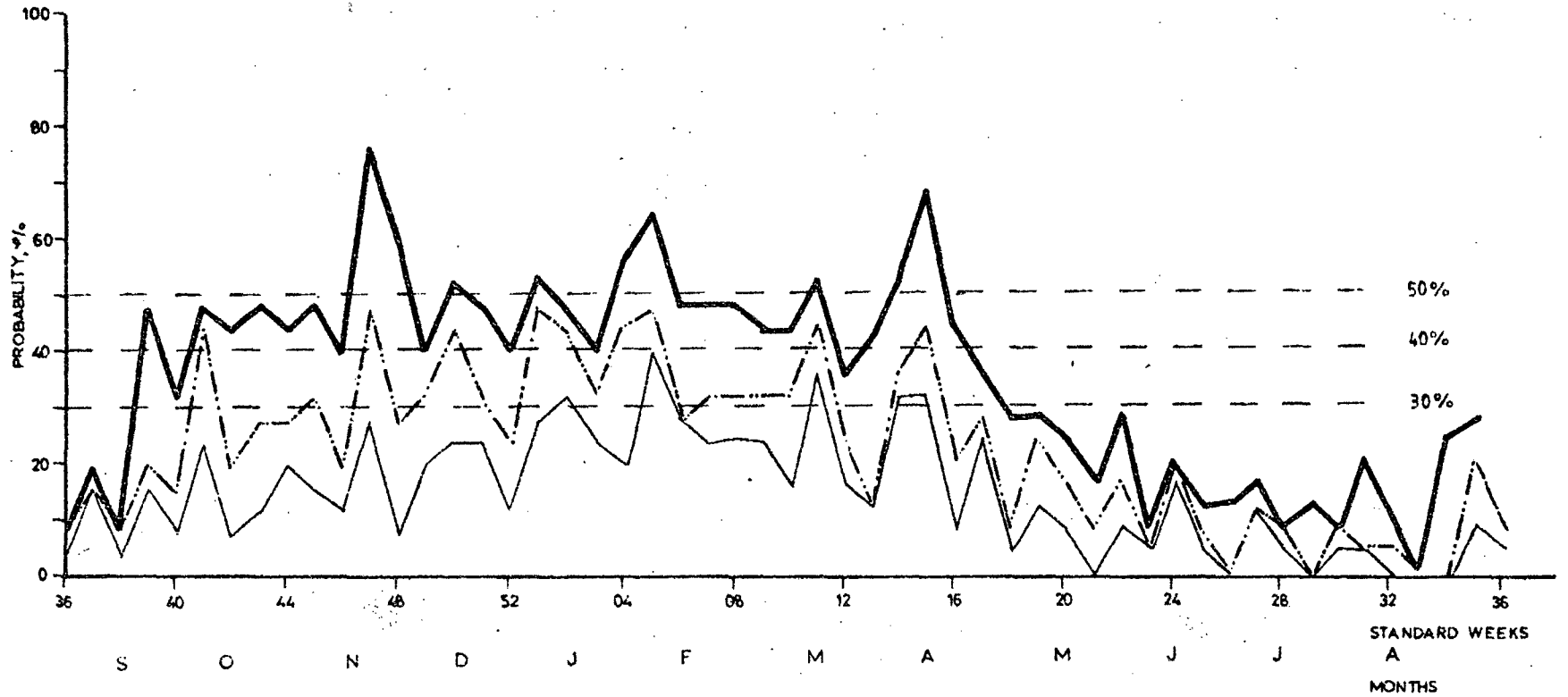


### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR CHANGALANE



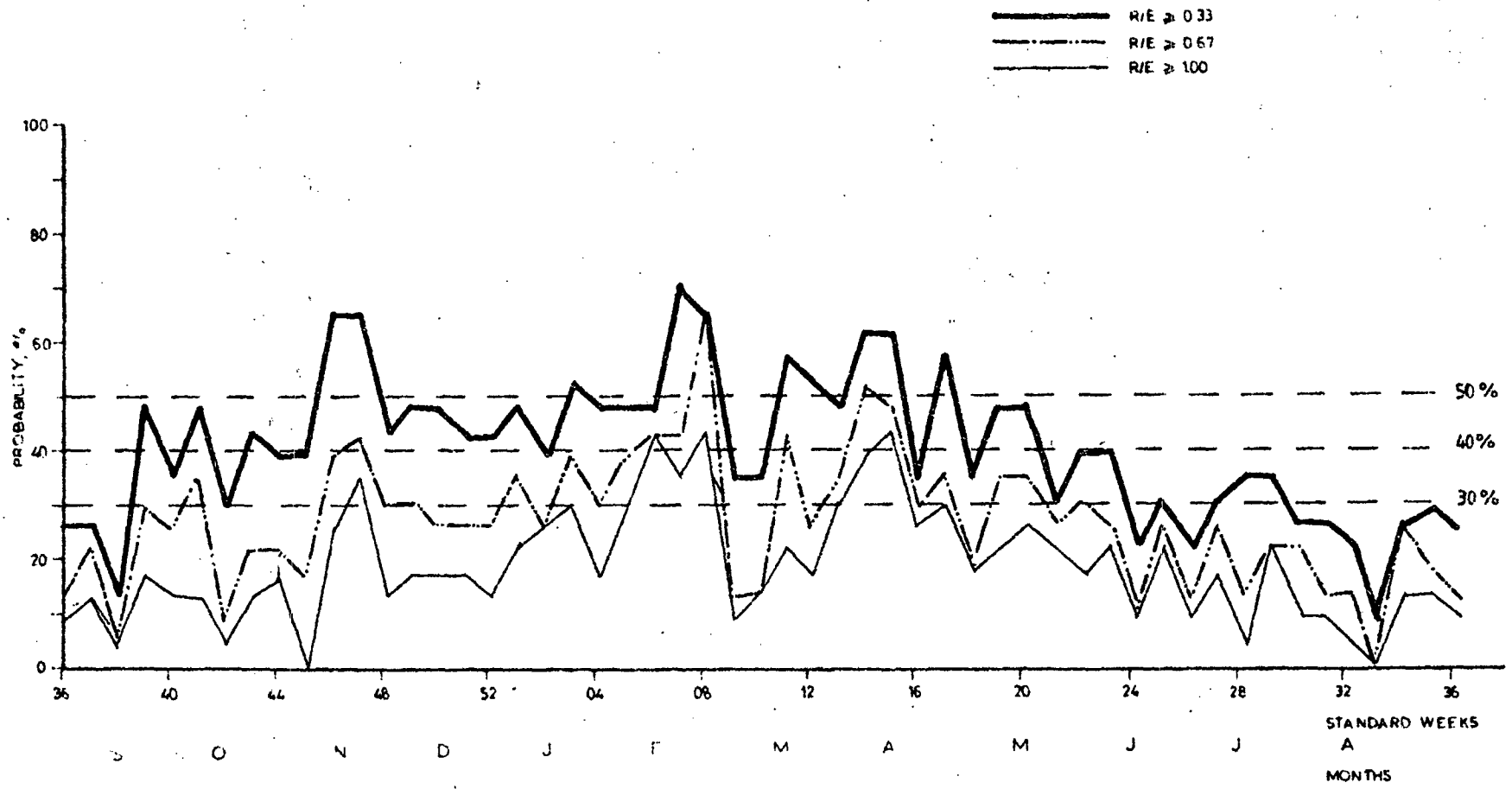
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq 0.33, 0.67$  & 1.00 FOR GOBA FRONTEIRA

— R/E  $\geq 0.33$   
 — R/E  $\geq 0.67$   
 - - R/E  $\geq 1.00$

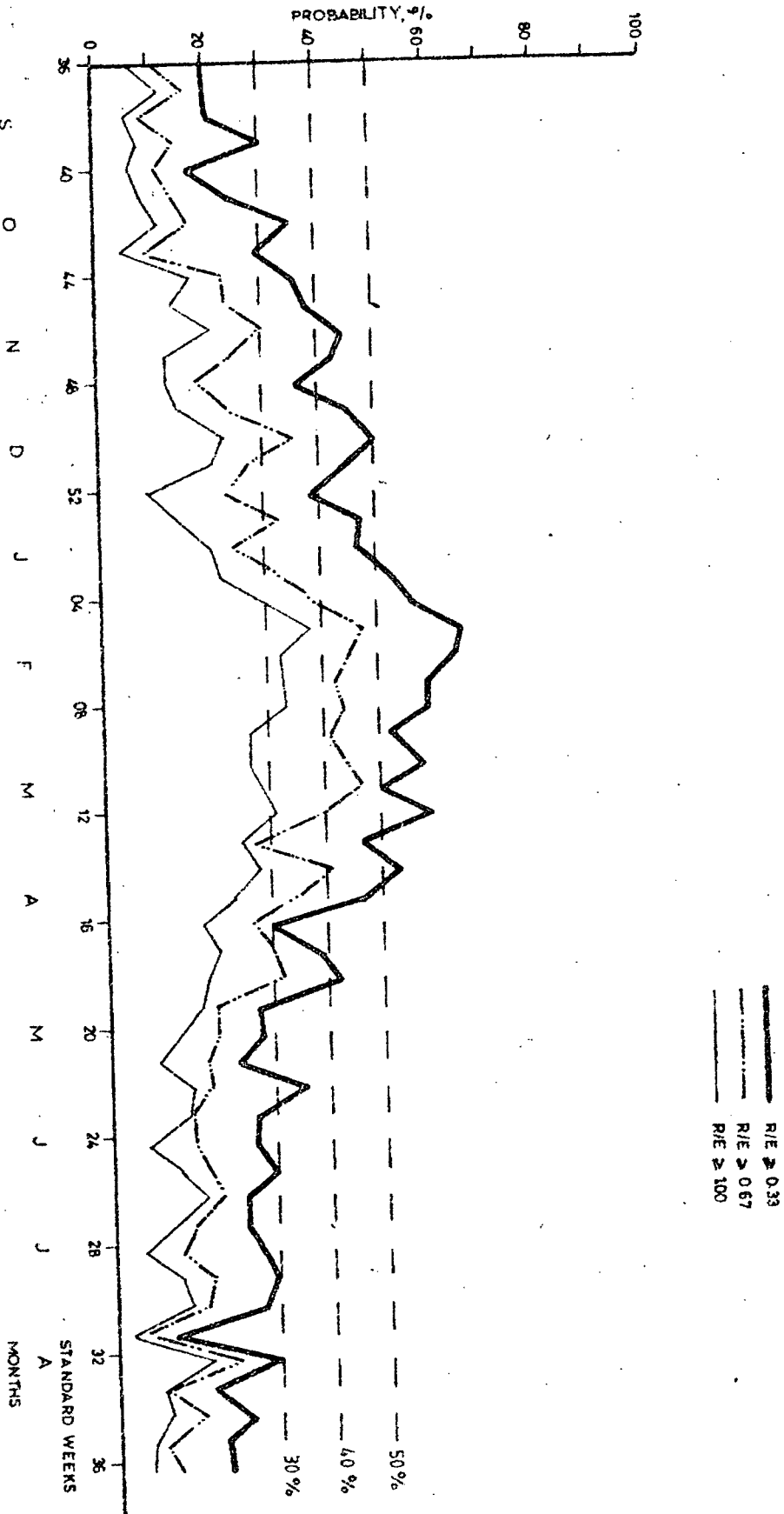


71

### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR INHACA

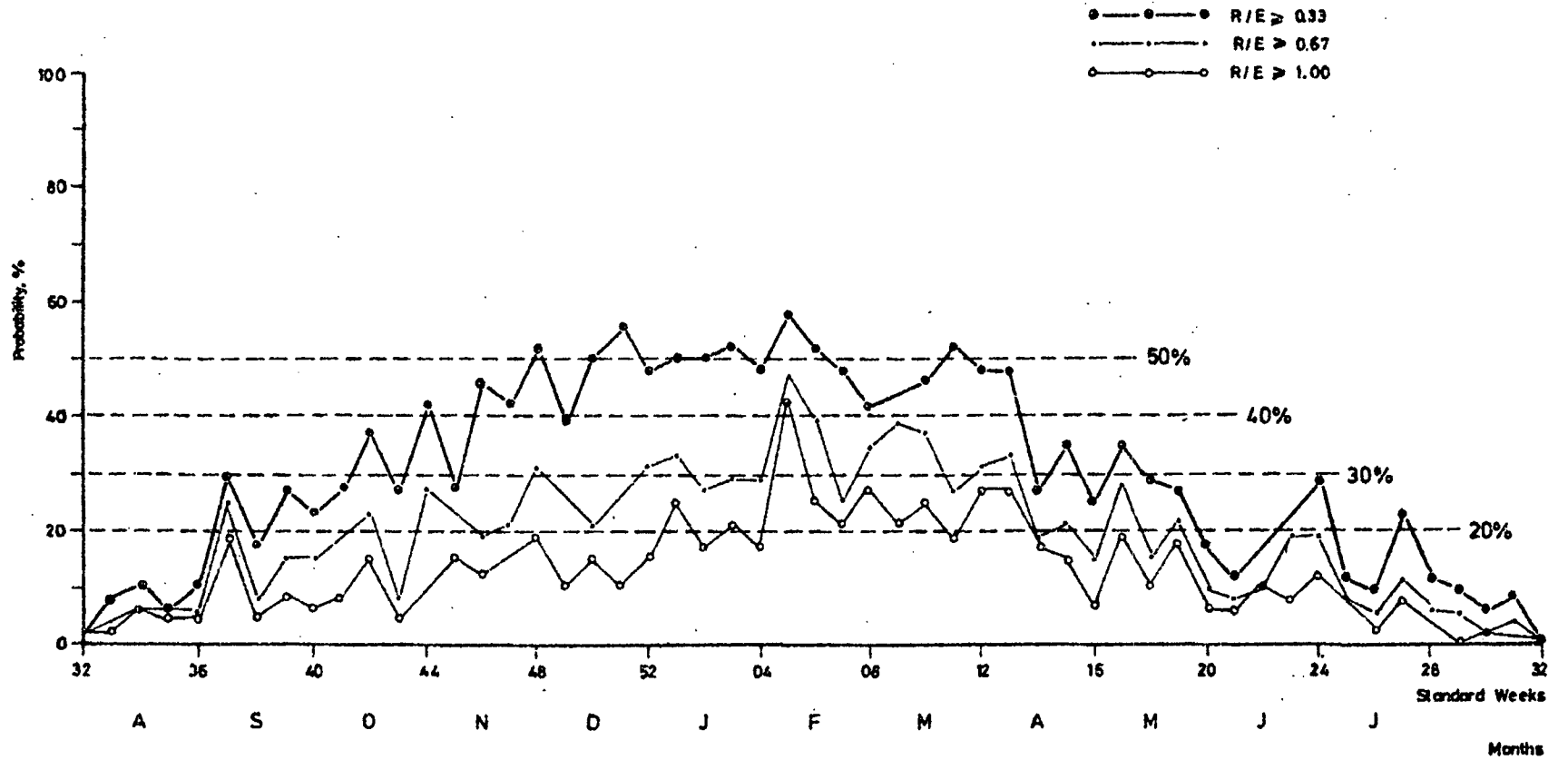


### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MANHICA

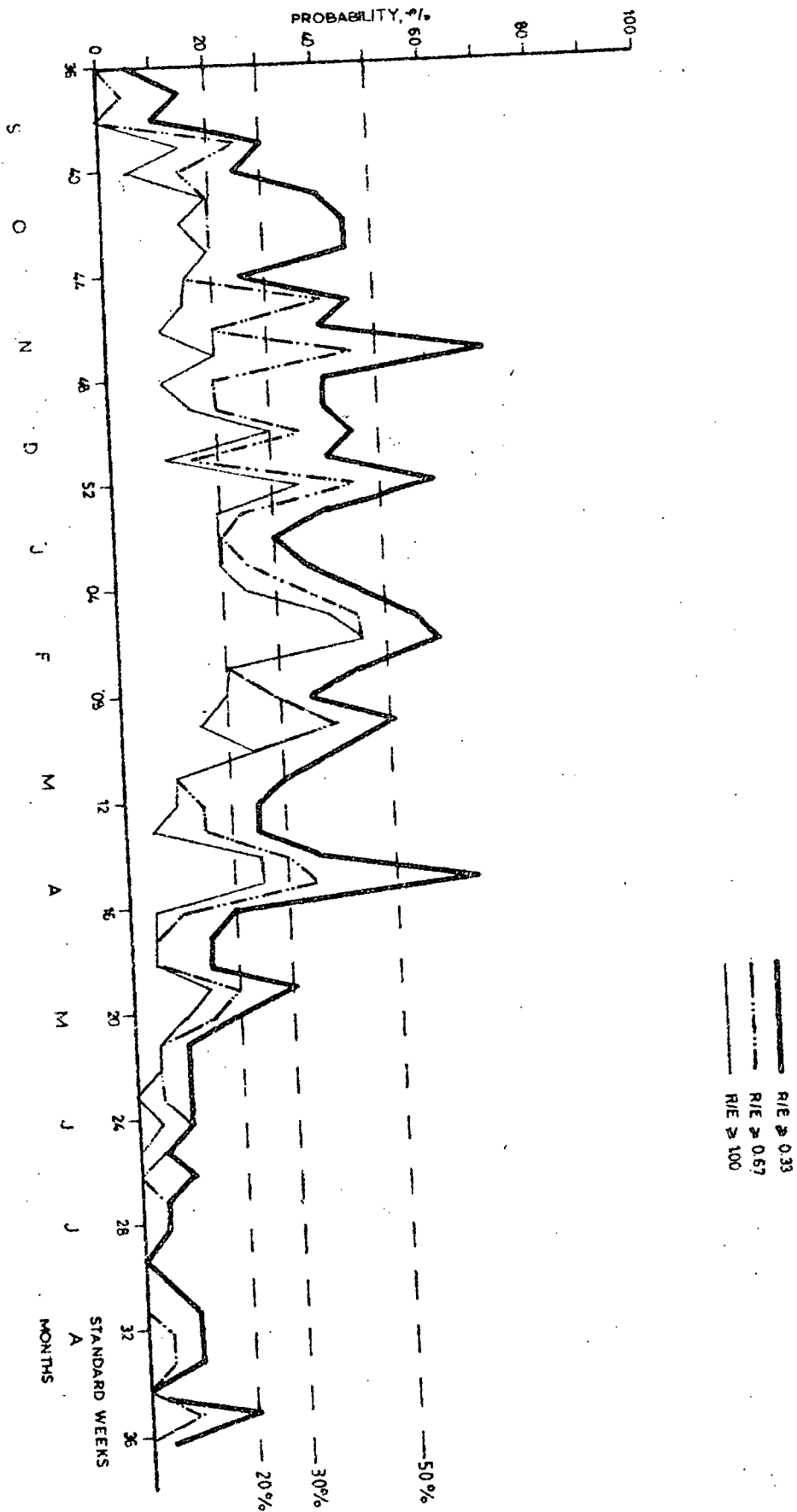




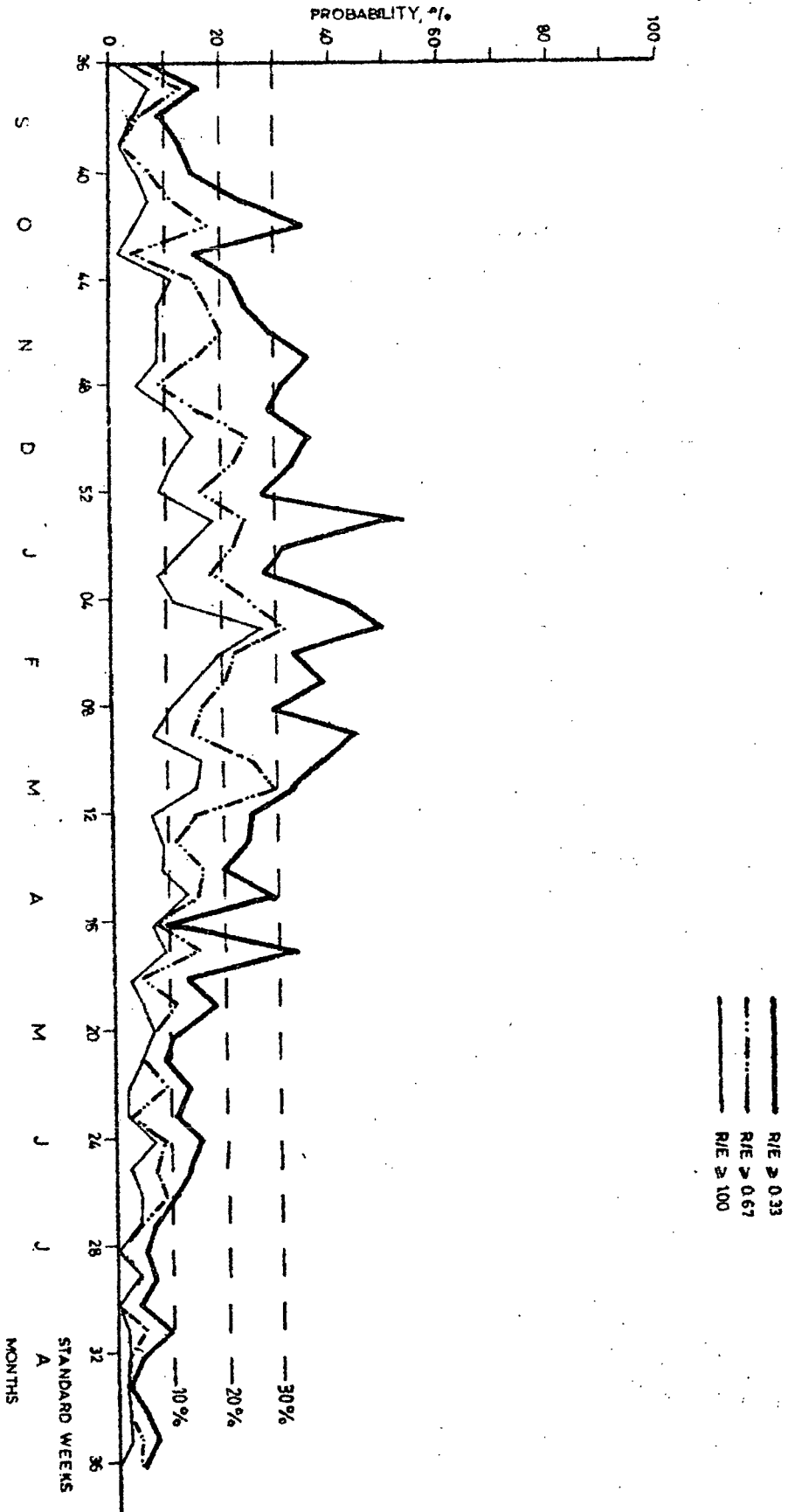
INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MAPUTO



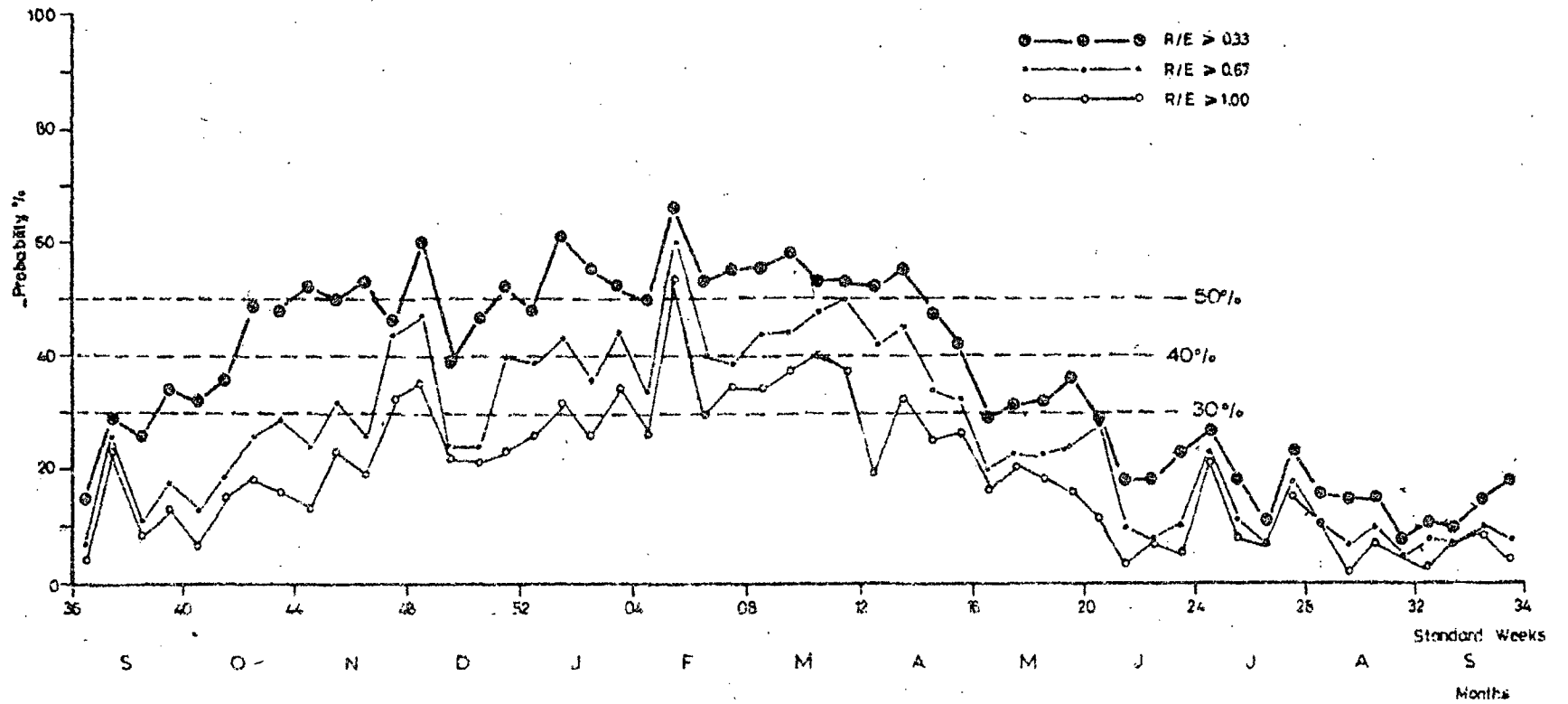
# INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR MAZEMINHAMA



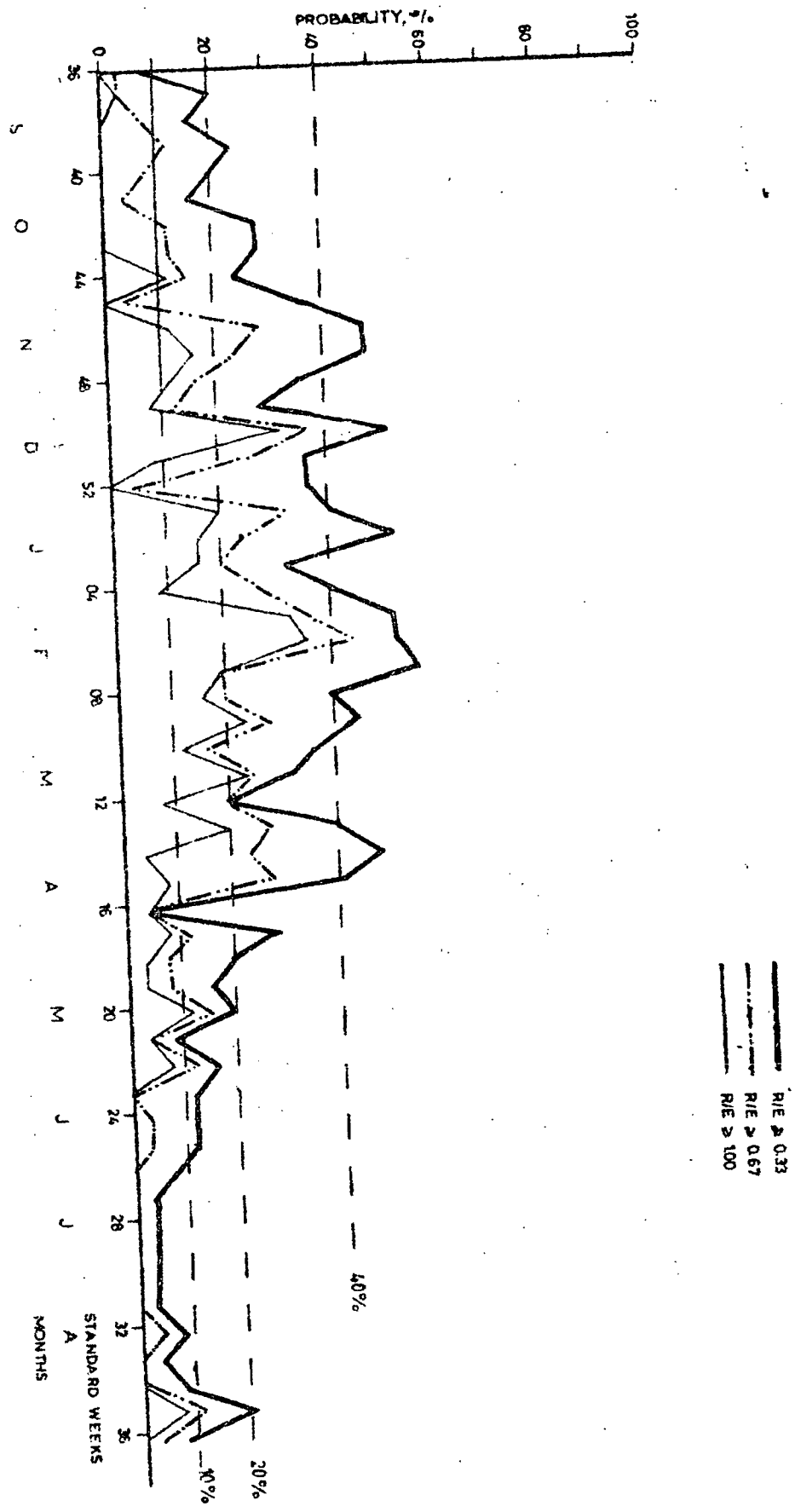
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MOAMBIA



### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR NAMAACHA

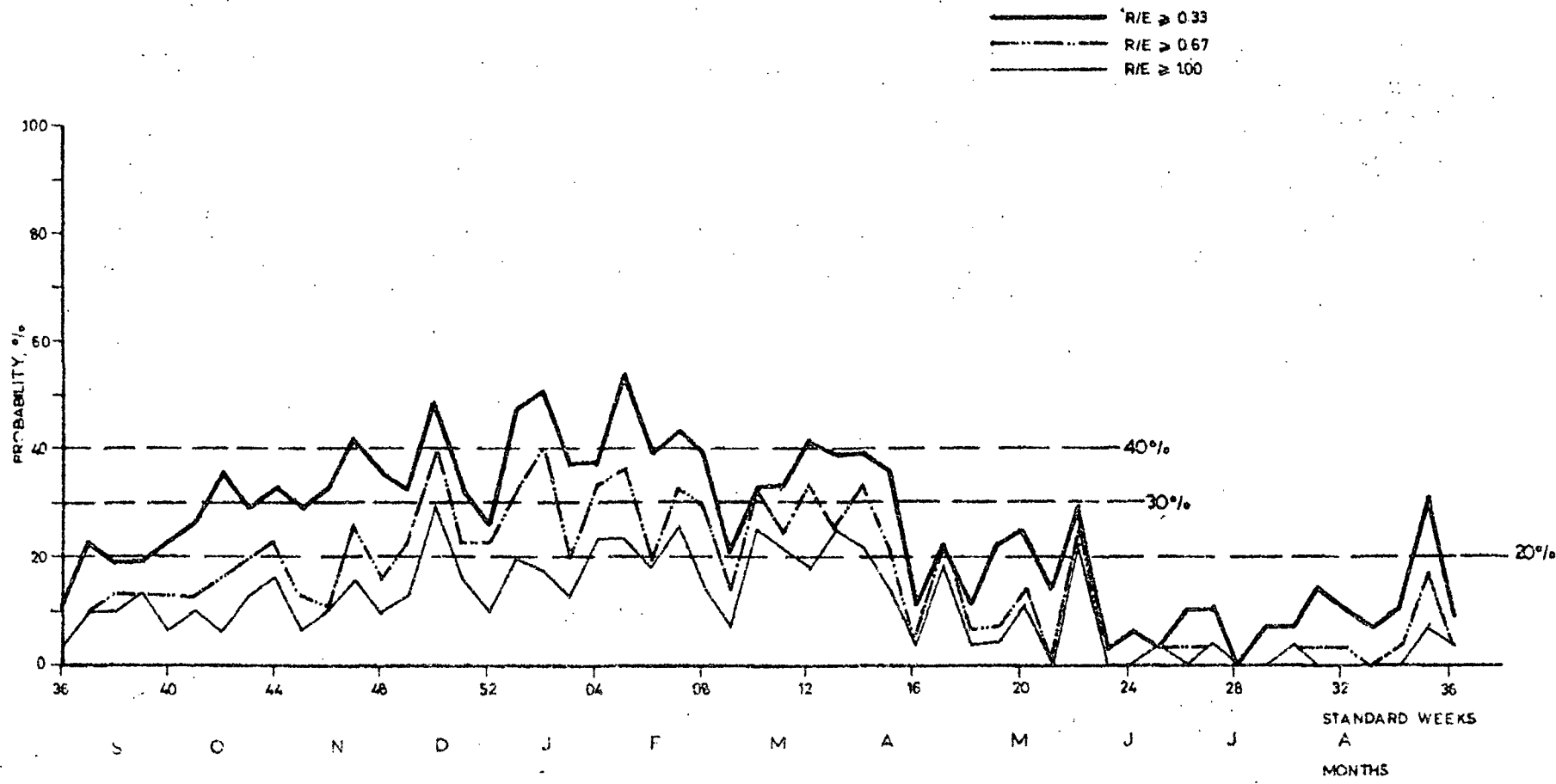


INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR RESSANO GARCIA

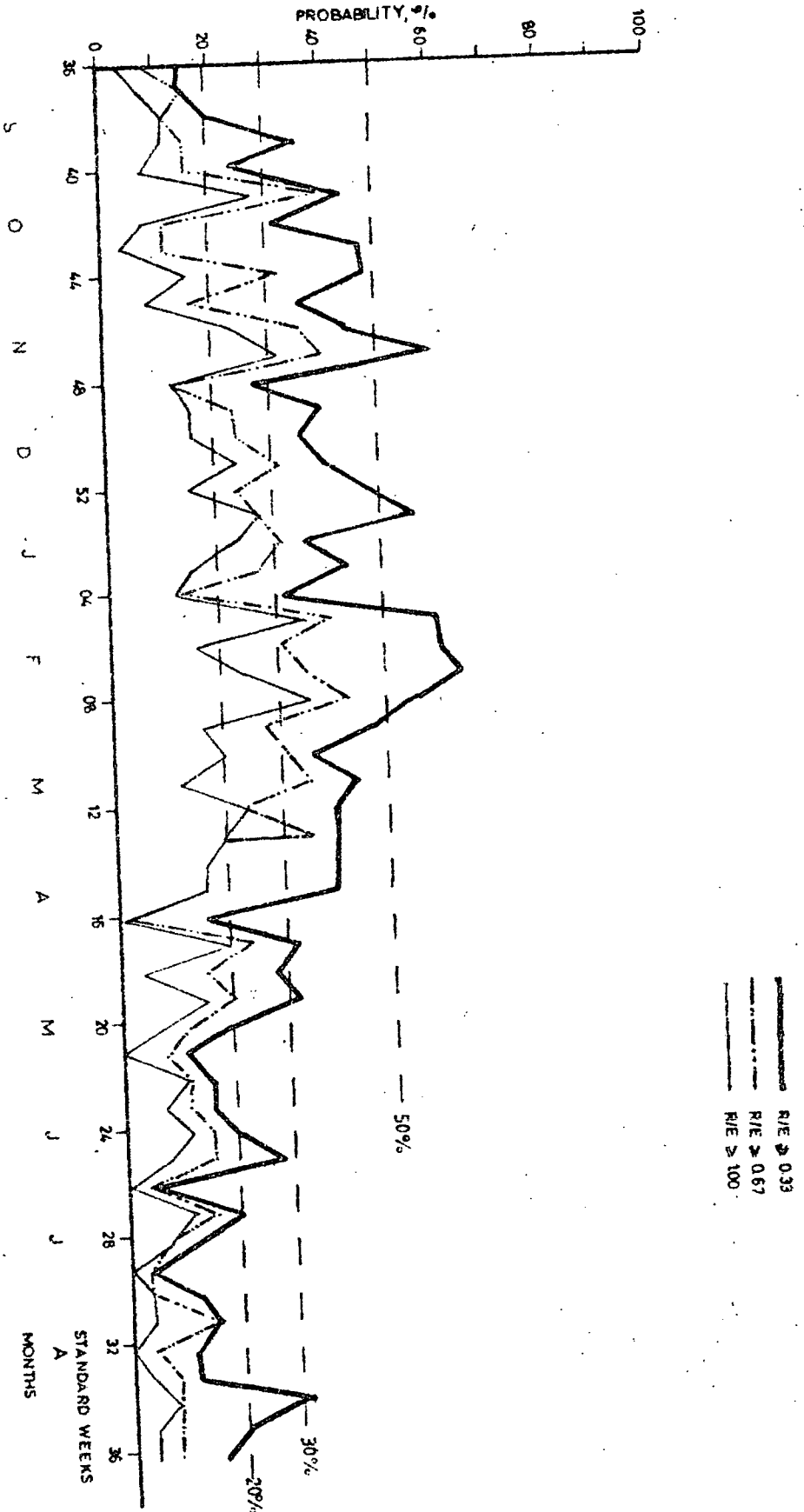


# INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & 100 FOR SÁBIÈ

79

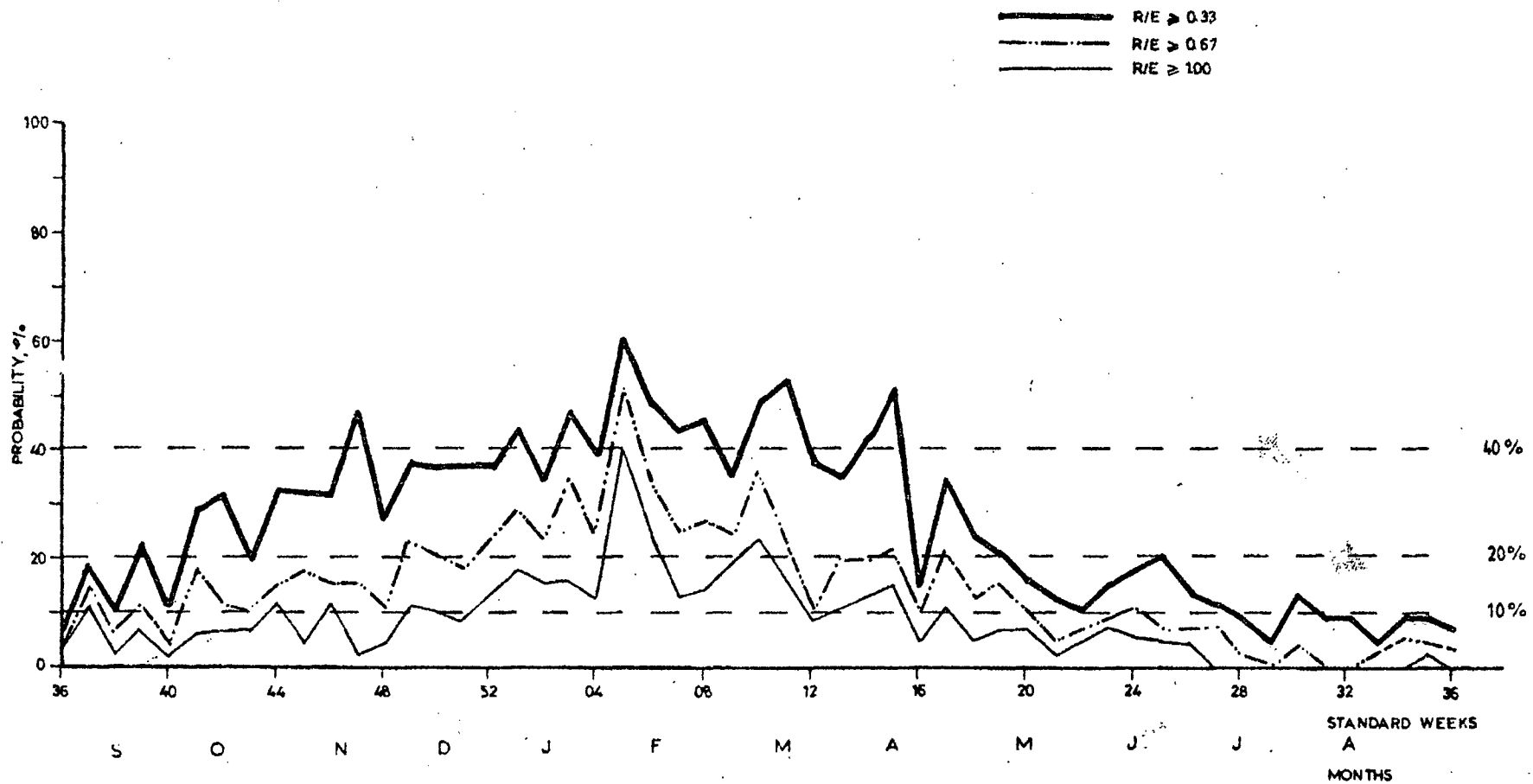


INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR TINONGANINE



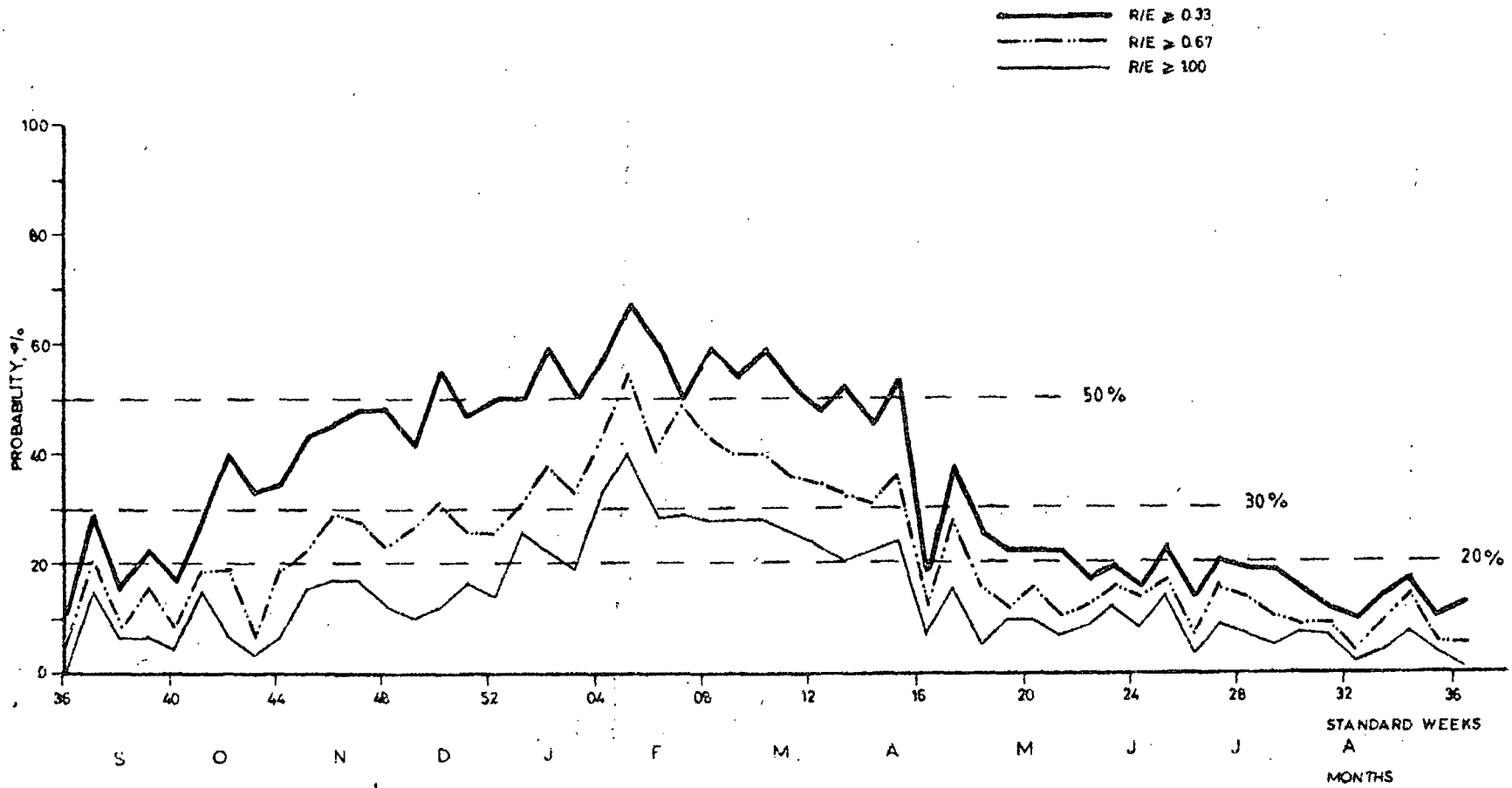
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR UMBELUZI

81



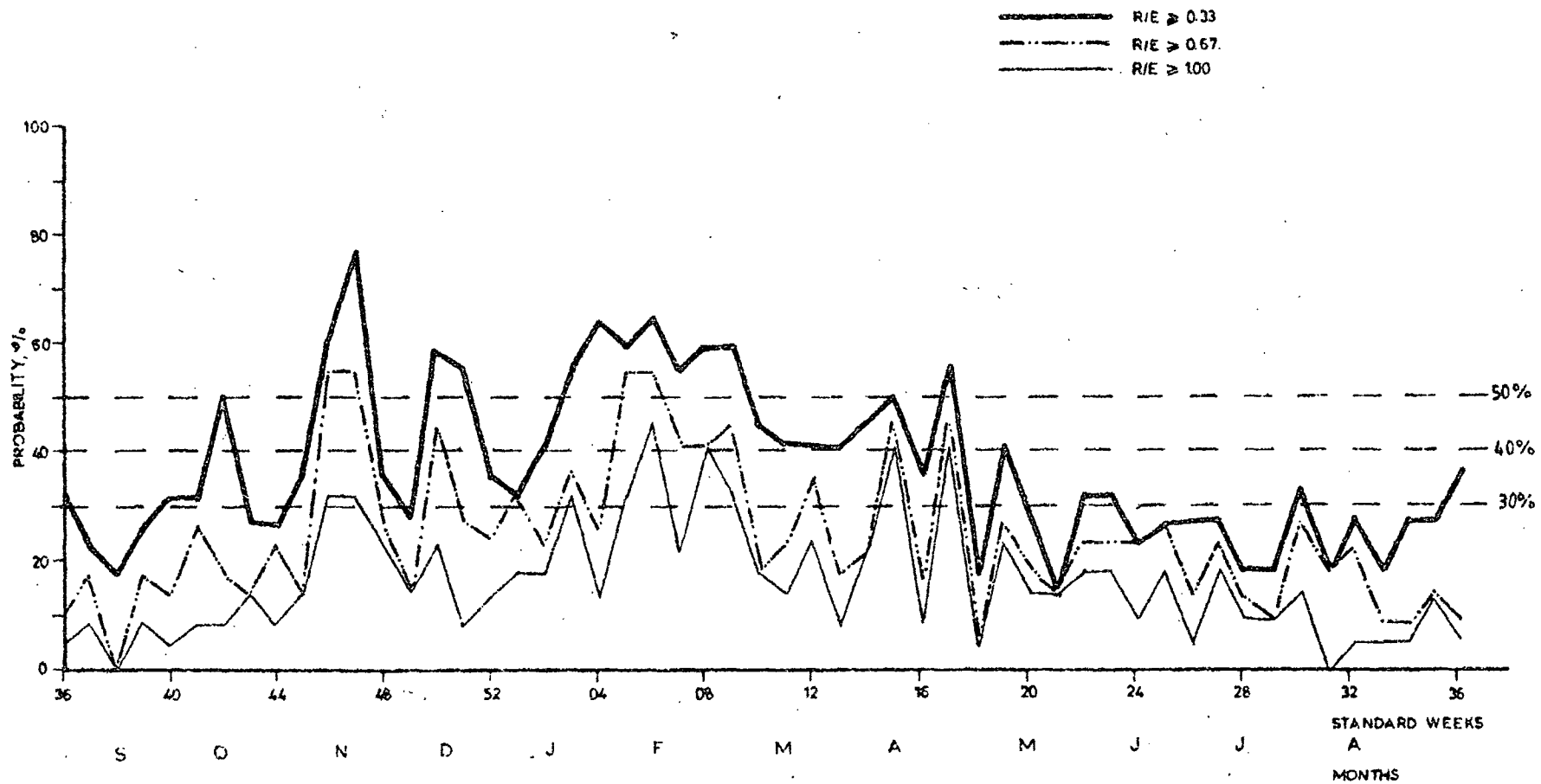


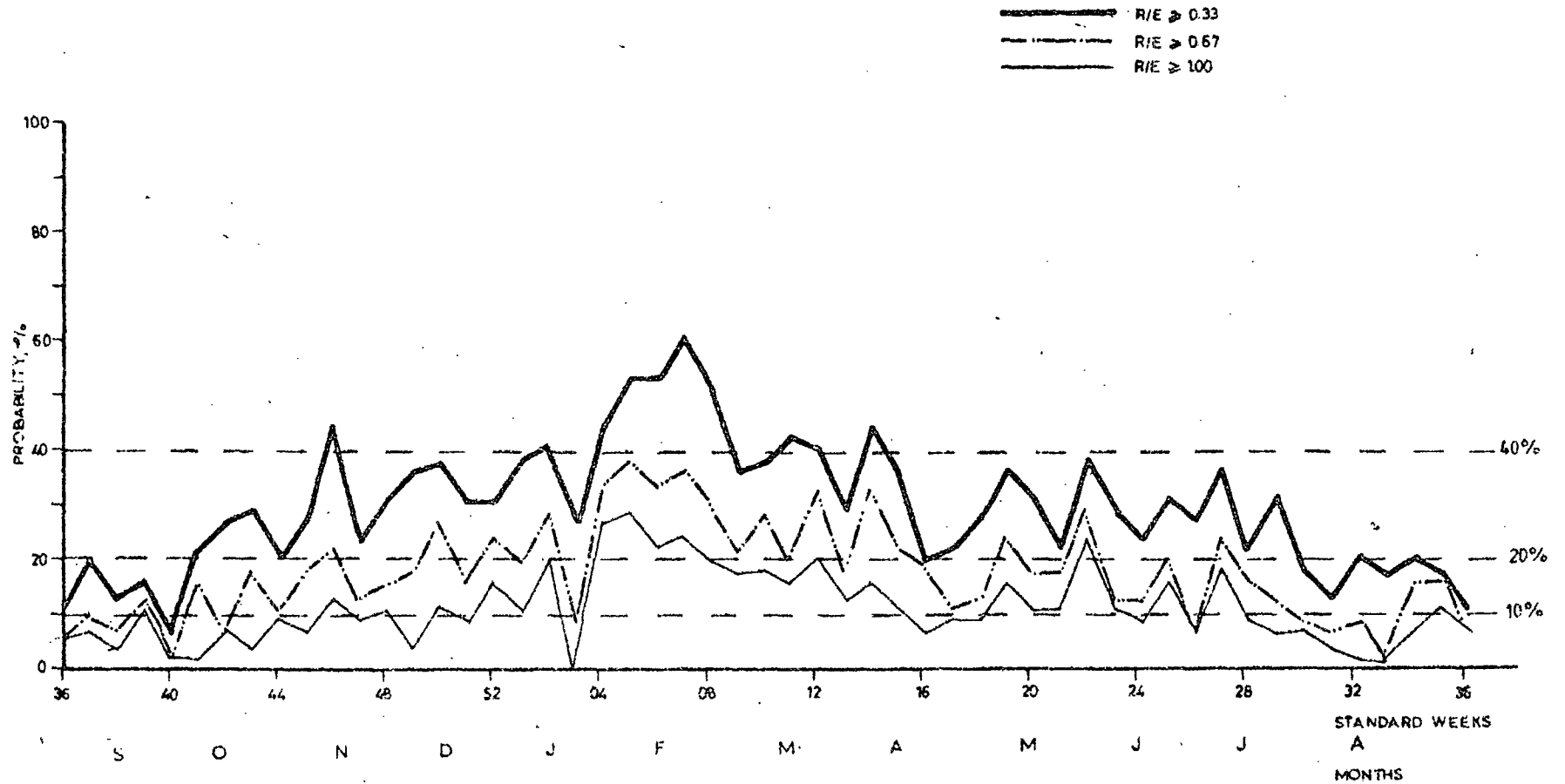
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR VILA LUÍSA



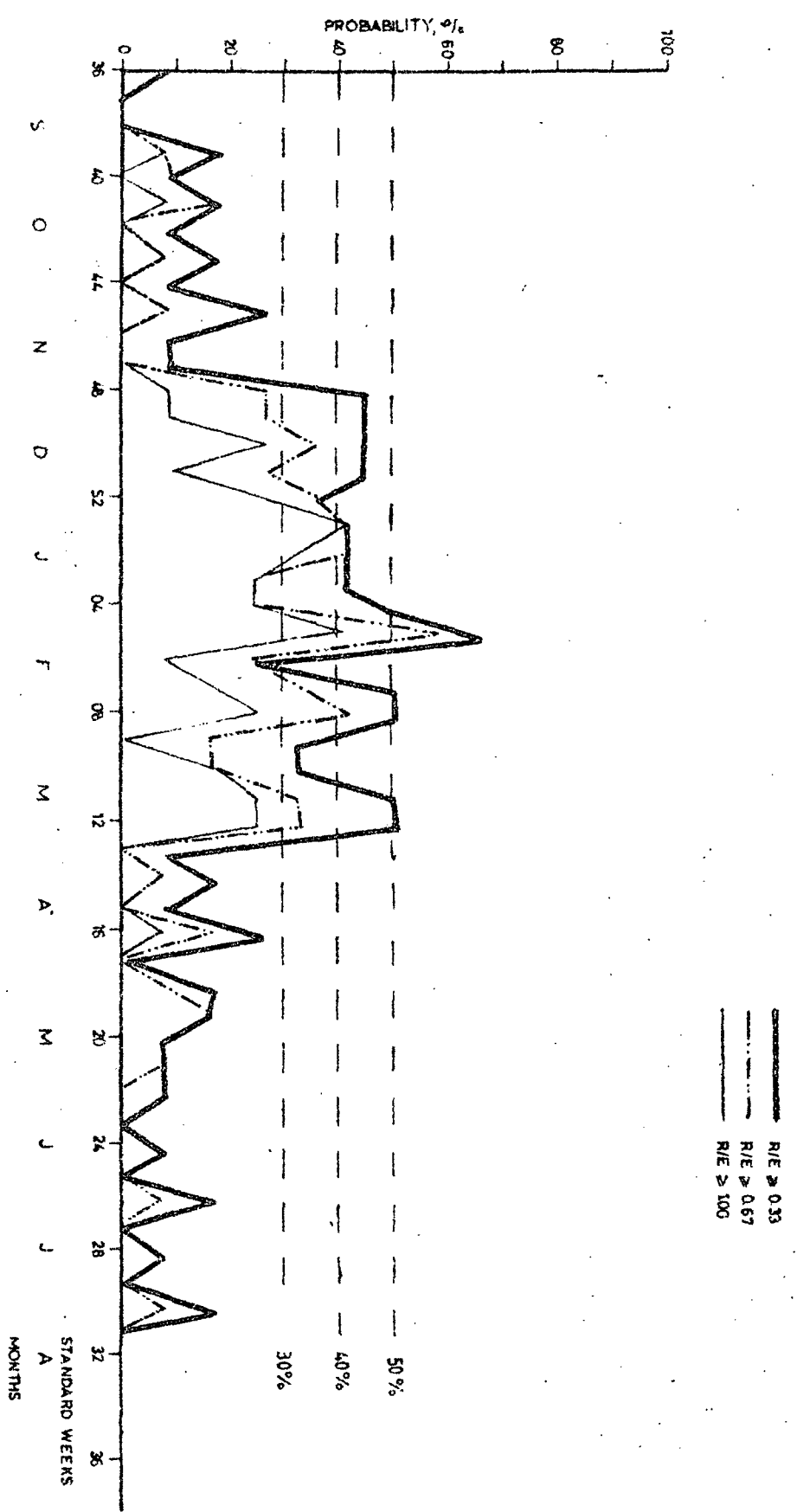
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR ZITUNDO

