

La agregación en los modelos de programación lineal multiperiódica (*)

MATILDE FERNANDEZ-BLANCO

INTRODUCCION

La agregación es esencialmente una "metodología útil de la representación" (Malinvaud, 1956), es decir, la sustitución de un modelo complicado por un modelo más simple, del cual se espera que proporcionará la misma información (2).

En el ámbito de los estudios económicos en que se utiliza la programación lineal multiperiódica, se presenta el problema de la agregación en el planteamiento general del modelo. Este debe ser la representación fiel del proceso real que se quiere estudiar. Lo ideal sería que la relación entre modelo y realidad fuese un isomorfismo, en cuyo caso se podría reconstruir detalladamente el proceso real a partir del modelo, pero, en general, debido a la complicación excesiva (que haría al modelo poco manejable) o a la falta de información de base, se tiene que acudir a modelos homomórficos que puedan proporcionar información suficiente acerca de la realidad, aunque no nos permitan su reconstrucción detallada.

En el caso de un modelo homomórfico que estudia el comportamiento de un agricultor aislado, se plantea el problema de la agregación en el interior del propio modelo, afectando entre otras cuestiones al número de períodos que se consideran, número de años que comprende cada período, manera de plantear las restricciones del modelo y número y forma de las variables o actividades que se incluyen.

(*) El presente trabajo se realizó en el Departamento de Economie et Sociologie Rurales del INRA, de París, con una beca del programa INIA/BIRF, de seis meses de duración, para el estudio de la programación matemática, bajo la dirección del doctor Boussard.

¿QUE QUEREMOS HACER?

El objetivo de la presente investigación es estudiar cómo influye la agregación en los resultados de un modelo de programación lineal multi-periódica aplicado a la agricultura.

Se trata de comparar las soluciones óptimas obtenidas en dos modelos cuyo planteamiento general y datos básicos son los mismos pero con diferentes niveles de agregación.

Uno de los modelos, muy agregado y simplificado, lleva pocas actividades y restricciones, es un modelo reducido, con una matriz pequeña y muy manejable. El otro modelo, que representa la misma explotación, es más detallado, desglosándose cada actividad del anterior en varias actividades más especificadas (por ejemplo, cereales, da lugar a trigo, cebada, maíz, etc...), al igual que las restricciones. También es diferente en cada modelo el número de períodos y el número de años por período, lo que influye en la función económica al variar el horizonte de planificación.

Por otra parte, parece lógico suponer que una de las variables exógenas que influyen en la decisión de adoptar un grado más o menos fuerte de agregación es el coste de resolución del problema. El tiempo de cálculo que consume el ordenador para resolver el programa lineal dependerá de la dimensión que tengan las matrices.

¿COMO LO HACEMOS?

Los modelos utilizados tienen las características fundamentales de los denominados "modèles de type Provence", preparados y usados por los investigadores del I. N. R. A. desde hace algunos años (*).

- Llevan un sistema de restricciones de riesgo e incertidumbre, que se denominan "contraintes de sécurité", basadas en los conceptos de pérdida posible y pérdida admisible para cada cultivo.
- Son dinámicos y generalmente multiperiódicos.
- Ningún factor de producción se considera fijo, siendo siempre posible una compra o venta al exterior.

(*) Para más información sobre este tipo de modelos, consultar la Bibliografía expuesta al final.

Por otra parte, como en todo programa lineal aplicado a la agricultura, estos modelos llevan restricciones técnicas anuales referentes a la ocupación del suelo por cada cultivo, utilización del trabajo, utilización del capital, mantenimiento de la fertilidad del suelo y financiación.

La función económica utilizada es el maximizar el activo neto de la empresa en el horizonte de planificación, teniendo en cuenta que cada año se consume una fracción constante del beneficio.

También se ha utilizado a lo largo de todo el trabajo el programa "GEMAGRI" de generación de matrices de programas lineales para la agricultura. La perfecta puesta a punto de este programa por un equipo de la Station Centrale d'Economie et Sociologie Rurales del I. N. R. A. permite realizar de manera automática y en el mínimo de tiempo toda la serie de cálculos complejos y laboriosos que requiere la elaboración de matrices en los programas lineales. Realiza automáticamente las agregaciones y eliminación de datos, y debido a su rapidez, que se traduce en el bajo coste de los cálculos, se ha convertido en el útil máspreciado para estudios de este tipo.