83



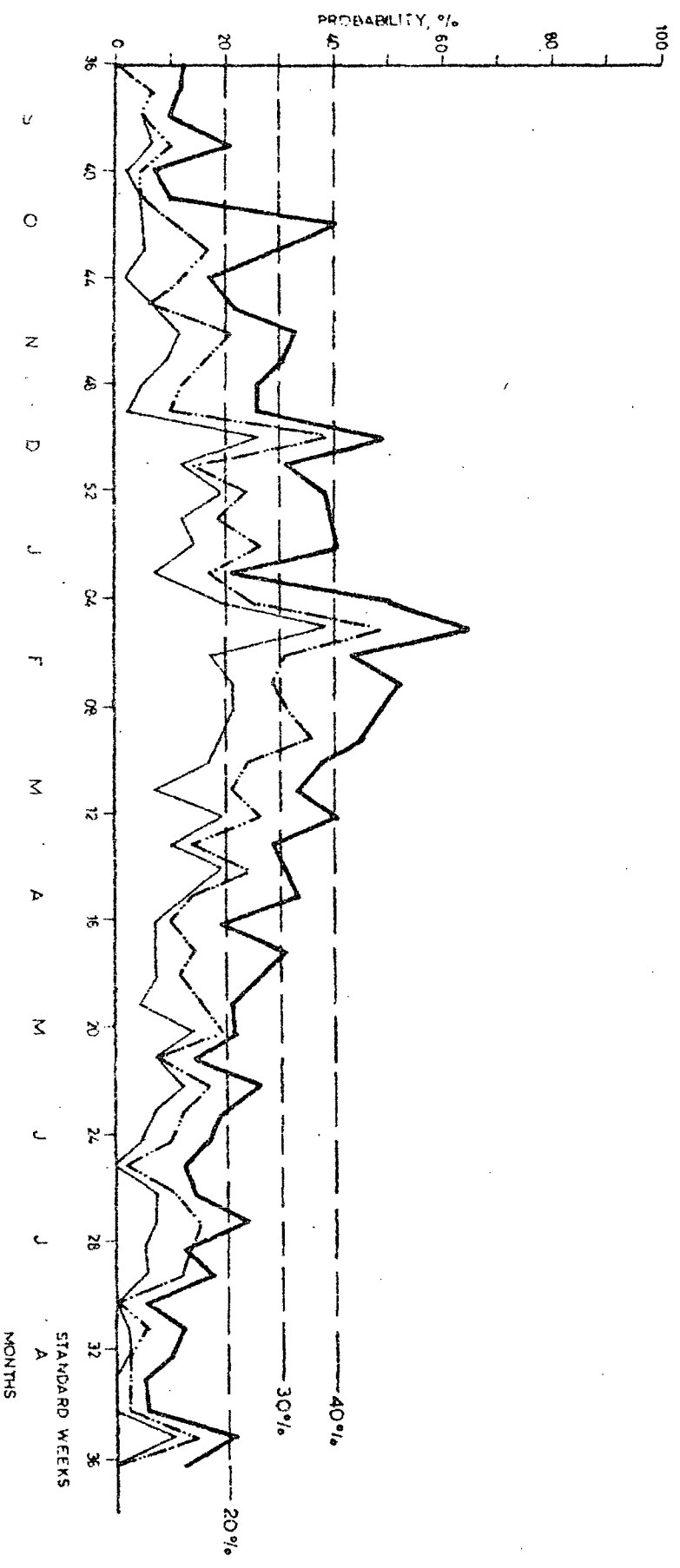
INITIAL PROBABILITIES OF  $R/E \geq 0.33, 0.67$  & 1.00 FOR CHIBUTO

### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR CHIGUBO



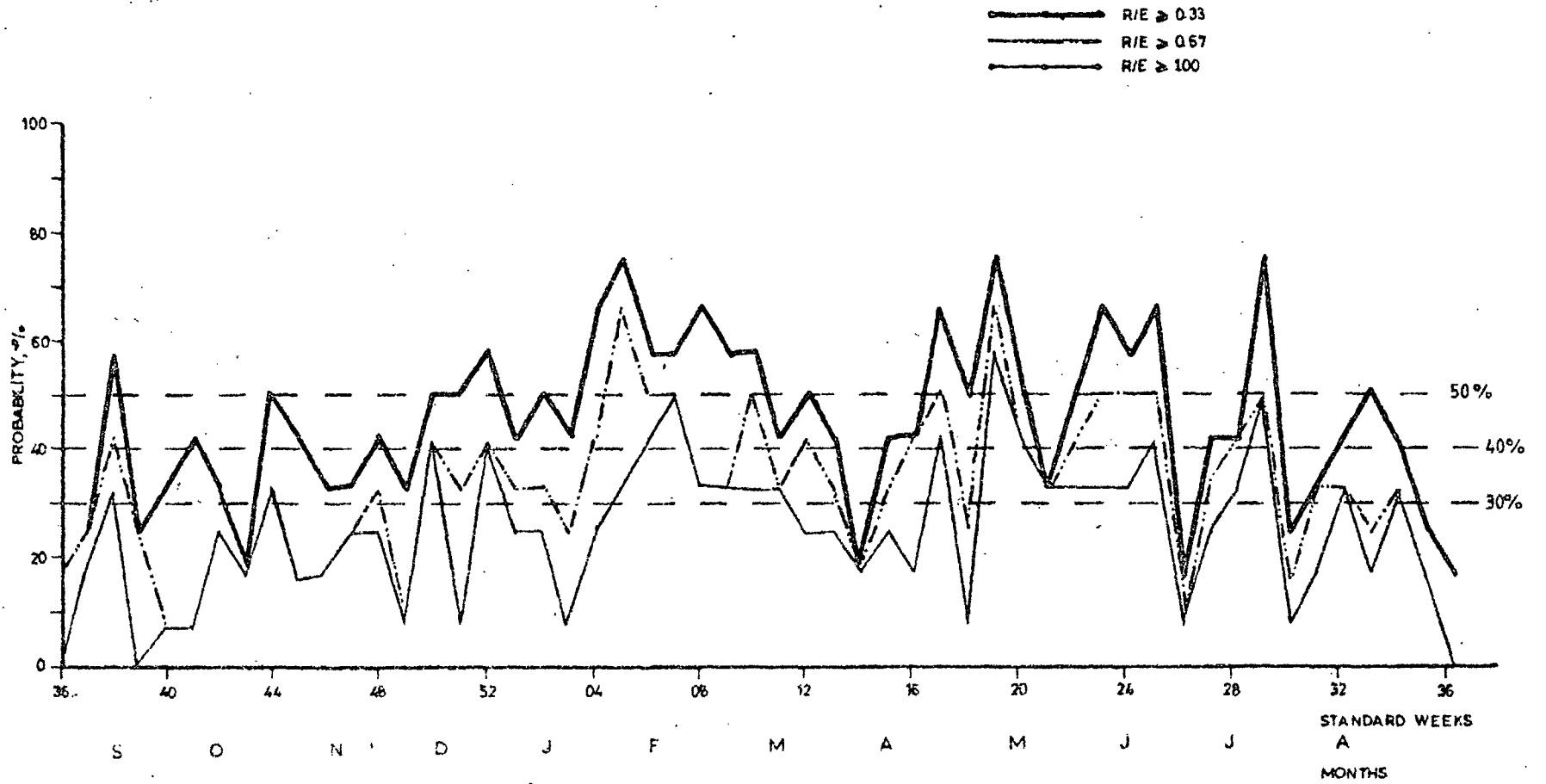
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq 0.33, 0.67$  & 1.00 FOR CHOBELA

\_\_\_\_\_ R/E  $\geq 0.33$   
 \_\_\_\_\_ R/E  $\geq 0.67$   
 \_\_\_\_\_ R/E  $\geq 1.00$

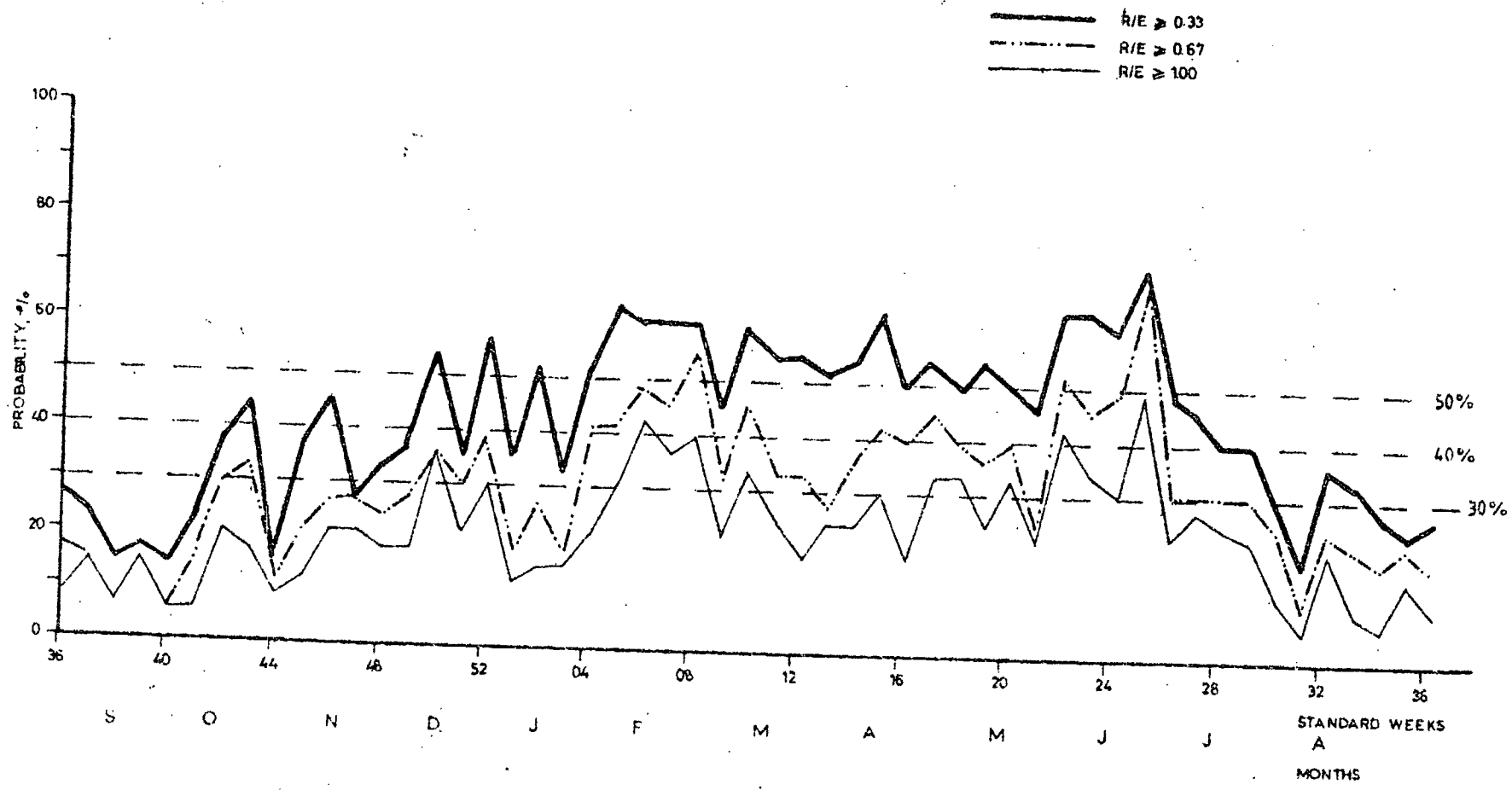


# INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR CHONGOENE

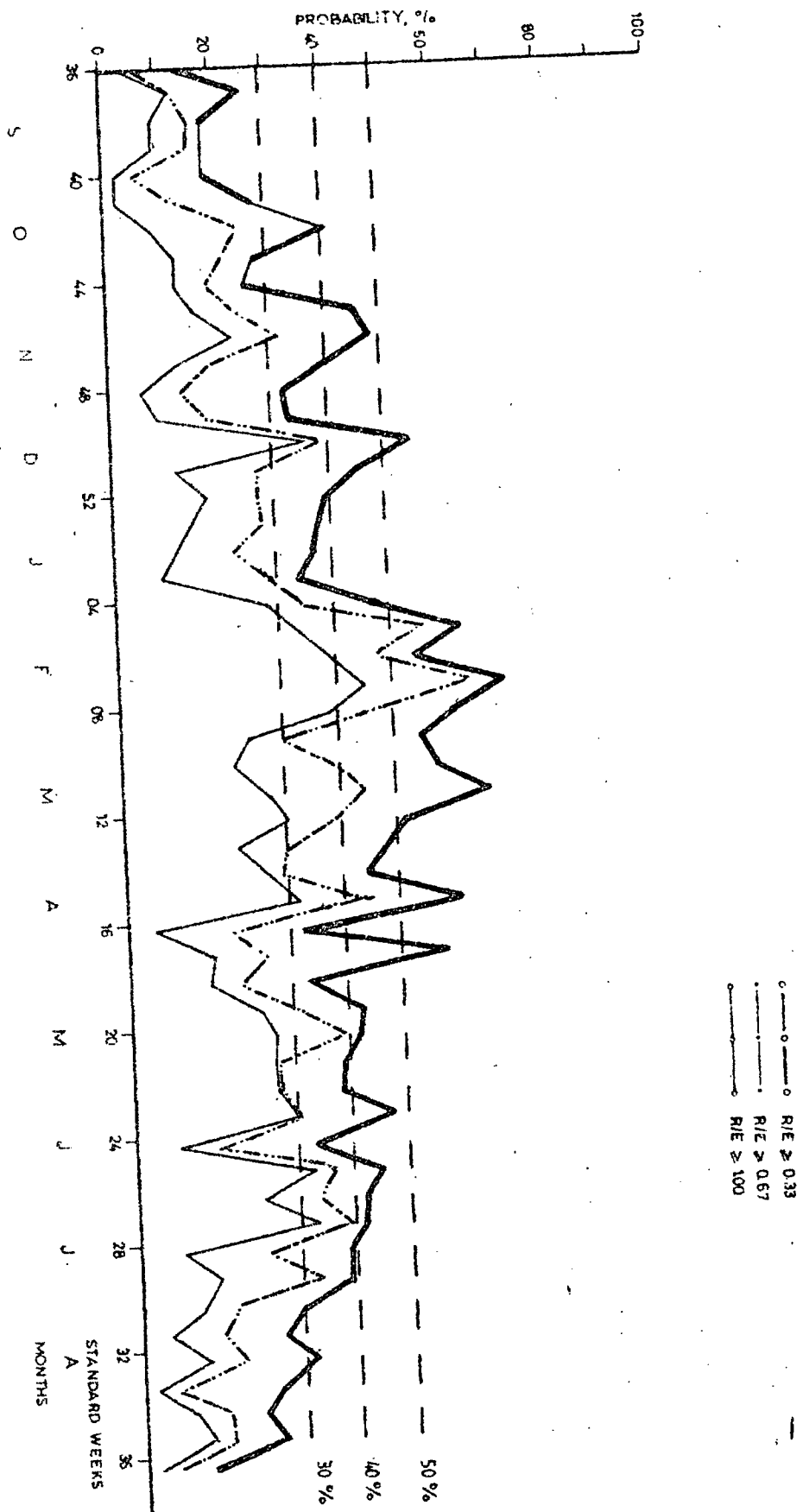
87



# INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR XAI-XAI



INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR MACIA

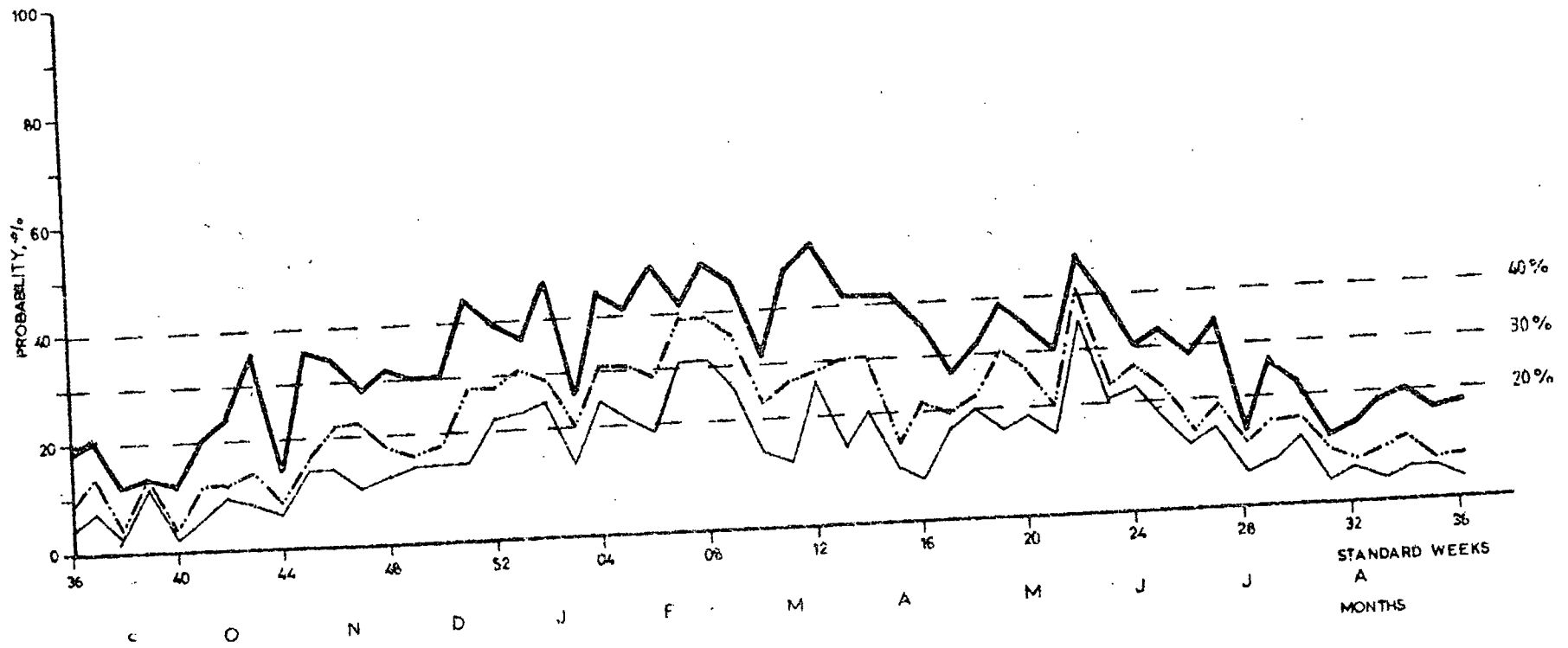




# INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR MANJACAZE

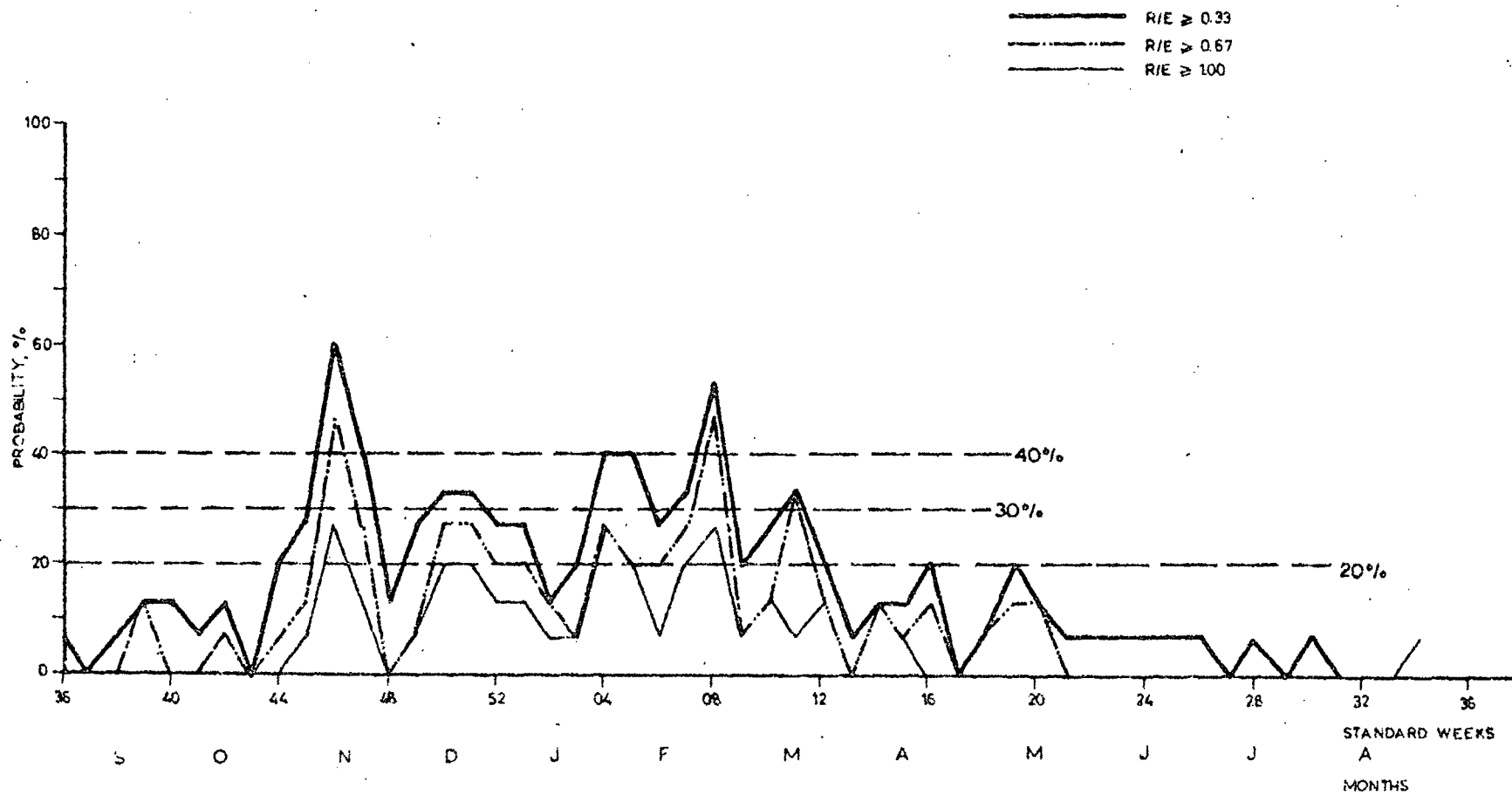
——— R/E  $\geq 0.33$   
 - - - R/E  $\geq 0.67$   
 - · - R/E  $\geq 1.00$

8

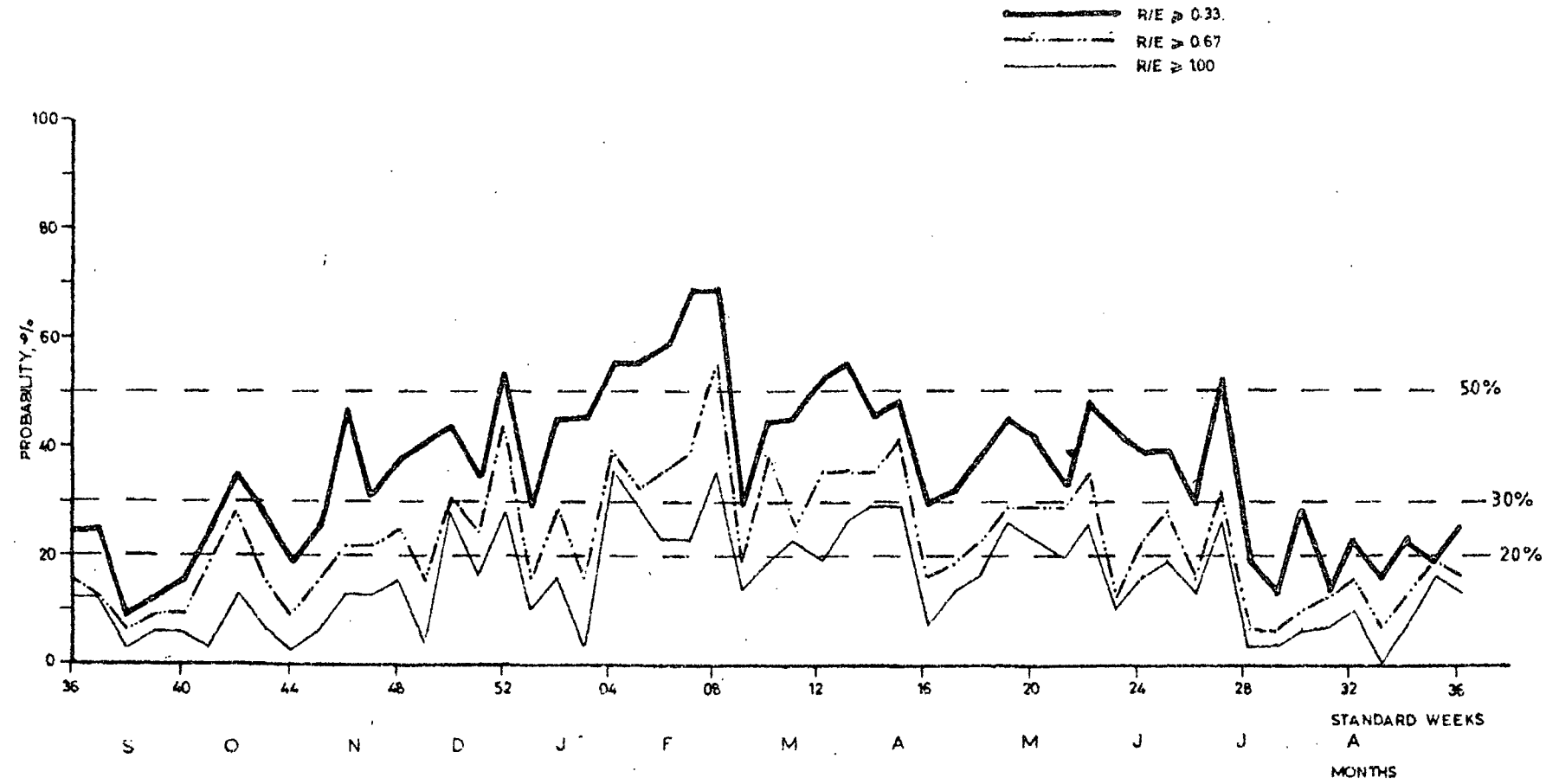


# INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR MALVÉRNIA

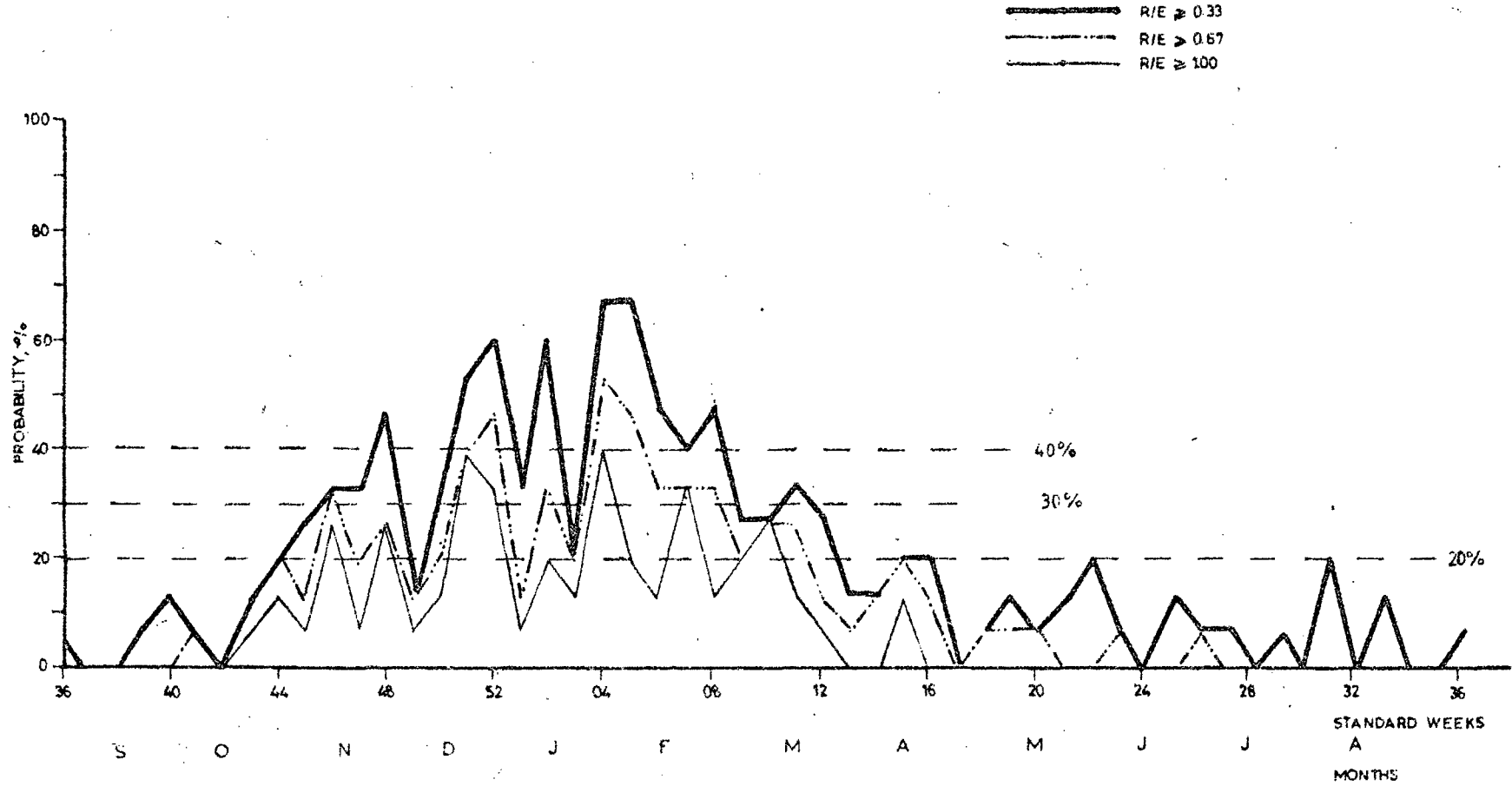
16



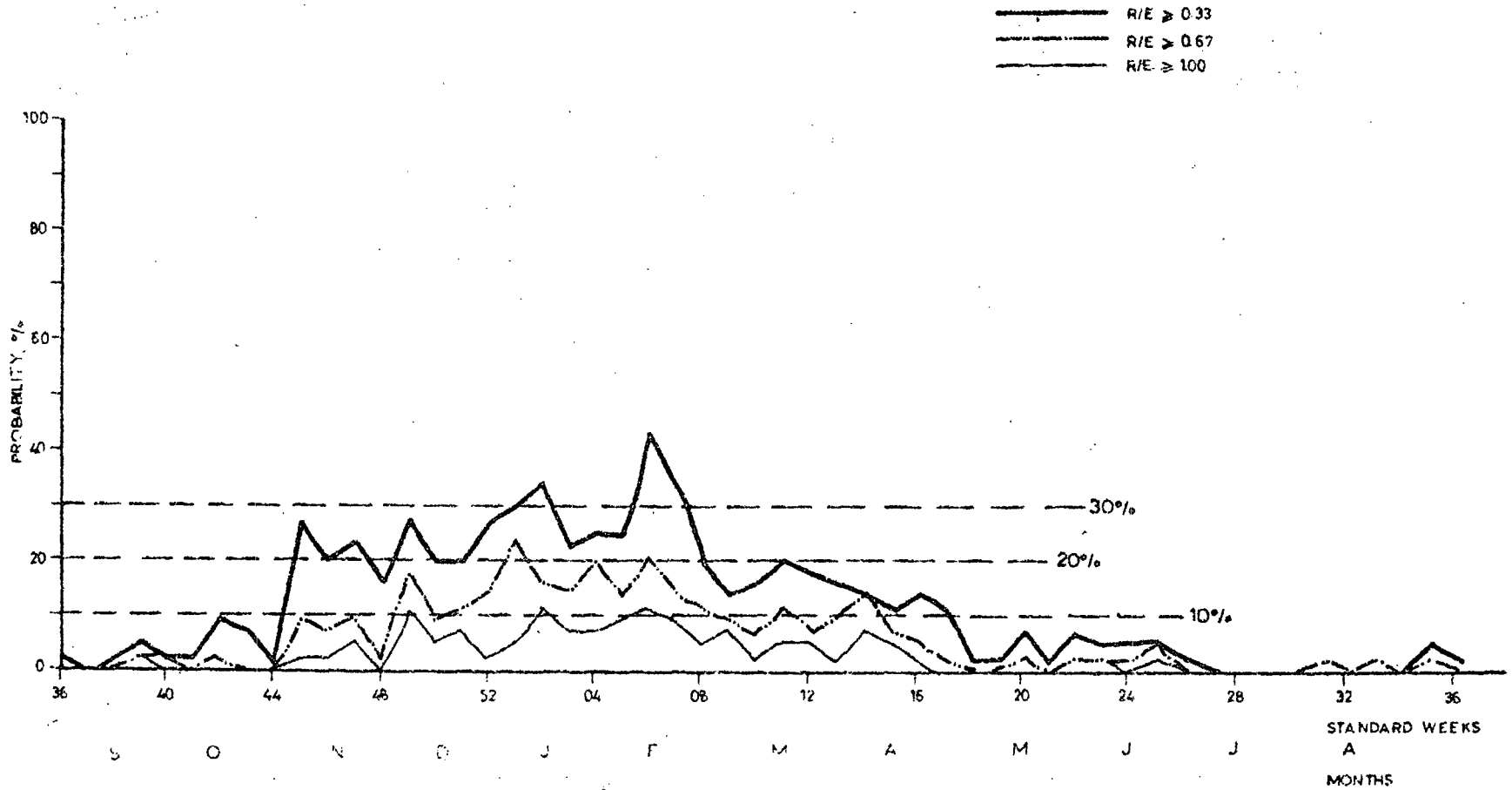
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MANIQUINIQUE



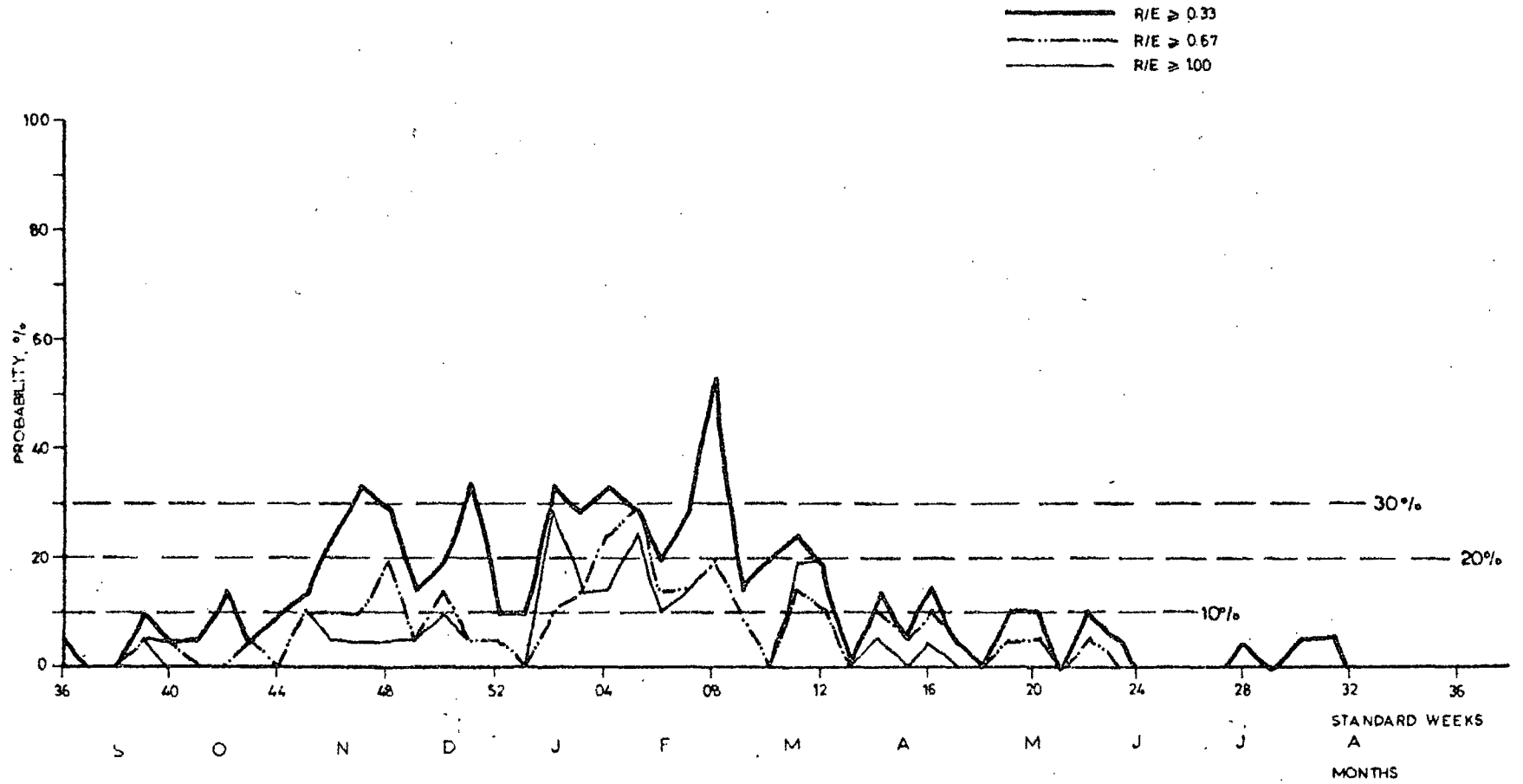
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MASSANGENE



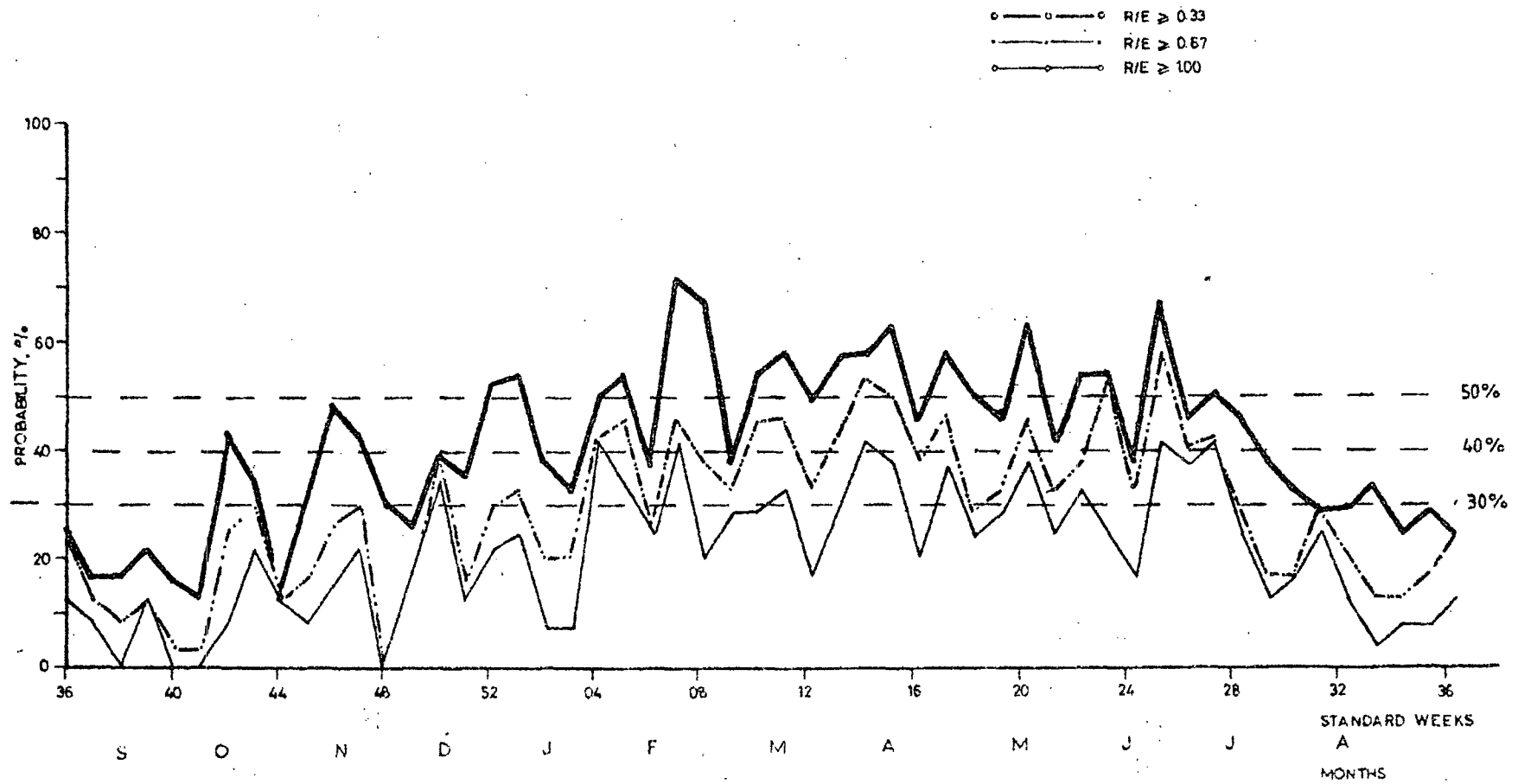
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR PAFURI



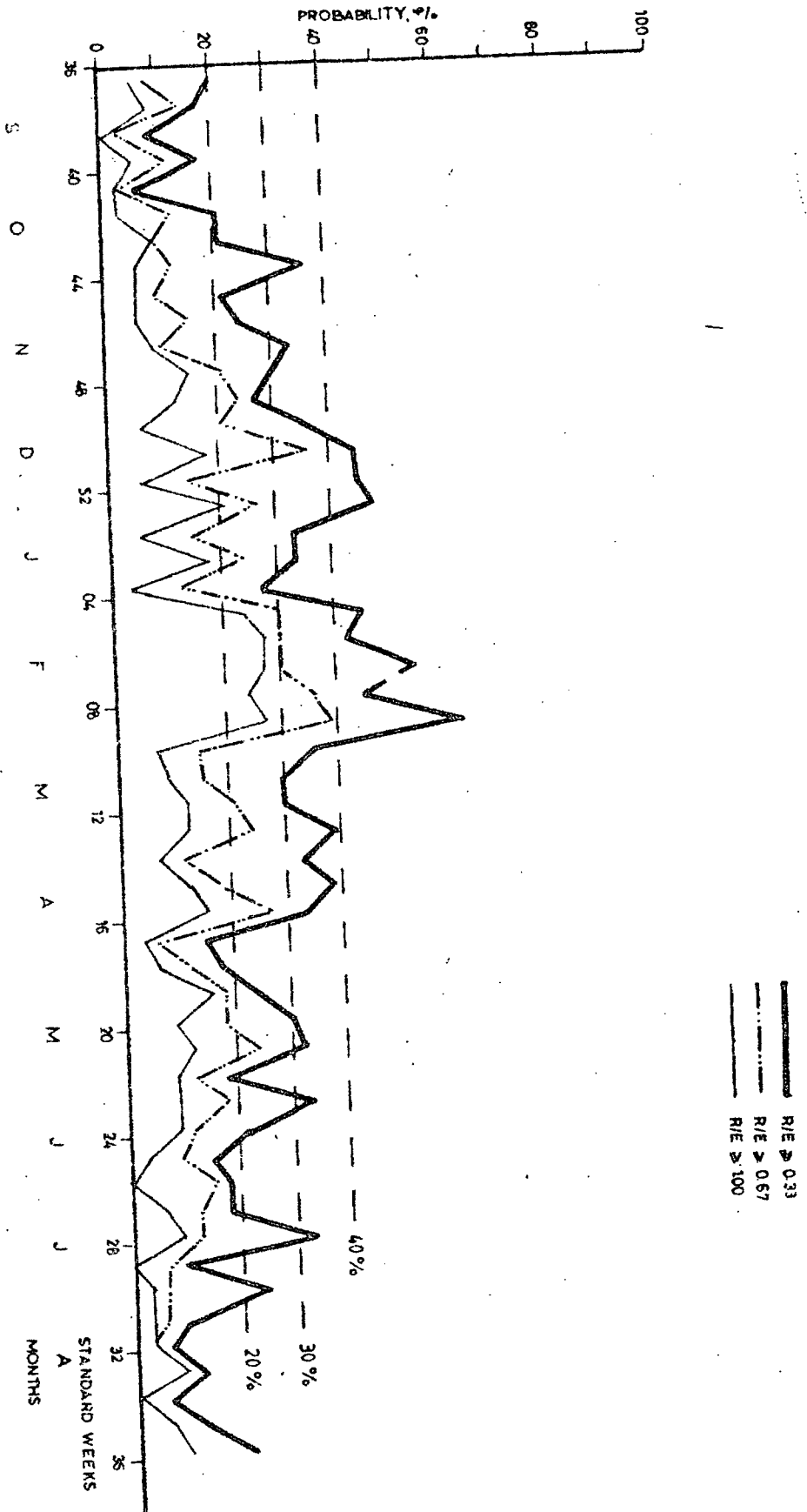
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR MAPAI ( Limpopo)



### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR (S. MARTINHO) BILENE

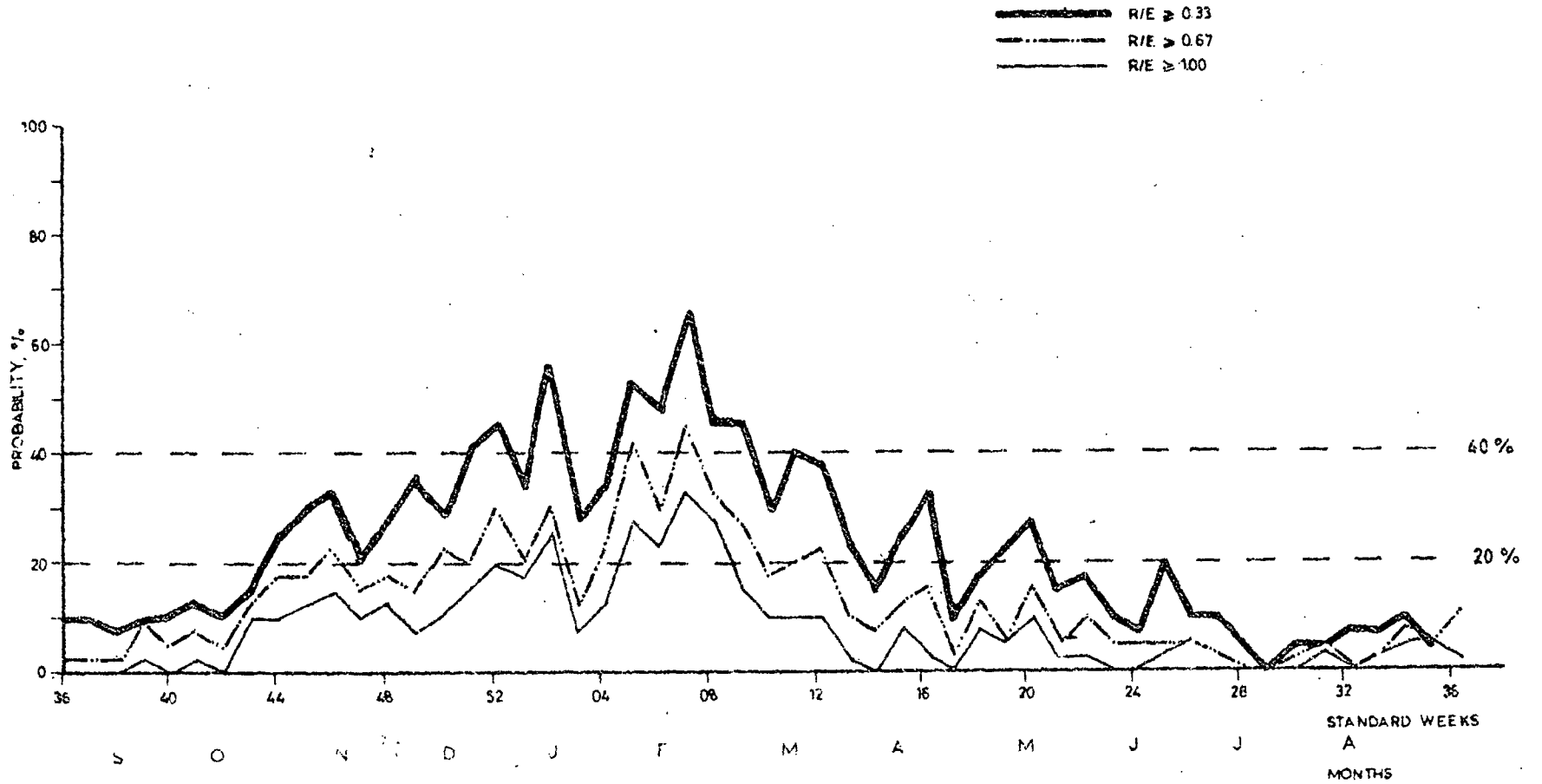


### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR CHOKWE

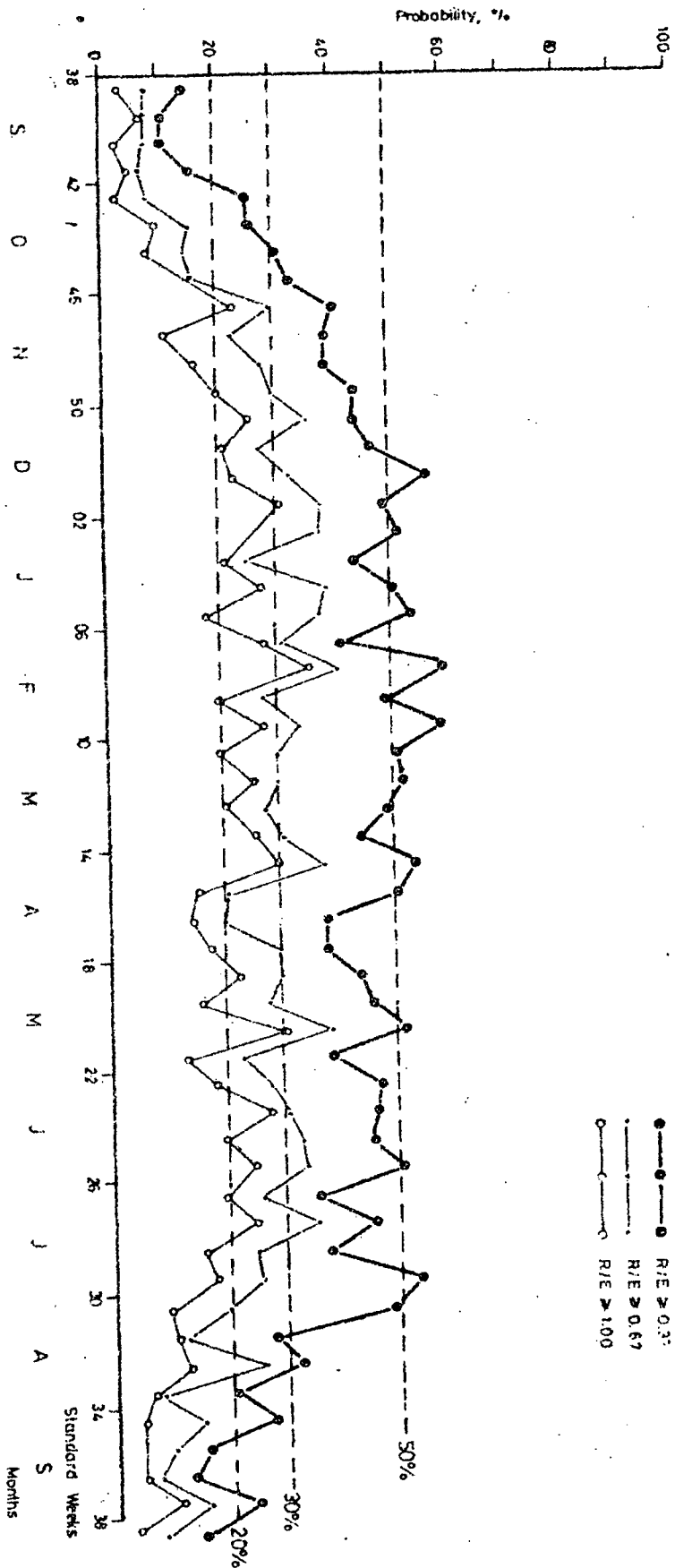




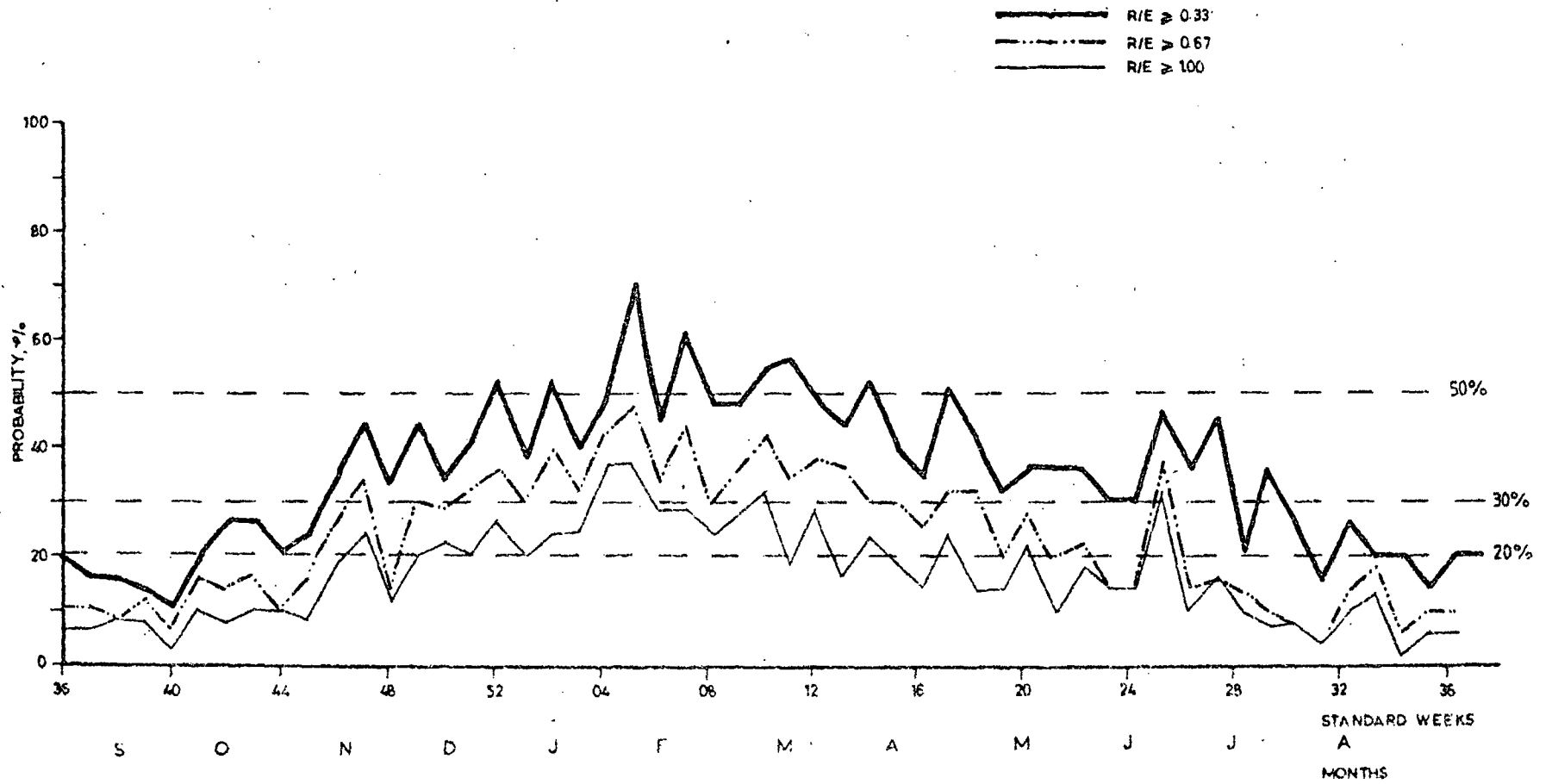
### INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & $1.00$ FOR FUNHALOURO



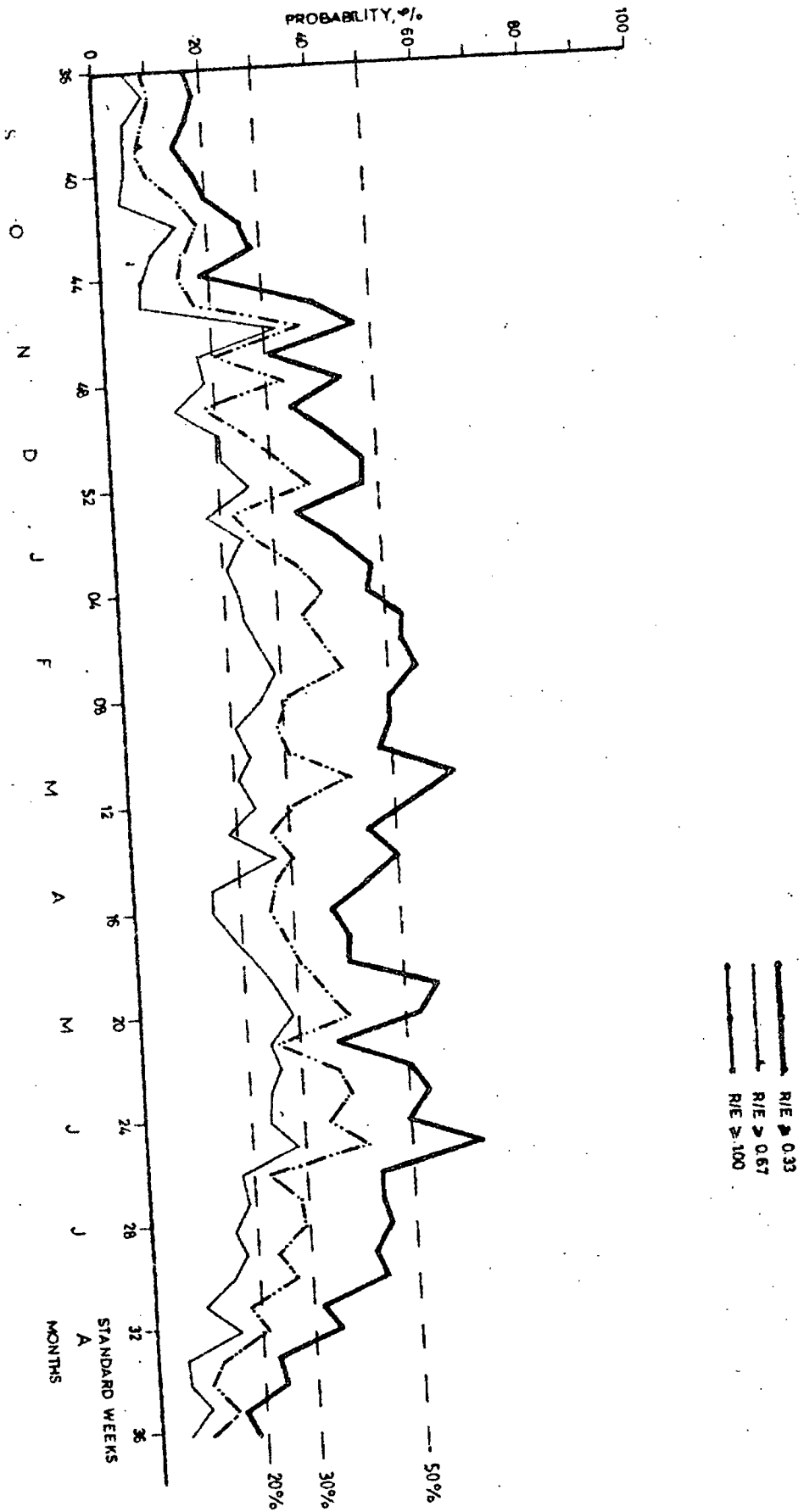
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR INHAMBANE