LOS DATOS

Los datos provienen de un trabajo realizado en colaboración por un equipo de investigadores de la Station Central d'Economie et Sociologie rural del I. N. R. A. bajo la dirección del doctor Boussard y el proyecto "Liban 13" de la F. A. O. (1).

Son datos referentes a las explotaciones agrícolas de la región de Koura, en el Líbano, recogidos en una encuesta para el estudio de los efectos sobre la agricultura de la puesta en marcha de un vasto programa de irrigación en la región, y elaborados por el equipo responsable del proyecto.

Se han estudiado cuatro tipos de explotaciones agrícolas distintas, que se reflejan en los cuatro niveles del segundo miembro en la matriz de programación lineal, que hemos denominado KPET 1, KGRD, MET 1, MAR 1. Sus características son:

Segundo miembro — KPET 1:

Composición de la familia, que nos sirve para delimitar el nivel de consumo y la calidad y cantidad de mano de obra disponible en la explotación.

HFAP = 1,50 (n.º). Hombres de la familia, que se identifica con trabajo de dirección y mano de obra cualificada.

FFAP = 1,00 (n.º). Mujeres de la familia, que se identifica con mano de obra no cualificada.

IFAP = 3,00 (n.º). Inactivos de la familia.

Otros datos se refieren a la existencia y composición del capital.

SEXS = 1,50 (Ha). Suelo existente seco, es decir, no preparado para cultivos de regadío.

OEXM = 1,20 (Ha). Plantación de olivos existentes de edad media.

FOND = 10,00 (100 LL). Fondo de rotación inicial (la unidad es 100 libras libanesas).

Segundo miembro — KGRD:

HFAP = 1,50 (n.º). Hombres de la familia.

IFAP = 4,00 (n.º). Inactivos de la familia.

SEXS = 7,80 (Ha). Suelo existente seco.

OEXM = 5,00 (Ha). Plantación existente de olivos de edad media.

OEXV = 1,20 (Ha). Plantación existente de olivos viejos (treinta a cuarenta y nueve años; media, cuarenta).

OEXJ = 0,50 (Ha). Plantación existente de olivos jóvenes.

FOND = 100,00 (100 LL). Fondo de rotación inicial.

TRX 1 = 1,00 (n.º). Tractor de uno o dos años de existencia.

Segundo miembro — MET 1:

HFAP = 1,50 (n.º). Hombres de la familia.

FFAP = 2,00 (n.º). Mujeres de la familia.

IFAP = 2,00 (n.º). Inactivos de la familia.

VEXV = 0,50 (cabezas). Existencias en vacas viejas tradicionales.

VEXJ = 0,50 (cabezas). Existencias en vacas jóvenes tradicionales.

VEXG = 0,50 (cabezas). Existencias en terneros tradicionales.

LA AGREGACION EN LOS MODELOS DE PROGRAMACION LINEAL MULTIPERIODICA

- BEXV = 1,00 (cabezas). Existencias en ovejas viejas.
BEXJ = 0,50 (cabezas). Existencias en ovejas jóvenes.
MAXP = 100,00 (100 UF). Máximo de pastos naturales (la unidad es 100 unidades forrajeras).
FOND = 50,00 (100 LL). Fondo de rotación inicial.

Segundo miembro — MAR 1:

- HFAR = 1,50 (n.º). Hombres de la familia.
IFAR = 4,00 (n.º). Inactivos de la familia.
SEXI = 6,00 (Ha). Existencias en tierras irrigadas.
MAXI = 250,00 (100 m³). Máximo de derechos de agua.
VEXV = 1,00 (cabezas). Existencias en vacas viejas tradicionales.
VEXJ = 1,00 (cabezas). Existencias en vacas jóvenes tradicionales.
MAXP = 100,00 (100 UF). Máximo pastos naturales.
FOND = 200,00 (100 LL). Fondo de rotación inicial.
TRX 1 = 1,00 (n.º). Tractor de uno o dos años de existencia.