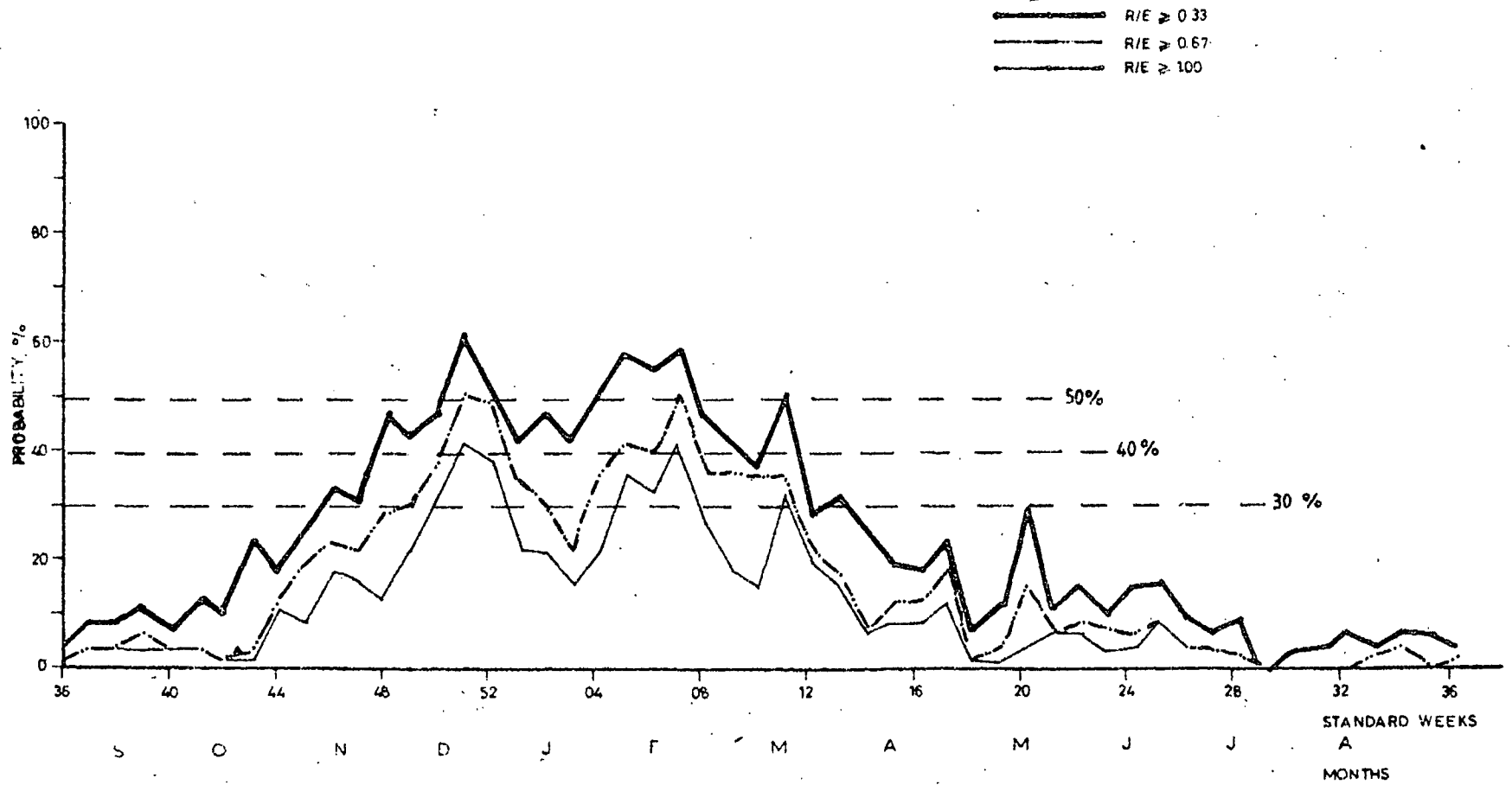
### INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & $1.00$ FOR INHAMUSSUA



INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR INHARRIME



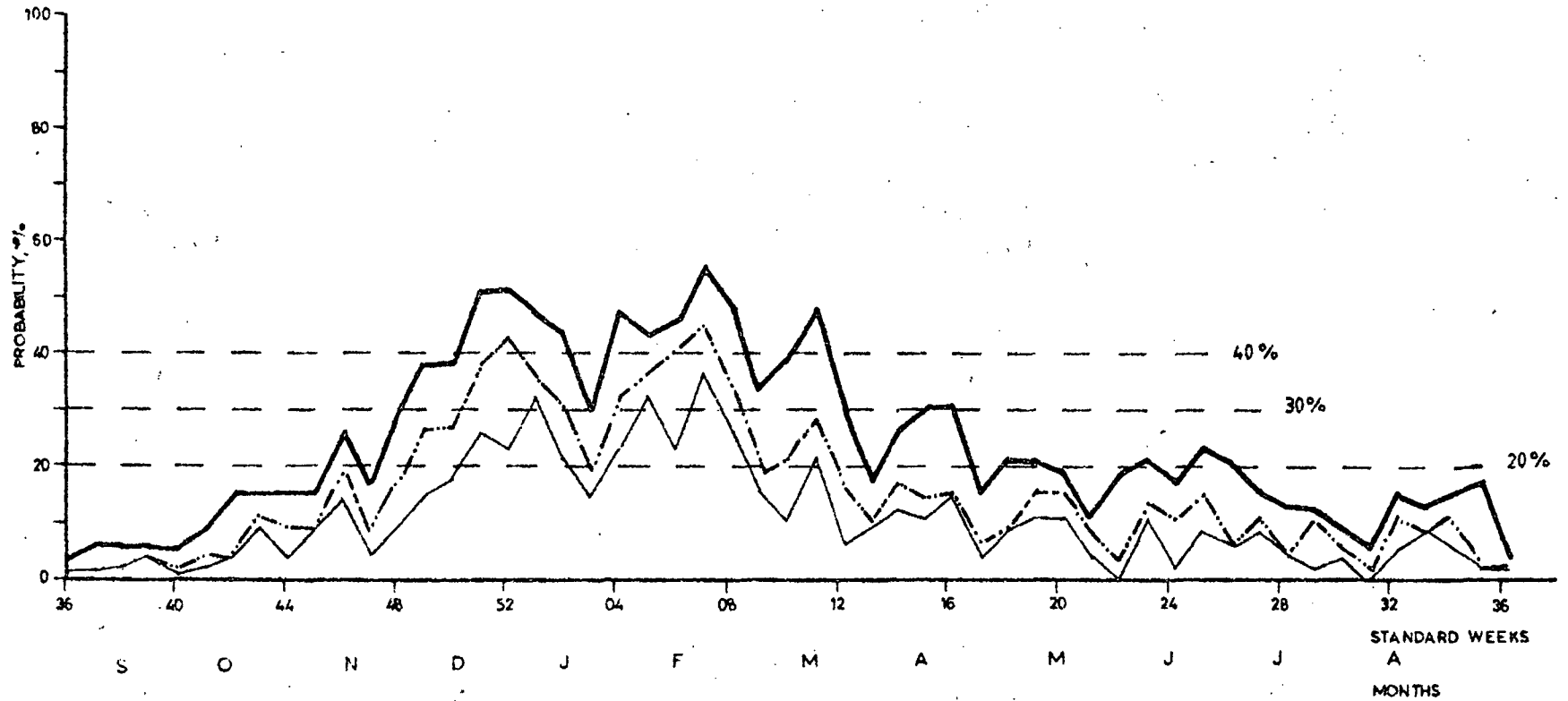
INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR MABOTE.



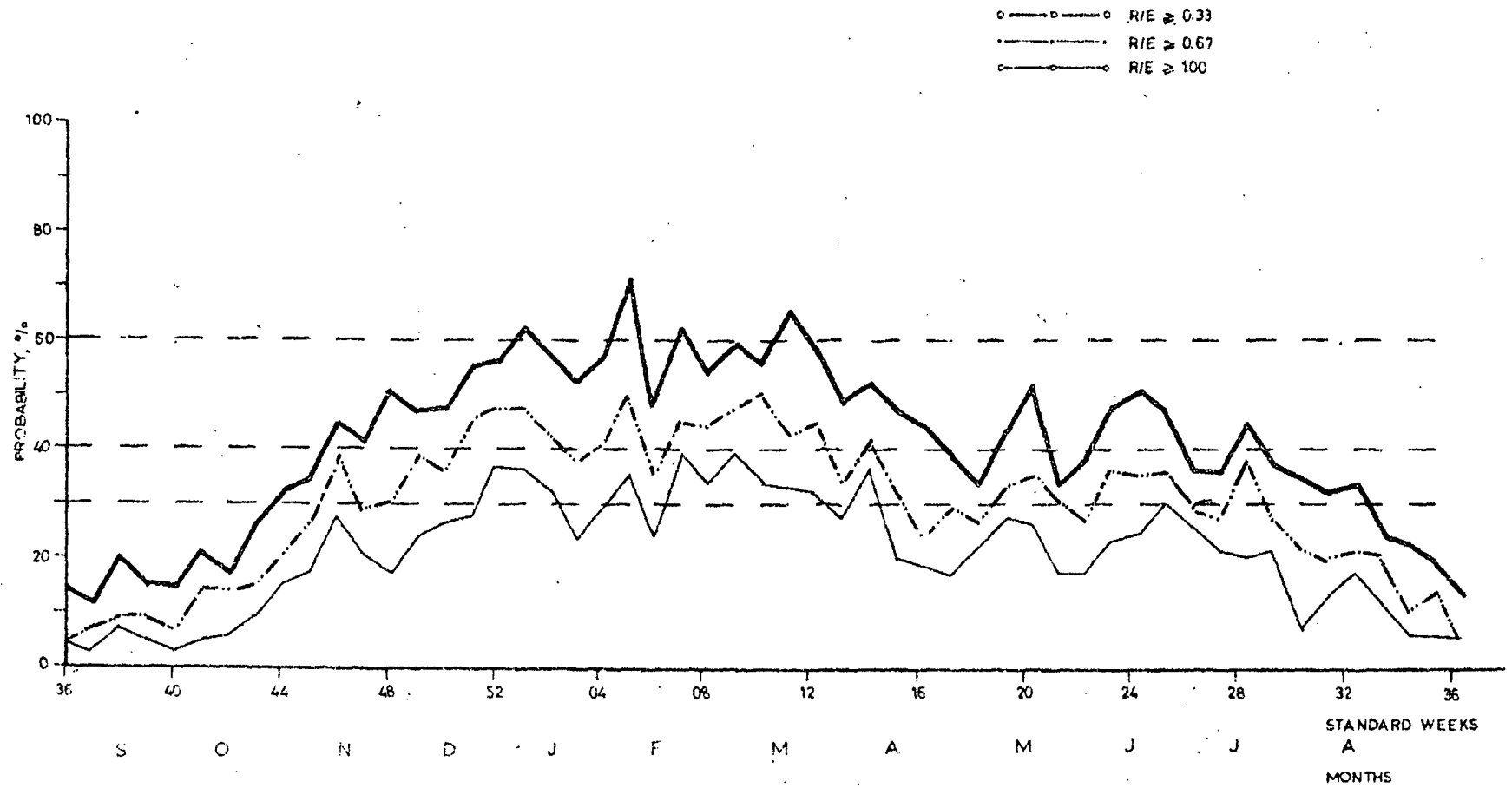
# INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MAMBONE

R/E  $\geq$  0.33  
 R/E  $\geq$  0.67  
 R/E  $\geq$  1.00

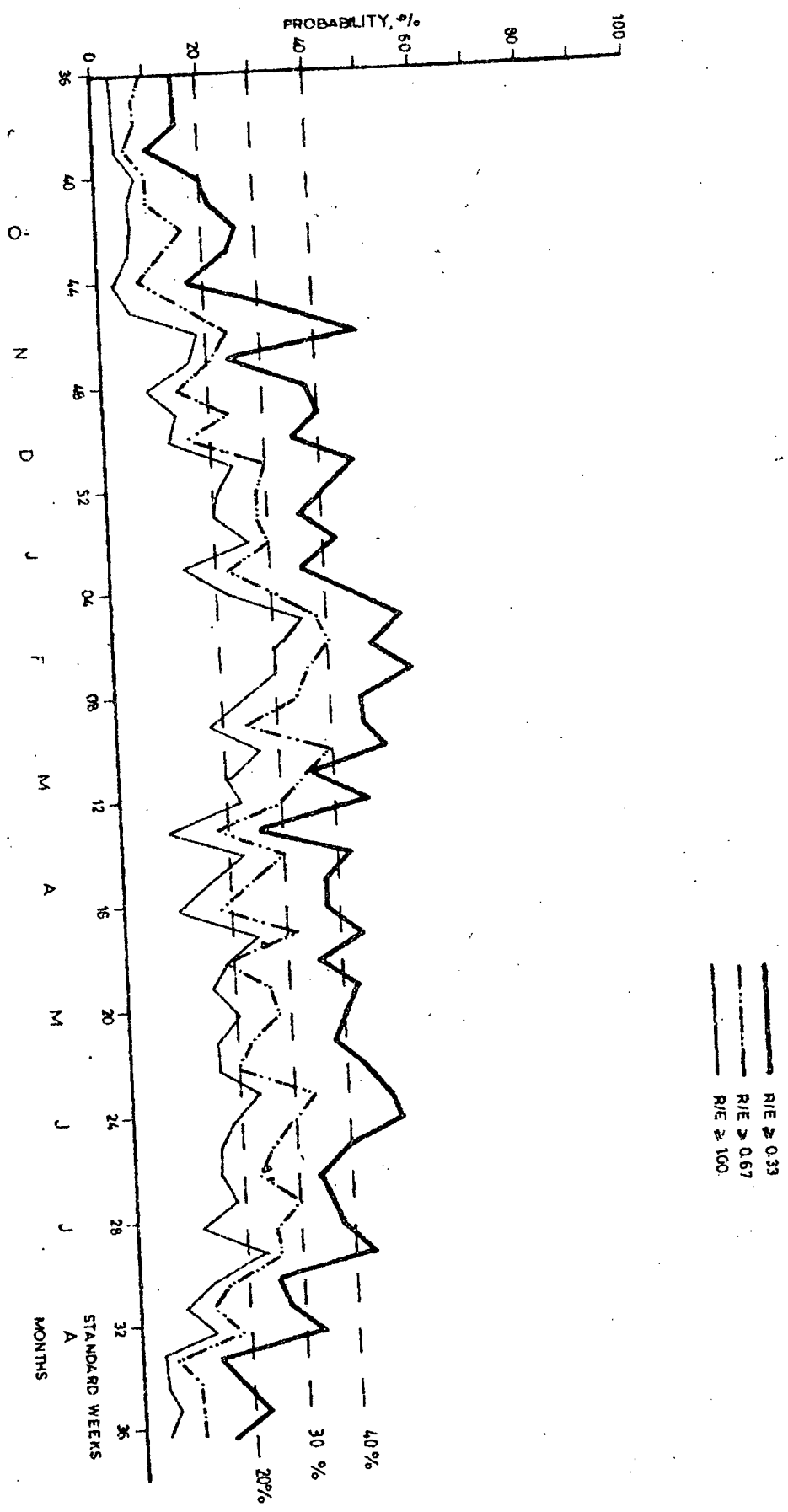
108



INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR MASSINGA



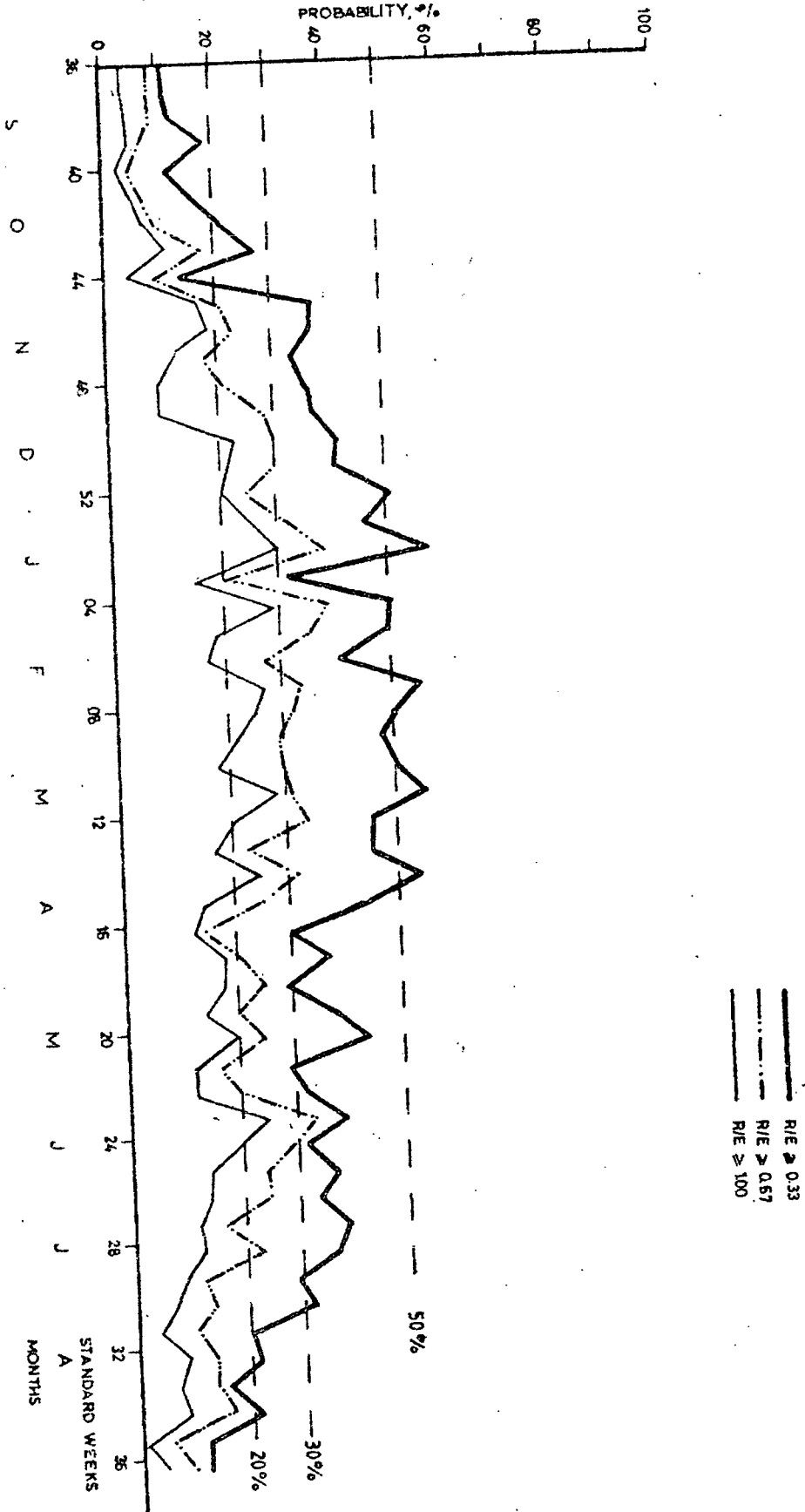
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MOCUMBI



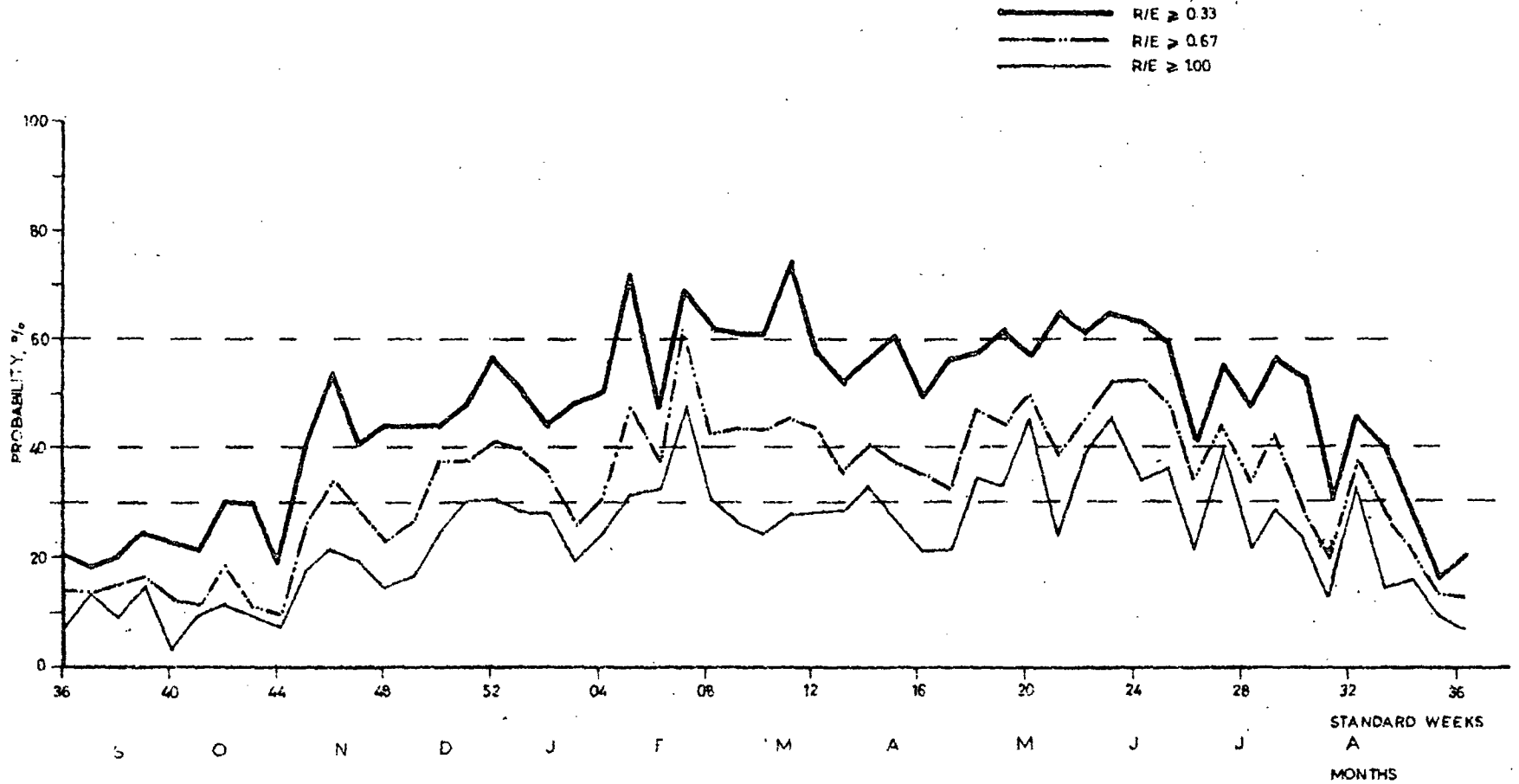
R/E  $\geq$  0.33  
R/E  $\geq$  0.67  
R/E  $\geq$  1.00



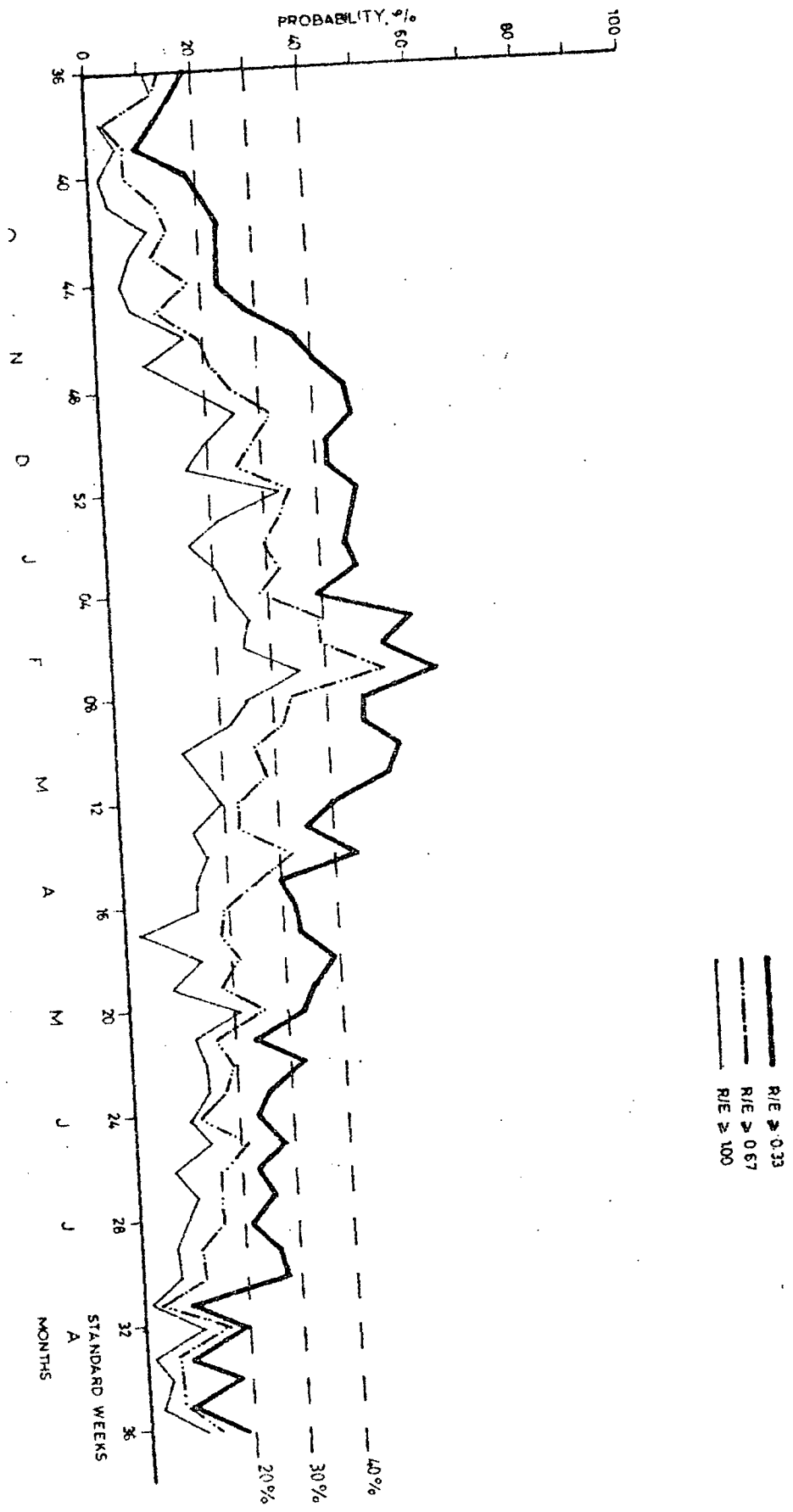
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR MORRUMBENE



INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR NHACOONGO

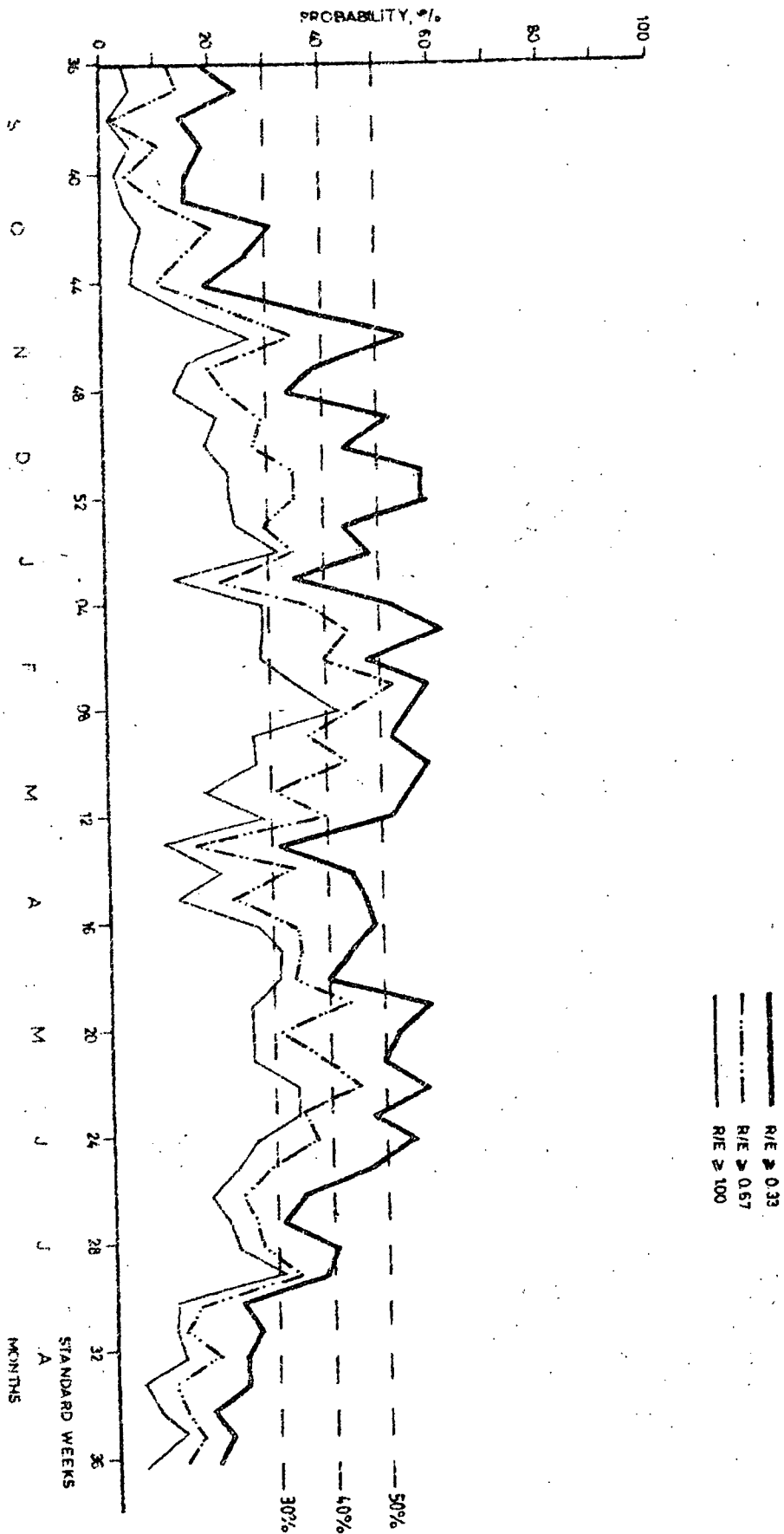


### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR PANDA



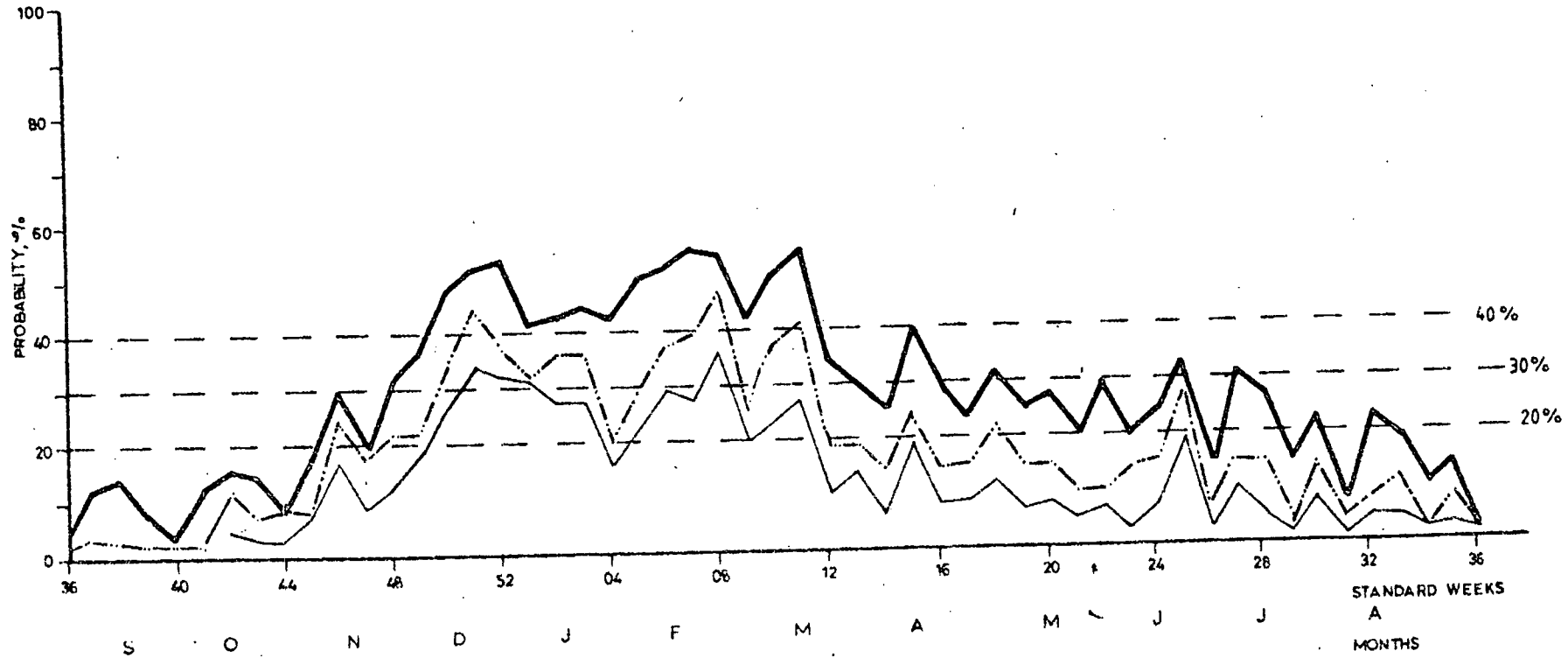
— R/E  $\geq$  0.33  
- - - R/E  $\geq$  0.67  
... R/E  $\geq$  1.00

### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR QUISSICO



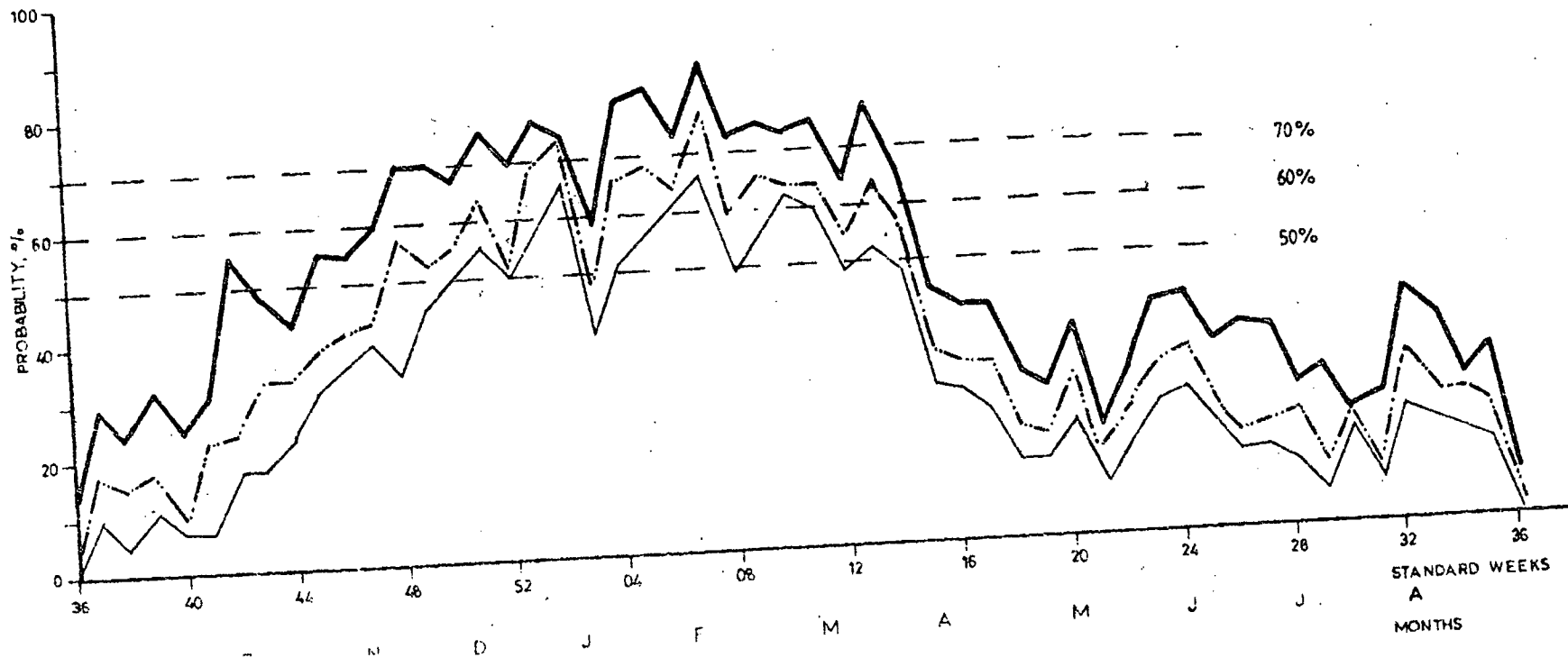
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq$ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR VILANCULOS

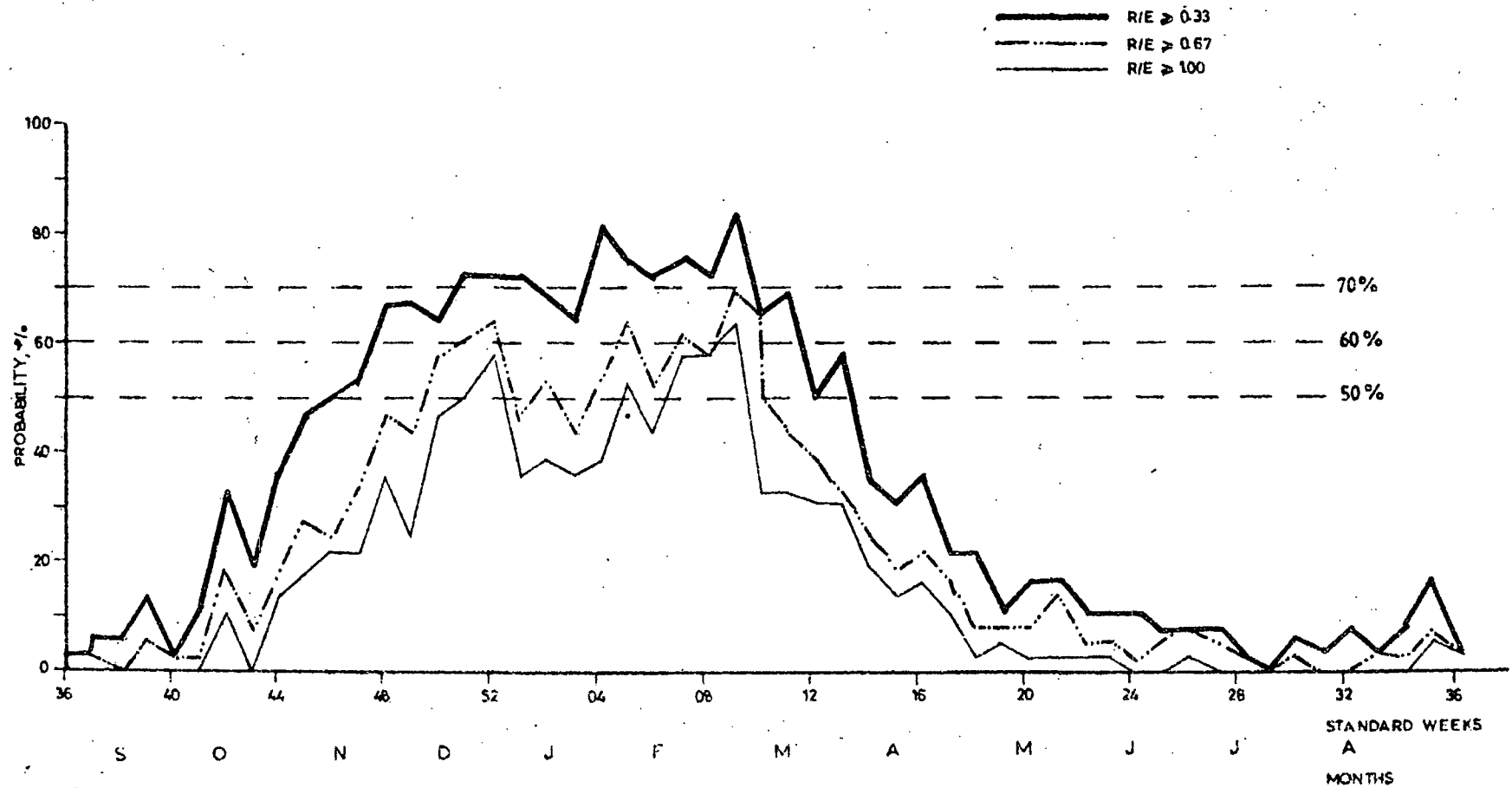
— R/E  $\geq$  0.33  
- - - R/E  $\geq$  0.67  
— R/E  $\geq$  1.00



# INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR ESPUNGABERA

———  $R/E \geq 0.33$   
 - - -  $R/E \geq 0.67$   
 ———  $R/E \geq 1.00$



INITIAL PROBABILITIES OF  $R/E \geq 0.33, 0.67$  & 1.00 FOR NESSAMBUZI

# INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67 \text{ \& } 1.00$ FOR VILA PERY (CHIMOIO)

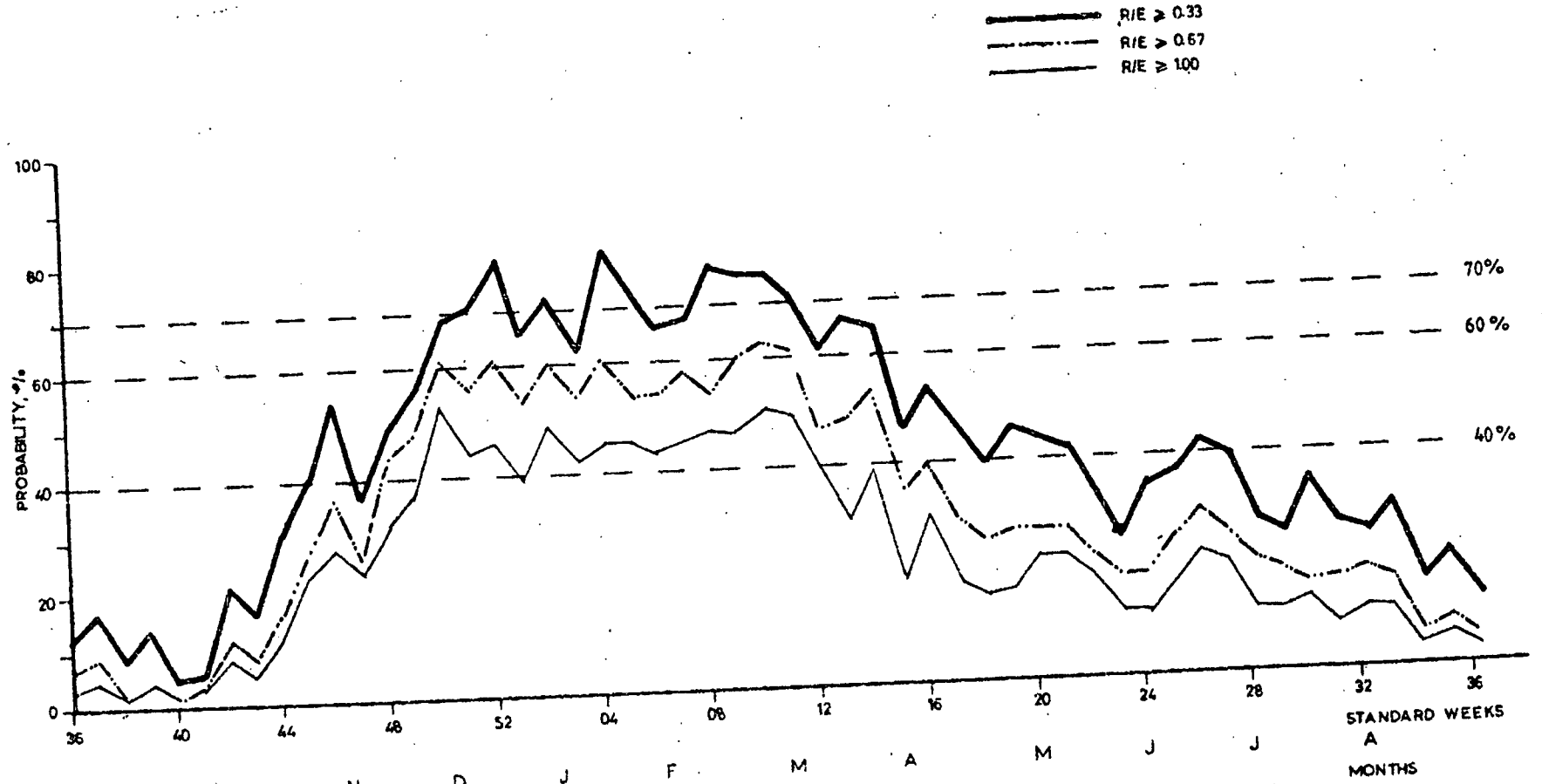
$R/E \geq 0.33$   
  $R/E \geq 0.67$   
  $R/E \geq 1.00$

113

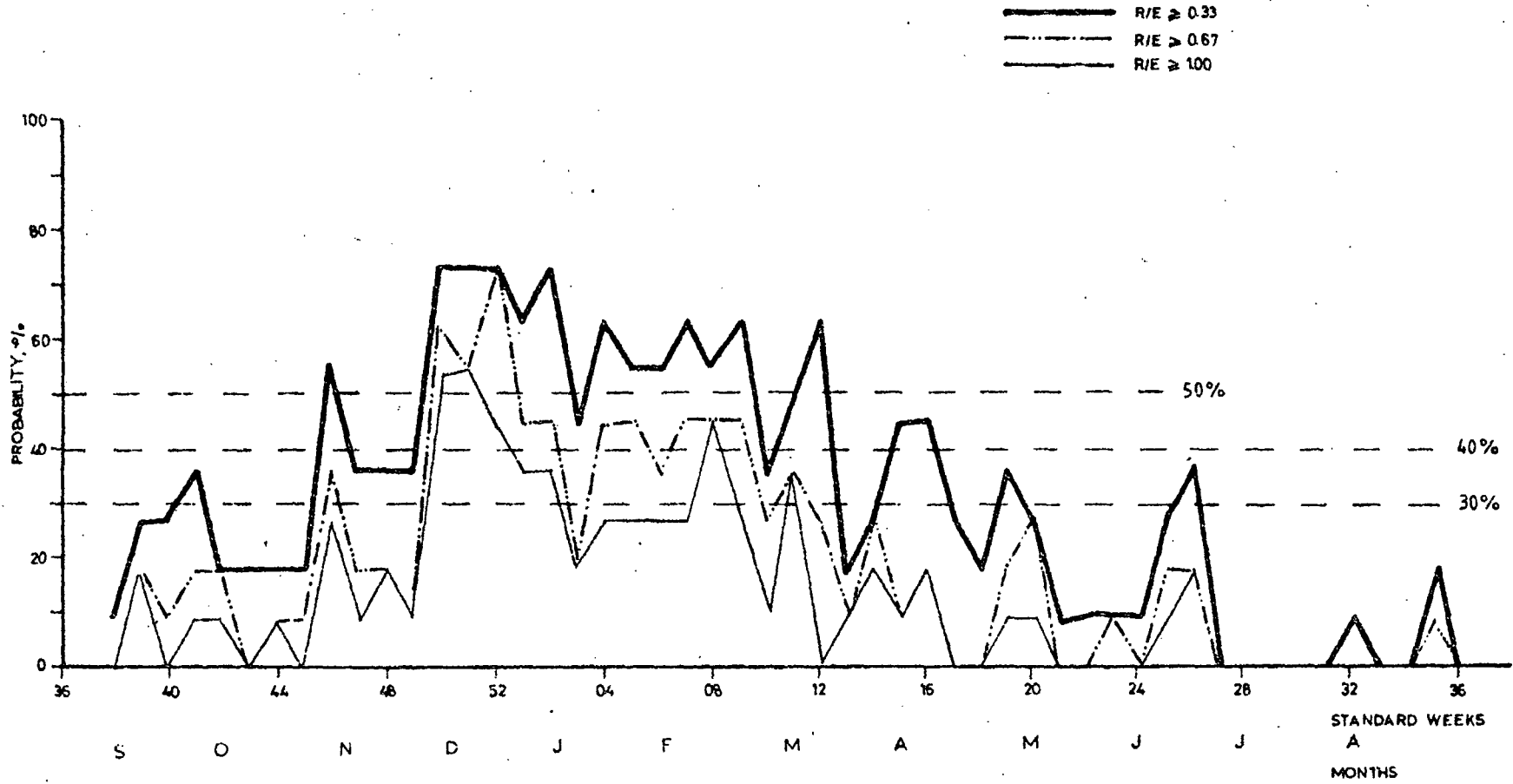




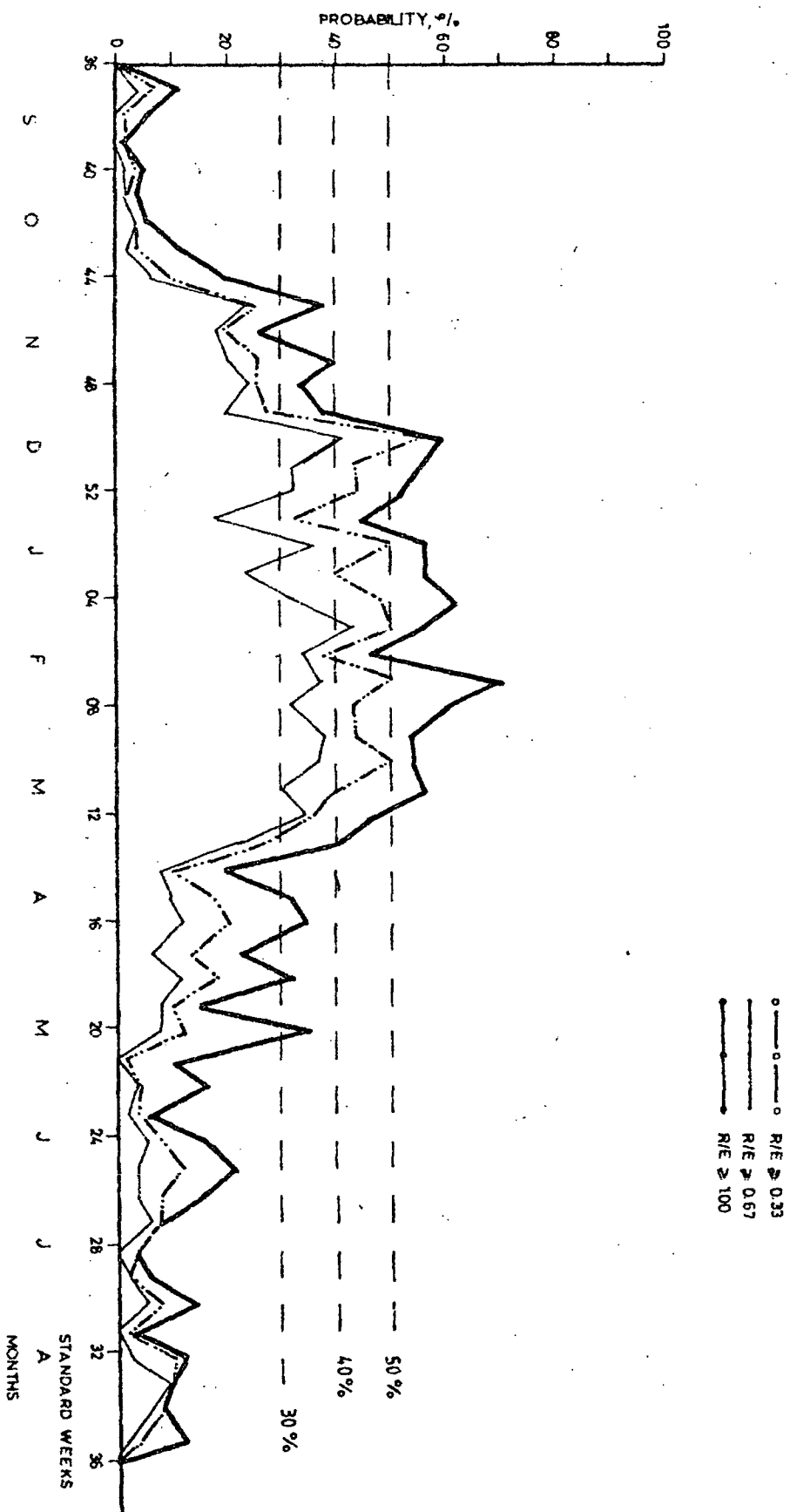
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR BEIRA



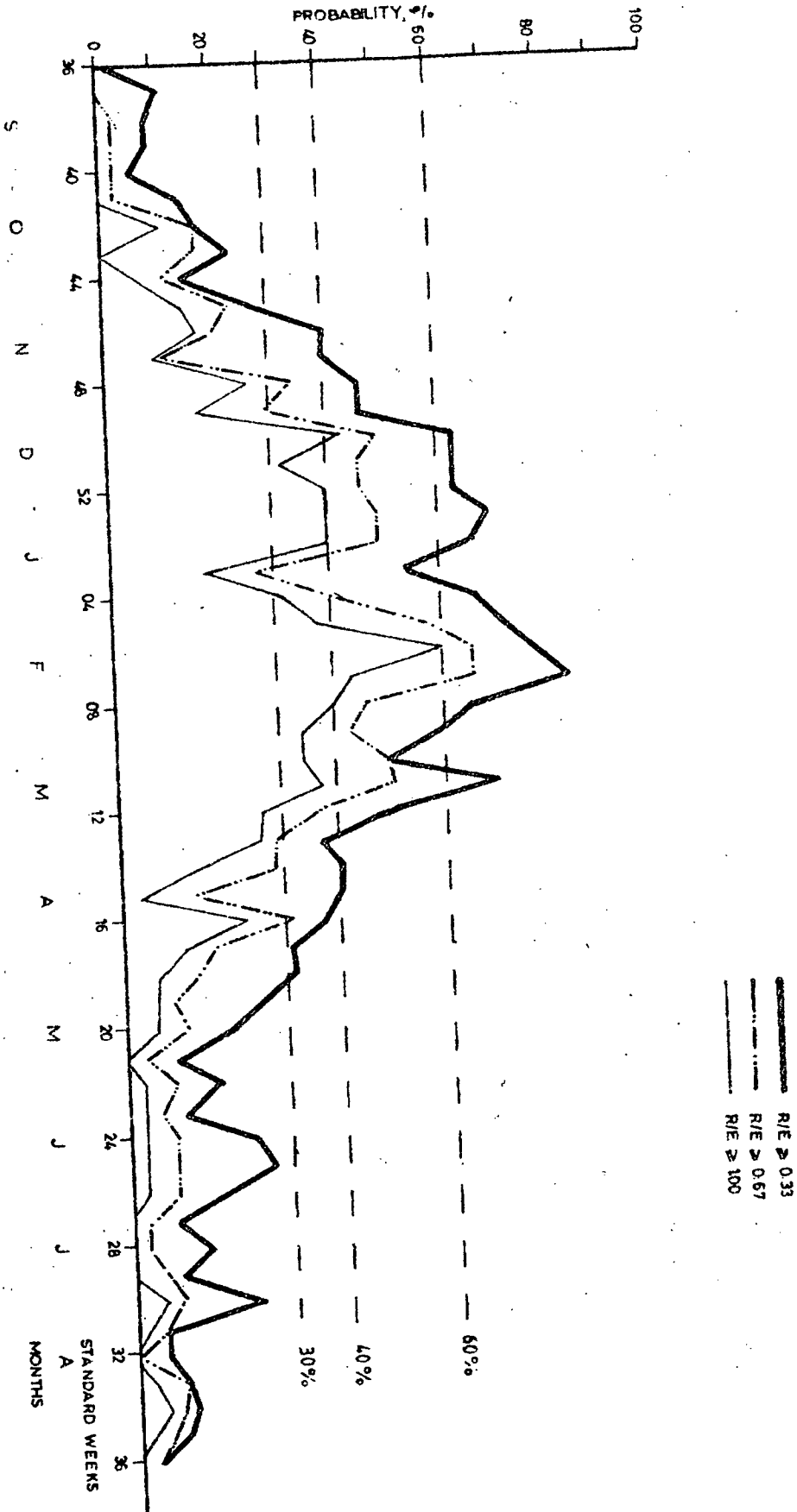
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E $\geq 0.33, 0.67$ & 1.00 FOR MUCHEVE