Por último, se ha considerado que los miembros de la familia de MAR 1 tienen un nivel de consumo superior a los otros casos estudiados, dado su mayor potencial económico.

LOS MODELOS

Se han utilizado dos modelos para los distintos niveles del segundo miembro, excepto para KPET, en que se han ensayado tres.

En el modelo 1, el horizonte de planificación es de tres años, dividido en tres períodos de un año de duración cada uno. Comporta una matriz de 1.293 elementos, 100 filas y 271 variables, es el más simplificado de todos, presentando la máxima agregación tanto en las actividades como en el número de restricciones.

Las actividades ganaderas están reducidas a tres: compra-venta y cría del ganado. En lo referente al capital territorial, sólo se contemplan

los casos de compra y venta de tierras, en régimen de secano o adaptadas para riego.

En los cultivos se consideran por separado los casos de secano y regadío, y en algunos, como en las legumbres, se especifica el régimen de propiedad (cultivo directo, aparcería, etc.).

Las actividades financieras, que son generadas automáticamente por el programa GEMAGRI a partir de los datos básicos, son las mismas para los tres modelos.

Las ecuaciones correspondientes a las restricciones de "seguridad", también generadas automáticamente por GEMAGRI, dependen de los cultivos considerados, puesto que hay una ecuación por cada cultivo.

En el modelo 2, el horizonte de planificación es de diecinueve años, dividido en cinco períodos de uno, uno, dos, cinco y diez años, respectivamente. Comporta una matriz de 474 filas, 918 variables y 4.968 elementos, el nivel de agregación es mucho más débil que en el caso anterior. En todos los cultivos se contempla el régimen de tenencia de la tierra, aparecen las actividades de alquiler de tierras y también la aparcería, y las actividades ganaderas se desdoblan según se trate de ganado de raza tradicional o de raza mejorada que produce más rendimiento.

Por último, el modelo 3, que no presenta agregaciones, respecto a los otros, tiene su horizonte de planificación de diecinueve años, dividido en diez períodos, de los cuales los nueve primeros son de un año de maduración y el último de diez años.

En este modelo, solamente se presentan datos en el caso del segundo miembro denominado KPET, debido a que no fue posible obtener solución óptima con los medios de cálculo de que disponíamos, no obstante presentamos en los resultados una de las soluciones posibles encontradas, que no debe estar muy alejada del óptimo, si éste existe, para poder compararla con los óptimos de los otros modelos.

Las dimensiones de la matriz en este modelo son: 1.171 filas, 2.571 variables y 20.329 elementos.

Así, pues, se puede considerar que el Modelo 3 es el modelo básico, en el que se han tenido en cuenta todas las posibilidades que se le presentan al agricultor libanés, especificando con todo detalle las actividades y las restricciones; a partir de él, mediante agregaciones de actividades, que en unos casos son simples y en otros ponderadas, se crean nuevas actividades y restricciones también simplificadas que dan origen al modelo 2. Esta operación de agregación se ha hecho de forma automática con GEMAGRI. El modelo 1 se ha hecho agregando y simplificando manual-

mente los datos de base del modelo 3 a un nivel superior al del modelo 2.

Los niveles del segundo miembro MAR 2 y MET 2 son idénticos a MAR 1 y MET 1, pero expresando el capital en unidades monetarias (miles de libras libanesas).

Para resolver el programa lineal se ha utilizado el programa MPS (Mathematical Programming System) de la biblioteca de programas del ordenador IBM 360/50 de la Estación de Jouy en Josas (I. N. R. A.).

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados referentes a las actividades más representativas se presentan en forma de cuadros y gráficos para facilitar la comparación de las cifras.

Se han hecho cuatro divisiones para su mejor comprensión y solamente se incluyen los resultados de los tres primeros períodos.

El primer grupo comprende los cultivos, las cifras se refieren a las Has. ocupadas por cada uno de ellos, y los resultados se agrupan en tres: tabaco (TA) y cultivos que necesitan escarda o "plants sarclées" (SA), legumbres y cereales, aunque en cada casilla se especifican las actividades que comporta cada uno de ellos y que dan lugar a la cifra global.