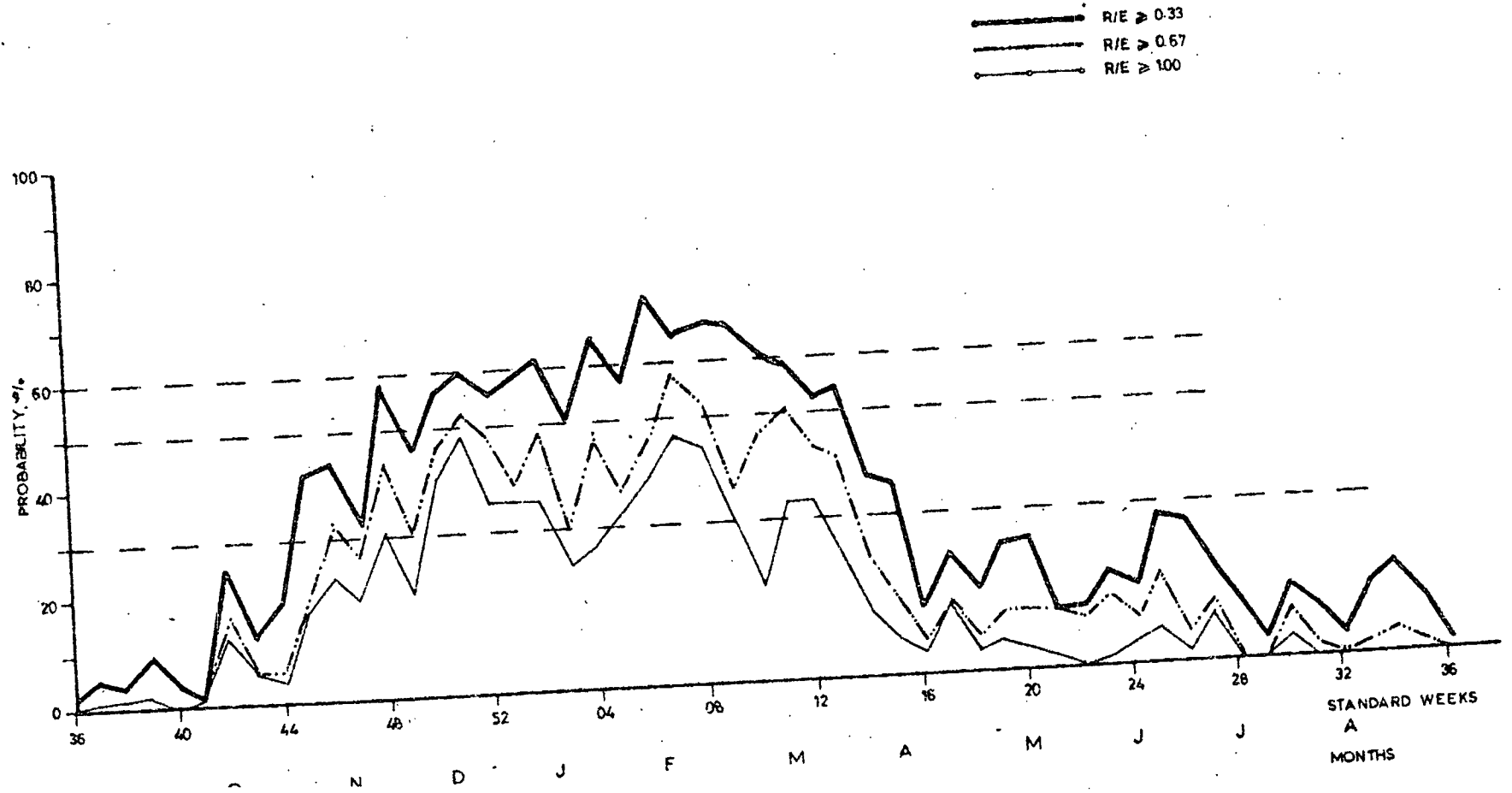
### INITIAL PROBABILITIES OF R/E ≥ 0.33, 0.67 & 1.00 FOR NOVA SOFALA



INITIAL PROBABILITIES OF R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 FOR VILA GUILHERME DE ARRIAGA



### INITIAL PROBABILITIES OF $R/E \geq 0.33, 0.67$ & $1.00$ FOR VILA MACHADO

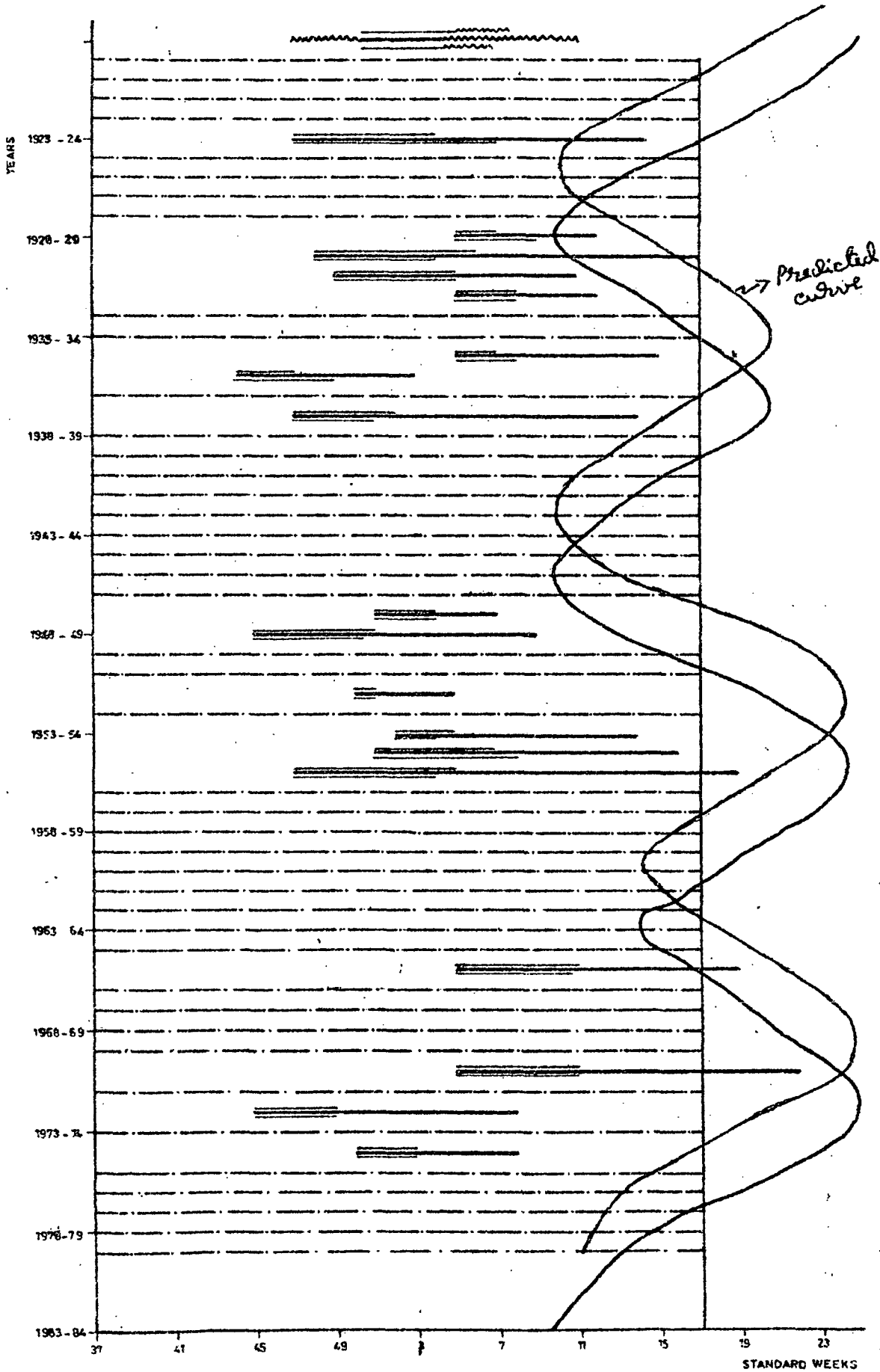


APPENDIX - II: SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES AT 51 LOCATIONS OVER  
SOUTHERN MOZAMBIQUE

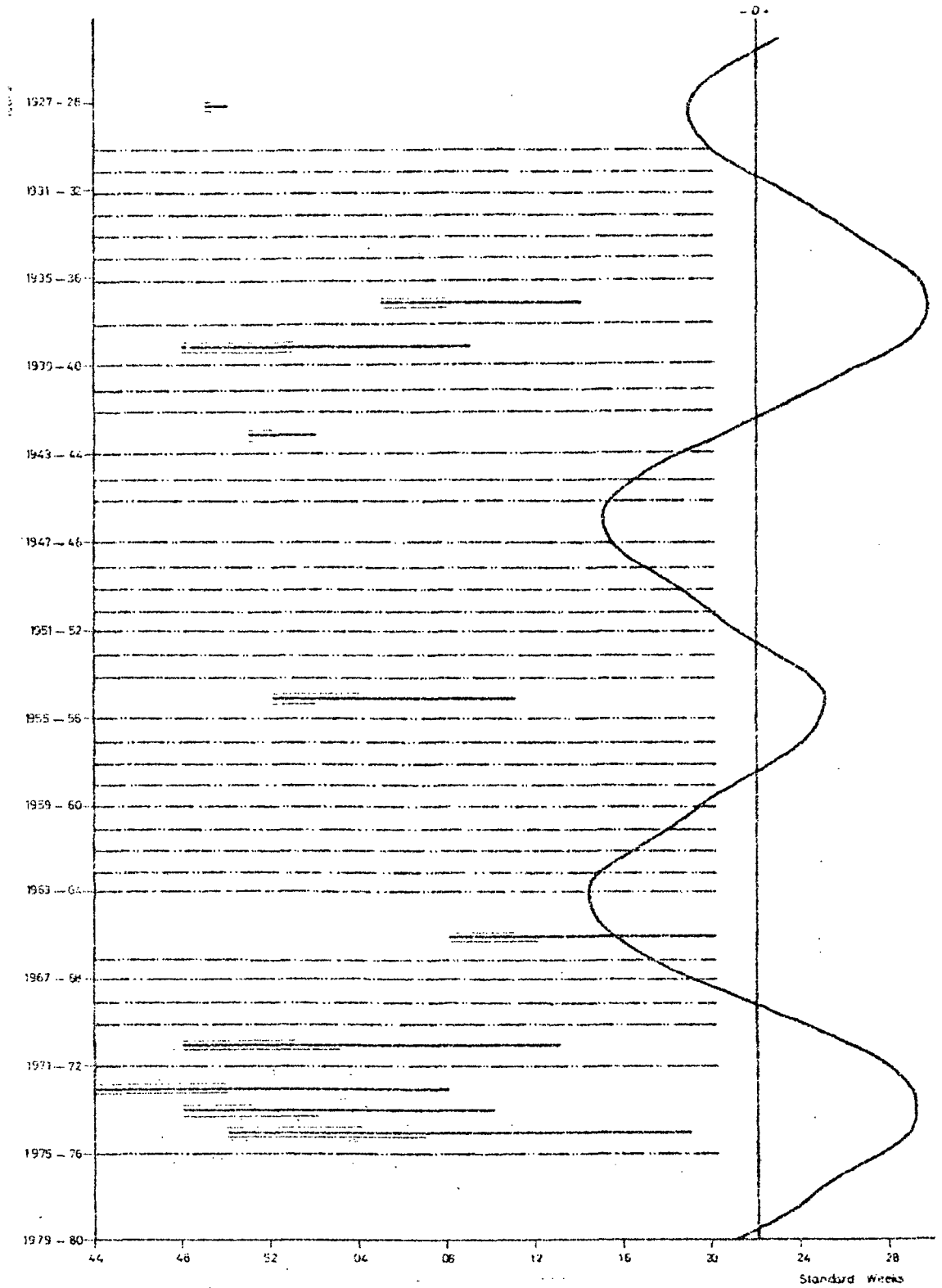
1. Bela Vista	2. Catuene	3. Chagalane	4. Goba Fronteira
5. Inhaca	6. Manhica	7. Maputo	8. Mazemihama
9. Moamba	10. Namaacha	11. Ressano Garcia	12. Sabie
13. Tinonganine	14. Umbeluzi	15. vila Luísa	16. Zitundo
17. Chibuto	18. Chigubo	19. Chobela	20. Chongoene
21. Xai-Xai	22. Macia	23. Manjacaza	24. Maleurnia
25. Maniquenique	26. Massangena	27. Pafuri *	28. Mapai
29. Bilene	30. Chokwe	31. Funhalouro	32. Inhambane
33. Inhassua	34. Inharrime	35. Mabote	36. Manbone
37. Massinga	38. Mocimbi	39. Morrumbene	40. Nhacooongo
41. Panda	42. Quissico	43. Vilanculos	44. Espungabera
45. Messambuzi	46. Chimoi	47. Beira	48. Mucheve
49. Nova Sofala	50. Vila G. de Arriaga	51. Vila Machado	

\* Figure not included as the conditions are satisfied only in one year.

# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR BELA VISTA

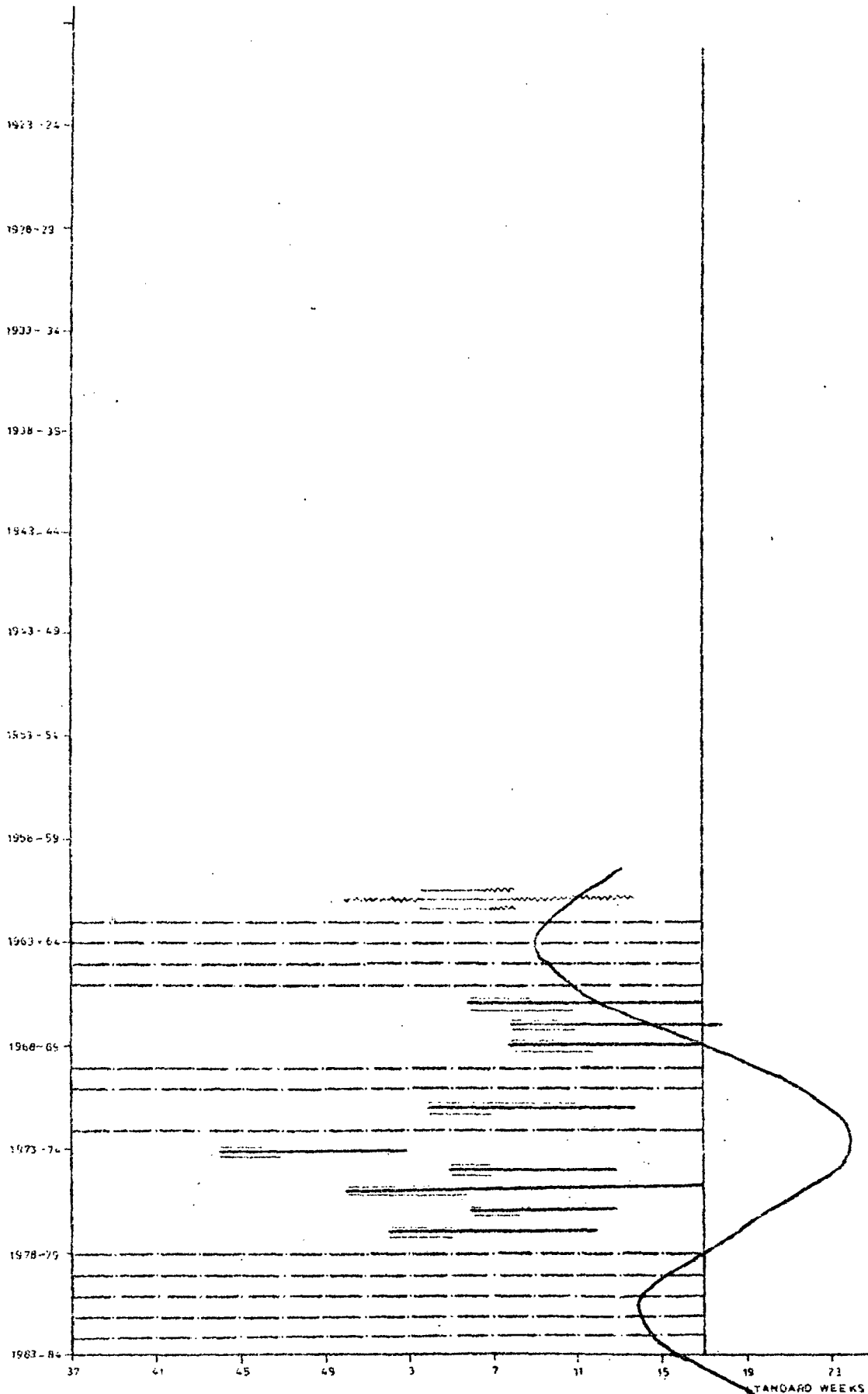


### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR CATUANE

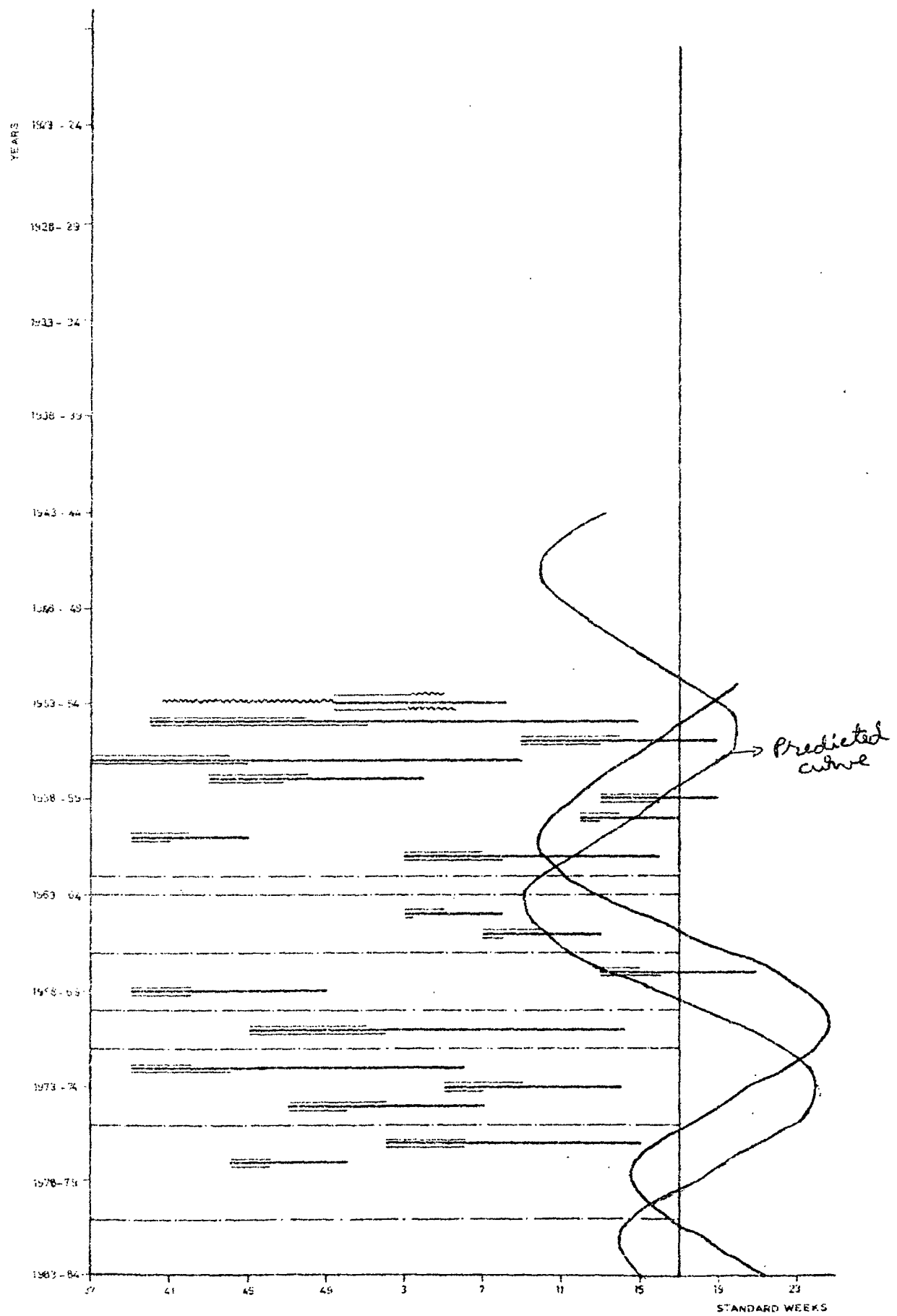




SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR <sup>122</sup>CHANGALANE

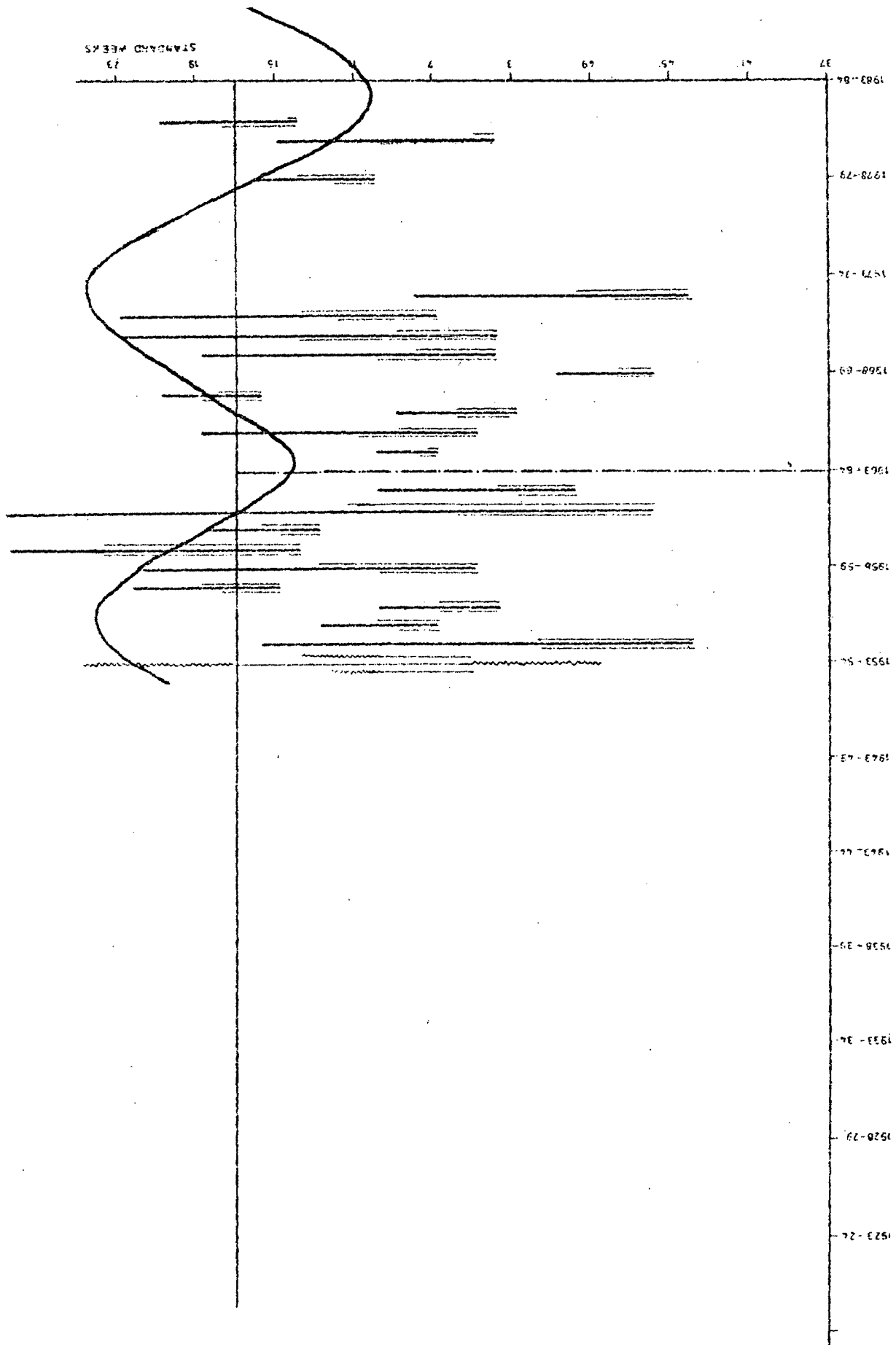


SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR  
GOBA FRONTEIRA



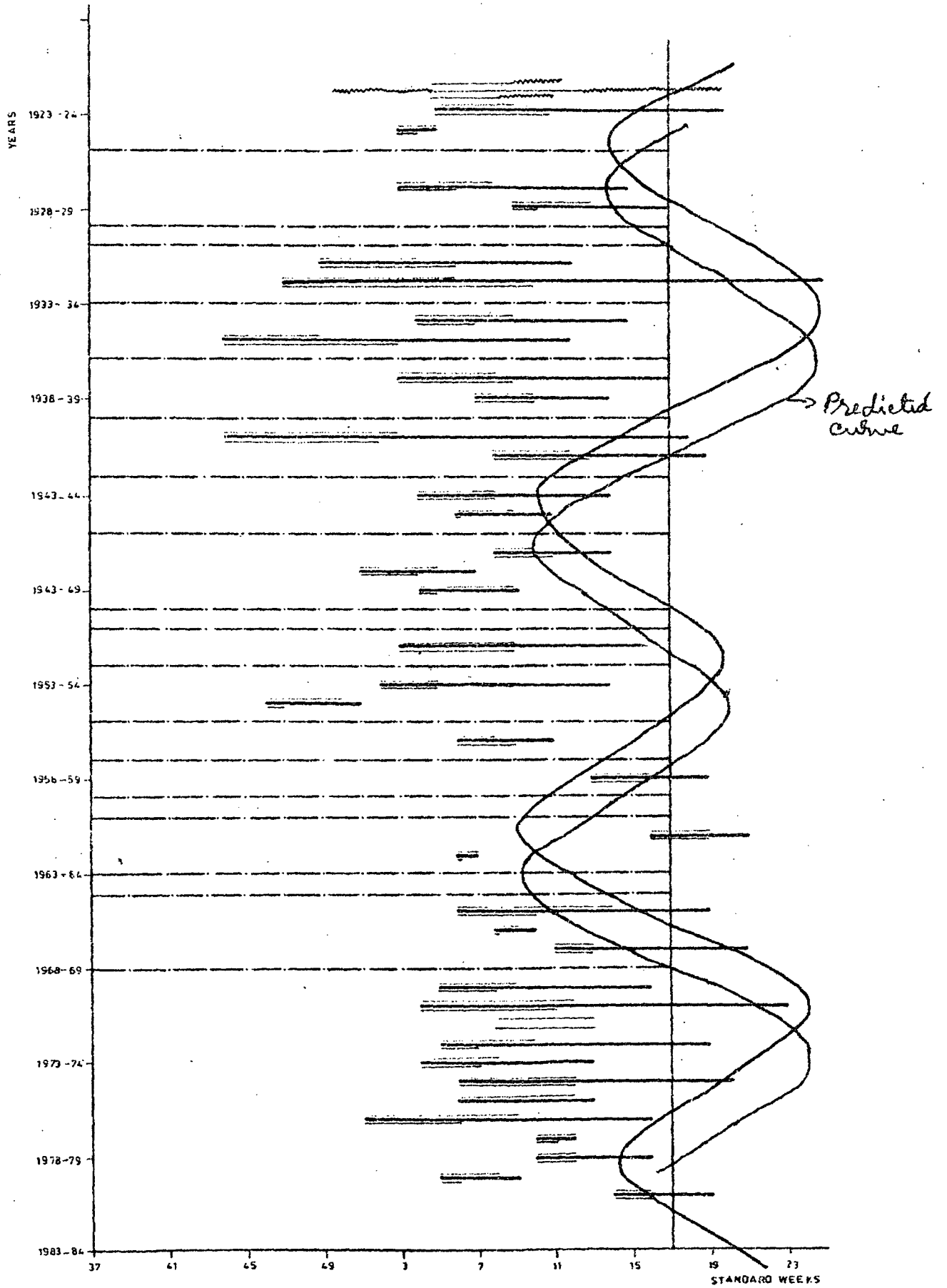
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR INHACA

122

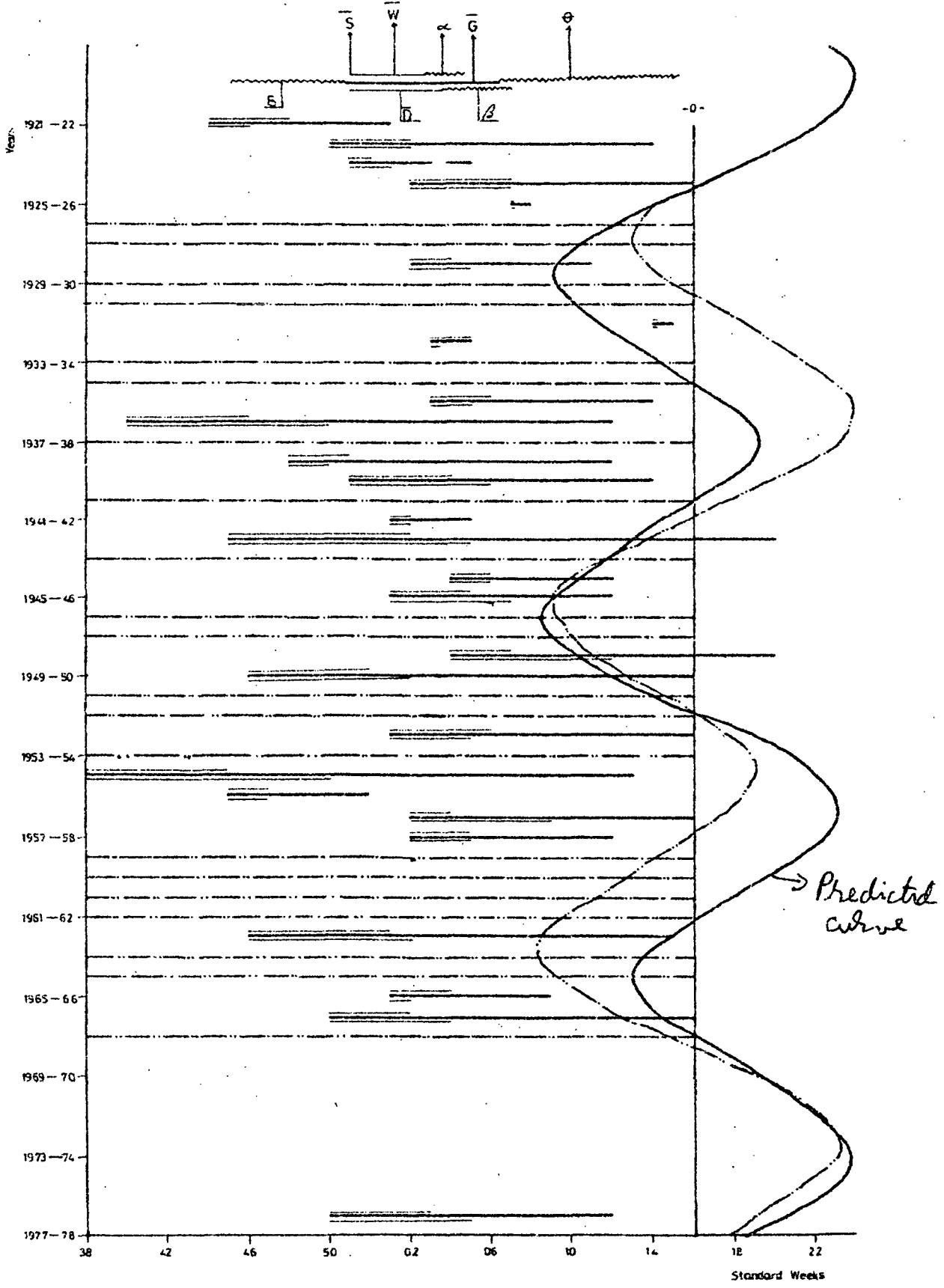


STANDARD WEEKS  
73 19

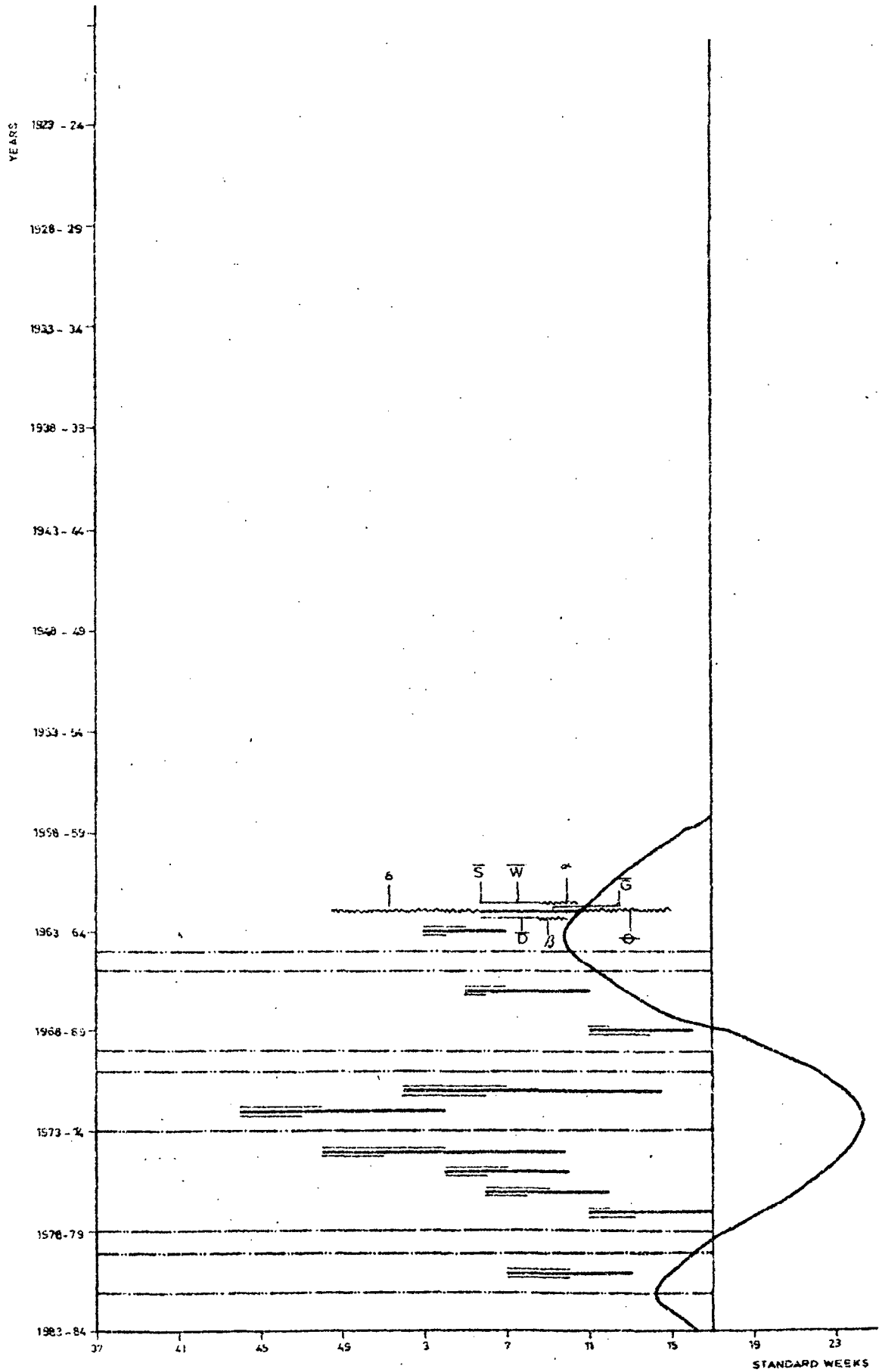
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MANHICA



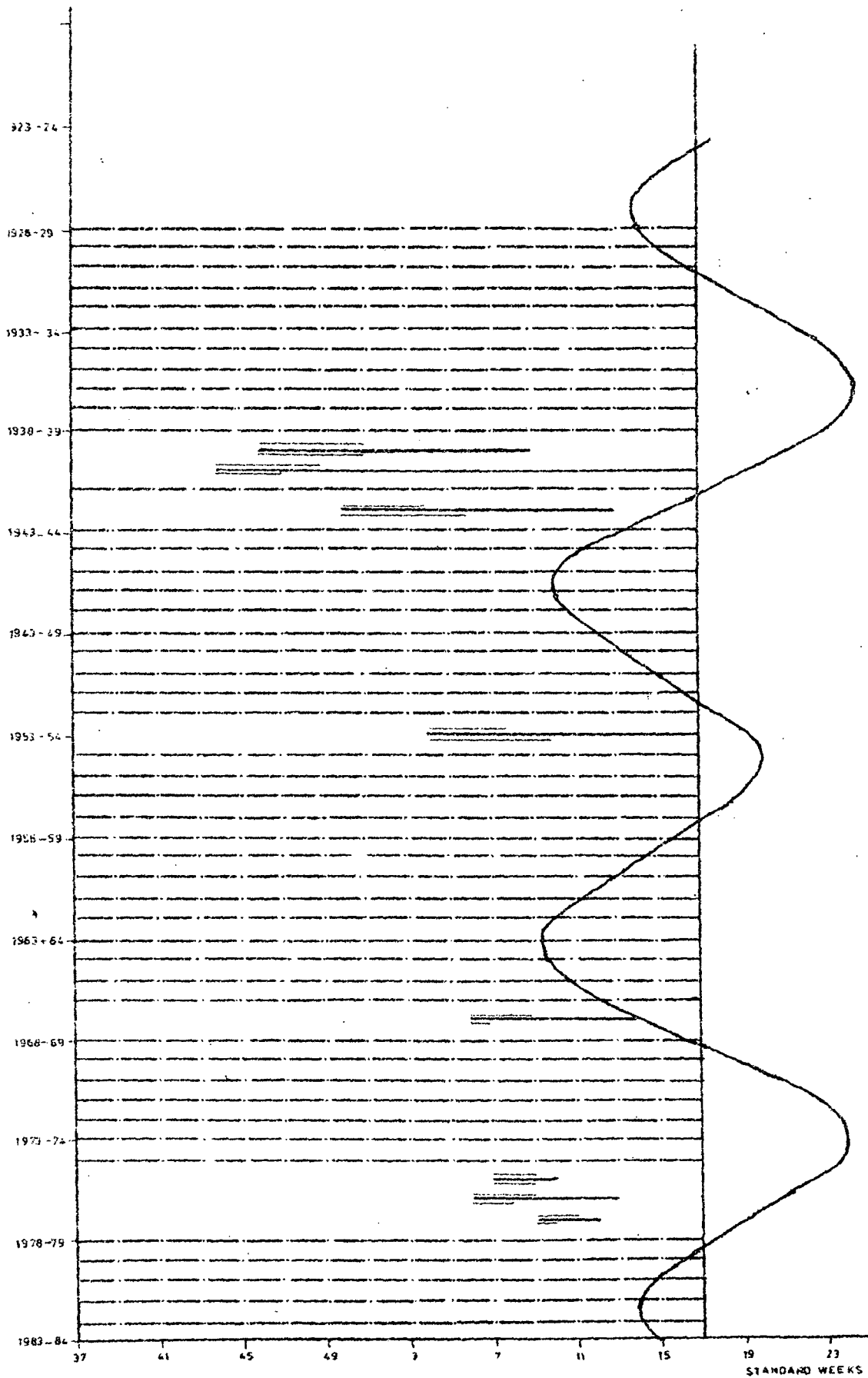
### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MAPUTO



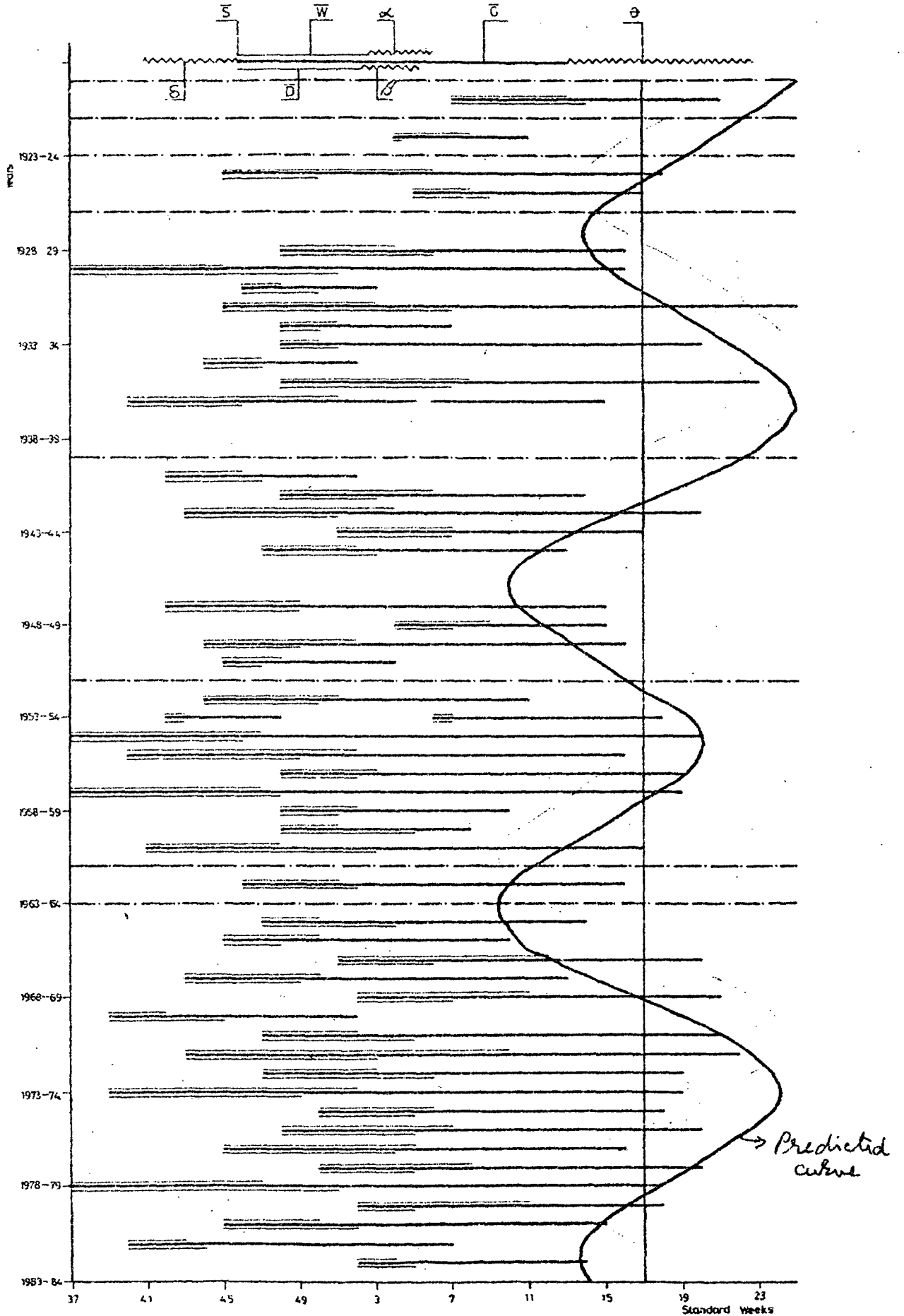
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MAZEMINHAMA



SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MOAMBA

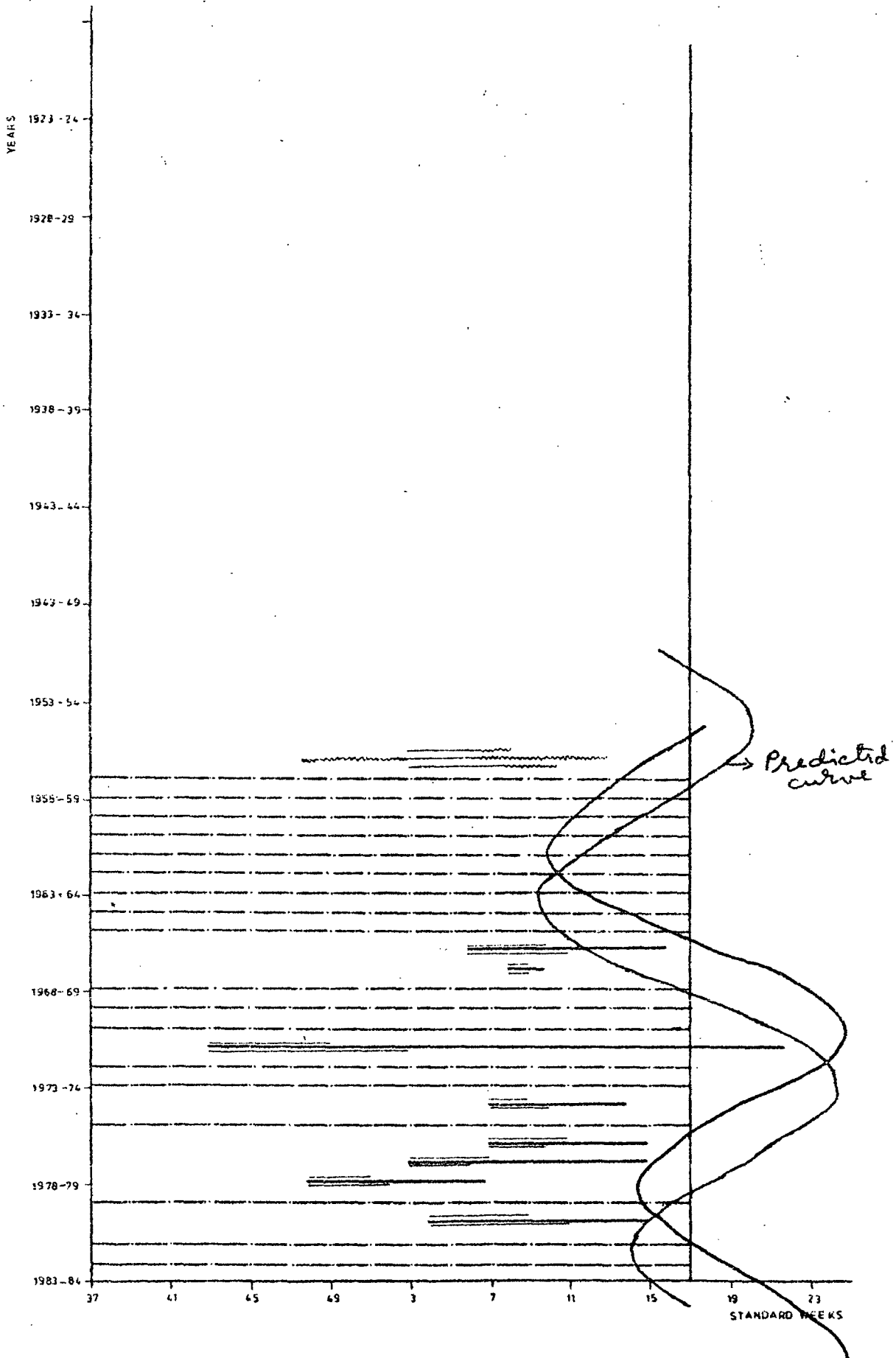


SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR NAMAACHA

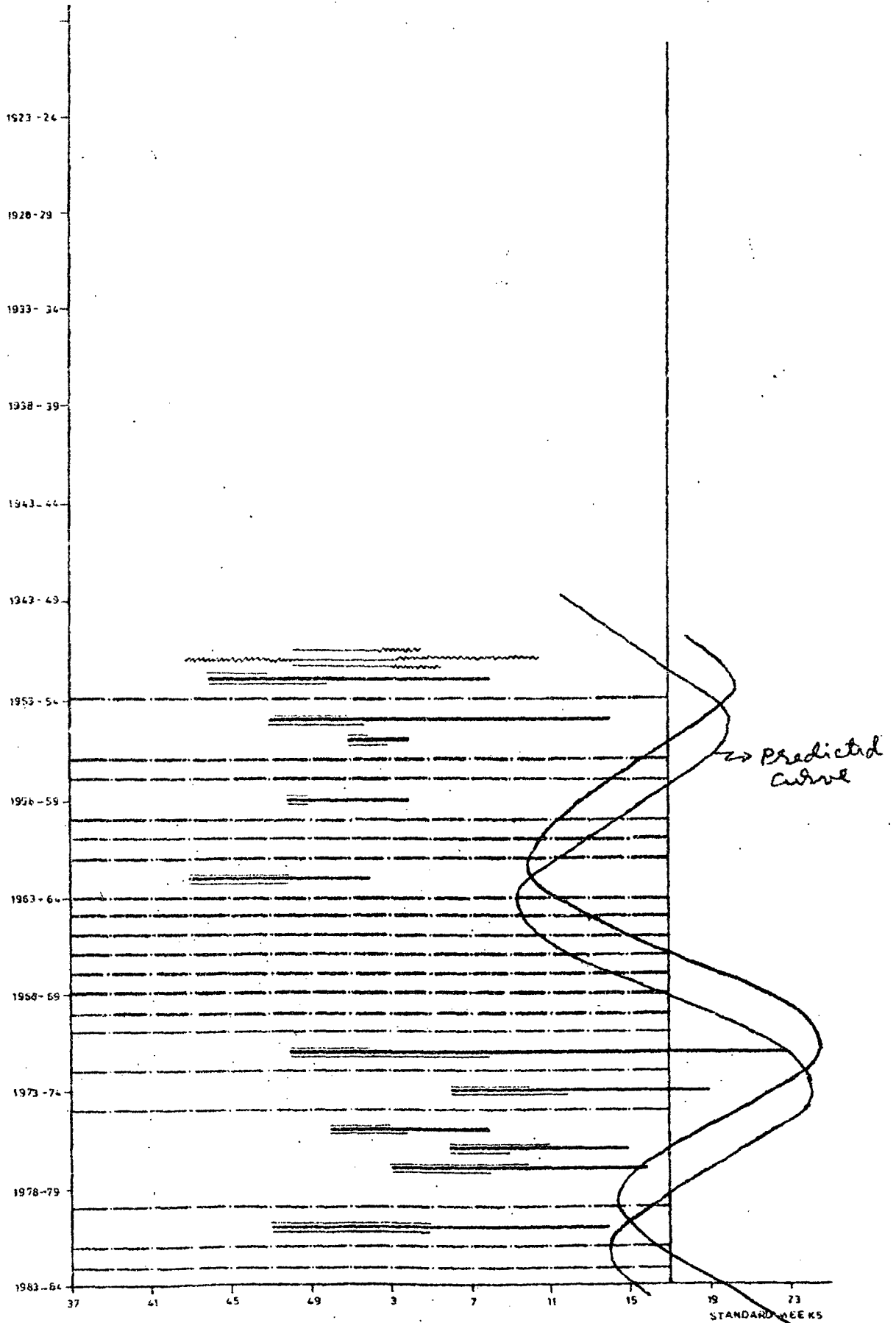




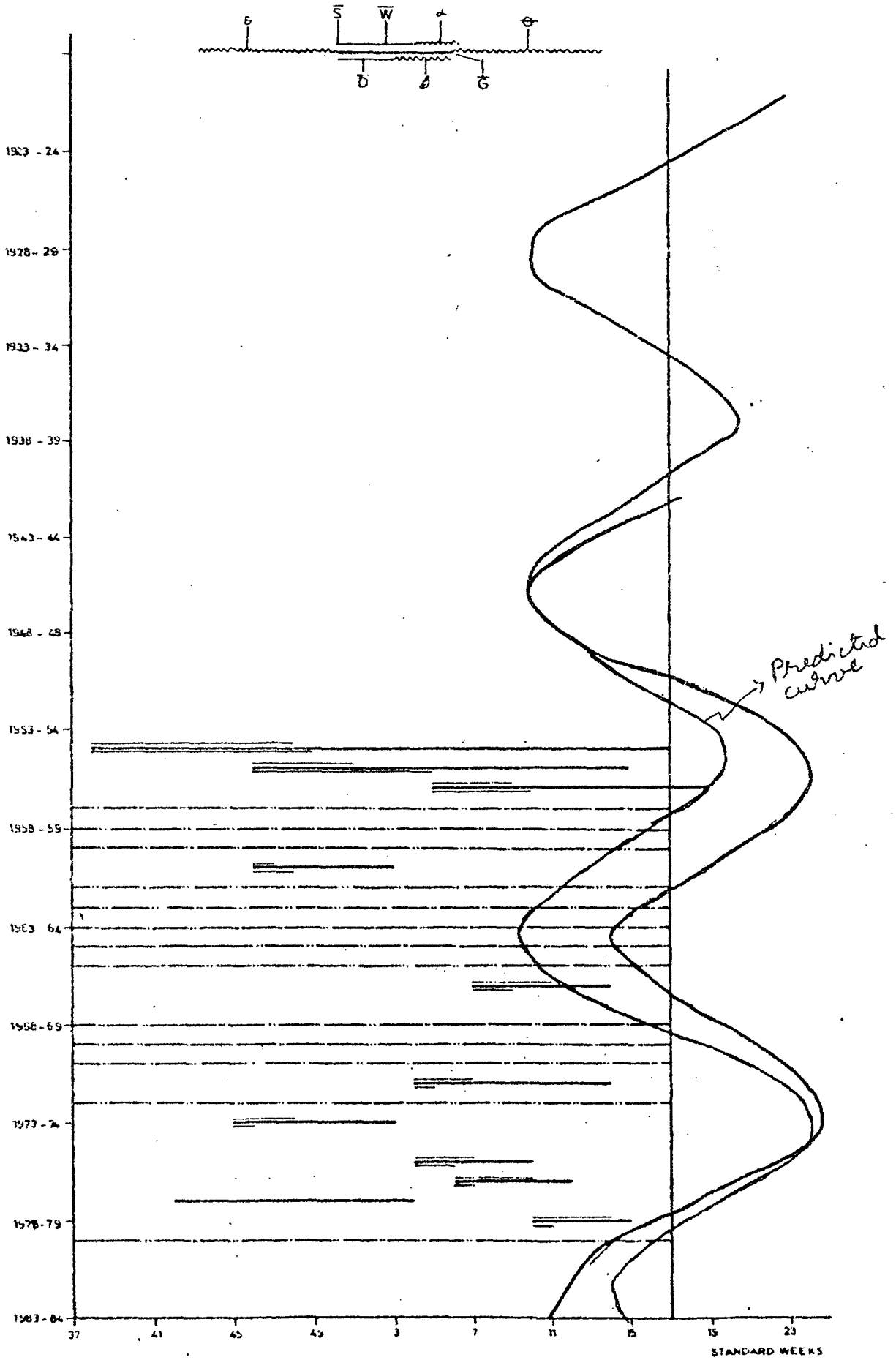
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR RESSANO GARCIA



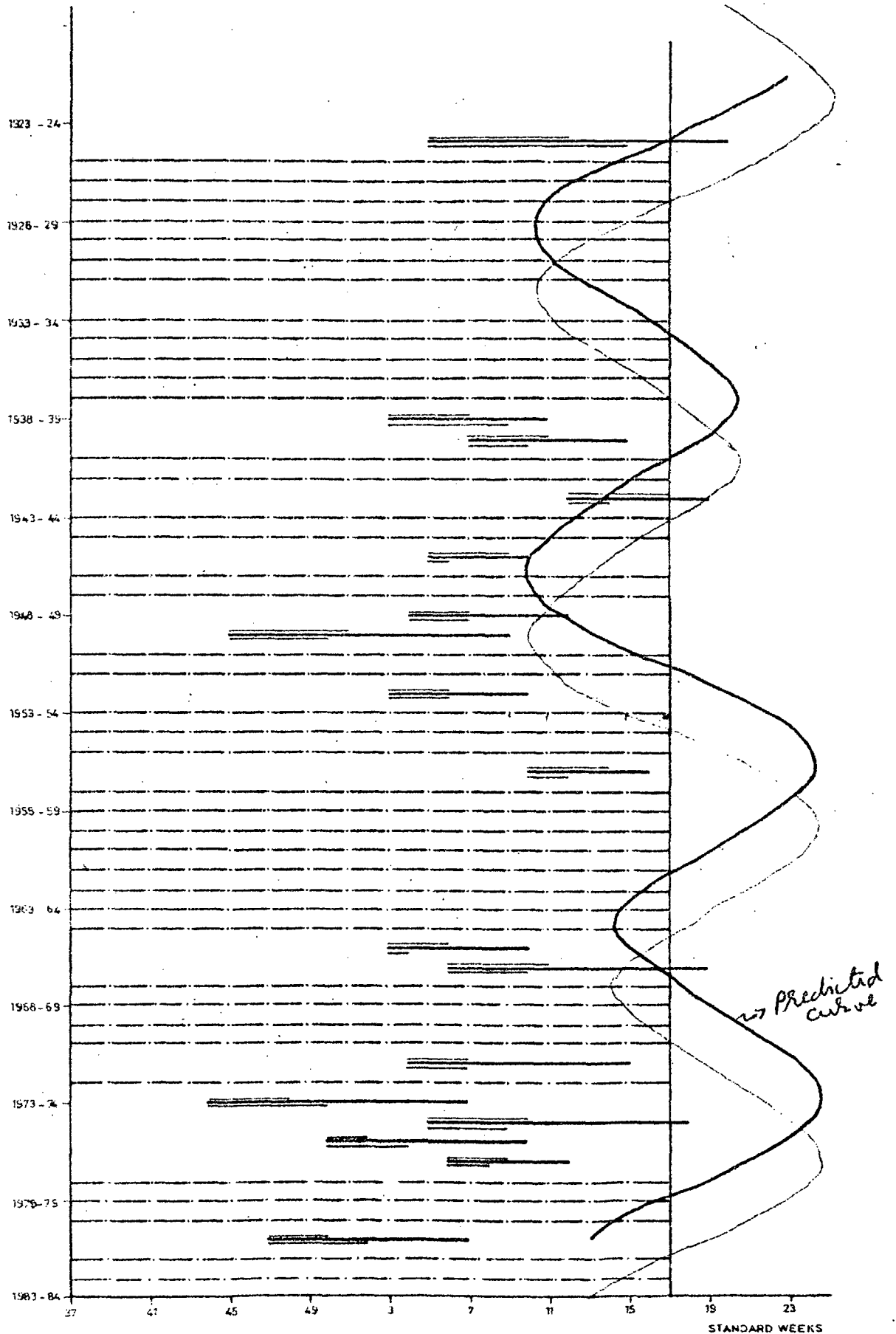
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR SABIE