El segundo grupo recoge la compra y venta de tierras (ATE, VTE; de secano S y de regadío I) o los correspondientes al arrendamiento (DBL arrendar tierras, PBL tomar tierra en arriendo). La unidad es en todos los casos la hectárea.

El tercer grupo se refiere a actividades ganaderas: AV, LV, VV, compra, cría y venta de ganado vacuno; AM, LM, VM, compra, cría y venta de ganado lanar. Las cifras expresan número de cabezas de ganado.

El cuarto grupo presenta las actividades financieras que aparecen en el óptimo de cada modelo:

PERT	= Pérdida admisible total.
REST	= Reservas financieras totales.
DERE	= Disminución de las reservas.
ACRE	= Aumento de reservas.
OSCC	= Apertura de crédito en cuenta corriente.
REPO	= Relación de un período de tesorería a otro.
SOLD	= Saldo, fondos líquidos a fin de año.

EPLT 05 = Préstamos a cinco años.

IMOB 05 = Inmovilización de fondos propios para financiación a largo plazo.

PROF = Beneficio.

La unidad es 100 libras libanesas en todos los casos.

No hemos indicado el resto de las actividades que forman la base de la solución óptima por no pecar de exhaustivos y no considerarlo fundamental para el objeto de este trabajo.

En el cuadro 1 y en las figuras 1, 2, 3 y 4 se recogen los resultados del nivel KPET del segundo miembro, correspondientes a los tres modelos citados. El cuadro 2 y las figuras 5, 6, 7 y 8 representan los resultados del nivel KGRD de los dos modelos indicados anteriormente. El cuadro 3 y las figuras 9, 10, 11 y 12, los correspondientes a los dos modelos estudiados para el nivel MET. Por último, los resultados del nivel MAR del segundo miembro de los dos modelos se presentan en el cuadro 4 y en las figuras 13, 14, 15 y 16.

El tiempo de cálculo del ordenador en el programa Gemagri fue sensiblemente igual (alrededor de diez minutos) para todos los modelos; siendo, sin embargo, muy diferente para cada modelo el tiempo consumido para la obtención del óptimo, en la resolución del programa lineal. Así, mientras que en el modelo 1 se consumió menos de un minuto para la obtención de cada solución óptima, realizándose todos los casos en 3,66 minutos, en el modelo 2 fueron necesarios casi quince minutos para cada segundo miembro diferente, excepto para KGRD, en que se obtuvo la solución óptima en 6,15 minutos, y en el único caso expuesto del modelo 3 se consumieron treinta minutos de ordenador, no llegándose a obtener la solución óptima.

CUADRO NUM. 1

MODELO 1				MODELO 2				MODELO 3			
2.º miembro: KPET				2.º miembro: KPET				2.º miembro: KPET			
Actividades	PERIODOS			Actividades	PERIODOS			Actividades	PERIODOS		
	1 año	2 años	3 años		1 año	2 años	3 años		1 año	2 años	3 años
PROF	54,217	74,407	105,483	PROF	34,98	87,28	210,83	PROF	78,91	89,66	113,26
TAFS: tabaco .	0,171	0,285	0,574	SATI	0,19	—	—	Plants sarclées (SAMI+SATI) ADSI+MAMI .	1,28	1,41	1,64
Legumbres: LEFI + LETI + + LEMI + + LEAS+LEAI.	2,235	5,297	6,715	Legumbres: LEFS+LEMS+ +LETI	0,51	2,97	2,97	Legumbres: (LETI+LEMS+ +LEFS+LETI) COMI+PADS+ +CAES+TOSI.	2,92	3,05	4,24
				Cereales: MAIS+CEFS+ +CETS	1,30	9,59	9,59	Cereales: (CEFS+CETS) ORPS+BTMS .	1,68	2,29	2,58
ATES	—	0,383	0,936	PBLI+PBLs ...	0,85	9,05	—	PBLI+PBLs ...	7,88	—	4,29
								DLSP+DLIA ...	6,85	7,00	10,64
AVAC	0,298	0,284	—	AVAT	1,73	0,36	—	AVAT	0,94	0,40	—
ELEV	0,298	0,612	0,673	LVAT	1,73	2,27	4,54	LVAT	0,94	1,44	1,58
				VVAT	—	—	0,23				
PERT	18,000	29,947	60,292	PERT	16,20	81,19	162,39	PERT	62,08	63,03	95,78
				REST	—	8,64	232,36	REST	—	18,89	60,16
				DERE	10,00	—	—	DERE	10,00	—	—
OCCCA	52,171	50,600	35,780	OCCC	18,78	—	10,74	OCCC	16,83	—	—
				ACRE	—	8,64	53,77	ACRE	—	18,89	41,27
				REPO	25,11	56,04	51,97	REPO	49,57	125,36	133,86
SOLD	37,069	70,412	107,725	SOLD	27,49	62,49	120,73	SOLD	49,46	75,40	90,76
EPLT 05	0,244	23,171	56,482								