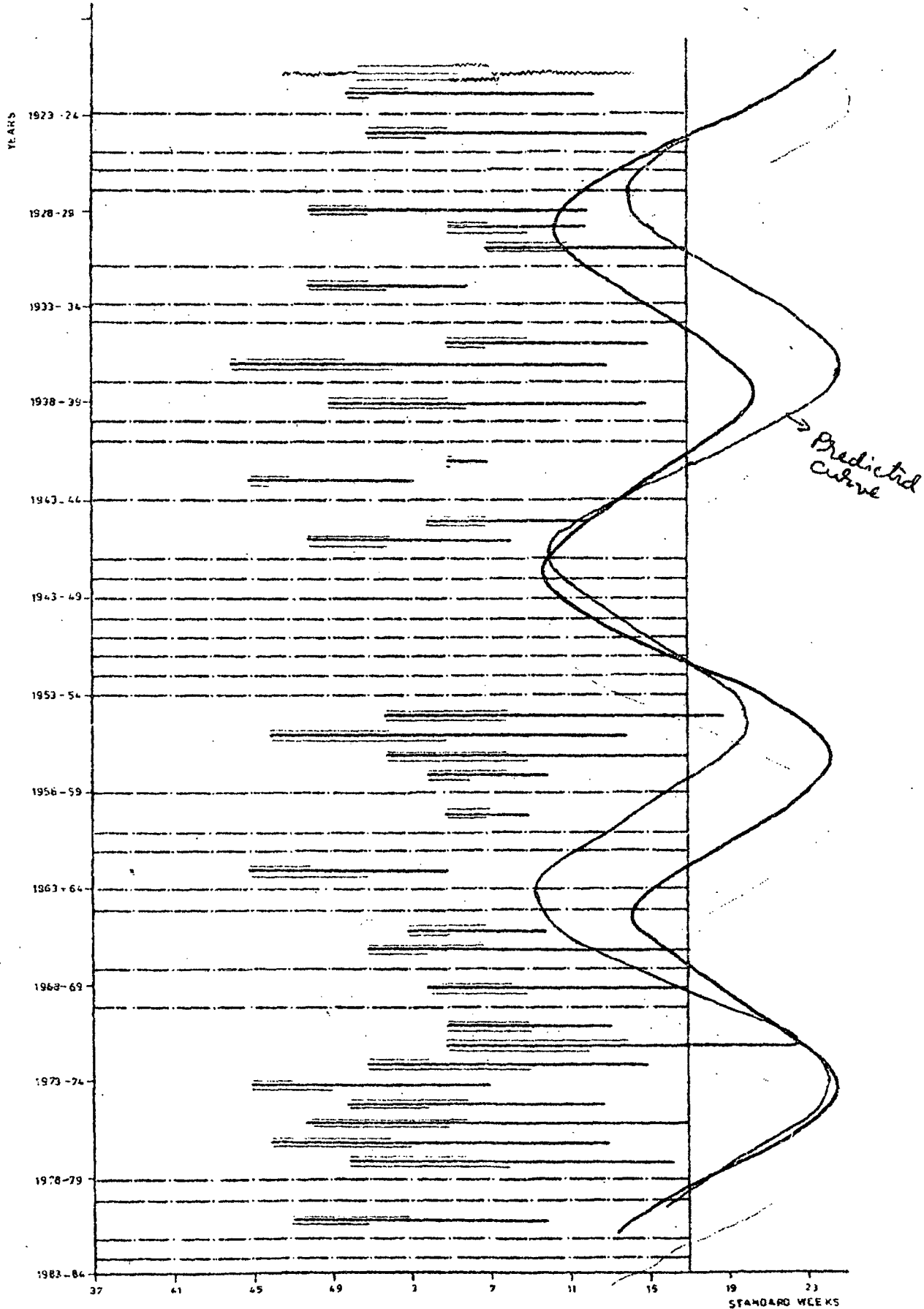
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR TINONGANINE



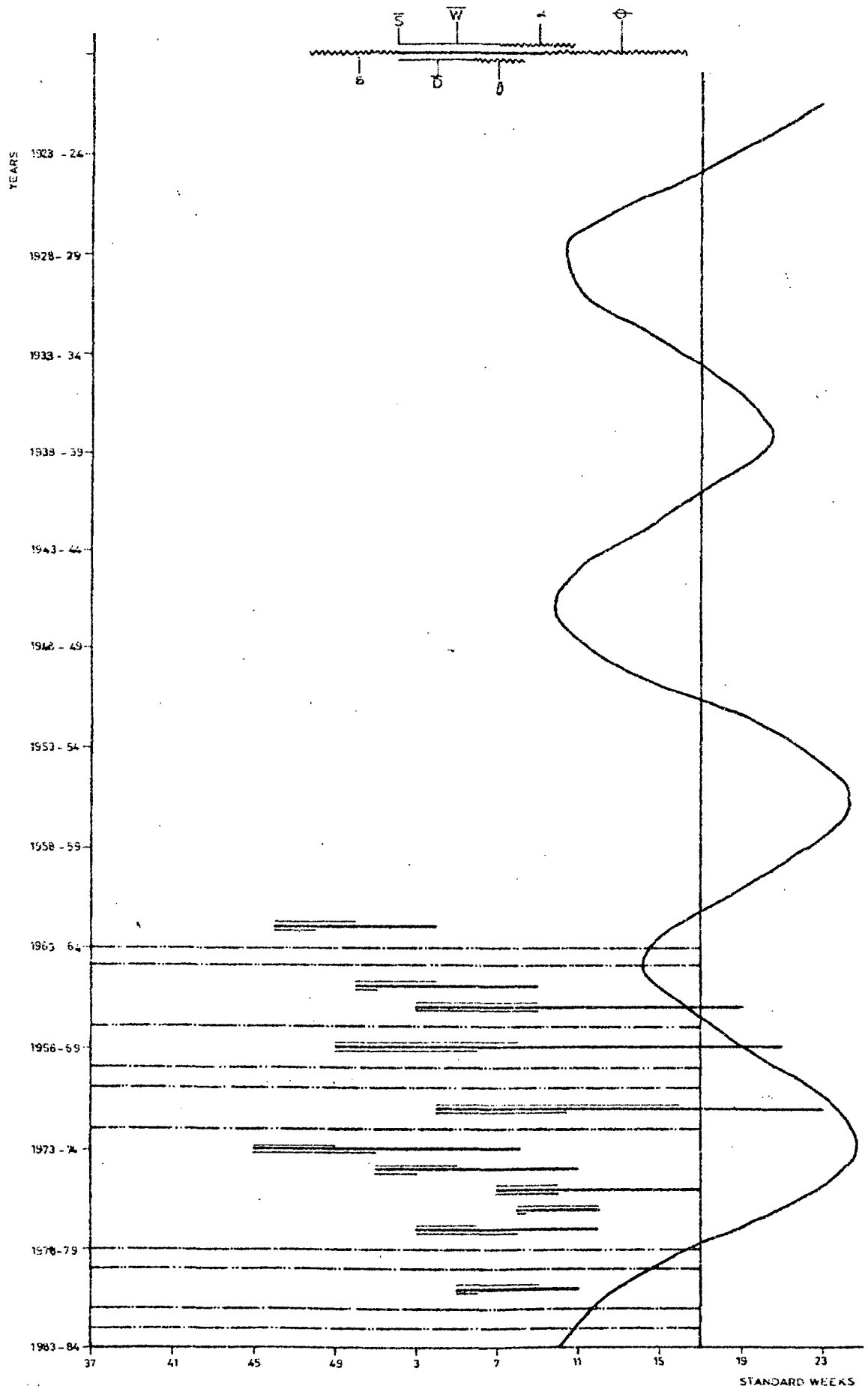
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR UMBELUZI



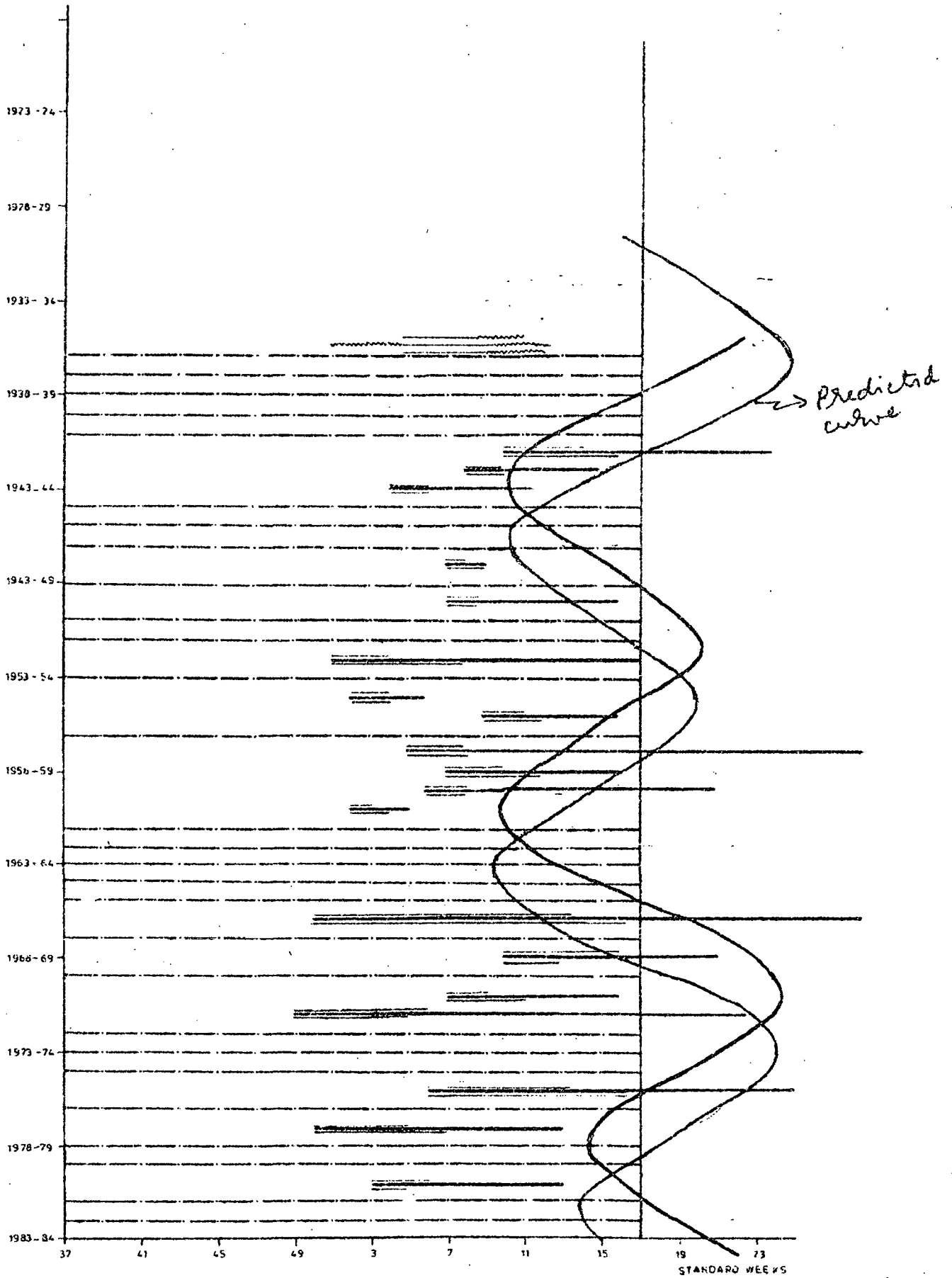
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR VILA LUISA



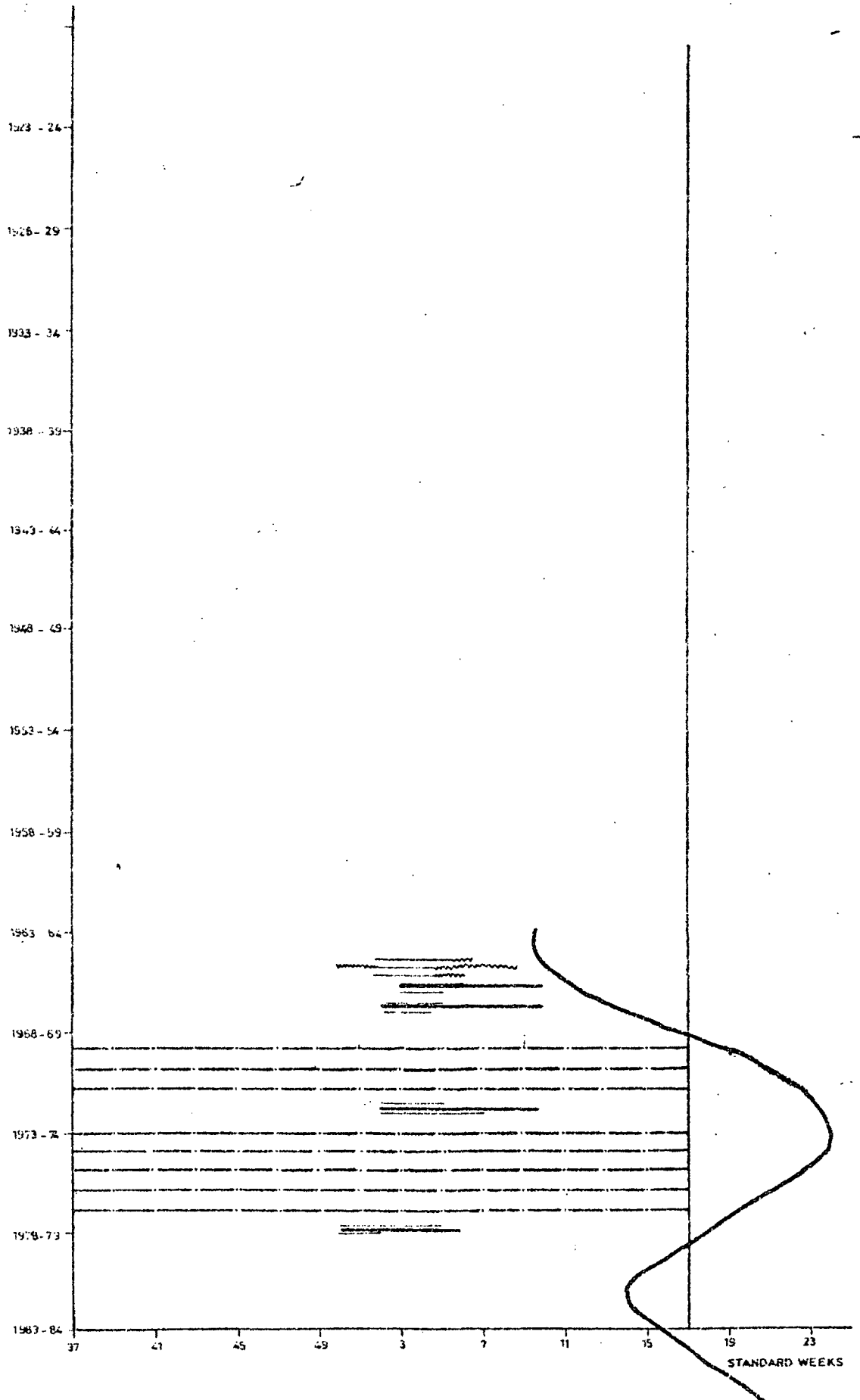
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR ZITUNDO



SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR CHIBUTO

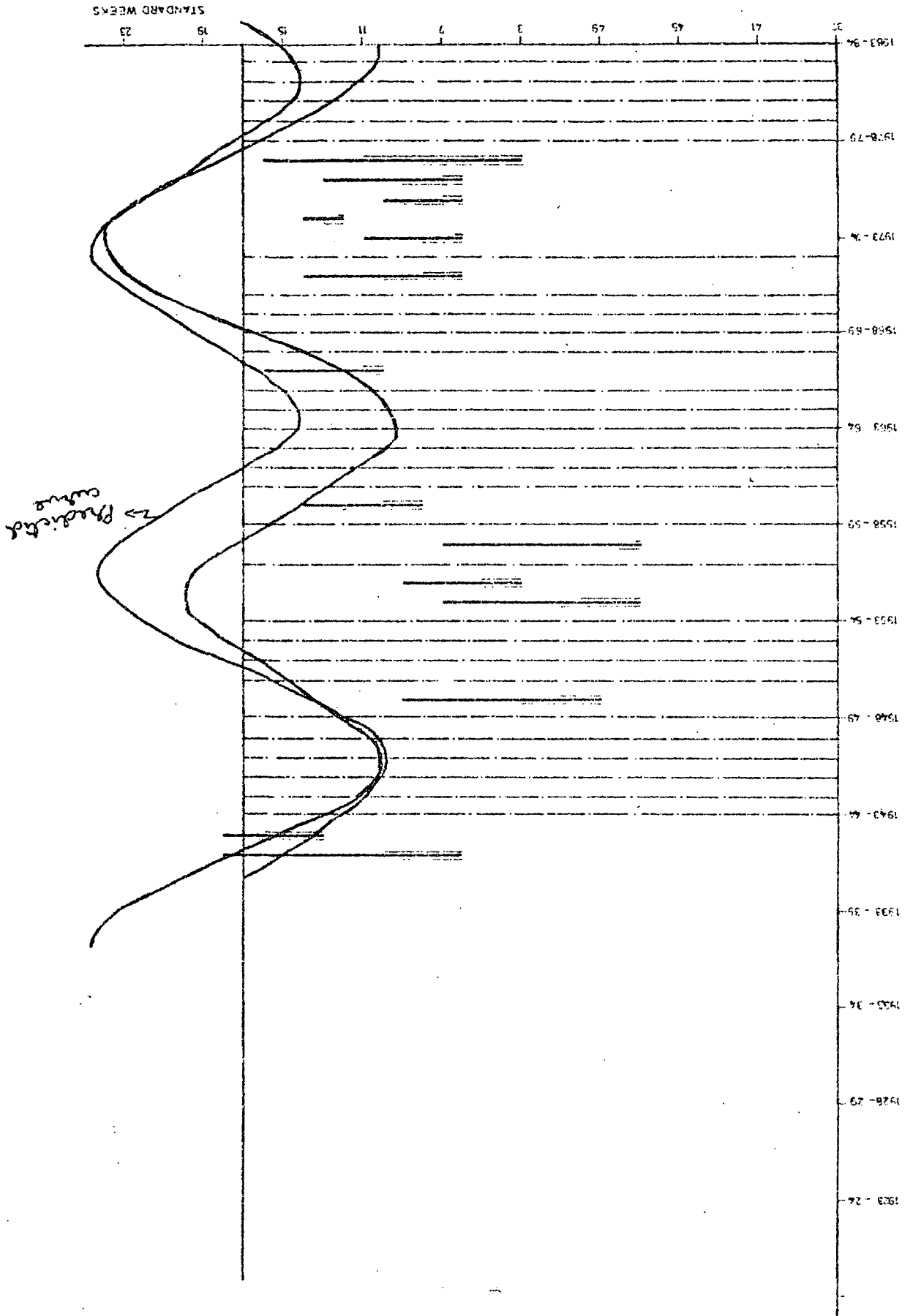


SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR CHIGUBO

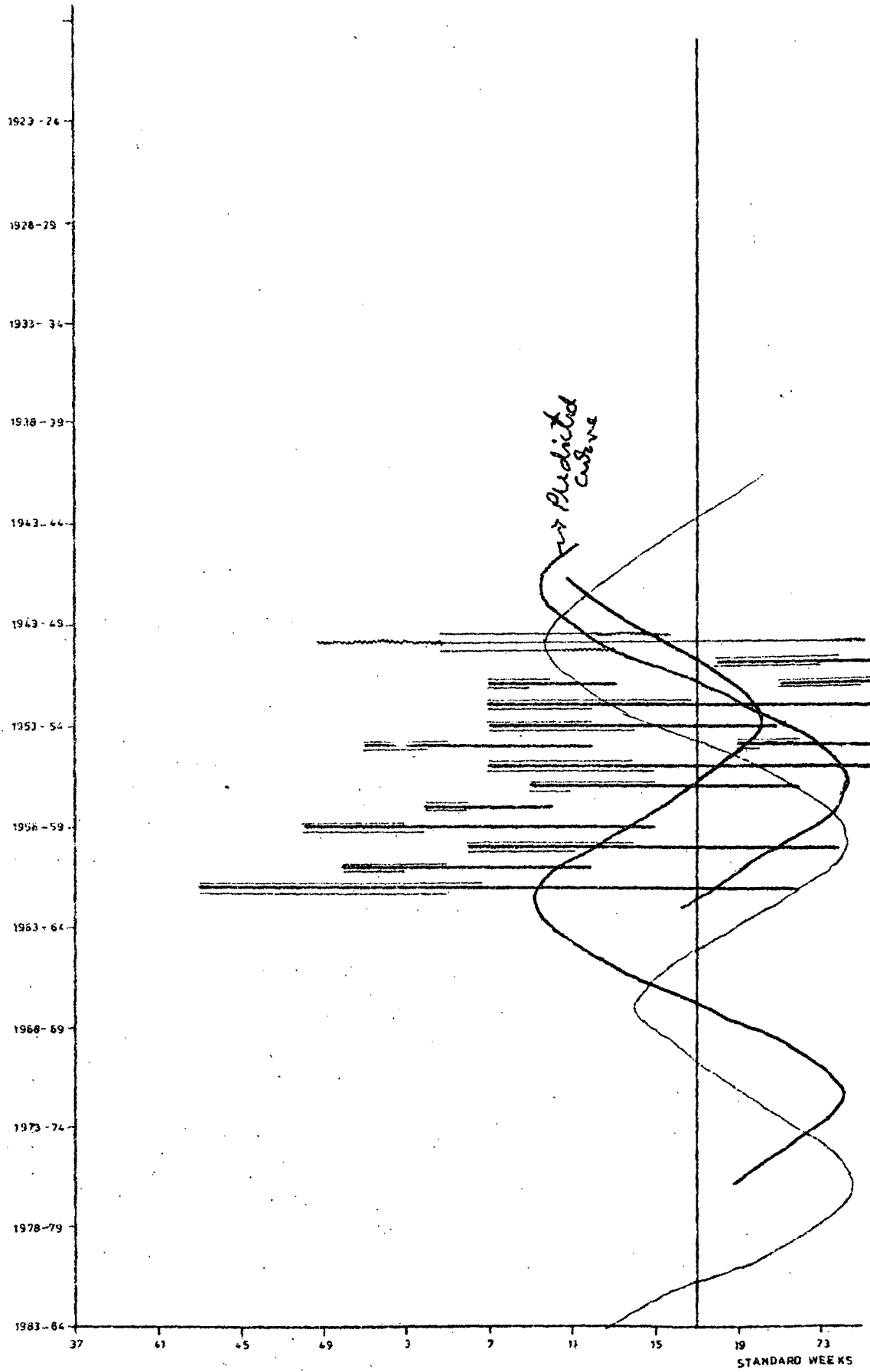




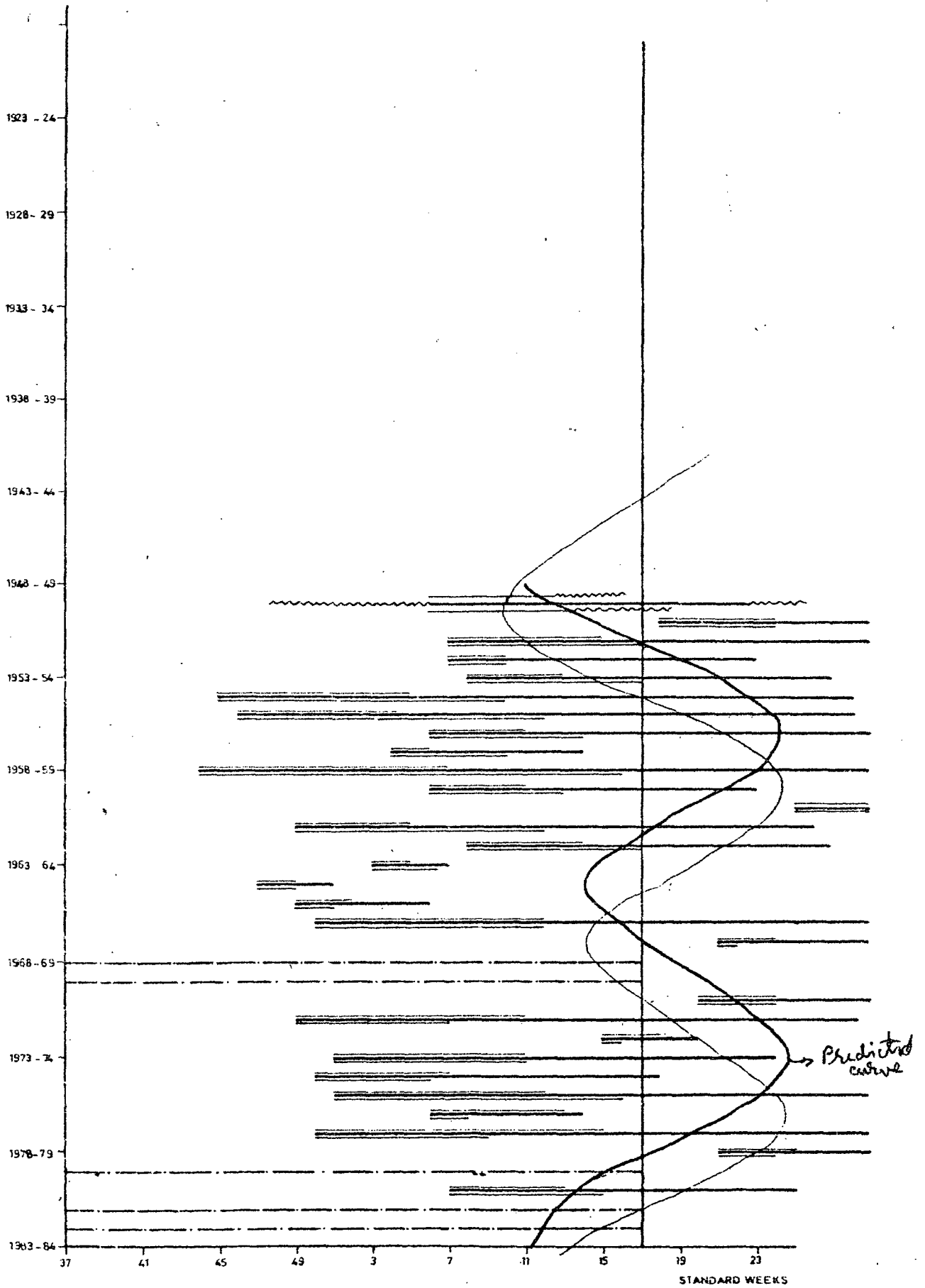
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR  
 CHOBELA



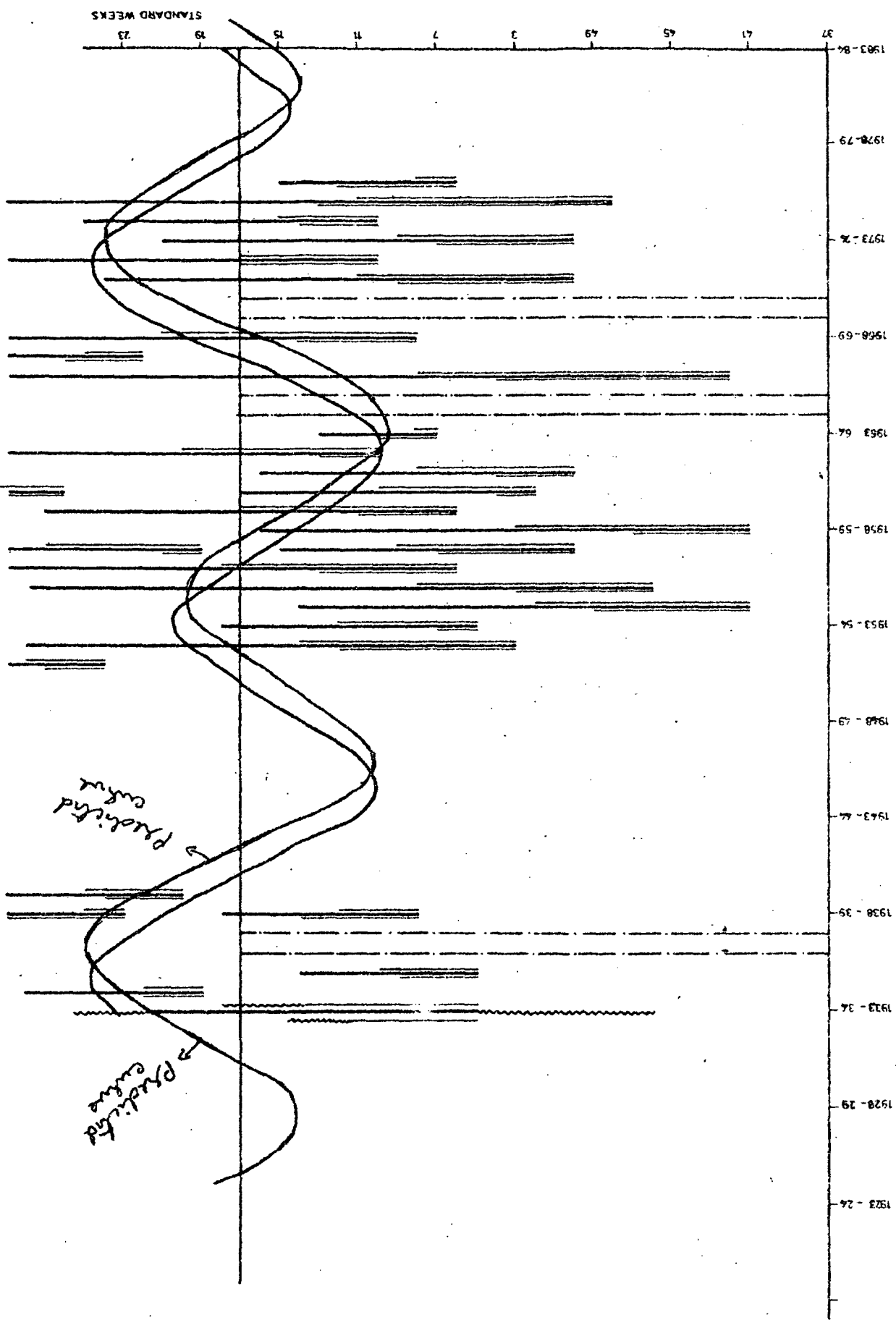
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR CHONGOENE



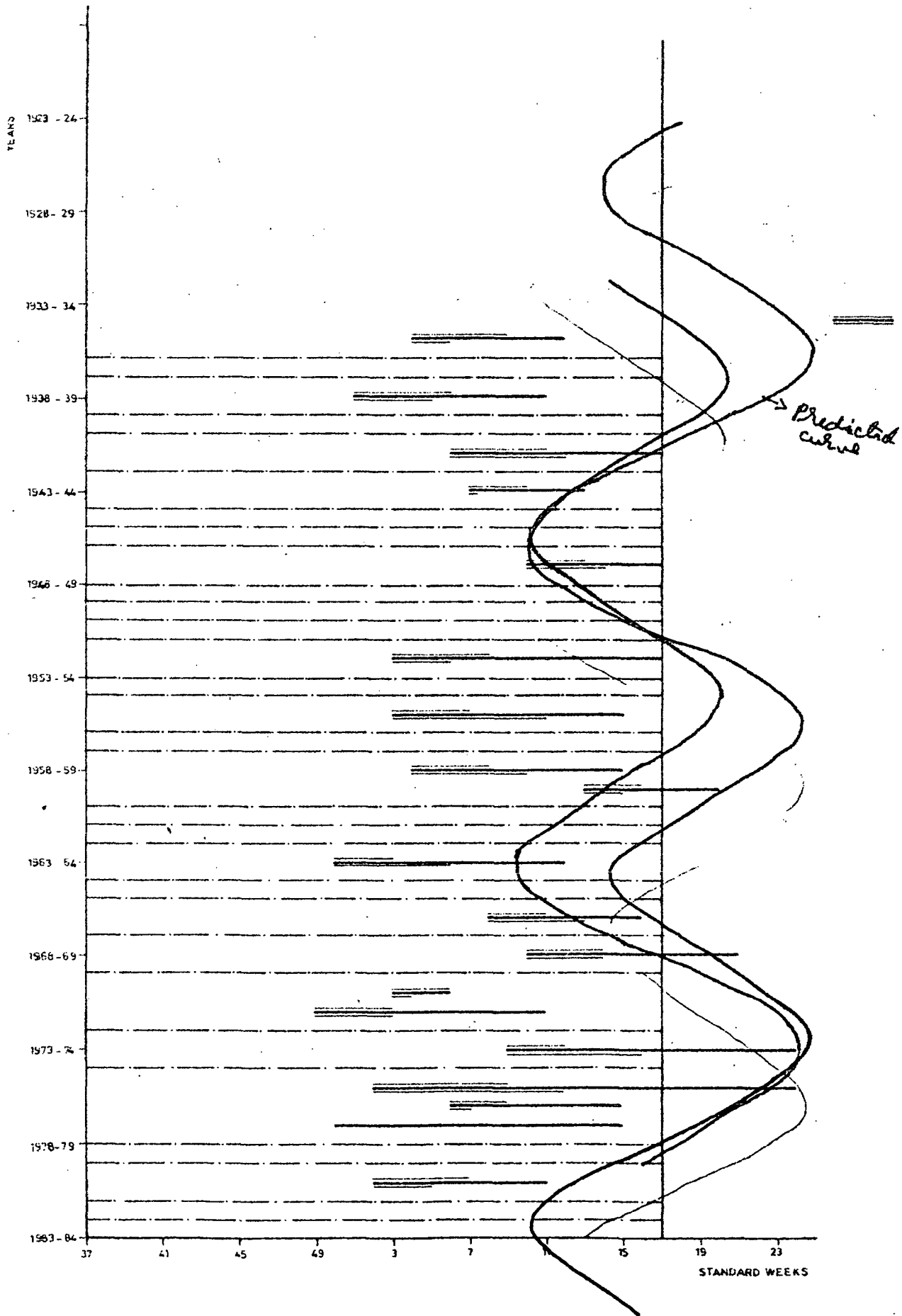
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR XAI - XAI



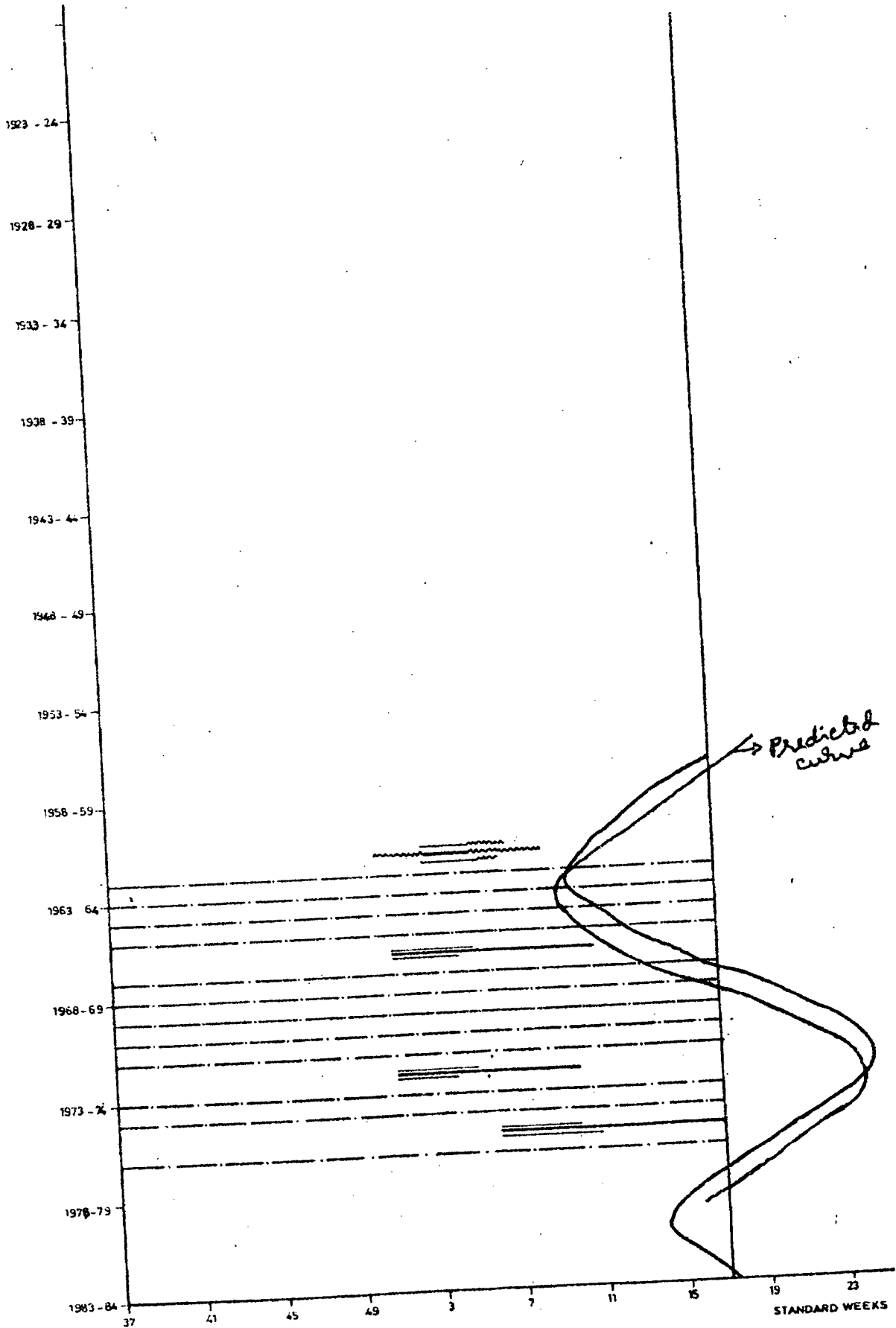
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR  
 MACIA  
 141



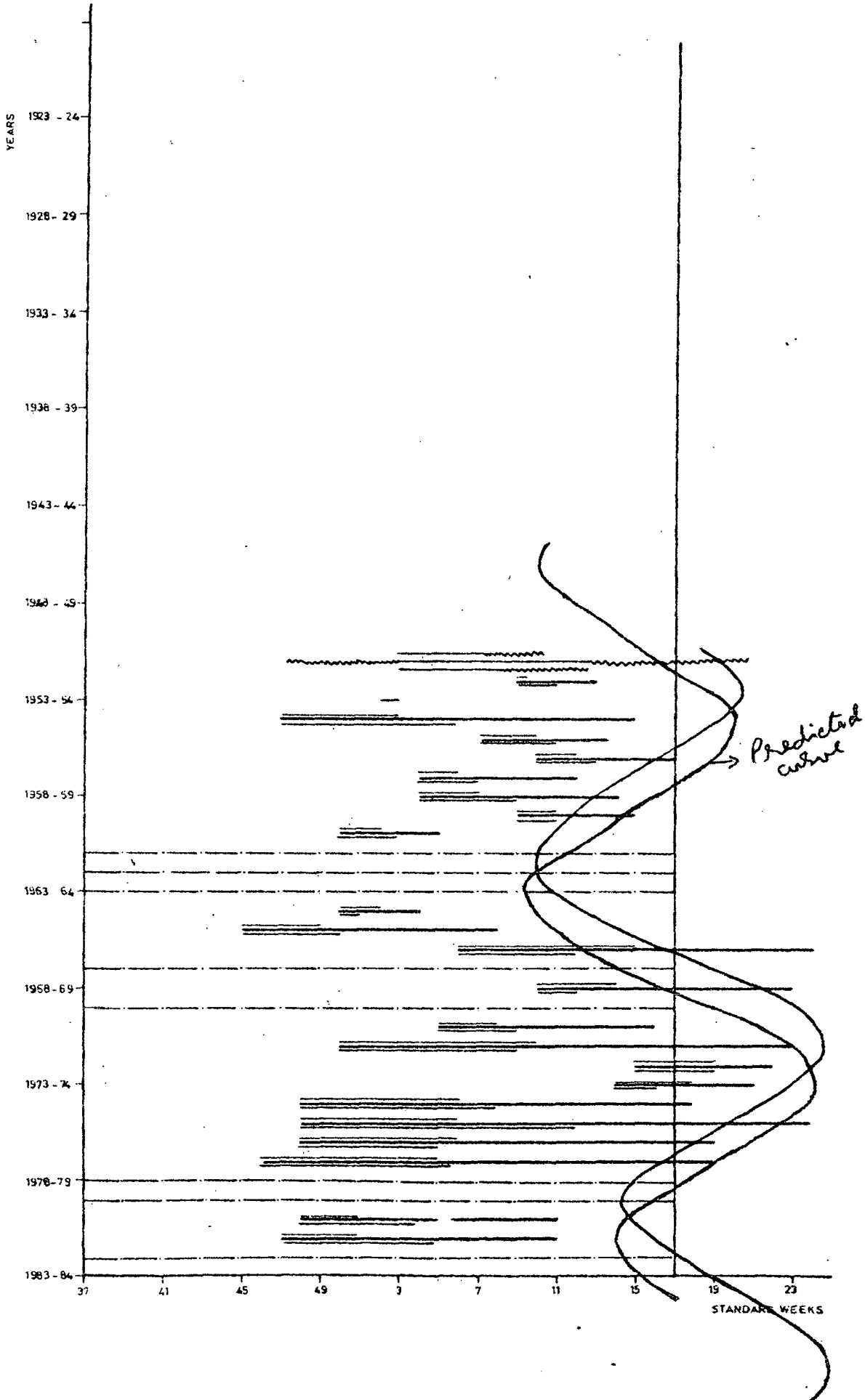
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MANJACAZE



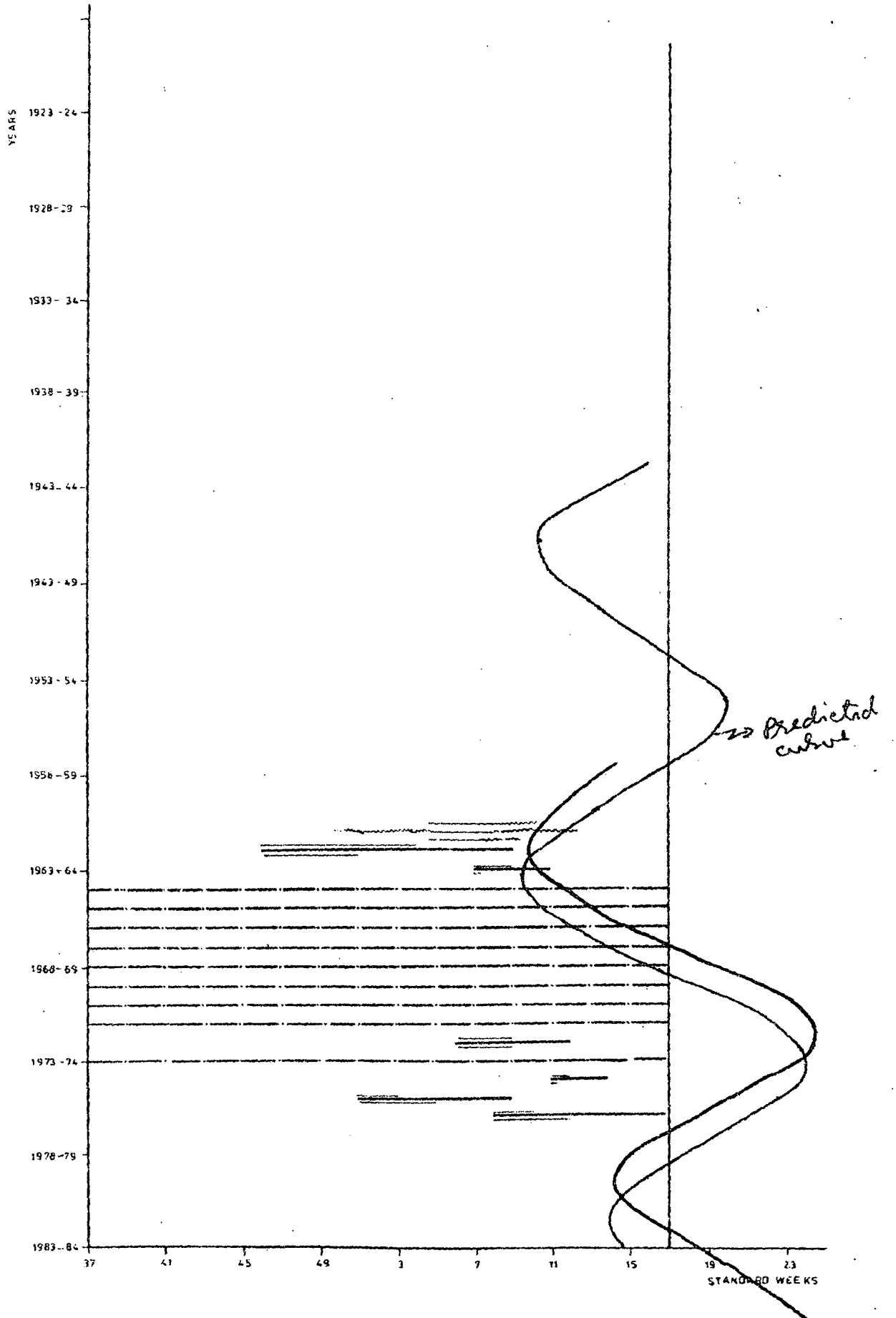
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MALVÉRNIA



### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MANIQUENIQUE

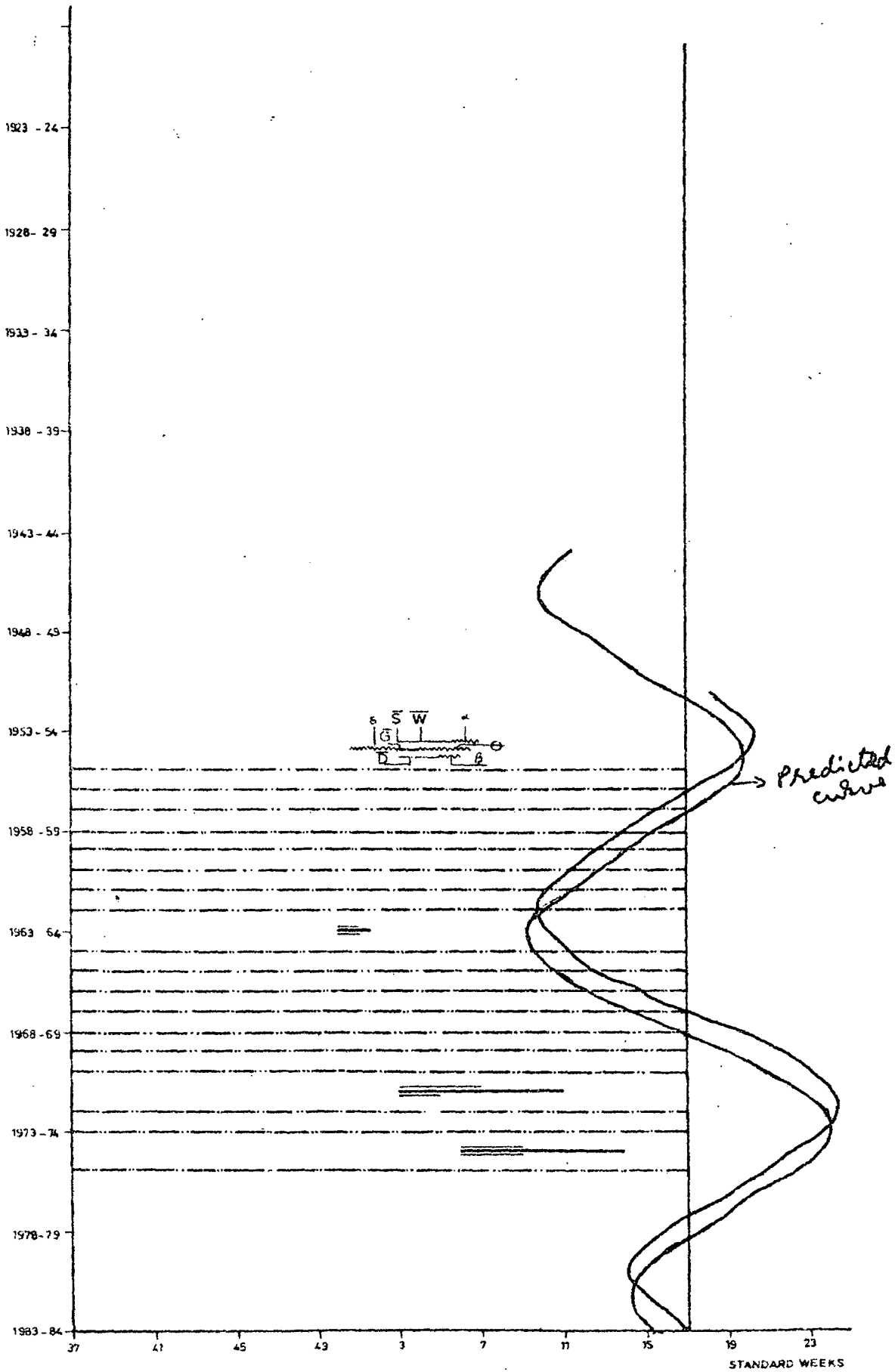


### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MASSANGENE

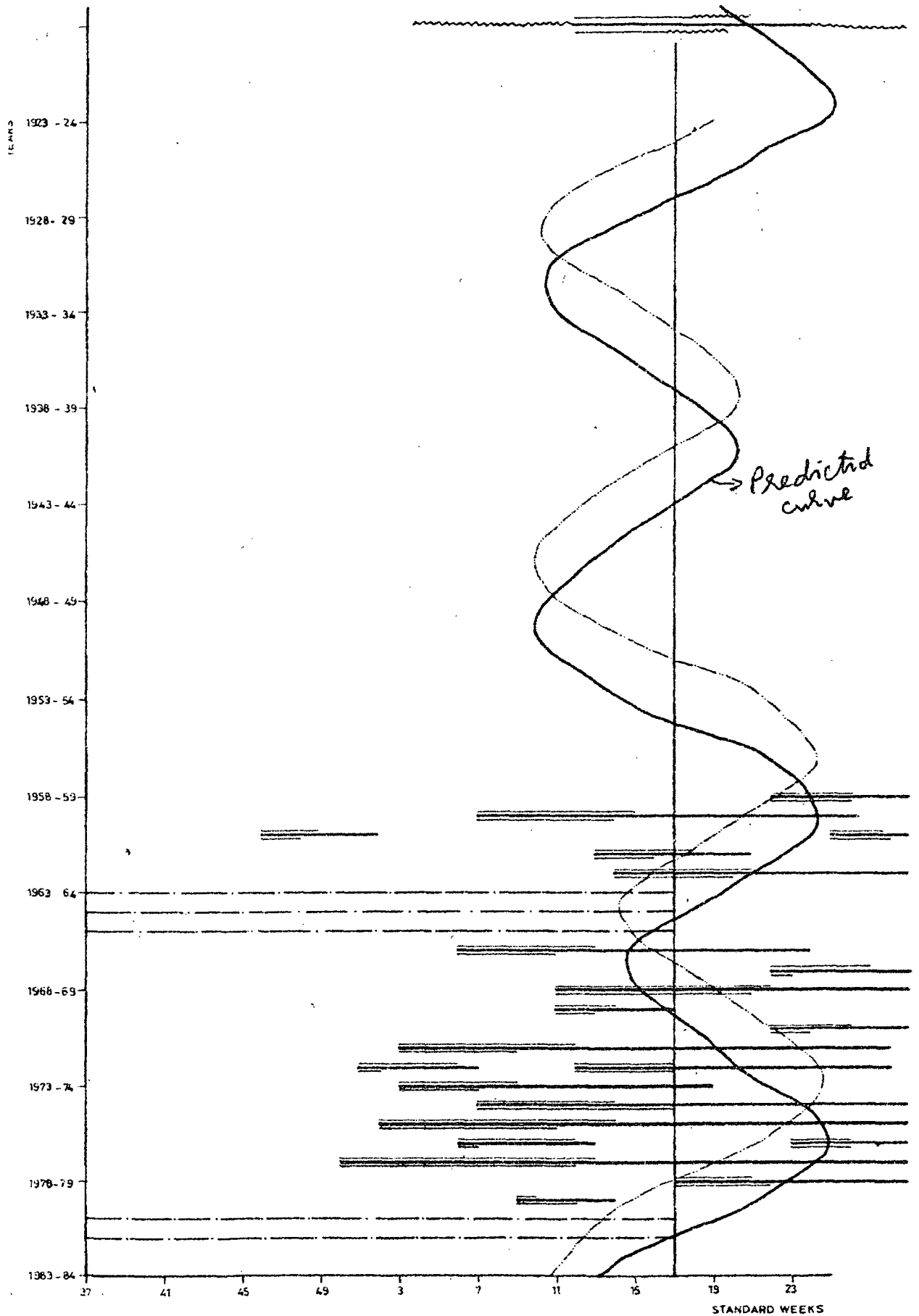




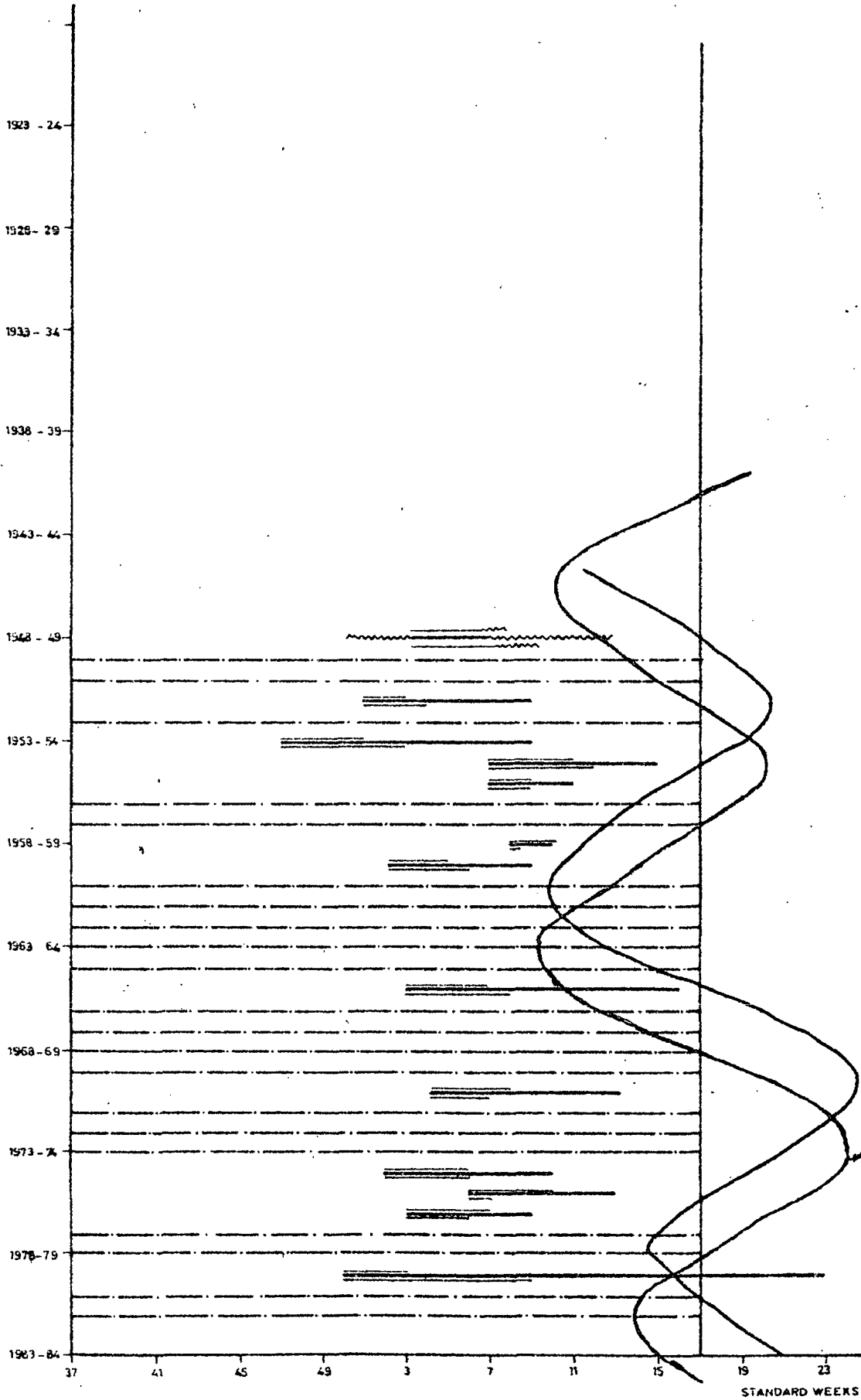
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR  
S. JORGE DE LIMPOPO ( MAPAI )



# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR BILENE



# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR CHÓKWÉ



SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR FUNFOLCURO

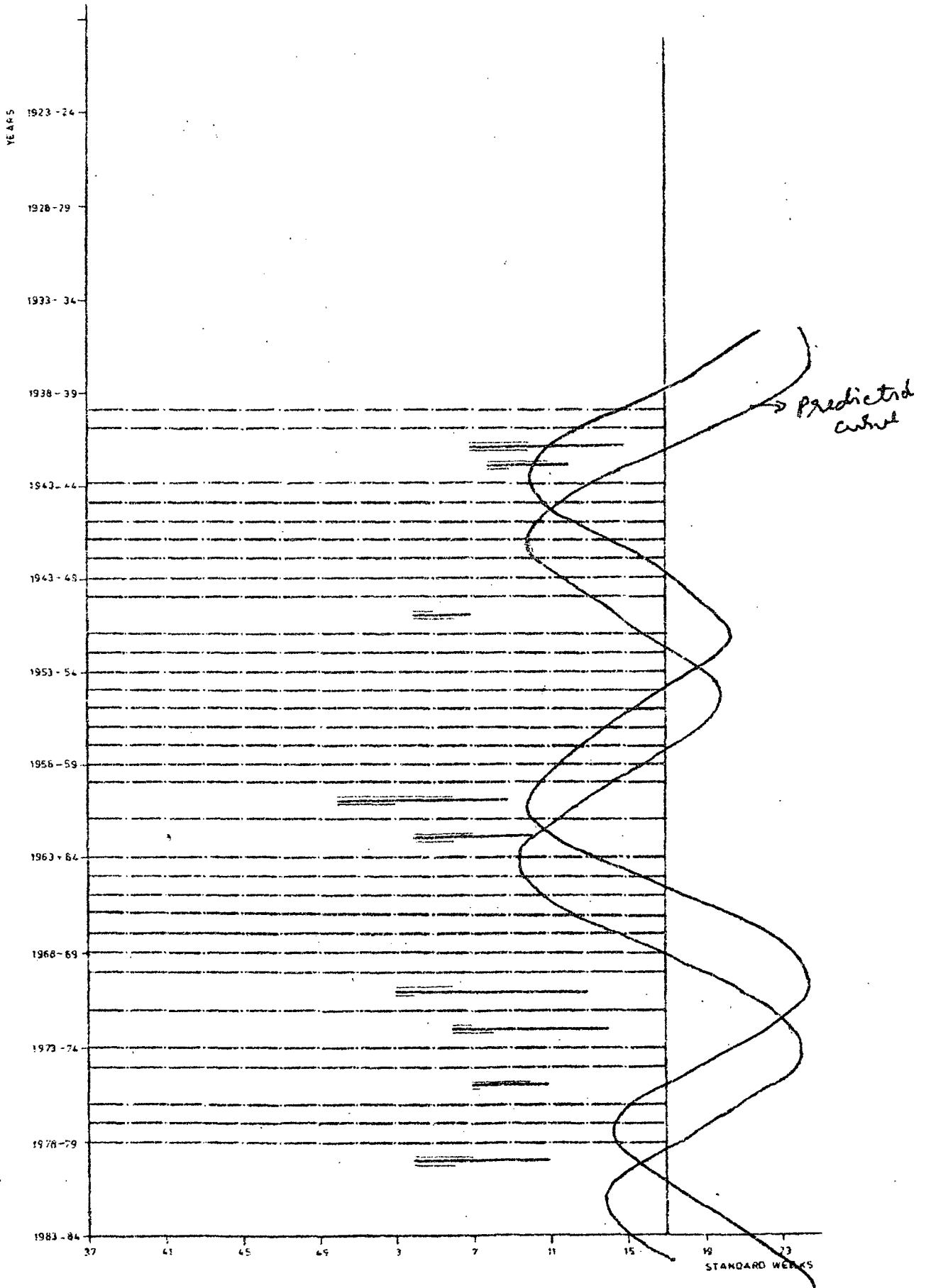
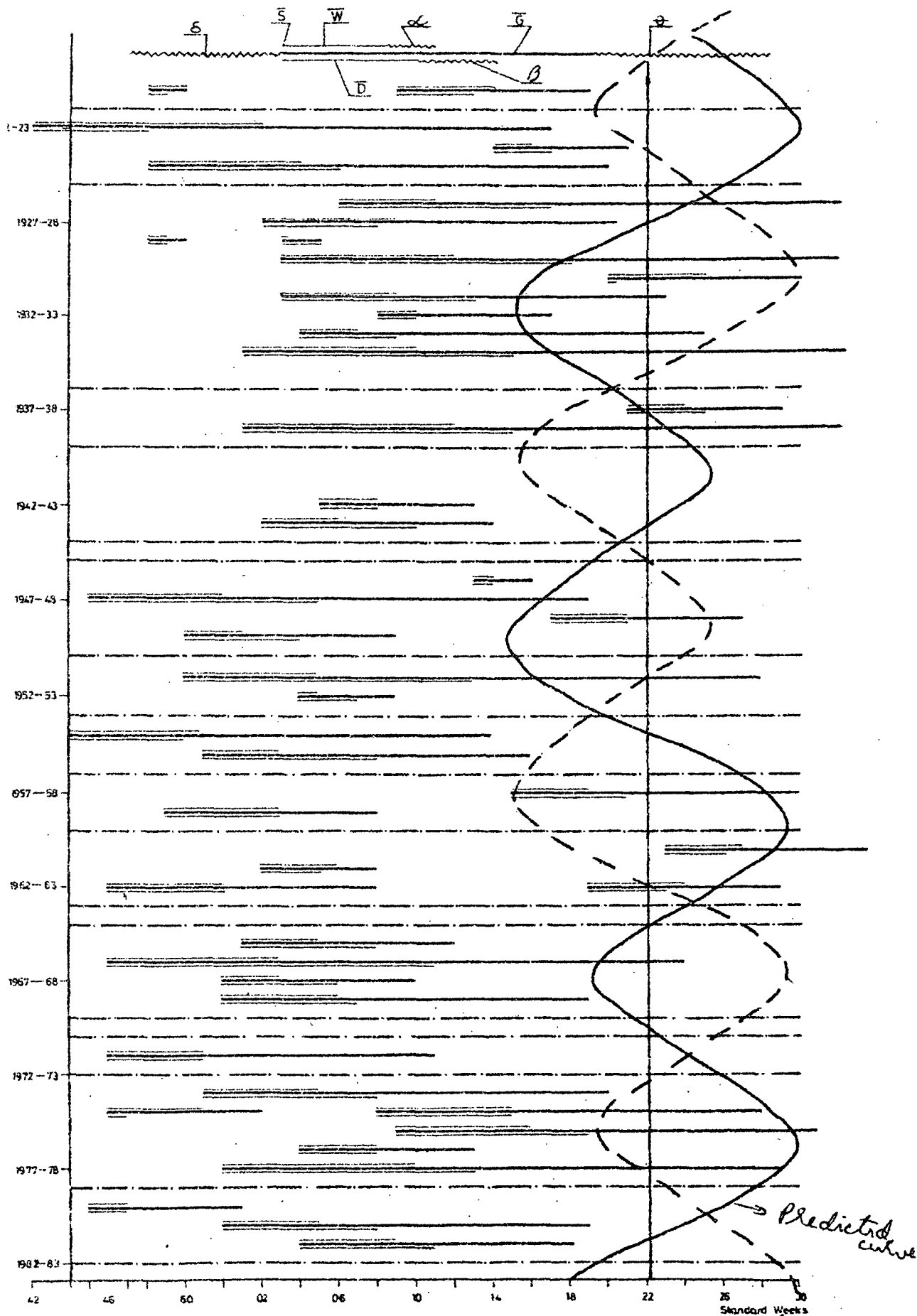
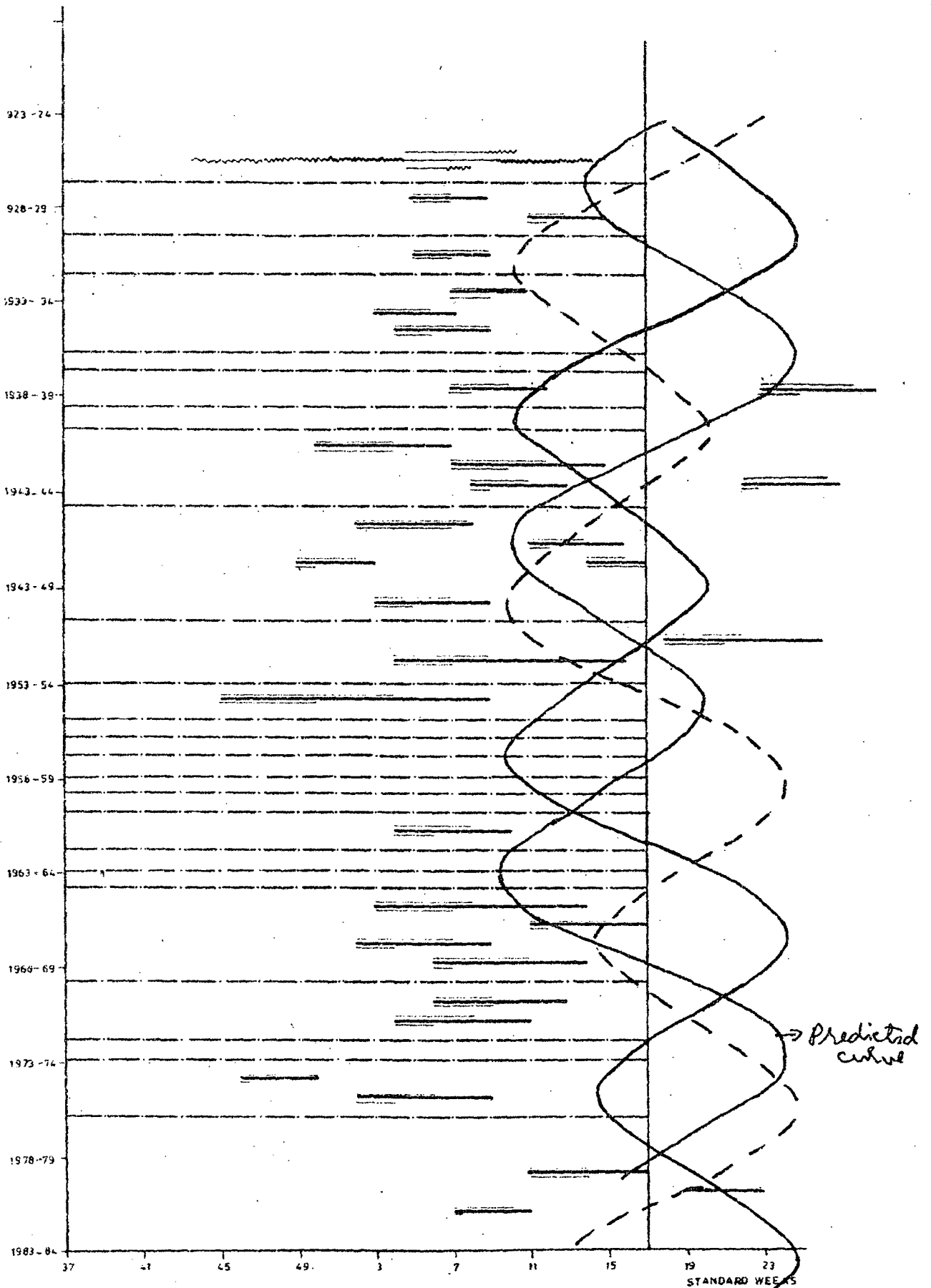


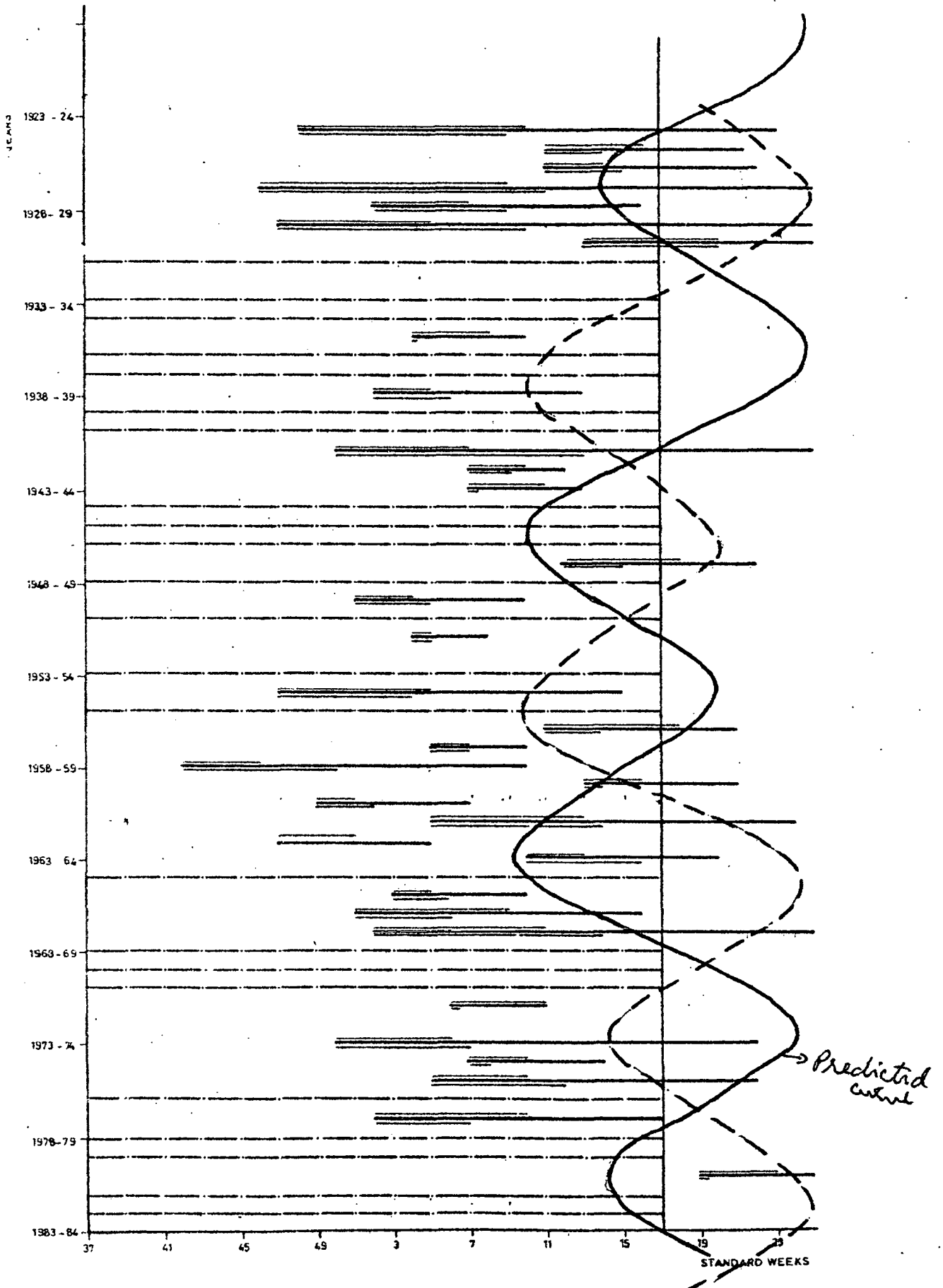
Fig: SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR INHAMBANE



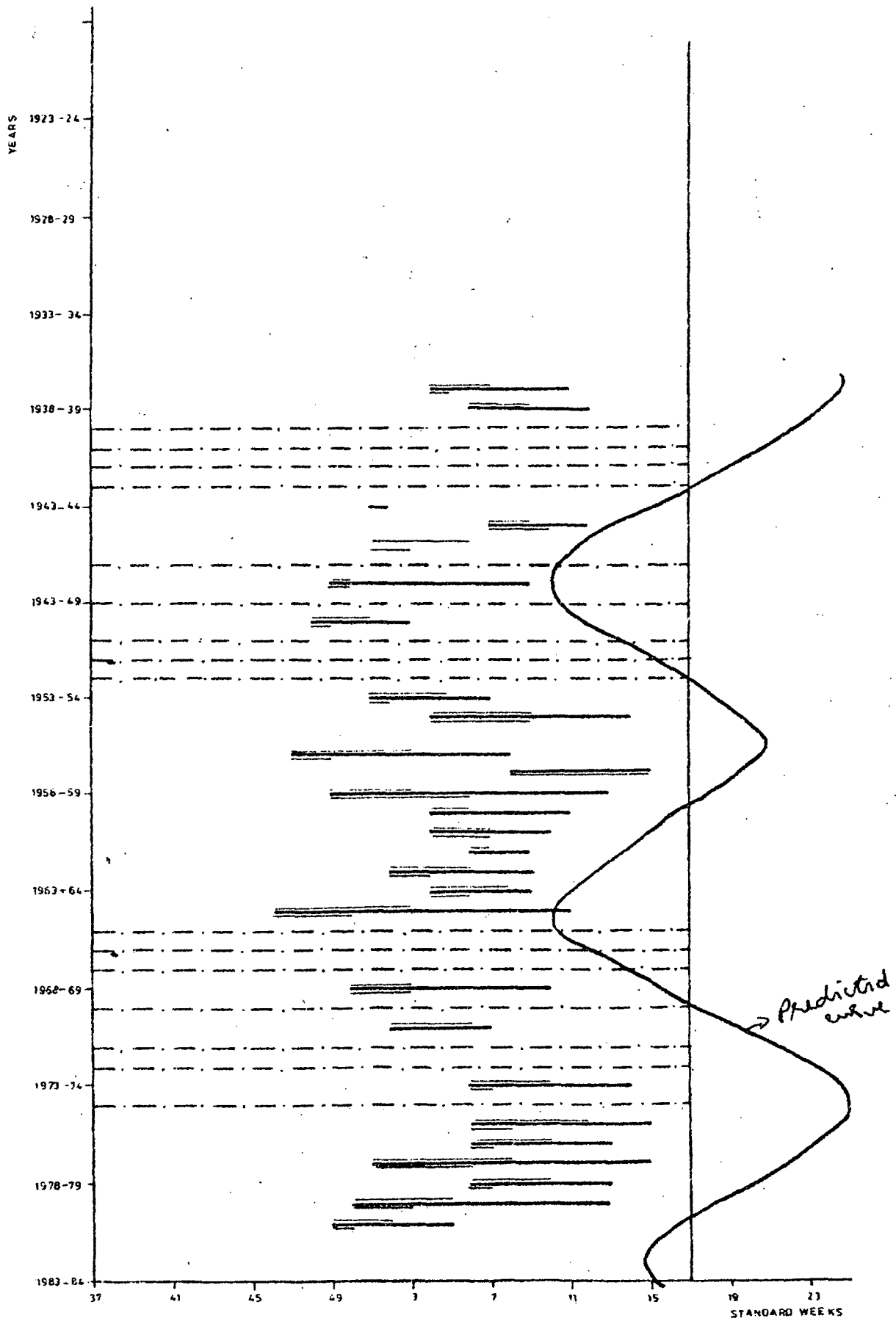
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR INHAMUSSOA



# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR INHARRIME

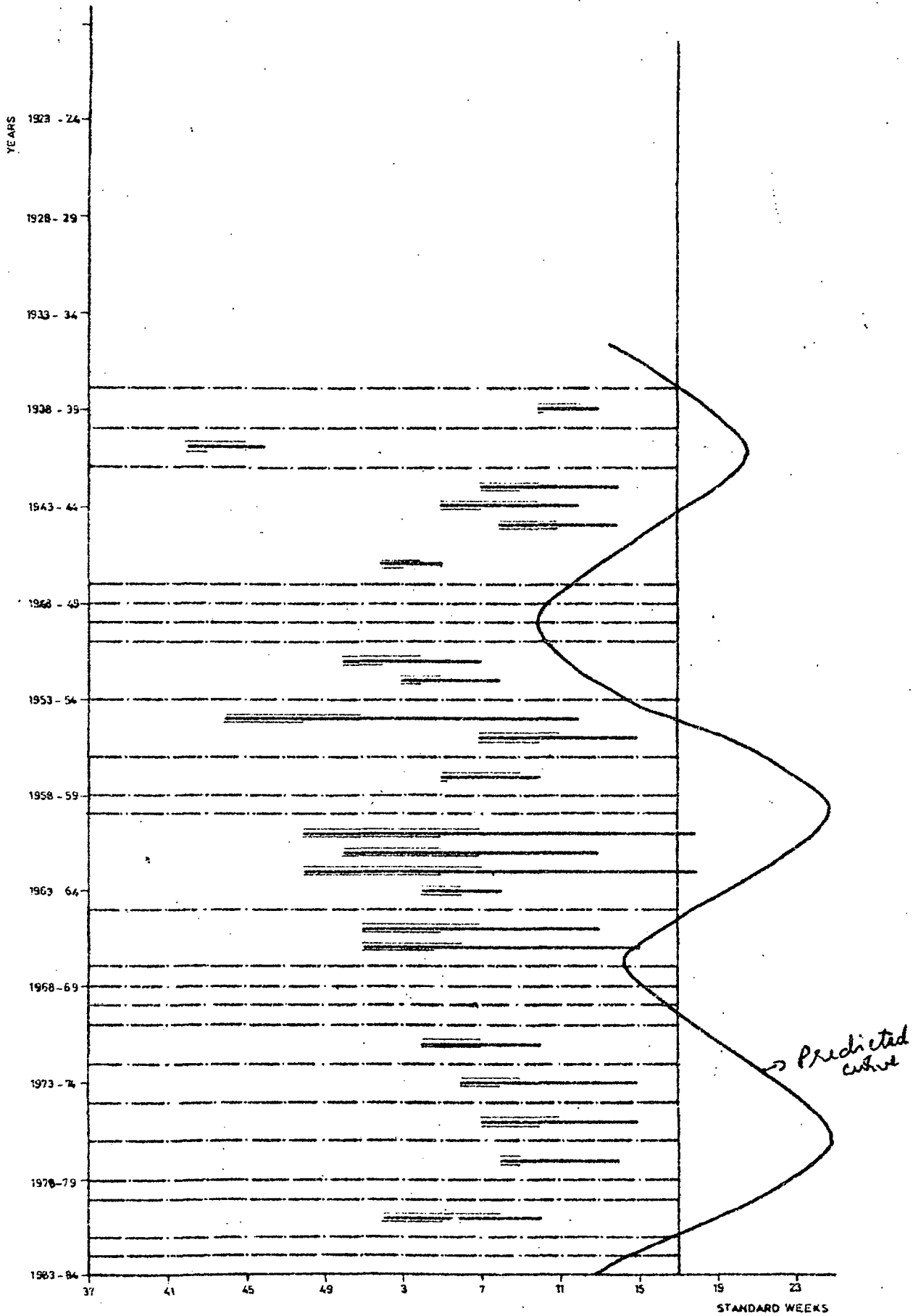


### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MABOTE

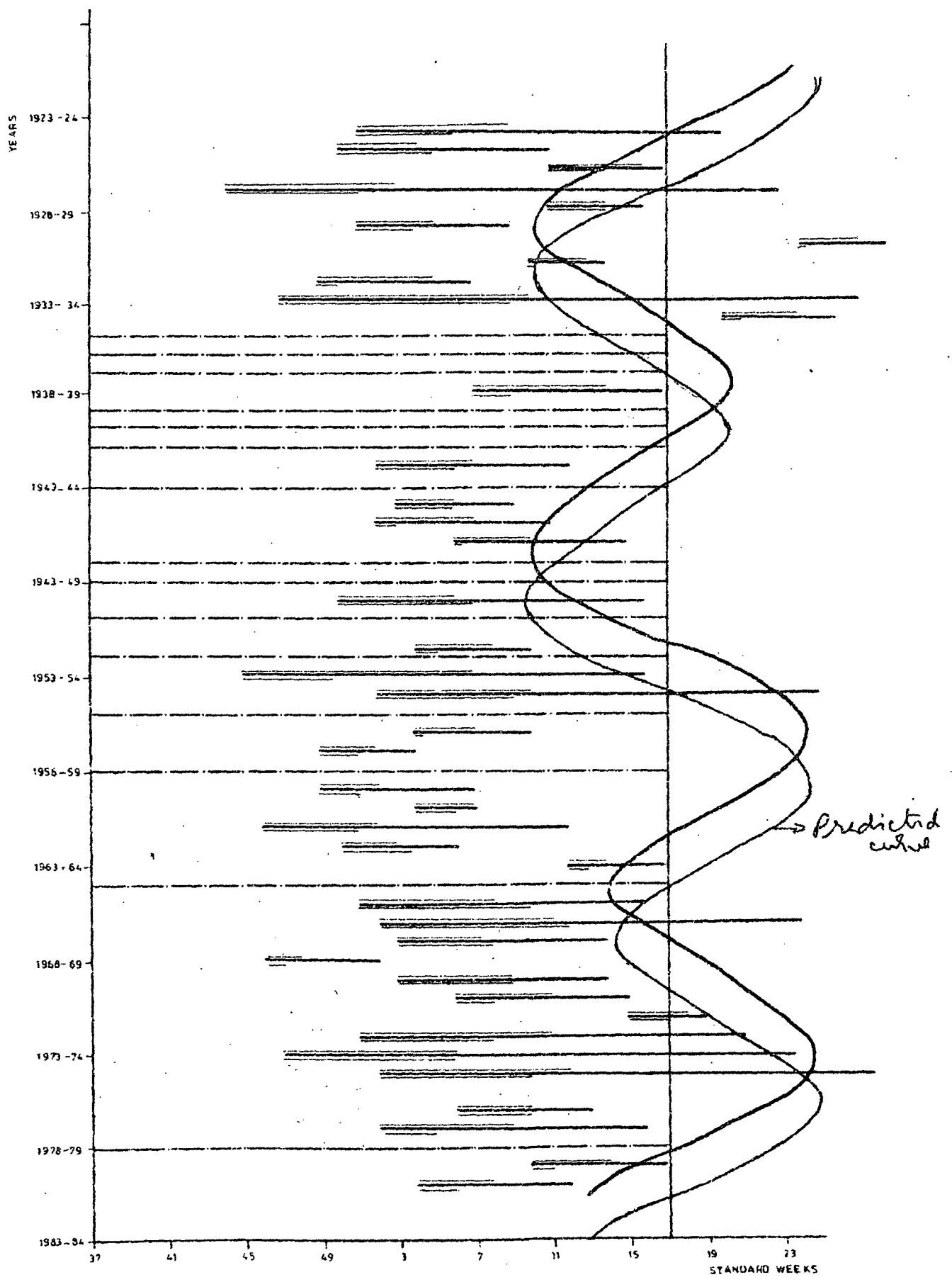




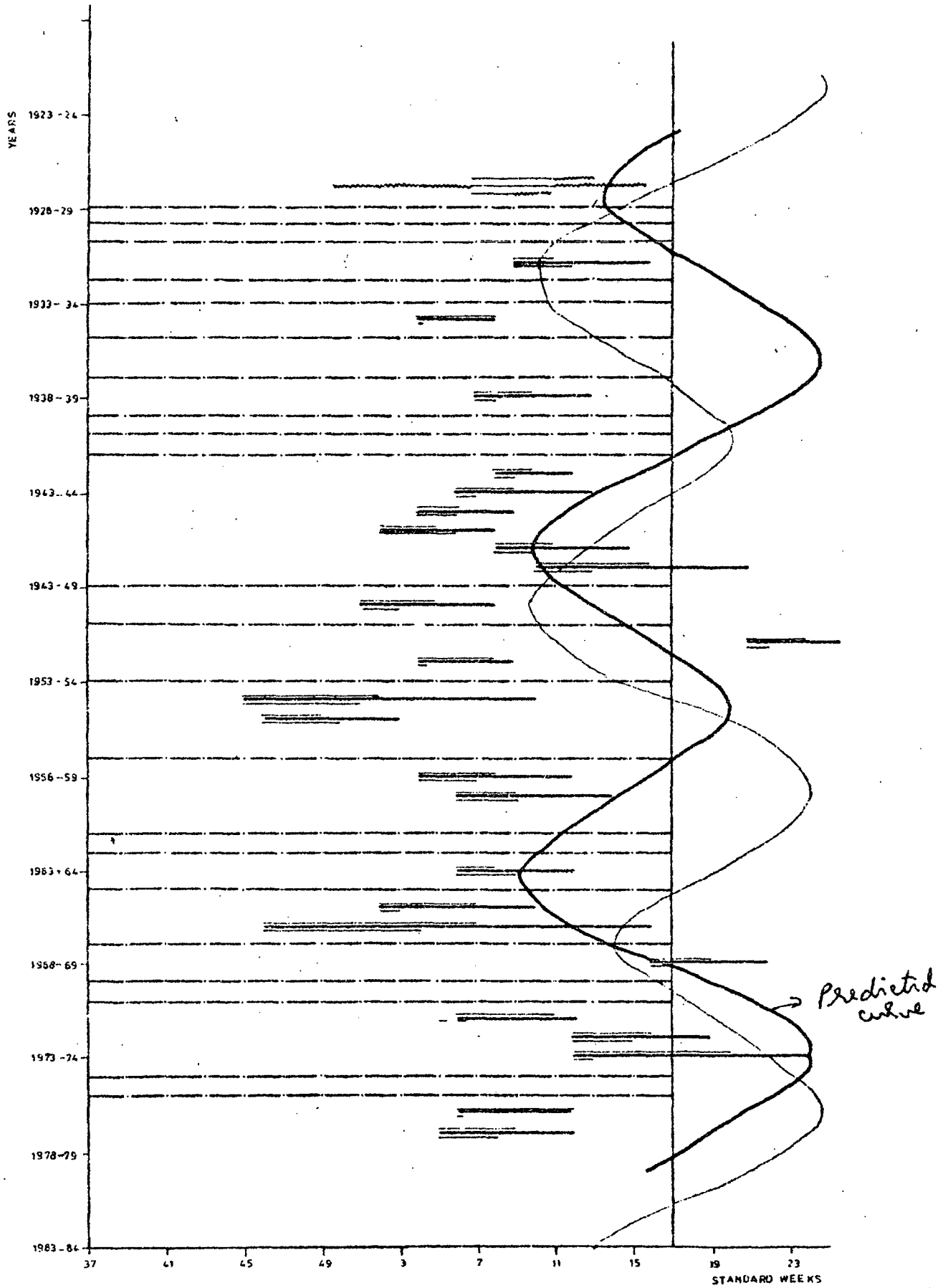
### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MAMBONE



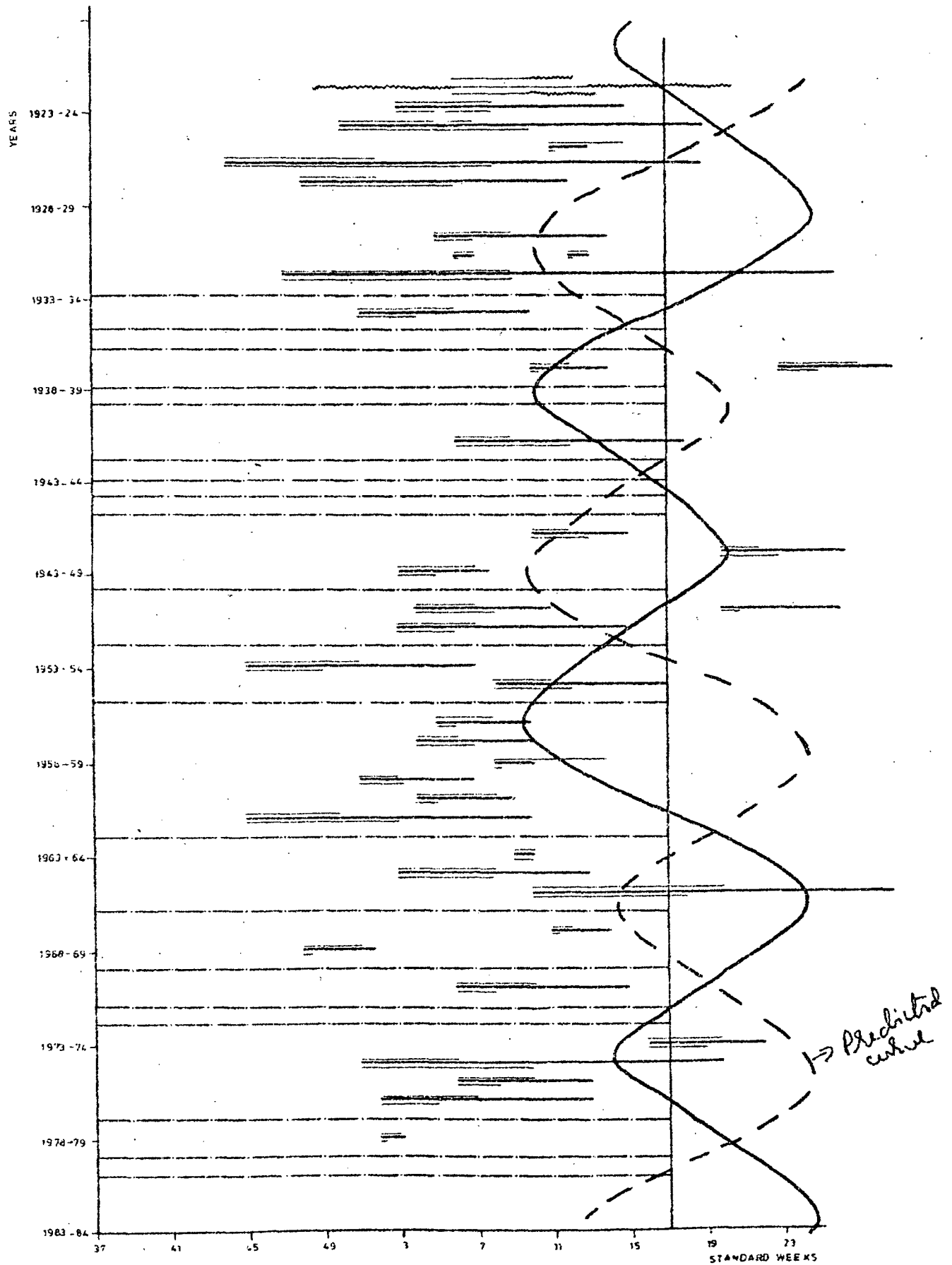
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MASSINGA



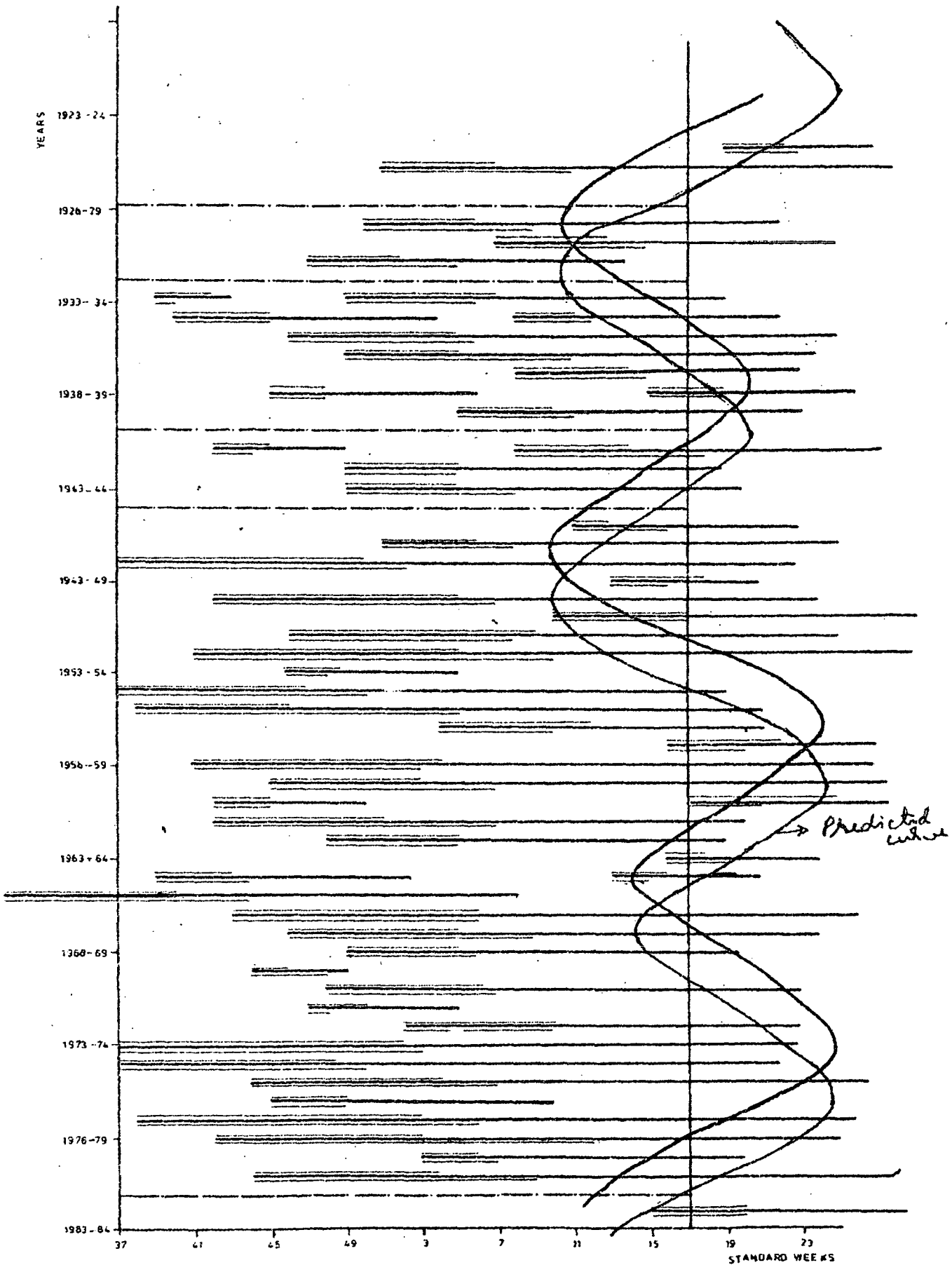
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MUCUMBI



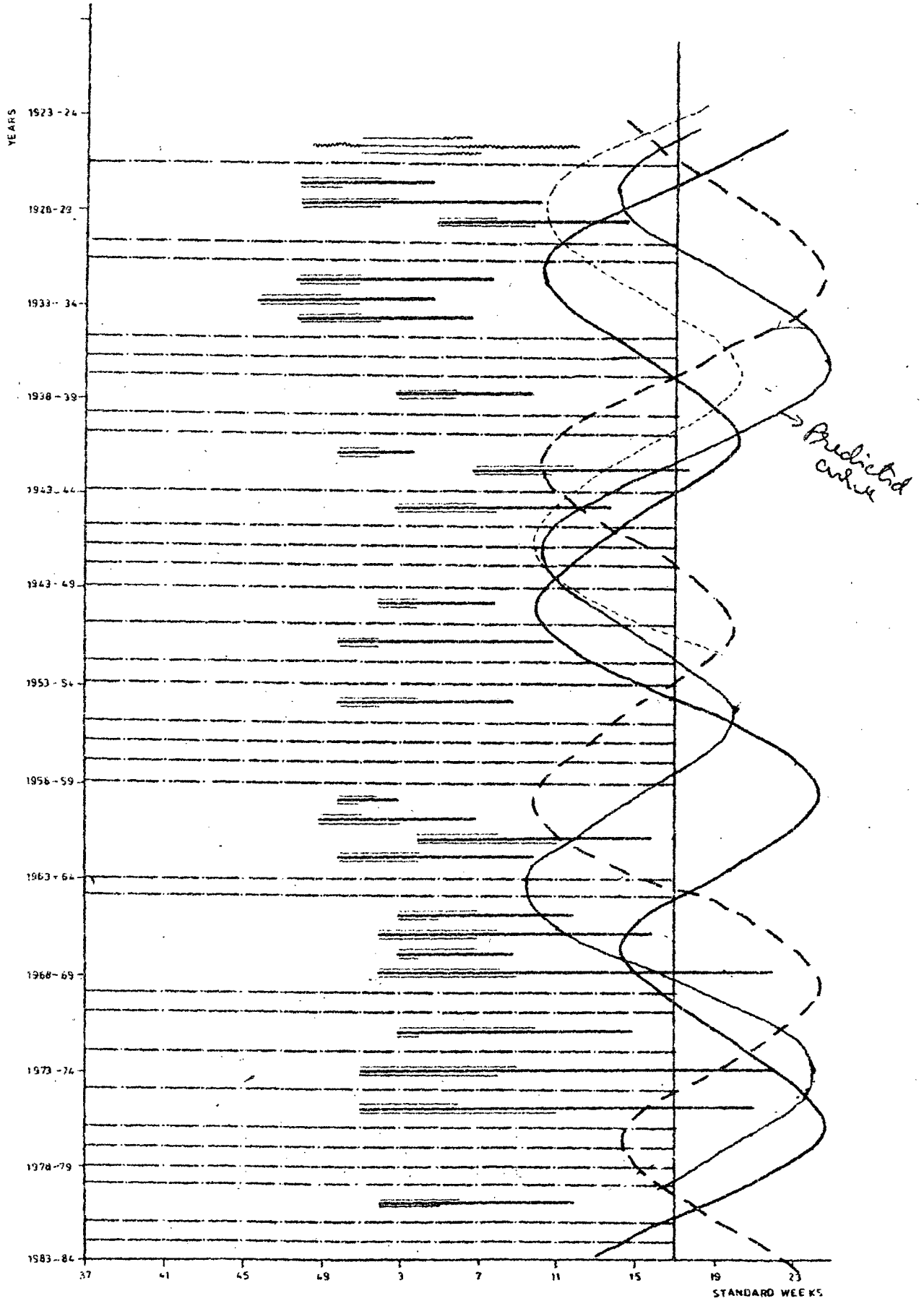
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MORRUMBENE



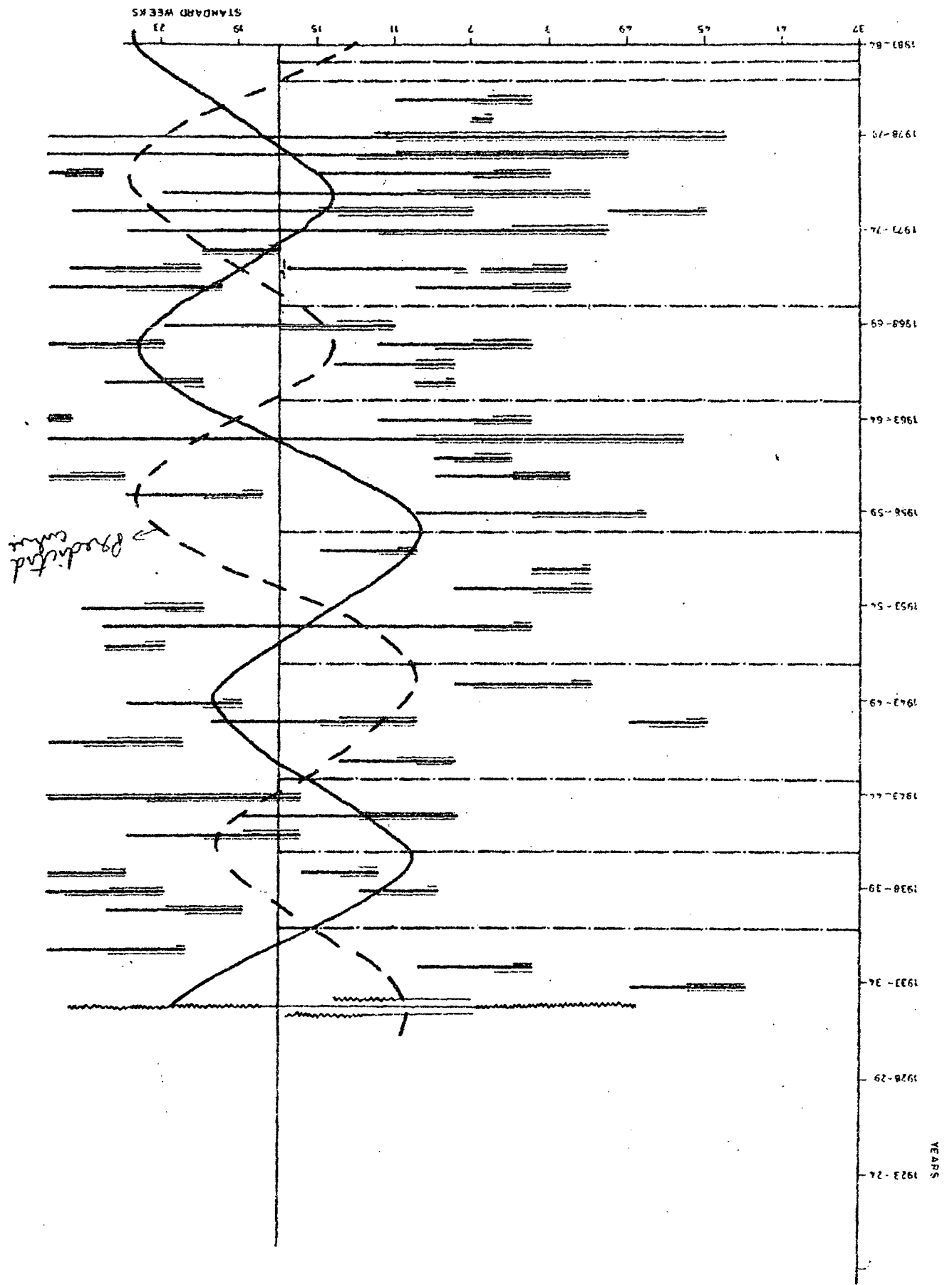
158  
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR NHACOONGO



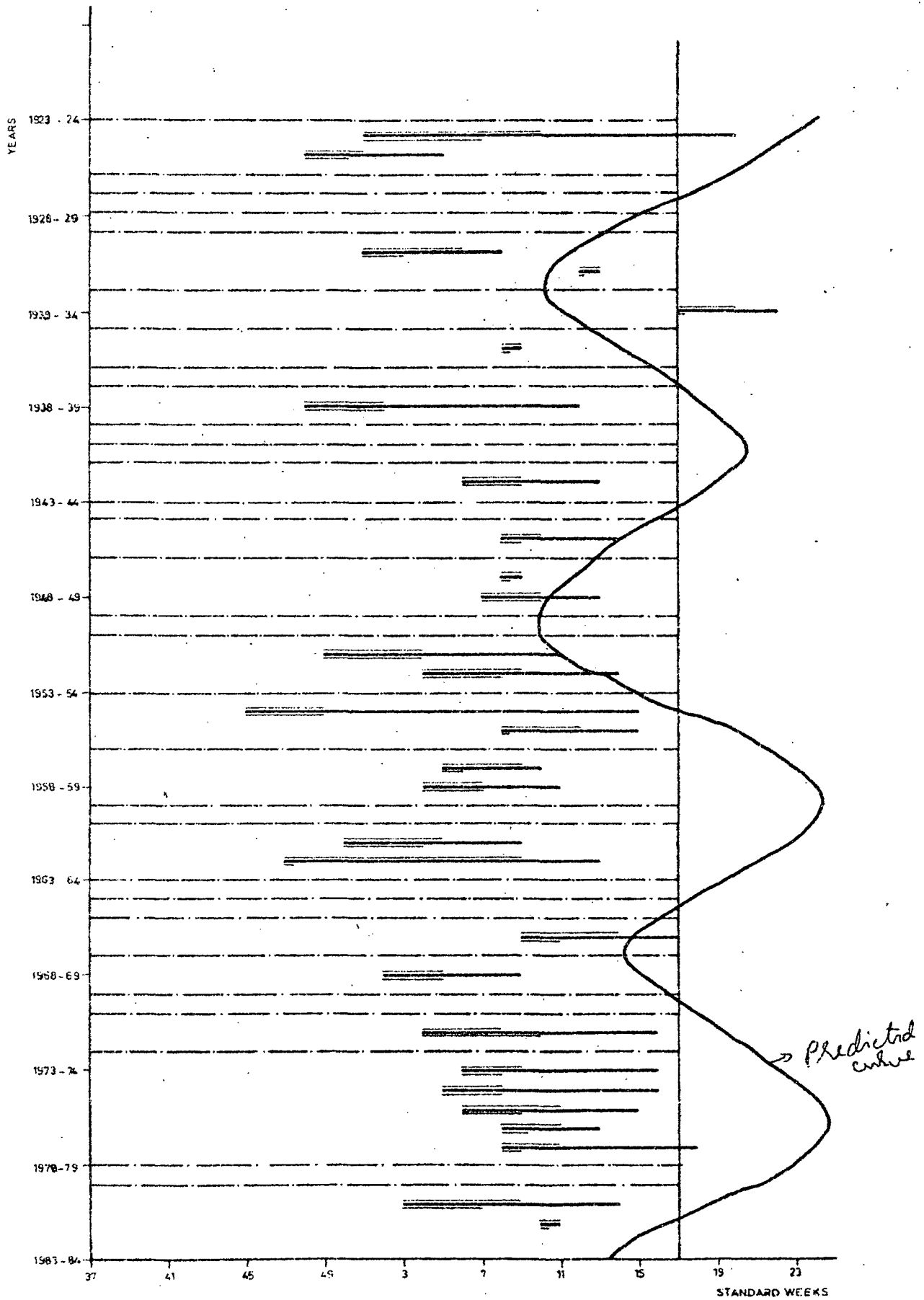
SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR PANDA



SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR QUISSICO

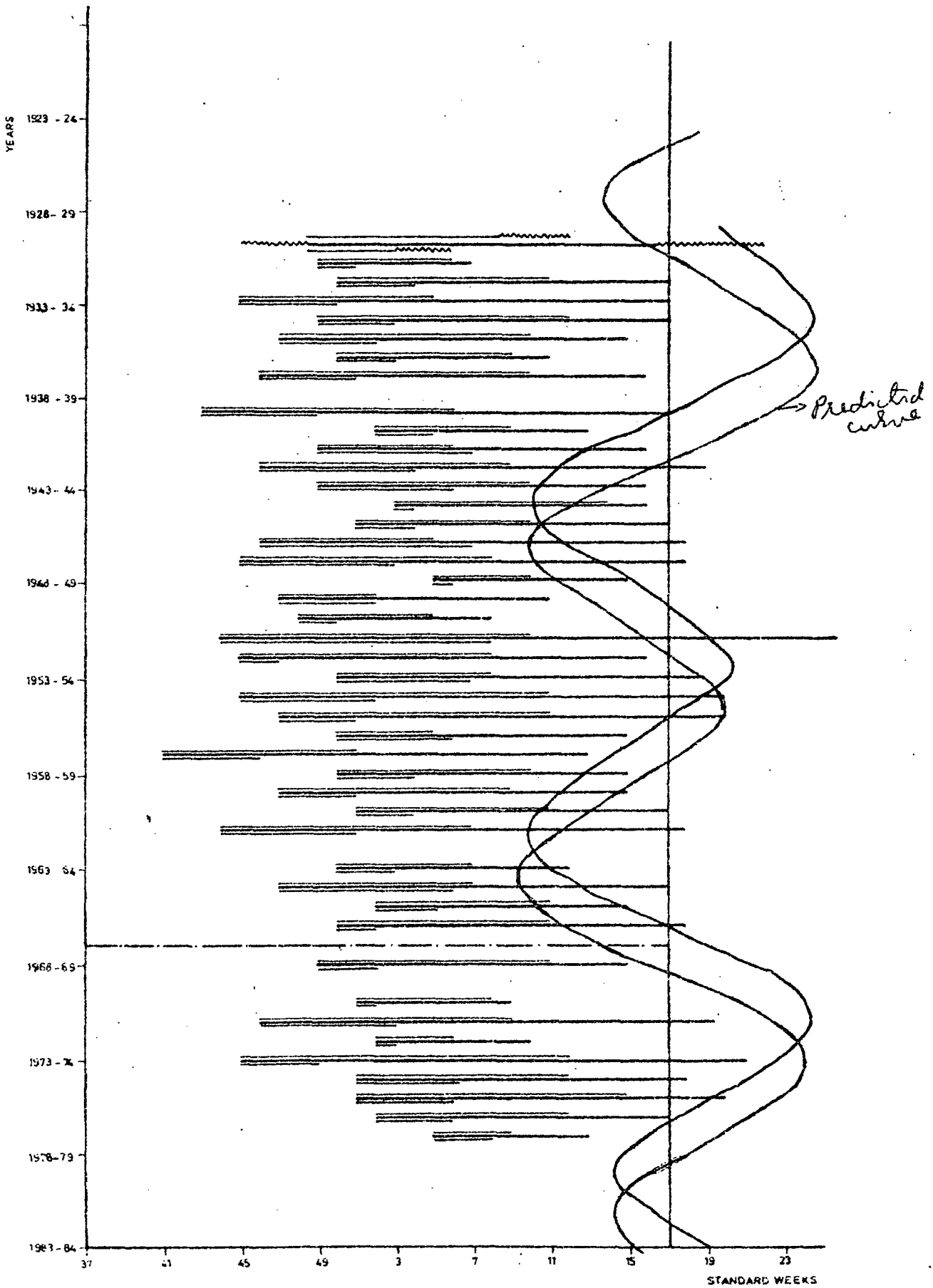


### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR VILANCULOS

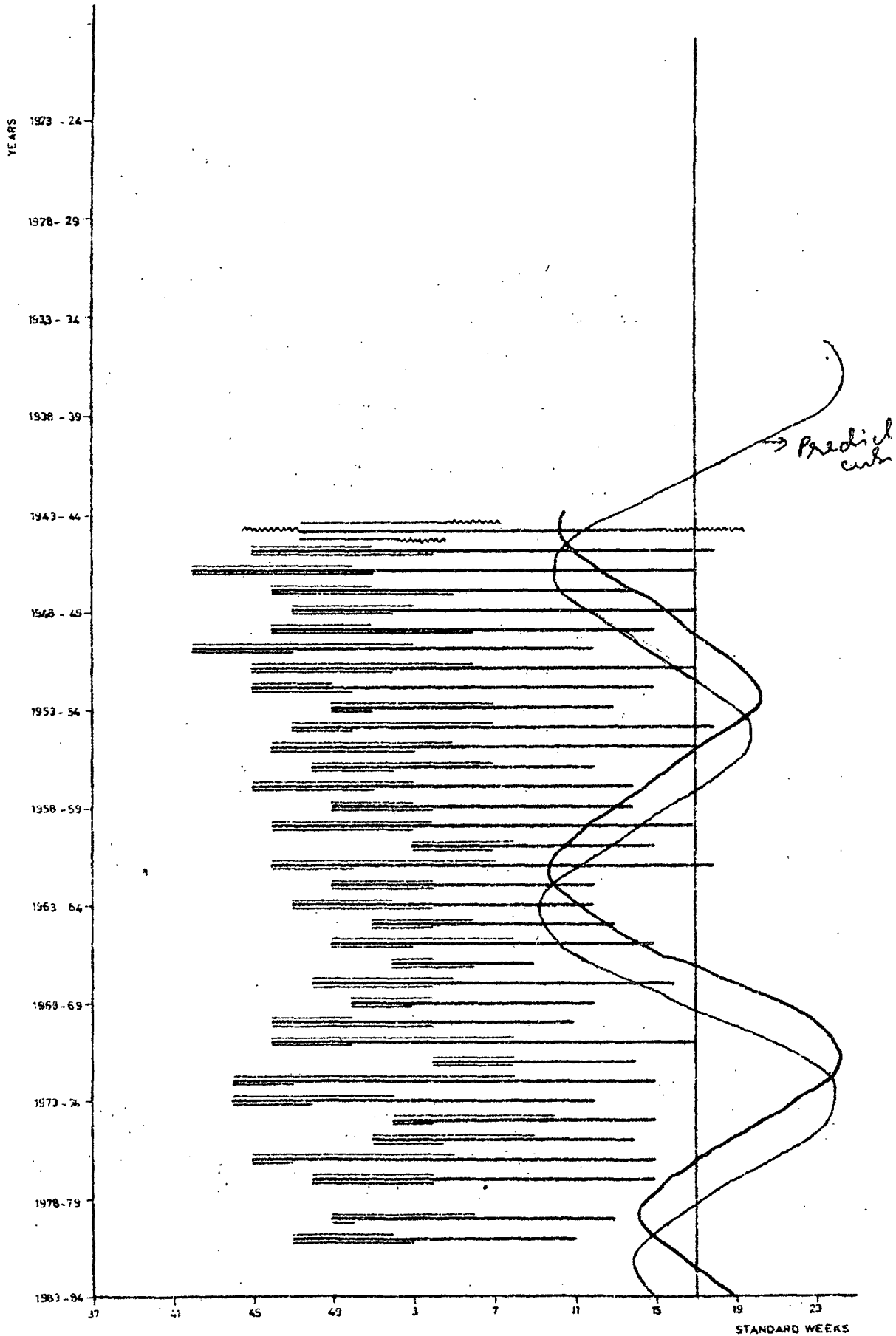




# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR ESPUNGABERA

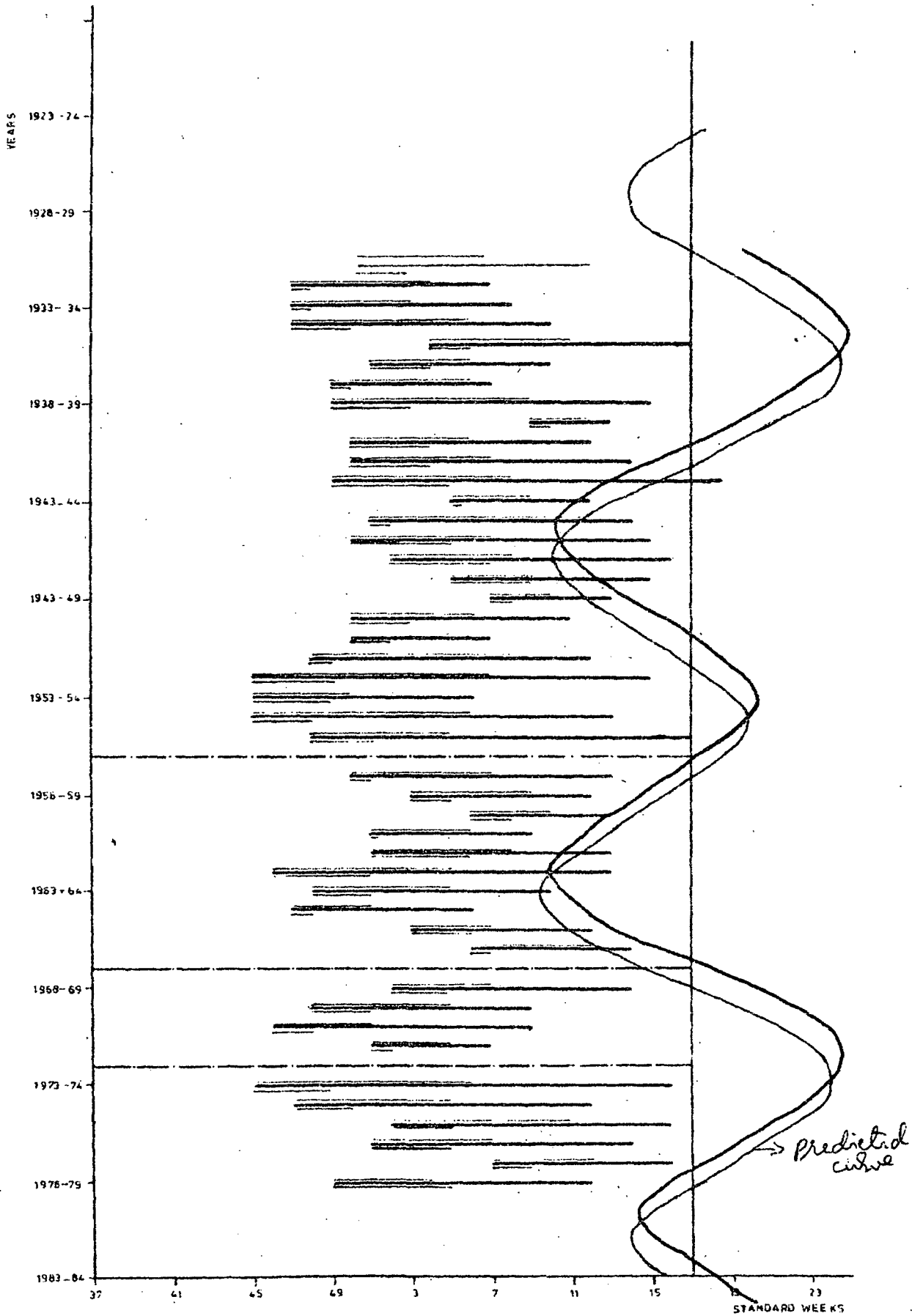


# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MESSAMBUZI

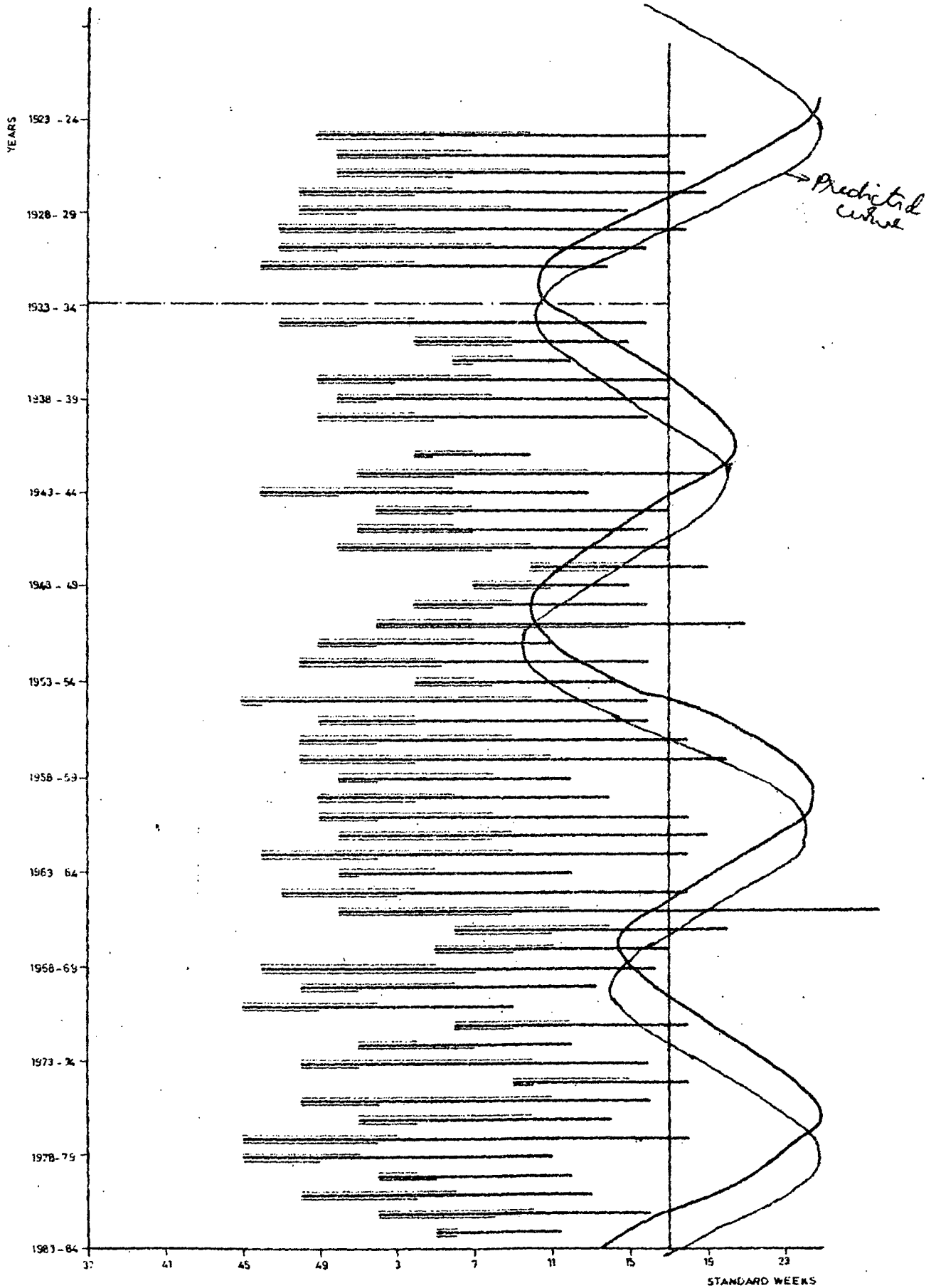


STANDARD WEEKS

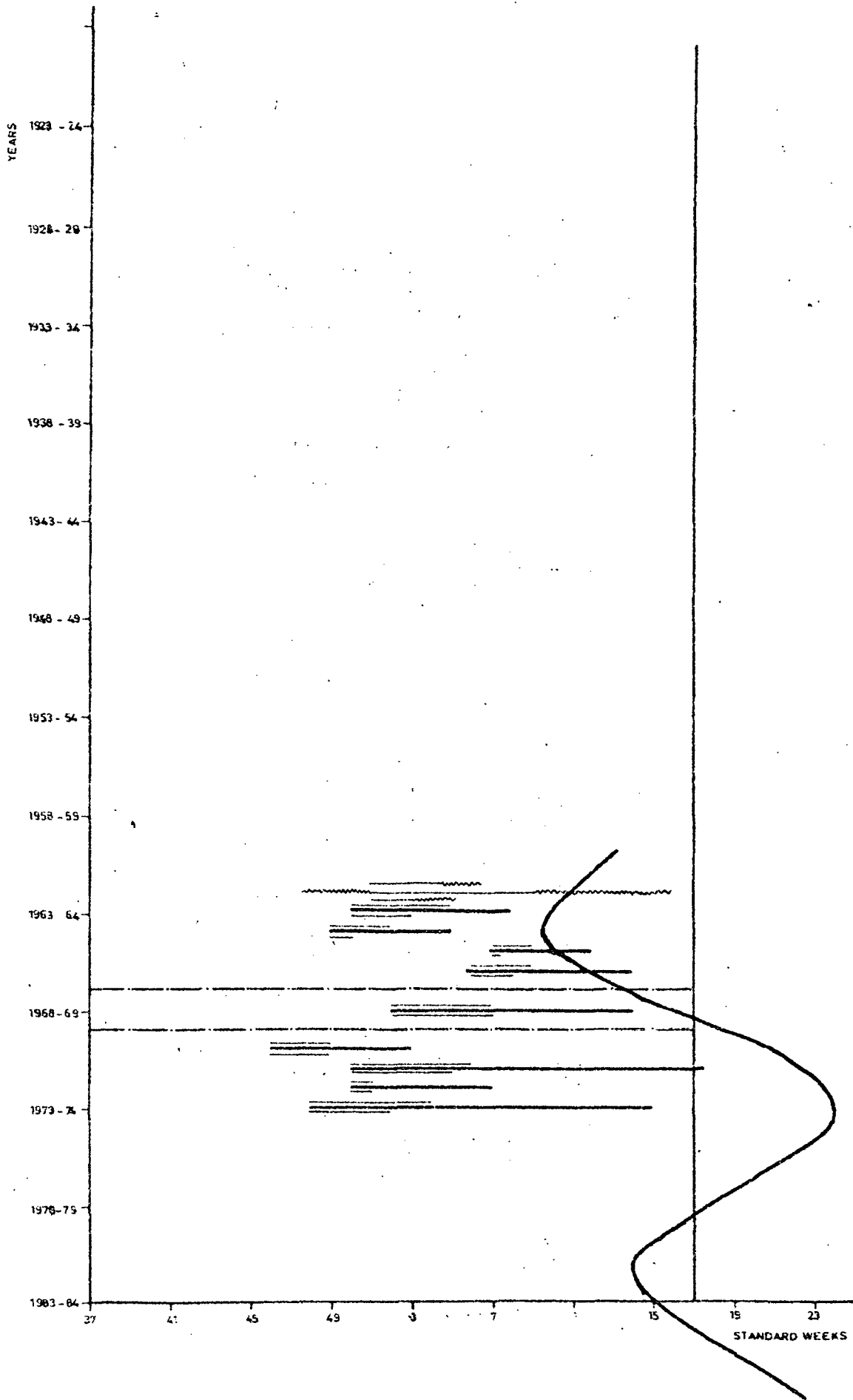
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR VILA PERU (CHIMOIO)



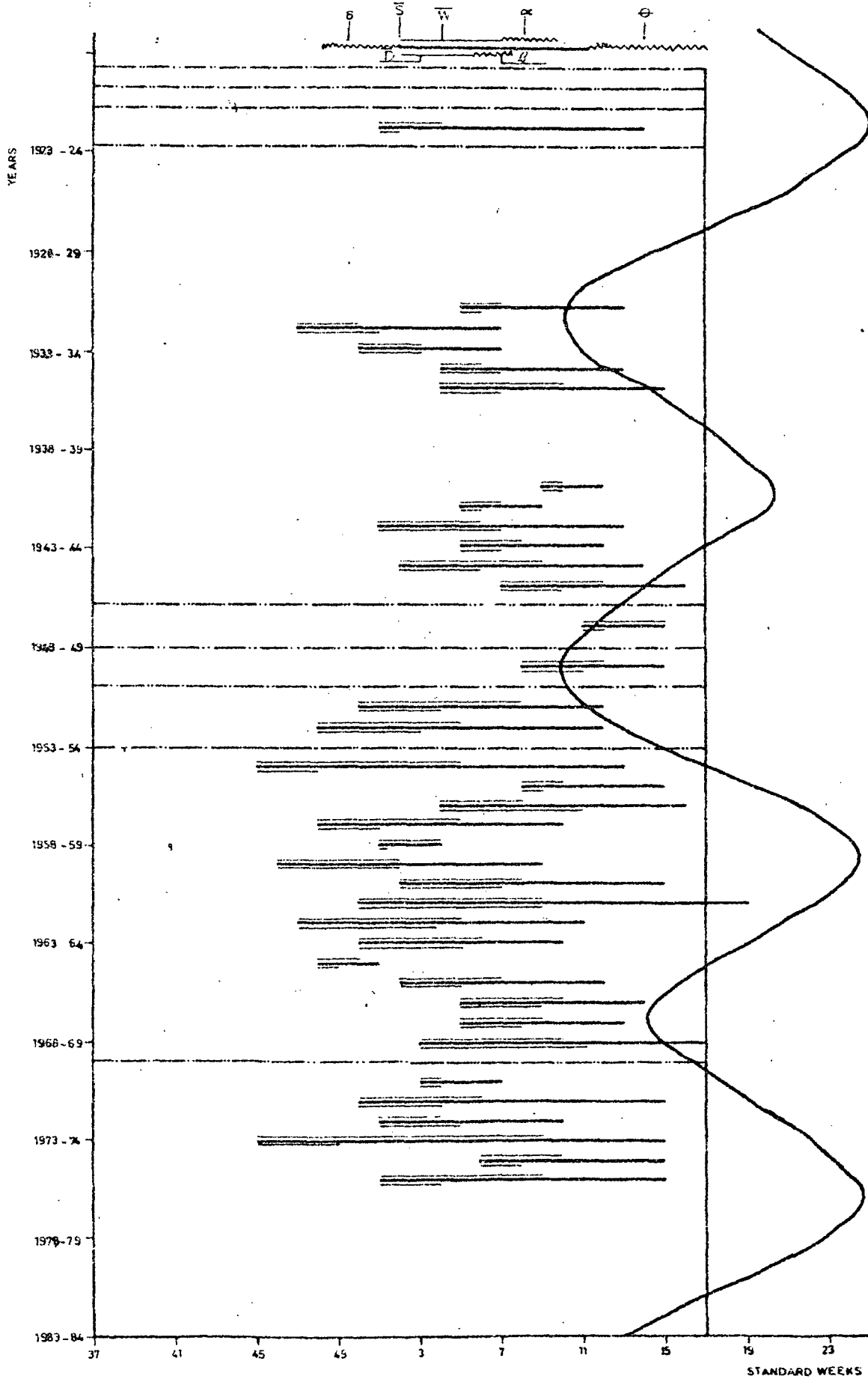
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR BEIRA



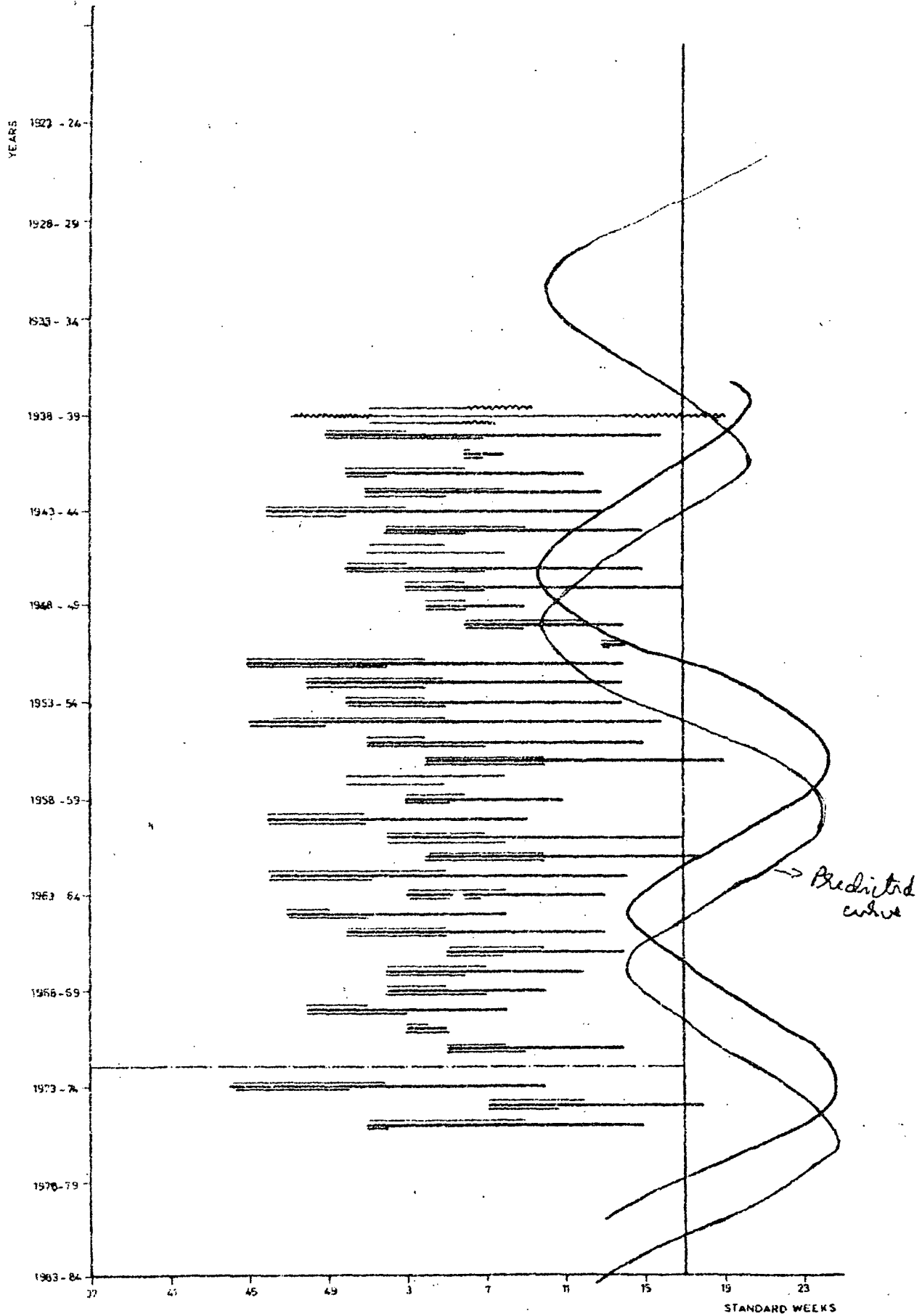
# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR MUCHEVE



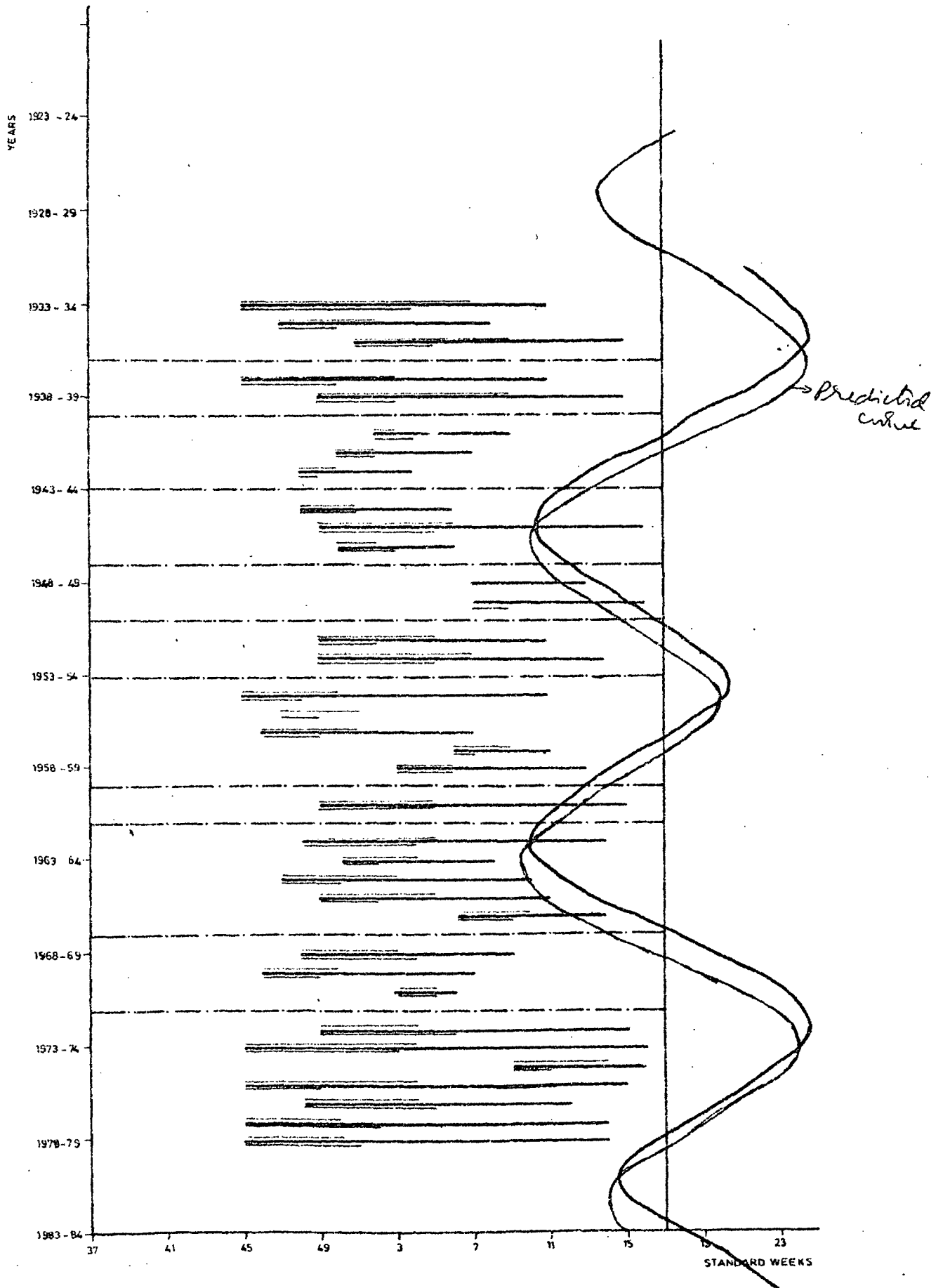
### SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR NOVA SOFALA



# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR VILA GUILHERME DE ARRIAGA



# SEASONAL PATTERNS OF AGROCLIMATIC VARIABLES FOR VILA MACHADO





# SÉRIE TERRA E ÁGUA

DO INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRONÓMICA

---

COMUNICAÇÃO No. 24

---

## Sistemas de Agricultura Sugeridos e os Riscos Associados Calculados para Sudoeste de Moçambique

Usando a Técnica de Transferência Agro-climática Análoga

S. Jeevananda Reddy

1985  
Maputo, Moçambique

INDICE

	Pag.
INDICE	170
RESUMO	174
1 INTRODUÇÃO	175
2 DADOS E ANÁLISES	177
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	180
3.1 Geral	180
3.1.1 Zonas Climáticas	180
3.1.2 Variações cíclicas climáticas	180
3.1.3 Altitude	181
3.1.4 Capacidade dos solos na retenção de água (AWC)	-181
3.1.5 Período de temperaturas de baixo nível	181
3.2 Probabilidades Iniciais de pluviosidade relativa	182
3.3 Variáveis Agroclimáticas	184
3.3.1 O Início da sementeira na época das chuvas	-185
3.3.2 A média existente do período efectivo	190
3.3.3 A humidade média e o período seco dentro do período de chuvas efectivo existente	193
3.3.4 A percentagem de quebra de cultura-anos	196
3.4 Zonas climaticamente propícias para agricultura de regadio	197
4 SISTEMA DE AGRICULTURA SUGERIDO E O SEU RISCO ASSOCIADO	-202
4.1 Zona Árida	203
4.2 Zona Sub-húmida	203
4.3 Zona Semi-Árida	204
4.3.1 Áreas altamente incertas (Sub-zona 1)	204

4.3.2	Áreas incertas (Sub-zona 2)	207
4.3.3	Áreas certas (Sub-zona 3)	214
5	PADRÕES DE RISCO	215
5.1	O Risco Associado à Estabilidade do Início das Chuvas Efectivas	215
5.2	O Risco Associado ao Excesso de Água	216
5.3	O Risco Associado às Secas	217
5.4	Sugestões para a Redução do Risco	218
6	SUMÁRIO E CONCLUSÕES	219
	Agradecimentos	221
	Referências	65
	Índice de Quadros	171
	Índice das Figuras	171
	Índice dos Apêndices	173

#### ÍNDICE DE QUADROS

1	Trabalho das redes meteorológicas e os dados do período usado nas análises	6
2	Sistemas de Agricultura sugeridos sobre o Sudoeste de Moçambique	43
a)	Padrões de cultura e cultivo	
b)	Alguns outros componentes do sistema de agricultura	

#### ÍNDICES DE FIGURAS

1	Lista de localidades usadas nas análises - Zona Sul de Moçambique	5
---	---	---

	Pag.
2 Mapa de Altitude - Sudoeste de Moçambique	11
3 Média existente da capacidade de água dos solos - Sudoeste de Moçambique	12
4 Distribuição espacial dos períodos com a baixa de temperaturas - Sudoeste de Moçambique	14
5 Distribuição espacial da média semanal do início da sementeira na época chuvosa e os seus desvios standard - Sudoeste de Moçambique	22
6 Distribuição espacial da média existente do período de chuvas efectivo e o seu coeficiente de variação - Sudoeste de Moçambique	26
7 Distribuição espacial do período médio de humidade no período existente de chuvas efectivas e os seus desvios standard - Sudoeste de Moçambique	30
8 Distribuição espacial da média de períodos secos no período existente de chuvas efectivas e os seus desvios standard - Sudoeste de Moçambique	31
9 Distribuição espacial das zonas tradicionais - Sudoeste de Moçambique	32
10 Distribuição espacial da percentagem da quebra da cultura - Sudoeste de Moçambique	34
11 Zonas "Climaticamente propícias" para a agricultura de regadio - Sudoeste de Moçambique	37
12 Distribuição espacial das zonas propícias ao cultivo da mandioca - Sudoeste de Moçambique	40
13 Distribuição espacial das zonas agroclimáticas - Sudoeste de Moçambique	41

ÍNDICE DOS APÊNDICES

I	Probabilidades iniciais de pluviosidade relativa em 51 localidades do Sudoeste de Moçambique	67
II	Padrões sazonais das variáveis agroclimáticas de 51 localidades do Sudoeste de Moçambique	119

## RESUMO

O objectivo principal deste estudo é caracterizar o risco associado com a agricultura de sequeiro sobre o Sudoeste de Moçambique a 20 graus S Lat. Neste estudo foram utilizados dados climáticos semanais para 51 estações meteorológicas. As análises foram efectuadas utilizando a técnica agroclimática, análoga à do Autor. Na interpretação dos resultados foram também utilizadas informações sobre as probabilidades de pluviosidade relativa e os ciclos climáticos.

A área em estudo, apresenta uma elevada independência em ambos os períodos, no início e final das chuvas. Apresenta também grandes diferenças regionais.

As regiões ao longo da costa, particularmente, a zona central à volta de Nhacooongo, Kai-Kai, apresentam variações muito altas, realçando a importância de uma cuidadosa planificação do período de plantio. Isto é considerado como um dos maiores riscos, factor que influencia significativamente a produção da agricultura de sequeiro. Em geral, o início do período chuvoso demonstra a relação com o ciclo de pluviosidade: Isto é, começam cedo durante a média acima do ciclo de pluviosidade e começam tarde durante a média abaixo do ciclo de pluviosidade.

O segundo risco é o mais importante, é a possibilidade de quebra da cultura de sequeiro. Mais de 50% de experiências na área elevado risco ou quebra (50%).

O risco é alto durante o ciclo abaixo da média de pluviosidade e baixo no ciclo acima da média de pluviosidade. Contudo, a maior parte da área com alto risco parece climaticamente própria para a agricultura de regadio. Originado por ocorrências frequentes de água, o terceiro risco apresenta um padrão alto regional. Este factor não só se refere ao problema de excesso de água mas também à erosão do solo de selecção de culturas.

Baseado na analogia da transferência de tecnologia específica de localidade consultada a partir da técnica análoga, sugere-se o sistema de agricultura mais apropriado no qual os três riscos acima mencionados poderão ser minimizados.

Os resultados, proporcionarão a base para o plano regional e apoiam o programa de melhoramento da cultura, além de caracterizar o risco.

O aspecto do risco, em terras de rendimento previsto, para a identificação do sistema de Agricultura será abordado na fase II deste estudo.

## 1 INTRODUÇÃO

O objectivo principal deste estudo é caracterizar os riscos associados com a agricultura de sequeiro no sudoeste de Moçambique.

O clima é o principal factor de impedimento para a produção de agricultura nos tropicais sazonais secos. A incontro lável "natureza" do clima torna isto mais importante. Nos tró picos, excepto o clima apresenta variações elevadas da pluvio sidade no espaço e no tempo. Assim a produção da agricultura de sequeiro, apresenta também uma variedade elevada sobre o espaço e tempo. O camponês, através da sua longa experiência, tem adaptado as culturas/sistemas de cultivo mais apropriados e os seus sistemas de produção são nitidamente homestatic e persistem nos rendimentos estáveis, mas baixos. Neste caso o objectivo é reduzir de ano para ano, a variação de rendimento da cultura, mas não otimizar o rendimento ou o lucro; uma con sideração importante na presente situação é o aumento impulsivo de população por área/unidade cultivada.

Os cientistas agrónomos estão a tentar desenvolver novas tecnologias para o melhoramento da produção de agricultura de sequeiro através do melhoramento da semente/ou práticas de manejo: tudo, referente ao sistema de agricultura melhorado.

Aqui, sob as condições climáticas dadas, devem-se colocar dois factores importantes, nomeadamente: qual é o mais apropriado? E quais os seus riscos associados?

Os cientistas agrónomos, através das suas experiências no campo, têm encontrado certas características de clima que se relacionam com o risco na produção de agricultura de sequeiro. Estas incluem:

- . Variações no período do plantio
- . Quebra da cultura devido à mistura de solo inadequada
- . Redução do rendimento devido ao excesso de água.

Existem inúmeros outros fenómenos locais, somados a este fenómeno regional tais como: geada, granizo, chuvas intensas, tempestades, etc., que influenciam a produtividade da cultura. Contudo, os fenómenos regionais são mais importantes no plano regional.

O nível do risco, varia de acordo com o tipo de sistema da agricultura. Temporariamente, existem diferentes modelos para se avaliar o mesmo tipo de risco, dependendo do interesse do investigador. Por exemplo, a seca meteorológica é diferente da seca hidrológica no entanto ambas são diferentes da seca agrícola. Porém, a consideração principal em qualquer análise de risco agrícola provocado pelo clima, poderá ser para "o que o sistema de agricultura é designado". O objectivo deste estudo, também não é desenvolver um método novo ou rever os modelos já existentes.

A metodologia da FAO (1978) para as zonas agroecológicas, utiliza os registos climáticos mensais na avaliação da aptidão da cultura.

O mês é um período muito longo, quando comparado com a pequena duração da cultura de sequeiro.

Também o limite  $R/PE \geq 0.50$  (onde R e PE são a precipitação e evapotranspiração potencial, respectivamente) representa para a zona de pastagens em vez de para a zona da cultura de sequeiro e a sua proporção com as culturas simples a larga escala mas não os sistemas de agricultura como um todo.

Para se alcançar os objectivos anteriormente referidos, esta metodologia necessita porém de consideráveis modificações.

Contudo a técnica agroclimática análoga de Reddy (1983 a) refere-se a algumas destas apreciações.



Esta técnica foi desenvolvida utilizando os dados da Índia e de mais dois países da África Ocidental, nomeadamente: Senegal e Alto Volta ( Reddy, 1983 b, 1984 a, b) e aplicados ao tropical Austrália ( Reddy & Williams, 1984 , Reddy, 1984). Este método foi também aplicado para algumas áreas seleccionadas em Moçambique.

Assim apresentámos os sistemas de agricultura sugeridos para a agricultura de sequeiro e os seus riscos associados, calculados sobre o sudoeste de Moçambique. Os registos de 51 estações meteorológicas foram utilizados para apoiar esta avaliação adaptando a técnica análoga agroclimática de transferência específica de tecnologia de sequeiro de Reddy ( 1983 a) em conjunto com a probabilidade semanal de pluviosidade relativa e provável ciclo de pluviosidade previsto.

Porém, estes resultados providenciam a base para a planificação regional e proporcionam o melhoramento do programa de cultura, além de caracterizarem o risco. Proporcionam também um inventário agroclimático básico com certas características.

## 2 DADOS E ANÁLISES

Os dados básicos diários de pluviosidade para as 51 estações meteorológicas utilizadas na presente análise (Fig. 1), foram providenciados pelos Serviços Meteorológicos de Moçambique (S.M.M.).

Os pormenores destas localidades juntamente com o período dos dados é apresentado no Quadro 1. Para estas localidades, a média mensal dos dados de evapotranspiração potencial foram estimados segundo o método de Penman (1948) como pormenorizado por Frère (1979). Os valores semanais da evapotranspiração potencial e a evaporação de panela aberta derivam dos valores mensais seguindo o processo apresentado por Reddy (1984 c).

O número de anos, para os quais existem os dados, variam de acordo com a localidade (Quadro 1); 5 localidades têm os dados para menos de 16 anos e para mais de 9 anos, para as 14 localidades existem dados para menos de 30 anos e para 37 localidades os dados são superiores a 30 anos. Também, a rede de trabalho especial das estações não é uniforme (Fig,1). Contudo, as áreas onde

a rede de trabalho é dispersa, existem áreas com clima mais ou menos uniforme ( Reddy, 1984d).

Estas deficiências foram tomadas em consideração.

As informações básicas sobre a variação do terreno (Fig. 2) e a capacidade média de água existente ( aqui e adiante referida por AWC ) para a maioria de tipos de solos da região (Fig. 3) foram tiradas de Reddy (1984 d) e de Reddy e Vermeer (1984) respectivamente.

O período com a) média mensal de temperatura inferior a 20 graus C, e b) média mínima de temperatura inferior a 18 graus C, foram previstos para cada uma das 51 localidades. Isto é apresentado na Fig. 4. Estes limites são considerados como os limites mais baixos para o crescimento da cultura de sequeiro nos trópicos, abaixo da qual o crescimento pode ser afectado significativamente. Na Fig. 4, também está representada a média mais alta máxima e a média mais baixa da temperatura mínima.

Esta informação providencia as possíveis condições extremas da média de temperatura. As probabilidades iniciais de  $R/A > 0.03, 0.07$  e  $1.00$  ( onde  $R$  e  $A$  representam a pluviosidade semanal e a evaporação de panela aberta (malha coberta), respectivamente foram computarizadas e apresentadas no Apêndice I para as 51 localidades. Os três limites representam os valores erráticos da necessidade de água para as culturas de sequeiro respectivamente no estado inicial, vegetativo, reprodutivo e de florescimento. Os detalhes deste assunto são fornecidos por Reddy ( 1984 c ).

As variáveis agroclimáticas foram estimadas utilizando os dados de pluviosidade semanal e o evapotranspiração potencial utilizando a metodologia de Reddy ( 1983 a ). O período de chuvas efectivo, define-se como o período no qual existe o fornecimento de uma mistura adequada para a cultura de sequeiro numa base contínua havendo no início deste período, chuvas suficientes para a sementeira.

A estação da sementeira é a soma do período de chuvas efectivas e o período que existe entre a mistura de solo conservada no fim do período de chuvas efectivas que variam de acordo com a capacidade de solo na estação das chuvas.

Se o período de chuvas efectivas é menor do que o período mínimo de necessidade de água (equivalente à duração da fase vegetativa da cultura) então aquele ano é considerado como um ano de cultura fracassada.

As semanas de alta e de baixa pluviosidade no período efectivo de chuvas são caracterizadas respectivamente por períodos húmidos e secos. Todos estes parâmetros são obtidos para tantos anos quantos os dados semanais de pluviosidade existentes, e a partir destas médias e variações (variação standard e/ou coeficiente de variações) para o período de chuvas efectivas, foi previsto o início da sementeira, períodos húmidos e secos e finalmente a percentagem da quebra anual de cultura. Isto é apresentado desde a Fig. 5 à Fig. 8 & 10. Para as 51 localidades, os padrões sazonais destas variáveis são apresentados no Apêndice II. Estes gráficos apresentam também o provável ciclo climático derivado desde os dados de pluviosidade anual (em preparação). A Fig. 9 representa as zonas tradicionais de cultura como definidas por Reddy (1984 d) utilizando os dados de Carmalho (1969).

Utilizando as zonas em perigo como a Fig. 10 em conjunto com as probabilidades de padrões de pluviosidade, foram definidas e apresentadas na Fig. 11, seis zonas que são climaticamente próprias para a agricultura de regadio.

A Fig. 12 apresenta as maiores zonas climáticas. Para cada uma destas zonas de cultura/cultivo sob a) baixa e acima da média do ciclo de pluviosidade e b) sob solos de textura pesada, foram obtidos resultados, utilizando o processo de Reddy (1984 a,b).

Derivado disto, as características da probabilidade de pluviosidade foram também utilizadas onde necessário. Estes resultados são fornecidos nos quadros 2a e 2b. O quadro 2a inclui também a aptidão da cultura para a mandioca e algumas árvores. A mandioca e algumas árvores foram separadas das outras culturas devido às diferenças no ciclo de crescimento e ao tempo de plantio. O Quadro 2b apresenta as estratégias de manejo para o sistema de cultivo apresentado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Geral

##### 3.1.1 Zonas climáticas

A maioria da área em consideração é classificada como trópicos semi-áridos, especificamente como trópicos secos semi-áridos de acordo com a aproximação modificada de Thornthwaite.

Pequenas áreas ao longo da costa e à volta de Espungabera são classificadas como sub-húmidas e a pequena área à volta de Pa-fúri está classificada como zona árida (Reddy, 1984 d). A área em estudo mostra uma considerável independência em termos da ocorrência de pluviosidade, tanto dentro como entre as estações, com a possibilidade da maior parte da chuva ocorrer com períodos intensivos (na maioria dos anos, um ou mais períodos de chuva com mais de 100 mm/semana é uma característica comum).

##### 3.1.2 Variações cíclicas climáticas

Os dados anuais de pluviosidade apresentam a variação cíclica com altos e baixos ciclos de pluviosidade alternados (este relatório está em preparação). O ciclo observado tem um comprimento de onda de 54 anos (e os seus submúltiplos). A curva integrada prognosticada indica 27-anos período de baixa média seguido por 27-anos período da acima média de pluviosidade.

A meio do período de cada 27-anos, ciclos de períodos de 5-anos indicam o padrão oposto.

Estes padrões prognosticados estão representados no Apêndice II em conjunto com padrões sazonais de variáveis agroclimáticas - curva sólida no lado direito do gráfico. O objectivo de incluir estes padrões é para se compreender se existe algum comportamento sistemático de variáveis agroclimáticas com variações cíclicas observadas na média anual de pluviosidade, o que irá facilitar uma melhor interpretação das relevâncias agronómicas.

Estes padrões indicam também que os 27-anos, baixa média do ciclo de pluviosidade iniciado em 1981 - 85 nas estações costeiras; isto está previsto para se iniciar por altura de 1990-93 nas estações interiores. Contudo, 1981-85 corresponde à baixa

média 5-anos, segmento do ano 27, ciclo de pluviosidade acima média.

Do Apêndice II pode ser concluído que, no geral, as chuvas efectivas, começam mais cedo do que a média durante a média acima do ciclo de pluviosidade e também o risco é menor durante o mesmo período; no entanto na média baixa do ciclo de pluviosidade, as chuvas efectivas são mais tardias do que a média, com um risco alto.

### 3.1.3 Altitude

A maior parte da área em estudo está abaixo de 200 m de altitude (Fig.2). Apenas pequenas áreas à volta da fronteira da África do Sul e à volta de Espungabera estão a mais de 400 m. Existem também pequenas áreas à volta de Funhalouro acima de 200m.

### 3.1.4 Capacidade dos solos na retenção de água (AWC)

AWC define-se como a capacidade máxima de água existente para a cultura de sequeiro nos trópicos, nos primeiros 1,8m de solo, quando o solo está completamente saturado. Isto varia de acordo com o tipo de solo (estrutura/textura), profundidade do solo e parcialmente com o declive do solo. A Fig.3 apresenta a média de AWC para a maioria de solos da região.

Da Fig. 3, conclui-se que cerca de 50% da área, tem a AWC menor que 100m. Algumas áreas ao longo dos leitos dos maiores rios apresentam solos com a AWC de 200 mm, cujos valores em termos da produção da cultura é alto.

Cerca de 25% da área apresenta solos com a AWC menor que 50 mm, principalmnt ao longo da costa e ao longo da fronteira da África do Sul, cujo valor da produção da cultura é considerado como baixo.

### 3.1.5 Período de temperatura de baixo nível

O limite mais baixo de temperaturas para as culturas de sequeiro nos trópicos é de cerca de 20 graus C para a média

mensal e de 18 graus C para a média mínima mensal. A figura 4 representa os períodos baixos da temperatura mínima com a média mais alta da temperatura máxima mensal e a média mais baixa da temperatura mínima mensal. Algumas características deste mapa são:

Na maioria das localidades a média mensal de temperaturas médias é menor que 20 graus C durante Junho/Julho/Agosto. Durante Abril/Maio-Setembro/Outubro na maioria das localidades, a média mensal de temperaturas mínimas é inferior a 18 graus C, contudo estes períodos são mais longos nas áreas elevadas dado que a temperatura diminui proporcionalmente com o aumento da altitude.

A nível do solo, a média mensal de temperatura é superior a 20 graus C mas geralmente inferior a 28 graus C; durante os principais meses, as temperaturas médias são superiores a 18 graus C mas geralmente inferiores a 24 graus C. Pode-se dizer, mais precisamente que durante os principais meses de chuvas, estas temperaturas estão à volta de 24 e 27 graus C e 19 - 22 graus C respectivamente.

Estas distâncias apresentam um espaço óptimo para as culturas de sequeiro (Nix, 1981). Durante os períodos de temperaturas baixas, existem diferenças consideráveis nos valores mais baixos registados desde o Norte até ao Sul. Porém para as culturas de Inverno também é muito importante considerar a temperatura quando se faz a selecção das culturas. Contudo as espécies de Inverno são tolerantes a médias de temperaturas inferiores a 20 graus C (Nix, 1981). Durante a cultura de Verão, a produtividade da mesma não é limitada pela temperatura, nem mesmo a energia a nível do terreno.

### 3.2 Probabilidades Iniciais de Pluviosidade Relativa

O apêndice apresenta os gráficos de probabilidades iniciais de pluviosidade relativa para 51 localidades. Neste conjunto de gráficos o eixo horizontal representa as semanas standard e o eixo vertical representa a probabilidade em percentagem. As três curvas desde o topo até à base representam as probabilidades de padrões para os três limites críticos de

R/E  $\geq$  0.33, 0.67 & 1.00 respectivamente.

A probabilidade de 50% na semana 48 no topo da curva, significa que em 5 dos 10 anos R/E excede 0.33 na semana 48.

Se estas curvas sobem bruscamente no início e descem bruscamente no final, significa que o início e o fim das chuvas efetivas estão altamente dependentes. Se a curva tem apenas um ligeiro declive, a dependência diminui proporcionalmente. Se existem algumas depressões, significa que existem possibilidades de períodos curtos de seca.

Os gráficos no Apêndice I apresentam padrões relativamente diferentes tanto em termos de duração como o nível de probabilidades no Verão e no Inverno. Destes gráficos está visto que as chuvas de Inverno estão surpreendentemente separadas das chuvas de Verão por um período curto de seca.

Estas características têm influência significativa na avaliação do risco associado com a produção da agricultura sobre o sudoeste de Moçambique.

De forma a apoiar tais análises, a área em estudo está dividida primeiramente em duas zonas utilizando a duração provável das chuvas de Verão como:

- a - curto;
- b - longo prazo.

Estas áreas por sua vez, estão divididas em quatro sub-zonas utilizando o nível de probabilidades de pluviosidade relativa de R/E  $\geq$  0.33 como:

Nível de Probabilidade de Pluviosidade Relativa* %		
Sub-zonas	Verão	Inverno
I	< 40	< 20
II	> 40	< 20
III	> 40	20-30
IV	> 40	> 30

\* R/E  $\geq$  0.33

Estas interferências foram utilizadas na última secção para a explicação da prática de zonas de irrigação. No geral, as probabilidades de pluviosidade são mais úteis para o plano da escala local com previsão para as necessidades de irrigação ou para estabelecer um esquema do processo de irrigação.

Estes gráficos poderiam ser usados para se interpretar o período chuvoso e as suas variações como uma primeira aproximação.

### 3.3 Variáveis Agroclimáticas

Existem 9 variáveis agroclimáticas que estão relacionadas com a estimativa do sistema de produção da cultura nomeadamente:

- $\bar{G}$ : A média do período de chuvas efectivas em semanas (o período de crescimento é a soma de  $\bar{G}$  + período existente para o crescimento desta mistura de solo conservada depois do fim das chuvas efectivas e varia de acordo com AWC do solo. Isto define o padrão de cultura).
- C: O coeficiente de variação do período existente de chuvas efectivas em % (isto define a dependência e/ou variação do período existente de chuvas efectivas sobre os anos, que relacionam a dependência do padrão de cultivo).
- $\bar{W}$ : A média numérica de semanas húmidas no período existente de chuvas efectivas em semanas (isto define a possibilidade de ocorrência de fortes chuvas no período específico existente de chuvas efectivas que se relaciona com a erosão do solo, saturação de água, prática do desperdício e por vezes dias existentes de trabalho de campo, identificação das culturas, manejo das necessidades terra/água).
- $\sigma$ : O desvio standard de semanas-humidade (define a variação de períodos de humidade sobre o tempo



relacionado com a intensidade das características dos sistemas de agricultura acima mencionados).

- $\bar{D}$ : A média numérica de semanas de tempo seco, no período de chuvas efectivas (define a possibilidade da ocorrência de períodos secos no período específico existente de chuvas efectivas).
- $\beta$ : O desvio standard para as semanas de tempo seco (define a variação de períodos secos no período existente de chuvas efectivas sobre o tempo).
- $\bar{S}$ : A semana média do início do tempo da sementeira na semana no.
- $\delta$ : O desvio standard do início do tempo da sementeira nas semanas (define a variação no tempo de plantio sobre os anos relacionados como perigo de plantação, prática de sementeira mecanizada, etc.).
- A: A percentagem de quebra de cultura no ano ou o perigo da agricultura de sequeiro em % (define o risco associado com o sistema de agricultura específica).

### 3.3.1 O Início da Sementeira na Época Chuvosa

#### 1) Prática de Plantio

Isto não só se refere à semana média do começo da época de sementeira mas também às suas variações. As técnicas da sementeira de sequeiro aplicadas antes das chuvas, podem vencer até certo ponto estas dificuldades. Isto é muito importante com a plantação mecanizada.

A sementeira de sequeiro antecipa o início das chuvas por alguns dias e as sementes germinam com as primeiras chuvas. É prático apenas quando "no início da época das sementeiras as chuvas são estáveis ao longo dos anos, i.e. deve ser pequeno. O perigo da região para a sementeira de sequeiro é caracterizado por:

Zonas de Prática de Sementeira de Sequeiro	Limite (S, Semanas)
Altamente favorável	$\leq 1.5$
Moderadamente favorável	1.5-2.0
Favorável	2.0-3.0
Perigosa	3.0-6.0
Altamente Perigosa	$> 6.0$

Estas distâncias aplicam-se também ao perigo do plantio ou à prática dos níveis do plantio mecanizado.

Na presente área em estudo, as primeiras duas sub-zonas (altamente favoráveis e moderadamente favoráveis) não estão consideradas. A maioria da área está incluída nas duas últimas sub-zonas (Perigosa e Altamente Perigosa) (Fig.5).

Em geral, em solos de textura leve, pratica-se habitualmente o plantio tardio que é depois de boas chuvas (chuvas que preenchem pelo menos os primeiros 30 cm do solo), no caso de solos com textura forte, com uma pequena estação de crescimento nas sub-zonas perigosas é sempre preferível manter o solo em posição durante a primeira parte da estação das chuvas e plantar a cultura mesmo no último período das chuvas (esta prática é conhecida aqui e mais adiante como "estação chuvosa seguida de uma estação pós chuvosa" ou a estação das chuvas seguida de plantio pós estação chuvosa. Esta prática teve sucesso na Índia em zonas de condições climáticas semelhantes. Esta prática não só reduz o risco mas também melhora a produtividade. As práticas do plantio estão generalizadas de acordo com o valor de  $\delta$  tal como se segue:

A) Áreas onde se pratica a sementeira de sequeiro ( $\delta \leq 3$  semanas)

Primeira cultura

i) Em solos de textura leve

No caso da média acima do ciclo de pluviosidade:  
Plantar em duas semanas  $\bar{S} - \delta/2$  e  $\bar{S}$  com boas chuvas particularmente depois da semana quando as

probabilidades iniciais de relativa pluviosidade de  $R/E \geq 0.33$  apresentam uma subida brusca;

No caso da média baixa do ciclo de pluviosidade: Plantar entre as semanas  $\bar{S}$  e  $\bar{S} + S/2$  com boas chuvas.

ii) Em solos com textura forte

Onde se aplica "estação chuvosa seguida de estação pós chuvosa": plantar à volta da semana  $\bar{S} + S/2$  depois da chuva o que facilita a boa germinação. A época adequada para o plantio é o período quando as probabilidades de pluviosidade relativa  $R/E \geq 1.00$  apresentam uma subida brusca;

Onde se pratica a sementeira de sequeiro: plantar nas semanas  $\bar{S} - S$  e  $\bar{S} - S/2$  no caso da média acima do ciclo de pluviosidade antes das chuvas;

Segunda cultura

i) Em solos de textura leve

Mesmo à volta do período onde as probabilidades da pluviosidade de Verão de  $R/E \geq 0.33$  apresenta uma inclinação decrescente ou Abril/Maio que sempre é mais cedo depois das boas chuvas;

ii) Em solos de textura forte

O mesmo que atrás foi descrito mas de preferência antes das boas chuvas.

Nestes casos a boa chuva pode ser definida como: 25 mm de chuva/dia simples ou 30 mm de chuva antes da boa chuva.

B) Áreas onde a sementeira de sequeiro é perigosa ( $S > 3$  semanas):

- i) No caso da acima média do ciclo de pluviosidade a primeira cultura poderá ser plantada entre as semanas  $\bar{S} - S$  e  $\bar{S}$  e a segunda cultura poderá ser plantada à volta do período quando as probabili-

dades da pluviosidade relativa de Verão de  $R/E \geq 0.33$  apresentam uma tendência decrescente ou à volta de Abril/Maio que é sempre mais cedo com a boa chuva. Em solos de textura forte é preferível antes das boas chuvas.

- ii) No caso da baixa média do ciclo de pluviosidade a primeira cultura poderá ser plantada entre as semanas  $\bar{S}$  e  $\bar{S} + 6$  e a segunda cultura poderia ser plantada depois de Abril/Maio com as boas chuvas. Em solos texturalmente pesados é preferível antes das boas chuvas.

No caso da primeira cultura, todas estas práticas de plantio poderiam ser representadas graficamente como se segue.

- Onde o início do tempo das chuvas efectivas não apresenta nenhuma relação significativa com os ciclos climáticos, então (i) em solos de textura pesada planta-se entre as semanas  $\bar{S}-6$  e  $\bar{S}$ . Em solos de textura leve, planta-se entre as semanas  $\bar{S}-5/2$  e  $\bar{S}+6/2$ .

Contudo, o risco na produção da cultura em associação ao tempo de plantio, é muito alto, particularmente em solos pesados onde  $\delta > 3$  semanas. Porém nesta classe é muito importante que o tempo de plantio seja cuidadosamente escolhido, de preferência tendo em conta a situação do tempo no ano, em vez de começar a plantar desde Agosto com muita chuva. Esta prática tradicionalmente seguida não é boa para se obter uma melhor produção, dado que esta prática não utiliza racionalmente os recursos naturais.

#### Plantio da mandioca

As práticas do plantio de mandioca de longa duração ou qualquer outra cultura é diferente da estratégia acima mencionada. A mandioca é uma cultura tolerante à seca. As zonas que lhe são propícias serão discutidas adiante. O plantio poderá ser feito com boas chuvas à volta do período quando as probabilidades iniciais da pluviosidade relativa apresentam uma tendência crescente.

A colheita pode ser feita quando as probabilidades se apresentam muito baixas.

Variação de  $\bar{S}$  e  $\delta$ :

i) Zonas Nordestes: O início da sementeira ( $\bar{S}$ ), indica o atraso desde Norte a Sul; semana 50 - segunda semana de Dezembro em Vila Machado para a semana 2 - segunda semana de Janeiro em Mabote. Contudo, ao longo das regiões elevadas de Messambuzi começa-se muito mais cedo (semana 48 - última semana de Novembro) .

Sobre esta área, o desvio standard do início da sementeira chuvosa é 3-4 semanas, indicando o risco tanto para a sementeira de sequeiro como, para a sementeira mecanizada. Esta variação poderia ser reduzida dividindo os anos em baixo e acima da média do ciclo de pluviosidade dado que as chuvas efectivas começam mais cedo do que  $\bar{S}$  no ciclo da acima media de pluviosidade ou vice-versa (ver Apêndicê II). Assim seguindo estas características cuidadosamente planificadas, ajudará a sementeira de sequeiro ou a sementeira mecanizada em solos de textura pesada que estão presentes nesta área. Isto pode não ser importante para o plantio de arroz ou mexoeira. Estas culturas necessitam de ser plantadas com as primeiras e fortes chuvas. A plantação tardia pode não ser benéfica para o arroz. As práticas de plantio para esta área são como as acima representadas.

ii) Áreas centrais: Excepto nos arredores de Panda (onde as chuvas efectivas podem começar tão cedo quanto a última semana de Dezembro) o início da sementeira na altura chuvosa apresenta um atraso do interior para a costa (semana 1 - primeira semana de Janeiro para a semana 7 - terceira semana de Fevereiro) . Analogamente, o desvio standard do início do período da sementeira chuvosa apresenta um aumento de três a dez semanas do interior para a costa. As práticas de plantio são as acima indicadas.

iii) Área Sudoeste: No geral como nas zonas centrais, esta região indica também o atraso desde o interior para a costa (semana 46 em Namaacha até semana 10 no Bilene). O desvio standard do início do período da sementeira chuvosa apresenta-se também semelhante às áreas centrais, sugerindo que a prática de plantio seja semelhante à área central.

### 3.3.2 A média existente do período de chuvas efectivas

As práticas de cultivo são inicialmente referidas à média existente do período de chuvas efectivas ( $\bar{G}$ ). Contudo, isto é alterado pelas suas variações de coeficientes (C) e o desvio standard do início do período da sementeira na época chuvosa ( $\delta$ ) e AWC. As primeiras duas, referem-se à dependência da estação do crescimento com o tempo. Existem vários tipos de prática de cultura em uso nos trópicos. Algumas destas são as abaixo descritas:

Cultura simples: Dependendo da situação climática o plantio poderia ser feito com o início das chuvas ou mantendo o solo em pousio durante a primeira parte da estação chuvosa e plantar na última fase da estação chuvosa. No último sistema a cultura desenvolve-se principalmente na mistura do solo conservada. Contudo esta prática só será bem sucedida em solos de textura forte e alto AWC com pelo menos 150 mm.

Cultura consociada: Esta é a prática do cultivo de duas ou mais culturas ao mesmo tempo, no mesmo espaço de terra; culturas que sendo plantadas ao mesmo tempo, em vários padrões geométricos são colhidas em períodos diferentes. Aqui a cultura de longa duração é preferível à primeira. A cultura mista é aquela onde a semente de várias culturas é simplesmente espalhada sem padrão geométrico. Contudo vai-se progressivamente deixando de utilizar nestes dias.

Cultura dupla: Na cultura dupla ou de sequência, a primeira cultura é plantada com o início das chuvas efectivas e a segunda é plantada depois da colheita da primeira cultura. Isto significa que existirá suficiente mistu

ra conservada no final da colheita da primeira cultura que estipula a necessidade de água da cultura de curta duração. A mudança de cultura refere-se à prática do plantio da segunda cultura 2-4 semanas antes da colheita da primeira. As regiões que variam com as chuvas iniciais seguem os diferentes tipos de mudança de plantio nomeadamente: plantação da segunda ou terceira ou mesmo de mais culturas depois da primeira cultura quando existem sempre boas chuvas.

A cultura de sequência para ser bem sucedida à primeira cultura deve ter duração  $< 150$  dias, sob a mudança de cultura que pode ser mesmo mais longo que 150 dias.

A duração das culturas varia consideravelmente:

- Pequena ( $< 90$  dias);
- Média (90-120 dias);
- Média-longa (120-150 dias);
- Longa (150-180 dias);
- Muito-Longa ( $> 180$  dias).

Existem também tipos de culturas que são geralmente utilizadas sob longas e irregulares condições de pluviosidade.

A cultura intercalada é preferível quando as chuvas terminais são altamente variáveis; quando as chuvas iniciais são altamente variáveis é preferível a mudança especial de cultura. Sob as chuvas terminais estáveis com a possibilidade de uma reserva alta de mistura de solo e/ou a possibilidade de receber chuvas suficientes para a reserva do suplemento de mistura do solo, é preferível a cultura dupla.

#### 1) Se S e C são baixos

Sob os períodos de chuvas efectivas existentes altamente dependentes os padrões de cultivo estão relacionados principalmente com a média existente do período de chuvas efectivas, como se segue:

Classe	Zona	Limite ( $\bar{G}$ , semanas)	Padrão de Cultura
0	Árida	<5	Pastagens
1	Semi-árida	<8	Simples
2		8-13	Simples/Consociada
3		13-18	Consociada/dupla
4		18-21	Dupla (M)
5		> 21	Dupla (L)
6	Sub-húmida	>16	Dupla

Nota: M & L: a primeira cultura de média e longa duração respectivamente.