Fig. 1: CULTIVOS
2do miembro, KPET

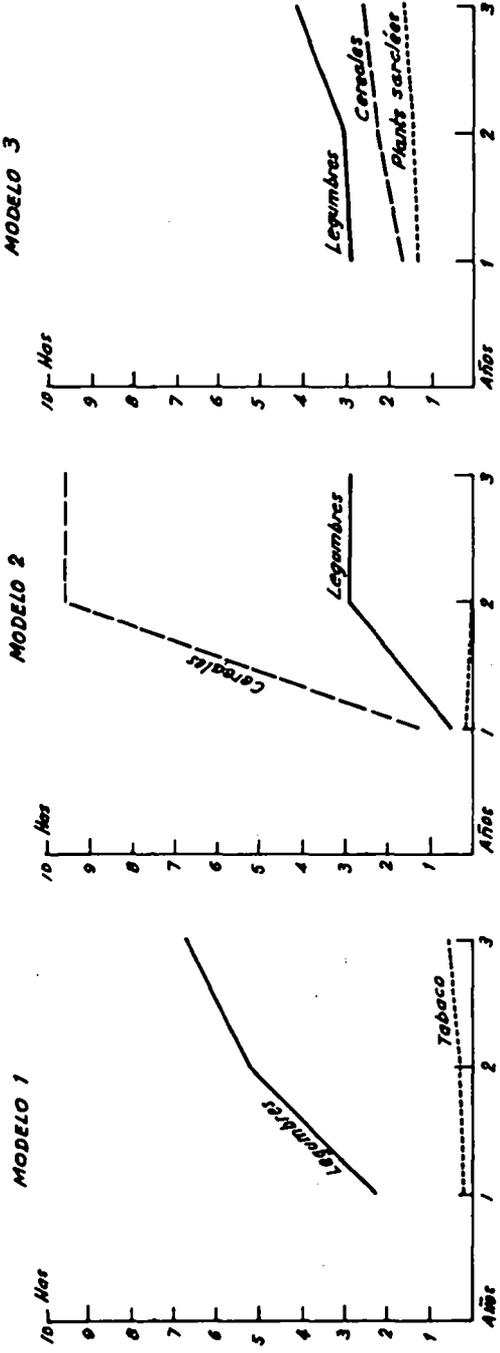


Fig. 2: TIERRAS
2º miembro . K.P.E.T

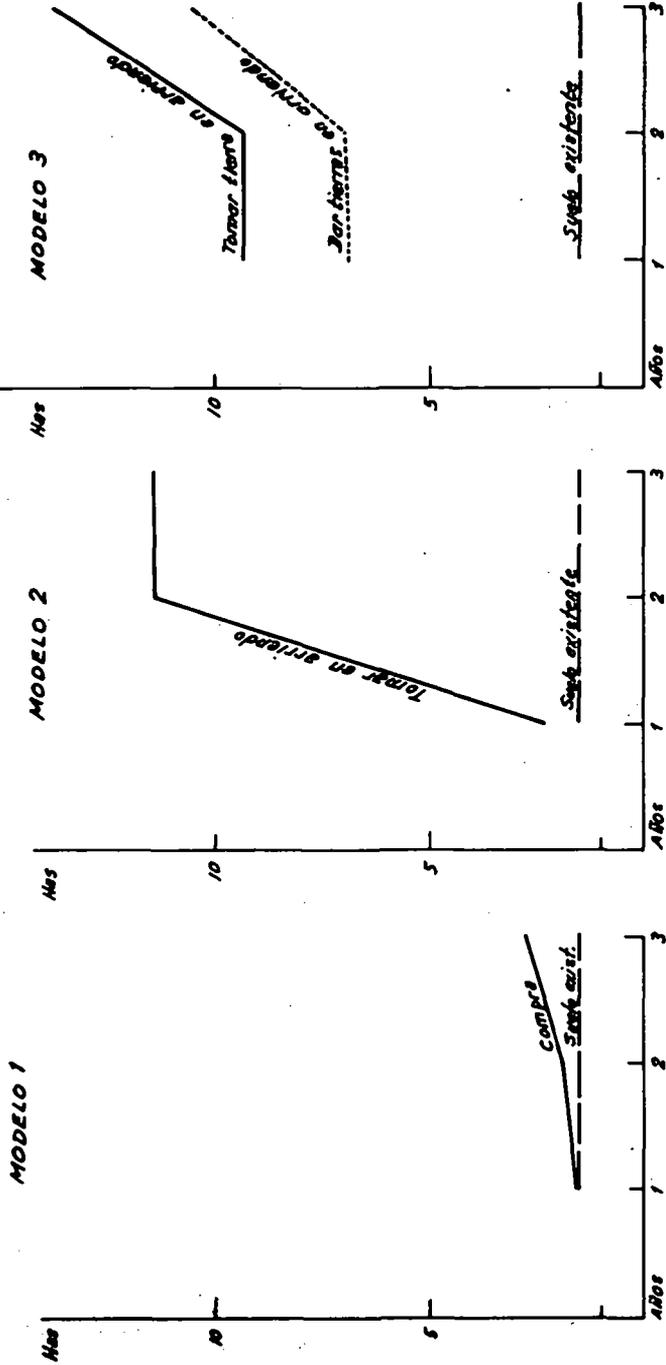


Fig. 3 : GANADO

2^{do} miembro: KPET

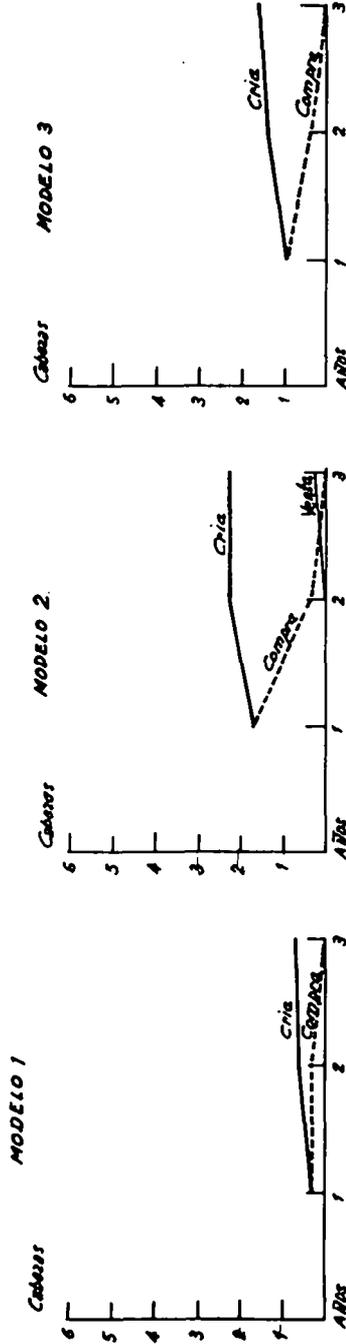
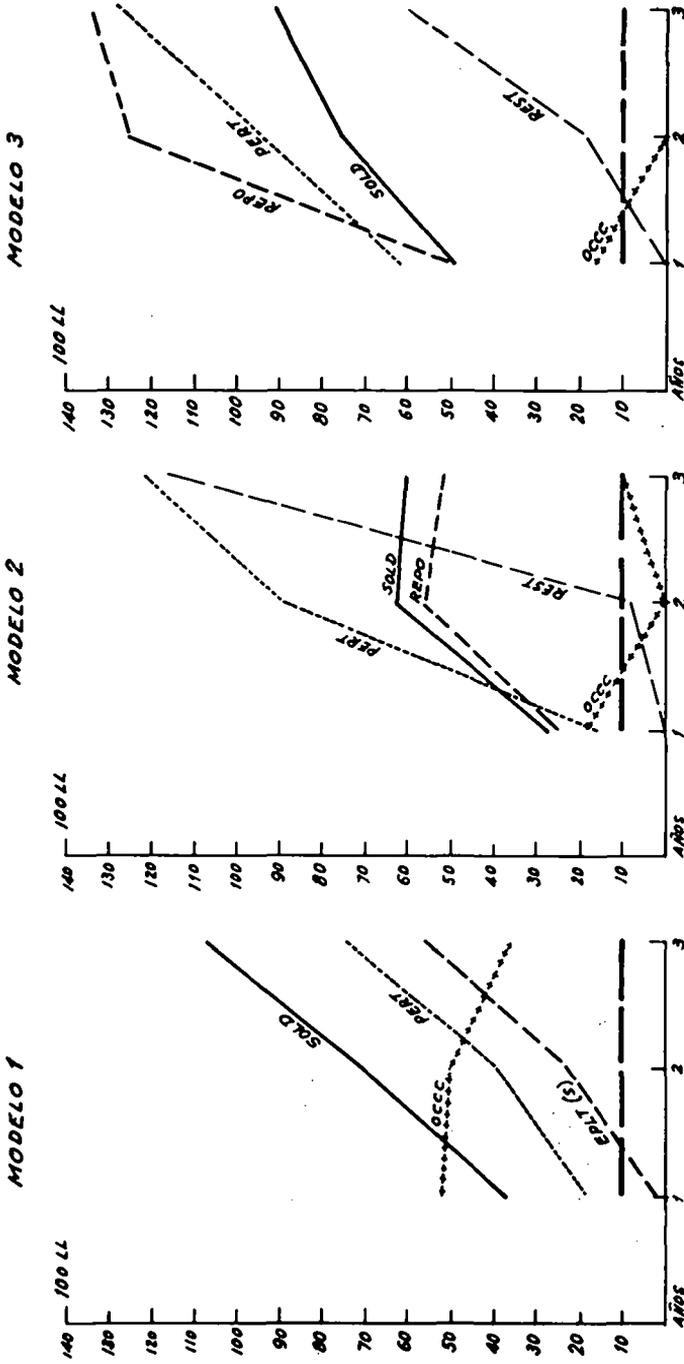


Fig. 4
2do miembro KPET.



CUADRO NUM. 2

MODELO 1				MODELO 2			
2.º miembro: KGRD				2.º miembro: KGRD			
Actividades	PERIODOS			Actividades	PERIODOS		