2) Se  $\delta$  e C são altos:

Consideremos a classe 1 na tabela acima sob alto C com baixo  $\delta$ : Sob estas condições é preferível plantar uma cultura consociada em anos em que as chuvas efectivas terminam cedo; a maturação cedo da cultura (ex: mexoeira ou caupi) poderia ser usada para grão; a maturação tardia da cultura (ex: sorgo ou mexoeira) poderia ser usada para alimentação; somente em anos de cessação tardia das chuvas, ambas as culturas poderiam ser usadas para grão. Similarmente, outras classes poderão ser.

Sob alto C e baixo  $\delta$ : Sob esta condição é preferível plantar uma cultura intercalada e "thereby" em anos com o fim das primeiras chuvas efectivas; a maturação prematura da cultura (ex: mexoeira ou caupi) poderia ser usada para alimentação; sómente nos anos de cessação tardia das chuvas ambas as culturas poderiam ser usadas para grão. Similarmente outras culturas poderiam ser interpretadas.

3) Se ambos  $\delta$  e C são altos:

Consideremos a Classe "0" na tabela acima sob alto  $\delta$  e C é preferível plantar culturas simples de pequena duração ou culturas intercaladas com as primeiras chuvas. Em solos de textura pesada "Kharif fallowed Rabi" é a prática da cultura mais propícia. Seguindo algumas analogias e comparando as recomendações baseadas nas experiências de 10 anos sobre as 20 localidades na Índia foi apresentado um sistema por Reddy (1984 b). Estes resultados são utilizados na interpretação dos presentes dados.



Variações de  $\bar{G}$  e  $\bar{C}$ : Nas áreas áridas  $\bar{G}$  é menos que 2 semanas com  $\bar{C}$ , em mais de 200%; nas áreas sub-húmidas elas são mais do que 16 semanas e menos que 80% respectivamente (Fig.6). O  $\bar{C}$  alto sobre áreas sub-húmidas é em associação às primeiras e tardias investidas das chuvas efectivas na acima e baixa média dos ciclos de pluviosidade. Este valor é de longe mais alto do que o observado na Índia e oeste de África (Reddy, 1984 b). Nos semi-áridos secos o  $\bar{G}$  é menor que 5 semanas com  $\bar{C}$  de 80-200%; embora elas sejam 5-18 semanas e 40-100% na zona semi-árida húmida. As áreas áridas estão na classe "0"; áreas sub-húmidas estão na classe 6/3-5; as áreas semi-áridas secas estão nas classes 0 & 1; as semi-áridas húmidas estão sob as classes 1-3. Os detalhes de padrões de cultivo serão discutidos mais tarde.

### 3.3.3 A média de humidade e o período seco dentro do período de chuvas efectivo existente

Os períodos de humidade média no período de chuvas efectivas existentes ( $\bar{W}$ ) com os seus desvios standard ( $\sigma$ ) em conjunto com  $\bar{G}$  e a média de períodos secos no período de chuvas efectivas existente ( $\bar{D}$ ) e os seus desvios standard  $\beta$  estão relacionados com as diversas práticas de agricultura em terreno seco, nomeadamente:

- selecção de culturas
- dias existentes para trabalho de campo
- risco de saturação de água em solos de textura pesada
- nível do risco de erosão do solo
- prática do escoamento
- necessidades de manejo de terra e água, etc.

Quanto mais alto é o  $\bar{W}$  em relação ao  $\bar{G}$  e  $\bar{D}$  então mais alto é o risco, tais como saturação de água, erosão, ocorrência de escoamento e necessidade de manejo de terra e água e menores são os dias existentes de trabalho de campo para a operação de cultura. Todos estes factores afectam de formas diversas a produção. O  $\bar{W}$  com menos 4 semanas é considerado como o mais baixo limite para a ocorrência destes. Contudo, mesmo se  $3 < \bar{W} < 4$  com  $\alpha > 2$  semanas, os problemas acima mencionados continuarão a surgir durante alguns anos. Nas áreas onde  $\bar{W} < \bar{D}$  a renovação do escoamento é benéfica para a melhoria da produtividade.

As áreas com  $\bar{W} > \bar{D}$  e  $\bar{W} \geq 4$  semanas ou  $3 < \bar{W} < 4$  e  $< > 2$  semanas necessitam de prática do manejo de terra e água para reduzir alguns dos riscos acima mencionados e conseqüentemente melhorar a produtividade.

1) Zonas de retenção de água

As zonas de retenção são caracterizadas como se segue:

Zonas de retenção de água	$\bar{W}$ (Semanas)
Exagerado	>8
Moderado	6-8
Interior	4-6
Não significativo	<4

Os mesmos níveis poderiam ser usados como proclamação para a possibilidade de riscos de escoamento e de erosão do solo. Estas classes serão modificadas por períodos secos em relação a períodos húmidos. Se a proporção  $\bar{D}/\bar{W}$  aumenta, o nível destes riscos aumenta também proporcionalmente. Isto é, se  $\bar{W} < \bar{D}$  o efeito destes riscos tem menos significado.

2) Seleccção de culturas:

Para um dado período de chuvas efectivas a selecção das culturas está altamente ligada às características da pluviosidade tais como períodos secos e húmidos dentro desse período e o tipo de solo. Por exemplo, em solos de textura leve com baixo AWC milletts e em solos de textura forte com alto AWC, sorgo, milho, arroz, etc. são as culturas propícias na estação chuvosa principal. Algumas das características de adubação destas culturas relacionam-se aos seguintes aspectos:

- Se  $\bar{W} \geq 7$  semanas e  $\bar{D} < 0.70 \bar{W}$ , então o arroz ou o milho devem ser cultivados em solos de textura forte, mexoeira ou milho, em solos de textura fina.
- Se  $\bar{W} \geq 7$  semanas e  $\bar{D} \geq 0.70 \bar{W}$ , então o sorgo ou o milho de longa duração em solos de textura forte; em solos de textura fi

na, o sorgo de longa duração, ou a mexoeira em conjunto com a naxanim.

- . Se  $5 \leq \bar{W} < 7$  semanas com  $\bar{D} < 0.70 \bar{W}$ , então em solos de textura forte, cultiva-se o milho, ocasionalmente o arroz. A naxanim ou o milho cultivam-se em solos de texturas leves.
- . Se  $5 \leq \bar{W} < 7$  semanas com  $\bar{D} \geq 0.70 \bar{W}$ , então o milho, sorgo, tabaco, piri-piri, algodão, etc. cultivam-se em solos de textura forte; em solos de textura leve são cultivados o sorgo, naxanim, etc.
- . Se  $3 \leq \bar{W} < 5$  com  $\bar{D} < 0.70 \bar{W}$ , então o milho, sorgo, piri-piri, tabaco, algodão, etc. são cultivados em solos de textura forte, o sorgo, amendoim, pigeonpea, etc. são utilizados em solos de textura leve.
- . Se  $3 \leq \bar{W} < 5$  semanas com  $\bar{D} \geq 0.70 \bar{W}$ , então o sorgo, algodão, pigeonpea etc, são cultivados em solos de textura forte, a mexoeira, o sorgo, amendoim, castor, pigeonpea etc., são cultivados em solos de textura fina.
- . Se  $\bar{W} < 3$  semanas, então utiliza-se o mexoeira, caupi, etc.

As áreas com chuvas de inverno suficientes, são as menos propícias para as culturas que são sensíveis às chuvas na fase de maturidade fisiológica, tais como a mexoeira, sorgo, algodão, tabaco, etc. (Reddy et al. 1982) - Rendimento de culturas aberta polinizadas qualidade presente deteriorada, que são menos propícias para consumo humano ou animal.

3) Variação de  $\bar{W}$  e  $\bar{D}$  e os seus desvios standard ( $\alpha, \beta$ ) sobre a maioria da área em estudo o  $\bar{W}$  é  $< 5$  semanas com  $\alpha < 2$  semanas (Fig.7). À volta das áreas sub-húmidas eles são  $> 6$  semanas e  $> 3$  semanas respectivamente. Os períodos secos são no geral  $< 5$  semanas com  $\beta < 2$  semanas excepto ao longo da costa onde eles são  $> 5$  e  $> 2$  semanas respectivamente: particularmente na cintura sub-húmida. Os padrões de cultura obtíveis a partir das condições acima descritas sobre estas figuras (fig. 7 & 8) apresenta uma estreita relação (com algumas excepções) com as práticas tradicionais (Fig.9). Por exemplo, na zona central, é cultivado tradicio-

nalmente o milho: mas esta zona com menos inclinação para as chuvas de inverno é mais propícia para mexoeira e sorgo como base de cultivo. A razão para o cultivo do milho nesta região, não é devido ao clima mas também ao problema de pássaros. Estas necessidades encerram a investigação de como o milho é mais inclinado para a seca, sobre este clima.

As partes nordestes do Sudoeste de Moçambique parecem mais inclinadas aos riscos de saturação de água e erosão do solo. De forma a vencer estes riscos e conseqüentemente melhorar a produtividade, sugere-se que se siga melhor a prática do manejo de tais como broad bed and furrows (CRISAT, PSRP, Índia) com sulcos de 1.5 m e broad bed de 0.9 m. O plantio é feito em leitos beds.

Nas áreas com baixo  $\bar{W}$  com  $\bar{W} < \bar{D}$  e com alto risco, é preferível seguir a prática do manejo de terra da encosta para melhor "in situ", conservação da mistura de solo. De colina a colina de 3m com sulcos que têm uma elevação ligeira. O plantio faz-se no centro do sulco.

### 3.3.4 A percentagem de quebra de cultura-anos

O ano é dito como ano de quebra de cultura quanto o período existente de chuvas efectivas é menor ou igual a 5 semanas. Isto representa o período mínimo com a mistura segura que é requerida mesmo para a cultura de pequena duração. Este parâmetro poderia ser usado como a proclamação para definir o nível do "input" ou planta densidade/population.

Isto divide-se em 7 zonas arriscadas como:

Zona árida	A	Zonas Arriscadas
Humidade - 2	0 - 15	Muito baixo
Humidade - 1	5 - 15	Baixo
Humidade - seca	15 - 30	Moderadamente baixo
Seca - 1	30 - 45	Moderado
Seca - 2	45 - 60	Moderadamente alto
Seca - 3	60 - 75	Alto
Árida	> 75	Muito Alto

Estas zonas estão demarcadas na fig.10. A zona de humidade 2 confina principalmente com a zona sub-húmida. A zona seca - 3 confina principalmente com a zona seca semi-árida, embora as outras zonas de Humidade - 1 e seca - 2 são vistas na zona semi-árida húmida. A zona seca - 1 é caracterizada como a "seca propensa" à cintura agrícola do terreno seco. Esta é a zona onde a renovação do escoamento poderia dar melhores resultados. Similamente a zona seca - 3 e as zonas áridas são mais propícias para pastagens (se o período chuvoso é pequeno, o legume de pastagens de pequena duração, ou onde a estação das chuvas é mais longa a erva perene deve ser utilizada).

Contudo, o nível do risco é modificado para a extensão marginal por AWC do solo. Sob solos de alto AWC o risco deve ser ligeiramente mais baixo, embora nos solos de baixo AWC deve ser ligeiramente mais alto. O factor solo desempenha um papel importante sob altos períodos secos com períodos secos menores que períodos húmidos, no caso da planta (plant) de população são níveis de "input". Em adição ao risco eles dependem também da segurança inicial das chuvas. Com o aumento da independência o nível da planta de população ou "input" é decrescente.

Do Apêndice II deduz-se que o risco é considerado alto durante a baixa média do ciclo de pluviosidade e mais baixo durante a acima média do ciclo de pluviosidade. Com todas estas possibilidades (Fig.10) define-se o risco climático sob o sistema de Agricultura mais apropriado numa situação média.

### 3.4 Zonas climaticamente propícias para a agricultura irrigada

Nos trópicos secos sazonais a produção poderia ser aumentada através da irrigação onde existam tais facilidades. Existem vários modos de irrigação. Dependem da capacidade/esquema área de extensão AWC, providenciam a água que pode ser dividida em larga, média e pequena.

Os investimentos iniciais em todos estes esquemas são altos. Contudo, o aumento na produção por unidade de água utilizada, relaciona-se com diversos outros factores tais como: qualidade de água, condição do solo, drenagem, salinidade, etc. Em adição o clima tem efeito significativo na produção.

Contudo, este factor está além do controlo do homem, mas necessita de quantificação para avaliar a praticabilidade e níveis possíveis de produção. A propiciabilidade climática refere-se à forma de melhoria ou risco na produção associada com as condições climáticas se todo o outro factor é satisfeito. Nos tropicos secos a energia não só limita a produtividade da cultura mas sob condições de alto manejo com a interceptação de energia aumentada pela cultura poderia aumentar substancialmente a produtividade da cultura.

As pestes e doenças estão relacionadas também a algumas condições climáticas, tais como a humidade relativa e a nebulosidade. Todos estes elementos referem-se indirectamente ao factor que é claro atmosférica. Porém estas características poderiam ser definidas usando os seguintes três parâmetros:

- . Duração do período das chuvas
- . Frequência de ocorrência de chuvas dentro do período de chuvas
- . Nível de risco para agricultura de sequeiro

Os dois primeiros factores poderiam ser qualificados através de probabilidades de pluviosidade relativa como se explicou no grupo 3.2, e o terceiro pode ser caracterizado utilizando as zonas susceptíveis de risco, como foi apresentado na Fig. 10. Basicamente, isto pressupõe que quanto mais longo for o período das chuvas, e/ou quanto mais elevadas forem as probabilidades de pluviosidade relativa, será por conseguinte, menor o risco das áreas de culturas de sequeiro e menos eficaz será a agricultura de regadio com alto manejo.

Com base nas três características acima mencionadas, a zona sul de Moçambique pode ser dividida em 6 classes, de zonas climaticamente apropriadas para a cultura de regadio. Estas classes são apresentadas na Fig. 11. Contudo, não sendo estas classes válidas para irrigação suplementar, não têm condições de alto manejo. O conceito fundamental básico para irrigação suplementar, é reter o escoamento de água em pequenas cisternas e renovar a água durante períodos mais pequenos. O melhoramento da produção é, nesta condição, substancial em relação ao investimento.

Na Fig.11, os três números representam da esquerda para a direita para cada uma das localidades, a zona, sub-zona e os grupos de números (estes são diferentes dos da Fig. 10). Por exemplo: classe 111, refere-se às chuvas de Verão de pequena duração tendo a possibilidade de receberem pluviosidade relativa de  $R/E > 0.33$  inferior a 40% dos anos, tendo a possibilidades de receberem pluviosidade relativa no Inverno de  $R/E > 0.33$  inferior a 20% dos anos havendo um risco de falha da cultura de sequeiro, superior a 75% dos anos. Por conseguinte, esta área é identificada como alta e climaticamente apropriada para a agricultura de Regadio.

Contudo, os limites das diferentes classes, transferir-se-ão para cima e para baixo, durante os ciclos acima e abaixo da média de pluviosidade, particularmente nas sub-zonas I, II e III sendo o risco superior a 60%.

#### Zonas Climaticamente Apropriadas para Cultura de MANDIOCA e de Algumas Árvores

Na zona sul de Moçambique, as culturas de mandioca, côco, castanha de cajú e manga são tão importantes como as culturas de sequeiro. Mas estas, comparadas com outras culturas, de menor duração, têm um ciclo maior. É devido às características destas culturas, que as áreas climaticamente apropriadas, ou de outro modo, susceptíveis a riscos, são analisadas separadamente.

A cultura da mandioca é considerada apropriada onde a estação das chuvas for mais longa, assim como a duração destas variedades se distribui de 180 - 270 dias com uma rotação de três anos e são também, mais tolerantes à seca. Deste modo, as áreas do tipo b IV (ver secção 3.2 para definições deste tipo), são consideradas altamente apropriadas. Analogamente, as áreas de tipo a I são consideradas impróprias. A aptidão das zonas define-se deste modo (Fig. 12):

Classe	Tipo	Zonas de Aptidão		
		Mandioca/Côco	Castanha de Cajú	Manga
1	b IV	Altamente aprop.	Apropriada - 2	Imprópria
2	b III	Apropriada - 1	Altamente Aprop.	Menos Aprop. 2
3	a IV	Apropriada - 2	Apropriada - 1	Menos Aprop. 1
4	b II	Menos aprop. 1	Menos aprop. 2	Apropriada-2
5	a III	Menos aprop. 2	Menos aprop. 1	Apropriada-1
6	a II	Imprópria	Menos aprop. 2	Alt. Aprop.
	b I	Imprópria	Imprópria	Menos Aprop. 1
	a I	Imprópria	Imprópria	Imprópria

Nota: Em todos os tipos, ainda que a mandioca seja apropriada, como outras culturas de longa duração e de igual adaptabilidade, a mandioca não é incluída.

1. O nível de produção diminui com o nível de aumento de risco.
2. Nas classes 1 - 3, os cultivos de mandioca são superiores a 180 dias.
3. Nas classes 4 - 5 a mandioca pode ser plantada de preferência, durante os anos de pluviosidade acima da média.
4. As áreas com temperaturas baixas são menos apropriadas para as culturas de côco e castanha de cajú. A cultura do côco não é tão apropriada para áreas cuja humidade relativa seja baixa.

Os tipos de pluviosidade podem ser vistos na Fig.11. Se bem que as áreas de tipo II sejam apropriadas para cultivos de mandioca inferiores a 180 dias, esta área é considerada imprópria porque as culturas de longa duração têm uma adaptação melhor ou igual e seria preferível. O plantio poderia ser feito como se explica no grupo 3.3.1. Como o ciclo de vida desta cultura leva 3 anos (sendo a colheita feita em ciclos de 9 meses), ela é geralmente plantada em filas mais amplas. Dentro das fi-



las da mandioca, podem-se plantar outras culturas. As filas de culturas individuais podem ser rotativas em diferentes estações de plantio, num período de 3 anos. Isto contribuirá para o melhoramento das condições de fertilidade.

A mesma aptidão de classes também se aplica à cultura do côco. As necessidades climáticas da castanha de cajú, são semelhantes às da mandioca, mas requerem no mínimo poucos meses de chuvas, na altura do florescimento/frutiferamento.

Em conformidade, as classes de aptidão/risco para a castanha de cajú, são apresentadas no quadro anterior. As necessidades climáticas (da cultura) da manga são semelhantes às da castanha de cajú, mas requerem no mínimo 3 - 4 meses de céu limpo durante a fase de florescimento/frutiferamento; consequentemente, as zonas são definidas e dadas no quadro anterior.

Com as plantações novas de côco, castanha de cajú e manga, a mandioca podia ser inter-plantada entre as extensas filas destas plantações. Os solos de textura leve são mais favoráveis para as culturas de mandioca, castanha de cajú e de côco, enquanto que os solos aluviais são sempre mais favoráveis para a cultura da manga.

Contudo, o nível de produtividade ou de fracasso, associado à produção depende do nível de risco (Fig.10). Há uma diferença importante entre a adaptação/aptidão, e a produtividade de um padrão de cultivo.

O 1º diz respeito à condição agronômica, enquanto que o último diz respeito à condição biológica de uma planta. Excepcionalmente, quando a primeira é satisfeita, a segunda não se aplica. Por conseguinte, se a primeira condição de adaptação/aptidão de cultura, sob determinada condição é satisfeita, então o nível de produção poder-se-ia relacionar com o nível de risco.

As classes de aptidão para o algodão, seguem exactamente o padrão oposto ao da mandioca. Mas o problema actual para o crescimento do algodão, relaciona-se com a disponibilidade de água. Isto é: em áreas com aptidão alta e chuvas suficientes, o algodão poderia crescer sob irrigação. O caso da mexoeira e maira é semelhante.

4. SISTEMAS DE AGRICULTURA SUGERIDOS E O SEU RISCO ASSOCIADO

A Fig.13, representa as zonas agro-climáticas de acordo com o processo de Reddy (1984 b.). Nessa figura, os números de classe da esquerda para a direita, significam, zona, sub-zona e números de sub-grupos. A zona e sub-zonas são definidas do seguinte modo:

Número da zona	Limite ( $\bar{G}$ , semanas)		Número Sub-zonas	Limite ( $\delta$ , semanas)
0	<5	Zona Árida	1	>6.0
1	<8	Zona semi-árida	2	3.0-6.0
2	8-13		3	2.0-3.0
3	13-18		4	1.5-2.0
4	18-21		5	≤1.5
5	>21			
6	>16	Zona sub-húmida		

Os números do grupo e dos sub-grupos, são definidos de acordo com a necessidade utilizando outras variáveis agro-climáticas. O quadro 2, apresenta:

- a) Culturas/padrões de cultivo sugeridos
- b) o nível de input e os níveis de aumento de plantas

Estas derivam basicamente da transferência da tecnologia aproximada de Reddy (1984 b) para cada uma das classes apresentadas na Fig.13. Na interpretação destes resultados, são utilizados os ciclos de pluviosidade. Para a selecção das culturas, foram usados os critérios usados no grupo 3.3.3.. Em suplemento, os resultados são discutidos sob dois tipos de solo, nomeadamente: solos de textura pesada com alta ANC e solos de textura leve, com baixa ANC. O quadro 2, apresenta também as zonas apropriadas para a cultura da mandioca e para algumas árvores de cultura (aqui apenas são citadas algumas culturas, dependendo contudo das condições sócio-económicas, podendo ser substituídas por tipos de culturas, agronomicamente equivalentes).

Alguns destes resultados são resumidamente analisados de acordo com as zonas extensas (áridas, sub-húmidas e semi-áridas) e no caso da zona semi-árida os resultados também foram apresentados de acordo com a regularidade.

#### 4.1 Zona Árida

Nas zonas áridas do sul de Moçambique, são apresentadas 2 classes, nomeadamente: 0312 e 0322. Nesta zona as culturas de sequeiro podem falhar numa percentagem superior a 75%. Porém, são mais propícias para pastagens. Contudo, no ciclo de pluviosidade acima da média, com uma cuidadosa planificação de curta duração, as culturas de mexoeira, feijão frade, (horsegram) etc, podiam ser plantadas. Pela prática de manejo do declive das encostas, sob um aumento baixo de plantas e de inputs, o risco podia ser mínimo. No caso de alta ANC e/ou solos de textura pesada, é preferível adoptar-se a cultura de mapira e a de feijão frade. Contudo, em solos de textura pesada com alta ANC o (Kharif) seguindo-se (Rabi) é menos rentável.

Nota: A agricultura de sequeiro é susceptível a elevados riscos, mas é altamente favorável para a agricultura de regadio.

#### 4.2 Zona Sub-húmida

Nas áreas sub-húmidas, ao longo da faixa costeira, à excepção da Beira, as condições sub-húmidas, não são satisfeitas (Reddy, 1984 b), particularmente em termos de intervalos, húmidos e secos dentro do período disponível de chuvas efectivas. Assim, esta área exclui-se da zona sub-húmida e inclui-se na zona semi-árida. Com isto, temos agora três classes na zona sub-húmida, 6211, 6221 e 6321, nomeadamente: nos arredores da Beira, Espungabera e Messambuzi, respectivamente. As primeiras chuvas duram mais tempo nos arredores de Messambuzi comparadas com as áreas nos arredores das outras duas classes. O armazenamento de água e a erosão do solo podem ser o principal risco e isto pode-se agravar durante os anos de pluviosidade acima da média. Por conseguinte, sob condições de cultura de sequeiro, o manejo

do solo das amplas margens dos leitos (dos rios) e dos sulcos é muito importante. Esta é a principal zona para o cultivo duplo.

Em solos de textura leve com baixa AWC:

A primeira cultura pode ser Maxamine ou milho enquanto que a segunda cultura pode ser linhaça, coentros, etc. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média poder-se-ia também adoptar a cultura de amendoim.

Em solos de textura pesada com alta AWC:

A primeira cultura podia ser arroz ou milho e a segunda podia ser grão-de-bico, trigo, etc.

Quando as temperaturas não são favoráveis para o crescimento do arroz e/ou para naxanim, o milho pode ser adoptado. Isto é, particularmente para áreas das classes 6221 e 6321. Nestas áreas, a cevada também se adapta como segunda cultura. Em áreas com declives consideráveis, é preferível adoptar-se a cultura intercalada de milho/soja.

O médio para alto aumento de plantas, podia ser praticado com inputs, médios para altos. No ciclo de pluviosidade abaixo da média é possível cultivarem-se vegetais nos anos de chuvas tardias.

Nota: Nestas classes, os principais riscos, associados à produção alimentar são:

- i) Chuvas torrenciais fora do normal
- ii) Primeiras chuvas incertas

#### 4.3 Zona Semi-Árida

No presente estudo só são apresentadas as sub-zonas 1 - 3. À excepção da sub-zona 3, a certeza das primeiras chuvas é muito baixa. Os resultados são discutidos de acordo com o nível baixo do risco de certeza de plantio.

##### 4.3.1 Áreas altamente incertas (sub-zona 1):

As características desta sub-zona são:

- . A sementeira seca é altamente arriscada
- . O plantio mecanizado é dispendioso
- . A produção depende do tempo de plantio

Zona 1: Agora são apresentadas 4 classes, nomeadamente: 1114, 1125, 1126 e 1127. O risco é cerca de 45 - 60%. O escoamento de água é possível e por conseguinte o risco pode ser reduzido se forem utilizadas cisternas na reciclagem do escoamento. O aumento de plantas preferido é baixo para médio e os inputs são baixos para moderados. Em solos de textura leve, os declives nas encostas podem ser benéficos, assim como em solos de textura pesada, o maneio do solo nas margens amplas dos leitos (dos rios) e dos sulcos. A mandioca é altamente apropriada para solos de textura leve das classes 1114 e 1125, enquanto que é menos apropriada nas classes 1126 e 1127. O mesmo acontece com o côco. A castanha de cajú é apropriada para a sub-zona 2, enquanto que a manga é imprópria nas classes 1114 e 1125 sendo eficaz na sub-zona 2 das classes 1126 e 1127. A produtividade pode ser moderada durante os anos de pluviosidade acima da média e baixa durante os anos de pluviosidade abaixo da média.

Na ausência de chuvas de Inverno significativas (classes 1126 e 1127): nos ciclos de pluviosidade acima e abaixo da média, a cultura simples e intercalar respectivamente podia ser praticada. Em solos de textura leve é preferível adoptar-se as culturas de napira, amendoim, leguminosas, feijão boere, girasol e rícino; e em solos de textura pesada podiam ser plantadas as culturas de feijão boere, algodão e leguminosas. Em solos de textura pesada com alta AWC durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média é preferível adoptar-se a cultura Kharif followed Rabi.

Havendo a possibilidade de chuvas de Inverno significativas (classes 1114 e 1125): Na média acima do ciclo de pluviosidade, pode-se praticar a cultura dupla e na média abaixo do ciclo de pluviosidade pode ser praticado o cultivo intercalar. Em solos de textura leve: as culturas de amendoim, leguminosas, rícino (também o sorgo pode ser praticado durante o ciclo abaixo da média do ciclo de pluviosidade); e nos solos de textura pesada: as culturas de milho, leguminosas e soja podem ser

praticadas. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, é preferível as culturas Kharif seguido de Rabi. sorgo, copra ou milho em solos com alta AWC.

Zona 2: Nesta zona são também apresentadas 4 classes, nomeadamente: 2113, 2114, 2121 e 2142. O risco nesta zona é inferior a 30%. Os riscos de retenção de água e de erosão do solo são possíveis, sendo particularmente grandes nas classes 2121 e 2113. O manejo do solo nas margens e nos sulcos pode reduzir estes riscos. As culturas de mandioca/amendoim são altamente eficazes nos solos de textura leve em todas as classes, excepto na classe 2113 (onde são menos eficazes em 1). A cultura de cajú é eficaz em 2. A produtividade pode ser moderada para alta nos ciclos de pluviosidade acima da média enquanto é bastante baixa para moderada durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média.

Na ausência de chuvas de Inverno significativas(2113): No ciclo de pluviosidade acima da média pode ser praticado o cultivo intercalar/duplo e no ciclo de pluviosidade abaixo da média, o cultivo simples/intercalar. Em solos de textura leve: as culturas de sorgo, mexoeira, amendoim, feijão boére, leguminosas, girassol podem ser praticadas, enquanto que em solos de textura pesada, as culturas de sorgo, milho, feijão boére, algodão, leguminosas, podem ser praticadas.

Havendo chuvas de Inverno significativas (classes 2114, 2121 e 2142): No ciclo de pluviosidade acima da média podem ser praticadas respectivamente as culturas duplas e no ciclo de pluviosidade abaixo da média, a cultura intercalar.

Em solos de textura leve podem ser plantadas as culturas de amendoim, milho e leguminosas. Em solos de textura pesada podem ser plantadas as culturas de milho, leguminosas e soja.

O aumento preferido é médio para alto, à excepção da classe 2113 (onde é baixo para moderado) com inputs baixos para moderados. A classe 2113 juntamente com as classes 1126 e 1127 é mais apropriada para a produção de pastagens.

Zonas 3 - 5: Nestas três zonas, há cinco classes, nomeadamente: 3111, 3112, 4111, 4121 e 5111. O risco é inferior a 20%.

Os perigos de armazenamento de água e de erosão do solo são moderados para violentos respectivamente, durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média. O manejo do solo, das margens, dos leitos e dos sulcos é indispensável. Esta é uma zona principal de cultura dupla. O aumento de plantas pode ser moderado para alto com inputs baixos para moderados. Isto representa a faixa principal das culturas de mandioca/côco, com produtividade durável nos solos de textura leve. As culturas de raiz (os tubérculos), tal como a batata doce é sempre apropriada para solos de textura leve. As principais culturas desta faixa, são: milho, amendoim e leguminosas em solos de textura leve e milho e leguminosas em solos de textura pesada. A grande incerteza em termos de início das chuvas, torna estas regiões impróprias para o cultivo do arroz (assim como os rendimentos estão demasiadamente dependentes do tempo do plantio).

Nota: Os principais riscos desta sub-zona são:

- i) grupo de plantio
- ii) seca (na zona 1 e parcialmente na zona 2) e
- iii) chuvas fortes ocasionais nas zonas 3 - 5 e parcialmente na zona 2. A produção depende também da selecção de certas variedades de cultivo, particularmente em áreas com chuvas de Inverno significativas ou com chuvas tardias de Verão.

#### 4.3.2 Áreas Incertas (Sub-zona 2)

As características desta sub-zona são:

- . A sementeira (de semente) seca é arriscada
- . O plantio mecanizado é mais dispendioso.

Contudo, estas duas características podem ser minimizadas se for feita uma planificação cuidadosa da altura do plantio, dividindo o período nos ciclos de pluviosidade acima e abaixo da média. Nesta sub-zona, somente 3 zonas é que são apresentadas, nomeadamente 1 - 3.

Zona 1 : Há 21 classes. O risco varia entre 30 e 90%.

Classes 1227, 1228 e 1229: O risco é superior a 60%. Os padrões de pluviosidade são do tipo BI. Estas classes são mais propícias para pastagens e/ou para padrões de cultivo simples. Em solos de textura leve, podiam ser plantadas as culturas de feijão frade, leguminosas, mexoeira, rícino e girassol ( como também o amendoim durante o ciclo de pluviosidade acima da média) e em solos de textura pesada as culturas de ( Kharif fallowed Rabi) mapira ou feijão frade ( ou padrões de cultivo simples de mapira, feijão boer, algodão, girassol). Com inputs baixos e aumento de plantas, é benéfico o manejo da terra nos declives das encostas. É preferível a reciclagem do escoamento de água e é altamente eficaz para agricultura de regadio.

Classes 1225 e 1226 : Tal como nas classes acima mencionadas, o risco é de cerca de 60 % mas os tipos de pluviosidade estão abaixo do tipo BII. As culturas e padrões de cultivo apropriados são semelhantes ao das classes acima mencionadas, mas para estas são mais produtivas as pastagens. O aumento de plantas/inputs, e os manejos de terra/água são semelhantes ao das classes acima mencionadas. Contudo, os níveis de aptidão da mandioca e de outras árvores de cultura, são francamente diferentes. Estas áreas são apropriadas para agricultura de regadio.

Classes 1235 e 1237 : Estas classes são semelhantes às classes acima mencionadas com excepção do risco que é inferior a 60% mas superior a 50%. Devido a isto, o aumento de plantas e os inputs podem ser baixos para moderados sob ciclos de pluviosidade abaixo e respectivamente acima da média.

Durante o ciclo de pluviosidade acima da média é benéfico o manejo da terra das margens dos leitos e dos sulcos e durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média é benéfico o manejo da terra nos declives das encostas. A reciclagem do escoamento de água também se deve fazer.

Classes 1214, 1216, 1224 e 1242: Nestas classes, o risco é inferior a 70% mas superior a 50%. Contudo, o tipo de pluviosidade segue-se ao tipo AIII. Nestas classes, durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média é possível adoptar-se o padrão



de cultivo simples/intercalado e durante o ciclo de pluviosidade acima da média a cultura intercalar. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, em solos de textura leve, podem ser seguidas as culturas de mexoeira, feijão frade, amendoim, ricino, girassol, e em solos de textura pesada, mapira, feijão frade, feijão boer ou Kharif fallowed Rabi mapira ou feijão nhemba.

Durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, podem ser praticadas as culturas de amendoim, tipos de milho miúdo, gergelin, feijão nhemba, girassol, e em solos de textura pesada, podem ser praticadas as culturas de feijão frade, mapira, milho, feijão nhemba, algodão, Kharif fallowed Rabi e mapira. O baixo para médio aumento de plantas e de inputs (excepto a classe 1214 onde os inputs podiam ser baixos para moderadamente baixos), é benéfico o manejo de terra das margens dos leitos dos rios e dos sulcos, assim como a reciclagem do escoamento de água. As culturas de mandioca/coco são menos apropriadas para 2; a castanha de cajú é menos apropriada para 1; a manga é apropriada para 1 e a irrigação é ali bastante adequada.

Classe 1244: Tal como no grupo acima mencionado, esta classe também segue o tipo aIII, mas o risco é inferior a 30-45%. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo e acima da média a cultura simples/intercalar é apropriada.

Durante o ciclo de pluviosidade da média, em solos de textura leve, podem ser plantadas as culturas de amendoim, ricino, girassol, feijão boer, e em solos de textura pesada, as de milho, leguminosas, soja ou Kharif fallowed Rabi .

Durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, podem ser praticadas as culturas de amendoim, ricino, girassol; feijão boer, e em solos de textura pesada, as culturas de milho, leguminosas, feijão boer e soja, com inputs baixos para moderados, baixo para alto aumento de plantas; é benéfico o manejo de terra das margens dos leitos dos rios e dos sulcos assim como o escoamento de água. As culturas de mandioca/coco são menos apropriadas para o tipo 2; a castanha de cajú também é menos apropriada para o tipo 2; a cultura da manga é apropriada para o tipo 1 e a agricultura de regadio é bastante adequada.

Classe 1213: O risco é superior a 70% com o tipo aI. É uma zona apropriada para pastagens. Os padrões de cultivo simples e simples/intercalar durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média respectivamente podiam ser praticados. As culturas de mexoeira, feijão frade, em solos de textura leve, e as de Kharif fallowed Rabi (rainy-season fallowed) mapira ou feijão frade em solos de textura pesada.

Durante os anos de pluviosidade abaixo da média, poder-se-ia plantar ervas para pastagens, Para o baixo e para o médio aumento de plantas e inputs, é benéfico o manejo de terras dos declives das encostas e a reciclagem do escoamento de água. A agricultura de regadio é bastante apropriada.

Classes 1215 e 1223: O risco é 60-75% com o tipo aII. Os intervalos secos, mas os húmidos por sua vez, são inferiores a 50% do período disponível de chuvas efectivas. A variabilidade no período disponível de chuvas efectivas é também baixa. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média e durante o ciclo de pluviosidade acima da média, podem ser praticados os padrões de cultivo simples e intercalares. As culturas de mexoeira, feijão frade, milho miúdo, gergelim, leguminosas podem ser plantadas em solos de textura leve, e mapira, leguminosas ou Kharif fallowed Rabi (rainy-season fallowed) mapira ou feijão frade e feijão boer, em solos de textura pesada. Durante os anos de pluviosidade abaixo da média, podem ser plantadas ervas para pastagens. Para baixo e médio aumento de plantas e baixos inputs, é benéfico o manejo do solo nas margens dos leitos dos rios e dos sulcos, em solos de textura pesada/ em ciclos de pluviosidade abaixo da média; é benéfica a reciclagem do escoamento de água durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média. A agricultura de regadio é bastante propícia no período posterior à estação chuvosa.

Classes 1233 e 1236: O risco é de 45-65% abaixo do tipo bII. Os intervalos húmidos são mais curtos do que os intervalos secos, sendo estes inferiores a 5 semanas. O padrão de cultivo simples/intercalar pode ser praticado durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média e o padrão de cultivo intercalar durante o ciclo de pluviosidade acima da média. Em solos de textura leve as culturas de amendoim, leguminosas, rícino, girassol, feijão boer e em

solos de textura pesada, as culturas de milho, leguminosas, mapira Kharif Fallowed Rabi (rainy-season fallowed post-rainy season crop of) feijão frade e girassol. O aumento de plantas e de inputs é baixo para moderado, o manejo do solo do leito dos rios e dos sulcos é benéfico em solos de textura pesada/nos ciclos de pluviosidade acima da média, assim como o manejo da terra dos declives das encostas em solos de textura leve/ no ciclo de pluviosidade abaixo da média e particularmente a reciclagem do escoamento de água durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, as culturas de mandioca/coco são adequadas para o tipo 1; a cultura da castanha de caju é altamente adequada; a da manga é menos adequada para o tipo 2 e imprópria para a agricultura de regadio.

Classe 1238: O risco é de 45-60% com o tipo aII. Aqui também os intervalos húmidos são inferiores aos intervalos secos e os primeiros inferiores a 5 semanas. Os padrões de cultivo simples e intercalado podiam ser praticados, durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média. As culturas de mexoeira, leguminosas, feijão frade ou Kharif Fallowed Rabi. Mapira ou feijão frade durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura pesada podiam ser praticadas; o aumento de plantas e de inputs é baixo para médio; o manejo de terra dos leitos dos rios e dos sulcos e a reciclagem do escoamento de água, são benéficos. A irrigação é mais adequada durante o período posterior à estação das chuvas.

Classes 1243 e 1245: Nestas classes, os intervalos húmidos são também superiores aos intervalos secos, mas os húmidos são inferiores a 5 semanas. O risco é de 30-45% com o tipo aII. Os padrões de cultivo simples e intercalados durante o ciclo de pluviosidade abaixo e acima da média, respectivamente. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, em solos de textura leve, as culturas de mexoeira, feijão frade e em solos de textura pesada, as culturas de mapira, leguminosas, mexoeira, feijão frade ou Kharif Fallowed Rabi (rainy-season fallowed) mapira ou feijão frade e durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, as culturas de amendoim, mexoeira, tipos de milho miúdo, gergelim, girassol e em solos de textura pesada, as culturas de mapira, mexoeira, leguminosas ou Kharif Fallowed Rabi (rainy-season fallowed) mapira ou feijão frade podem ser plantadas. Os outros factores de manejo são

semelhantes aos da classe 1238.

Classe 1241: Isto acontece com o grupo acima mencionado, à exceção das chuvas de Inverno que são possíveis nesta classe. O risco é de 45-60%. A cultura intercalar e o padrão de cultivo intercalar/duplo durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média, respectivamente podem ser praticadas. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, em solos de textura leve, as culturas de amendoim, leguminosas, rícino, girassol, e em solos de textura leve, leguminosas, feijão boer, soja ou Kharif Fallowed Rabi (rainy-season fallowed) mapira. As práticas de manejo são semelhantes para as classes 1233 e 1236.

Zona 2: Nesta zona há cinco classes, nomeadamente: 2213, 2233, 2234, 2242 e 2251. À exceção da classe 2213 há outras que estão sobre o tipo aII, com chuvas de Inverno insignificantes, enquanto que a classe 2213 está sob o tipo IV com significativas chuvas de Inverno. O risco é inferior a 45%. O risco decresce de 45% para menos de 15% na ordem das classes 2213, 2234, 2242 e 2251. Também na mesma ordem, a segurança do cultivo aumenta.

Classe 2213: Os intervalos húmidos são inferiores aos intervalos secos sendo os húmidos cerca de 5 semanas. O risco é 30-45%. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, o padrão de cultivo intercalar pode ser praticado durante o ciclo de pluviosidade acima da média, assim como o padrão de cultivo intercalar/duplo. Durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, as culturas de amendoim, leguminosas e soja e em solos de textura pesada, podem ser praticadas as culturas de milho, leguminosas e soja durante o ciclo de pluviosidade acima da média, assim como em solos de textura leve podem ser praticadas as culturas de milho, amendoim, leguminosas, soja e em solos de textura pesada, as culturas de milho, soja, leguminosas e açafrão. O aumento de plantas é médio para alto, os inputs são baixos para altos; o manejo de terra dos leitos dos rios e dos sulcos é benéfico. As culturas de mandioca/coco são altamente adequadas com o tipo 2, que também é apropriado para castanha de cajú.

Classe 2233: Os intervalos húmidos são superiores aos intervalos secos mas, os húmidos, têm uma duração inferior a 5 se-

manas. O risco é de 18%. Os padrões de cultivo simples/intercalar e intercalar/duplo podiam ser praticados, respectivamente durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, em solos de textura leve, as culturas de amendoim, mapira, mexoeira, feijão frade, tipos de milho miúdo, gergelim e em solos de textura pesada, as culturas de mapira, leguminosas, feijão boer, mexoeira e durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, as culturas de amendoim, mapira, feijão boer, maxanim, tipos de milho miúdo, gergelim e em solos de textura pesada, as culturas de milho, mapira, leguminosas, feijão boer, algodão, Kenaf podiam ser praticadas. São altamente adequadas para agricultura de regadio durante o período post-chuvas.

Classe 2234: Os intervalos húmidos são superiores aos intervalos secos, sendo os húmidos superiores a 5 semanas, havendo a possibilidade de risco de armazenamento de água. As culturas/padrões de cultivo são mais ou menos semelhantes para a classe 2233 havendo poucas excepções, nomeadamente a mexoeira que é menos adequada; durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura pesada, o arroz pode ser praticado como segunda cultura, em anos de chuvas precoces; o aumento das plantas pode ser médio para alto.

Classe 2242: O mesmo como para a classe 2233 com poucas excepções; particularmente durante o ciclo de pluviosidade acima da média a cultura de mapira é menos adequada e Kenaf é mais eficaz do que a cultura de algodão, e com chuvas tardias podem ser plantadas as culturas de vegetais, batatas, tabaco e piri-piri, em solos de textura pesada.

Classe 2251: Nesta classe, os intervalos húmidos são superiores aos intervalos secos, sendo os húmidos superiores a 5 semanas com uma c.v. muito baixa do período de chuvas efectivas (inferior a 45%). O risco é inferior a 10%. Esta área é mais propensa a perigo de armazenamento de água e de erosão de solo; o maneo das amplas margens do leito dos rios é muito importante para se melhorar a produtividade. O padrão de cultivo simples/intercalar e intercalar/duplo durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média, em solos de textura leve, as culturas de mapira, feijão boer, tipos de milho miúdo, gergelim, mexoeira, leguminosas,

amendoim e em solos de textura pesada, as culturas de mapira, feijão boer, Kenaf. leguminosas, algodão (e com chuvas tardias, piri-piri, batata, tabaco) e durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, as culturas de naxanim, coentros, linhaça, trigo, mapira, amendoim, feijão boer, leguminosas e em solos de textura pesada, as culturas de milho, arroz (com chuvas precoces boas), grão de bico, trigo, leguminosas, feijão boer, algodão, Kenaf podem ser plantadas.

Zona 3: Nesta zona existem duas classes, nomeadamente: 3233 e 3232. A primeira está sob o tipo bIII e a última está sob o tipo bII de padrão de pluviosidade. O risco é inferior a 15%. Ainda que os intervalos húmidos sejam superiores aos intervalos secos, e os húmidos sejam superiores a 5 semanas, os intervalos secos são por sua vez superiores a 5 semanas.

Classe 3233: O padrão de cultivo intercalar/duplo podia ser praticado, durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média, respectivamente. Durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, em solos de textura leve, podem ser plantadas as culturas de milho, amendoim e leguminosas e em solos de textura pesada, as culturas de milho, soja, grão de bico, trigo e cevada. Durante o ciclo de pluviosidade acima da média, em solos de textura leve, as culturas de amendoim, trigo, leguminosas, linhaça, coentros e em solos de textura pesada, as culturas de leguminosas, grão de bico e cevada, podem ser plantadas. O aumento de plantas e de inputs é médio para alto; o manejo do solo das amplas margens dos rios e dos sulcos é benéfico. A agricultura de regadio é altamente apropriada durante a estação post-chuvosa. As temperaturas podem não ser eficazes para as culturas de coco e de castanha de cajú, mas são marginalmente adequadas para a cultura da manga.

#### 4.3.3 Áreas certas (Sub-zona 3)

O perigo de plantio é baixo, com planificação cuidadosa, a sementeira seca podia ser bem sucedida e o plantio mecanizado seria possível. Nesta sub-zona, só existe uma zona. Aqui, o risco é de 60-75%.

Zona 1: Nesta zona, estão presentes três classes, nomeadamente: 1313, 1341 e 1342. A primeira das duas está sob (o tipo aII) enquanto que a última está sob o tipo aIII dos padrões de pluviosidade. Os intervalos húmidos são superiores aos intervalos secos sendo os húmidos por sua vez inferiores a 5 semanas.

Classes 1313 e 1341: O padrão de cultivo simples e intercalar podiam ser praticados durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média, respectivamente. Em solos de textura leve, as culturas para pastagens, mexoeira, feijão frade, podem ser plantadas. O aumento de plantas e os inputs é baixo; o manejo do solo dos declives das encostas e reciclagem do escoamento de água são benéficos. Estes solos são muito apropriados para a agricultura de regadio.

Classe 1342: Os padrões de cultivo simples e intercalar podiam ser praticados respectivamente durante os ciclos de pluviosidade abaixo e acima da média, durante o ciclo de pluviosidade abaixo da média, em solos de textura leve, as culturas de mapira, feijão frade, mexoeira, feijão boer e girassol, em solos de textura leve, as culturas de milho, leguminosas, girassol, feijão boer, soja e algodão, podem ser plantadas.

Baixo para medio aumento de plantas; baixos inputs; o manejo do solo nas amplas margens dos leitos dos rios e dos sulcos em solos de textura pesada e de solo nos declives das encostas, em solos de textura leve são benéficos. É altamente adequada para a agricultura de regadio, sendo menos apropriada no tipo 2 para a cultura de mandioca.

## 5. OS PADRÕES DE RISCO

### 5.1 O risco associado à estabilidade do início das chuvas efectivas

A zona sul de Moçambique, apresenta dois padrões de pluviosidade distintos, nomeadamente:

- i) áreas com chuvas (de Inverno) suficientes e
- ii) áreas com chuvas insuficientes para cultivo

O período seco, entre as chuvas de Verão e de Inverno é curto e a regularidade das chuvas de Inverno, é mais baixa do que as chuvas principais de Verão. Todos estes factores têm um

papel importante na produtividade da cultura. As áreas com chuvas de Inverno suficientes na zona sul e centro da faixa costeira apresentam probabilidade de ocorrência de pluviosidade mais baixa. Estas áreas caracterizam-se também pelas altas variações, tanto em termos do início como do fim do período efectivo de chuvas. Devido a isto, os agricultores plantam as suas culturas tradicionais em datas diferentes, a partir de Agosto. Neste sistema, a cultura cresce de um modo primário, em solos de textura leve; os rendimentos são baixos, quando os recursos naturais não são utilizados de uma forma correcta, particularmente a pluviosidade.

Contudo, verificou-se no Apêndice II que variações altas no início das chuvas, dependem dos ciclos de pluviosidade. Isto é, durante o ciclo de pluviosidade acima da média, as chuvas começam mais cedo, do que na média. Contudo, dividindo o período nos ciclos de pluviosidade previstos, acima e abaixo da média, a variabilidade do início das chuvas poderia ser substancialmente reduzida. Além disto, os resultados da Fig.5 não suportam a prática tradicional de plantio desde Agosto. Contudo, para se melhorar a produtividade ou o nível da mesma, por unidade área, o tempo mais adequado para plantio é como se explicou no grupo 3.3.1, onde o grau crítico de crescimento da cultura, coincide com o período de chuvas suficientes. Esta prática contribui também para se obter uma segunda cultura. Com estas limitações específicas onde o início das chuvas é muito variável, poderiam ser praticadas datas diferentes de plantio, mas com esta prática não seria possível o plantio de uma segunda cultura em Abril/Maio. Isto por sua vez define o nível de produção mais apropriado. O tempo de plantio mais apropriado, aumenta o nível de risco

## 5.2 O risco associado ao excesso de água

As zonas do norte e do sul de Moçambique, sofrem a possibilidade de excesso de água durante o ciclo de crescimento da cultura (Fig.7). Em solos de textura pesada, isto pode originar perigo de armazenamento de água. O outro perigo importante associado a este fenómeno é a erosão do solo. O primeiro afecta directamente a produção, enquanto que o último afecta indirectamente a produção num ciclo longo, reduzindo a fertilidade e a parte superior do solo. A zona central e do sul da faixa costeira e a zona sul, apresentam a possibilidade de excesso de água. Contudo, a ocorrência



de longos períodos secos dentro do período disponível de chuvas efectivas (Fig.8) actuará indirectamente com o problema do excesso de água. Por conseguinte, pode haver um pequeno risco de armazenamento de água e de erosão do solo. Contudo, isto pode ser minimizado através de práticas adequadas de manejo de terra. Este tipo de sistema é feito em ICRISAT, Índia, nas amplas margens dos leitos e nos sulcos. Esta prática não acaba com os problemas de excesso de água, pois o tipo de manejo sugerido funciona sob condições limitadas de excesso de água. Contudo, viu-se no Apêndice II, que em alguns anos são possíveis situações (excepcionais) de excesso de água.

As áreas interiores do centro do País recebem também chuvas altas de 100 mm/ por semana ou mais. Isto pode originar tais problemas de armazenamento de água, conservando a água "in-situ" através de alguns mecanismos que reduzem o escoamento de água, contribuindo para o melhoramento de produtividade. Um desses mecanismos é o manejo de terra, nos declives das encostas.

O outro aspecto importante que diz respeito directamente ao excesso de água, é a escolha de culturas apropriadas. Havendo uma escolha adequada de culturas, sob diferentes níveis de excesso de água, o risco de perigo pode aumentar na produção da cultura. Isto é, em condições excessivamente húmidas, a cultura do milho é mais adequada do que a cultura de mexoeira ou vice-versa. Este factor, relaciona-se mais com o aspecto agronómico do que com o aspecto biológico da cultura.

### 5.3 O risco associado às secas

O estudo da área, apresenta em geral um risco alto, devido à seca, excepto em algumas áreas do norte e faixa costeira (Fig.10). Este risco é o sistema de agricultura específico. Por exemplo, em condições mais secas, a cultura do milho em vez da cultura de mexoeira, aumenta o risco. Isto não é devido às limitações biológicas mas sim às limitações agronómicas. Seguindo melhores práticas de manejo, o risco poderia ser reduzido. O risco pode ser mais alto para solos com baixa AWC e mais baixo para solos com alta AWC, se comparados ao valor citado na Fig.10. Isto é, os valores apresentados na Fig.10, apresentam valores médios da situação da região. No Apêndice II, também se verificou que o risco é mais baixo e mais

alto durante os ciclos de pluviosidade acima e abaixo da média, respectivamente, por estas razões, os sistemas de agricultura diferem de acordo com o tipo de solo e ciclo de pluviosidade.

#### 5.4 Sugestões para a redução de risco

1. Irrigação: Mais de 65% da área é própria para a agricultura de regadio (Fig.11). Em geral, a maior parte desta área apresenta um risco superior a 50% para agricultura de sequeiro.
2. Mandioca/Coco: Estas culturas adaptam-se melhor a regiões que recebam chuvas de Inverno suficientes ou que tenham períodos mais longos de chuvas de Verão. Estas culturas protegem o solo durante longos períodos, reduzem o perigo de erosão do solo e utilizam melhor a pluviosidade ao longo do ano.
3. Pastagens: O melhor sistema de produção para áreas com pluviosidade do tipo bIII e marginalmente do tipo bI e bIII com risco superior a 50%, é o sistema de pastagens/produção animal. Este sistema não só reduz o risco mas também protege o solo da erosão. Contudo, a escolha de tal sistema, depende da necessidade e/ou condições sócio-económicas.
4. Associações de culturas/sistemas de padrão de cultivo: A escolha de culturas/padrões de cultivo, é crítica para melhorar os rendimentos. Por exemplo: As associações vulgares são o milho mais o amendoim; mesmo assim, ficou bem explícito que este não é um bom sistema em termos de competição de água mas, em termos de vantagem de rendimento e mesmo com estas limitações, os agricultores assim como os investigadores seguem esta associação. Do mesmo modo, nas áreas centrais do interior onde a terra é mais apropriada para culturas como mexoeira e mapira, variedades de culturas que suportam a seca, são tradicionalmente plantadas com o milho que é mais susceptível à seca, ou seja, a importância da redução do rendimento por unidade, é maior para o milho do que para as outras duas culturas. O potencial do rendimento da mapira é al

to ou mesmo superior ao do milho.

É comum dizer-se que isso acontece devido à existência de pássaros. Isto necessita de ser mais aprofundado, porque as áreas nos arredores estão ainda a ser cultivadas com mapira e mexoeira.

Num ponto de vista climático, as culturas de amendoim/feijão boer ou amendoim/rícino são superiores às de amendoim/milho ou amendoim/mapira; a cultura de tipos de milho miúdo/gergelim é superior à de mexoeira/gergelim ou à de mapira/gergelim ou milho/gergelim. Todas estas observações são baseadas em experiências de campo de vários anos feitas por agricultores e investigadores. Em áreas com um fim de época de chuvas alto as culturas intercalares, simples e duplas são apropriadas. Analogamente, em áreas com um fim de época de chuvas alto ou estável, é preferível plantarem-se culturas duplas enquanto que num fim de época de chuvas curtas e regular deve-se plantar uma cultura simples.

#### 6. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

Este estudo pretende caracterizar o risco associado à agricultura de sequeiro. Para isto propõe-se identificar três tipos de risco, nomeadamente:

- i) Risco associado à variabilidade do início das chuvas efectivas ou chuvas de sementeira;
- ii) Risco associado ao excesso de água ou ao armazenamento de água;
- iii) Risco associado às secas

Todos estes factores podem ser minimizados por identificação correcta do sistema de agricultura assim como pela dependência do sistema de agricultura.

Os padrões de pluviosidade mostram consideráveis diferenças. Duas destas diferenças são: a duração das chuvas de Verão e a suficiência das chuvas de Inverno. Estas características têm um papel importante na identificação dos sistemas de agricultura. Em geral, durante a principal estação chuvosa de Verão a energia não limita a produtividade da cultura (excepto em zonas rectas; contudo, aqui, identificando culturas e tipos adequados, este efeito pode ser reduzido), por conseguinte, os principais

factores que controlam a produção nestas áreas são os padrões de pluviosidade.

A área em estudo apresenta uma variação alta, em termos, tanto do início como do fim da época de chuvas, efectivas. Isto é em geral o risco associado ao plantio, faz com que o perigo do plantio seja alto. Contudo, isto pode diminuir se se identificar o tempo próprio para o plantio, se este mostra uma dependência alta nos ciclos de pluviosidade, por exemplo, início efectivo das chuvas precoces durante os ciclos dos anos de pluviosidade acima da média e mais tarde durante os ciclos dos anos de pluviosidade abaixo da média.

Os perigos de excesso de água são altos nas zonas norte e sul de Moçambique e ao longo da faixa costeira. Estes podem ser reduzidos pela utilização adequada do manejo de terra das amplas margens dos leitos (dos rios) e dos sulcos.

Os riscos originados pelas secas são muito altos para a maioria da área, em particular nas zonas interiores do centro e do sul. O risco pode ser minimizado pelo manejo adequado. A maioria das áreas sob condições de risco elevadas, são alta e climaticamente eficazes para a agricultura de regadio. Mas áreas com chuvas de Verão longas e risco elevado (superior a 50%) são mais apropriadas para pastagens/animal mais baseadas nos sistemas de produção do que nos sistemas de produção de cultura. O sistema de pastagens não só reduz o risco como também protege o solo da erosão. Analogamente, sob chuvas de Verão longas e com suficientes chuvas de Inverno a cultura de mandioca/côco baseada no sistema de cultivo não só reduz o risco como também protege o solo da erosão nos solos de textura leve. O risco mostra-se altamente associado aos ciclos de pluviosidade. Por conseguinte, o sistema de agricultura mais apropriado para padrões de cultivo deviam ser estimulados.

Os sistemas de agricultura sugeridos, com riscos mínimos, também são apresentados juntamente com as áreas que são apropriadas para mandioca e para algumas culturas de árvores. Estes resultados fornecem uma base para planeamento regional e assistem um programa de melhoramento de cultura, caracterizando os riscos. Também fornece o inventário agroclimático básico de certas carac-

terísticas dos climas locais, que são necessárias para o planeamento local.

#### AGRADECIMENTOS

O Autor agradece aos Serviços Meteorológicos de Moçambique pelo fornecimento dos dados de diários de pluviosidade, particularmente ao Doutor G. Pepe, o Director.

O Autor também agradece ao Senhor Poncio J. Maciel pela assistência cartográfica.