	1 1 año	1 año	1 año		1 1 año	2 1 año	3 2 años
PROF	177,237	173,474	248,128	PROF	77,998	173,052	477,091
TAFS: tabaco ..	0,957	0,955	1,693				
Legumbres: LEFI+LEMI+ +LEAS	2,817	6,232	9,032	Legumbres: LEFS+LEMS ..	0,910	1,493	1,252
				Cereales: MATS+CEFS+ +CETS	5,357	25,908	23,050
Compra tierras: ATES+ATEI ..	0	0,607	2,228	DBLS	—	—	4,326
				PBLS	0,700	13,443	—
AVAC	—	0,586	—	AVAT	3,105	2,243	—
ELEV	0	0,586	0,644	LVAT	3,105	5,658	10,318
				VVAT	—	—	0,790
PERT	100,501	100,277	177,786	PERT	83,701	156,783	262,820
				REST	24,443	109,638	928,128
				DERE	15,557	—	—
				ACRE	—	85,195	177,213
OCCC	90,736	47,733	—	OCCC	—	—	143,367
				REPO	308,007	132,719	12,980
SOLD	128,619	209,392	282,539	SOLD	114,550	115,881	—
EPLT 05	—	36,411	252,205				
VCAP	58,303	—	—				

Fig. 5 : CULTIVOS
2º Miembro: KGRD MODELO 2

MODELO 1

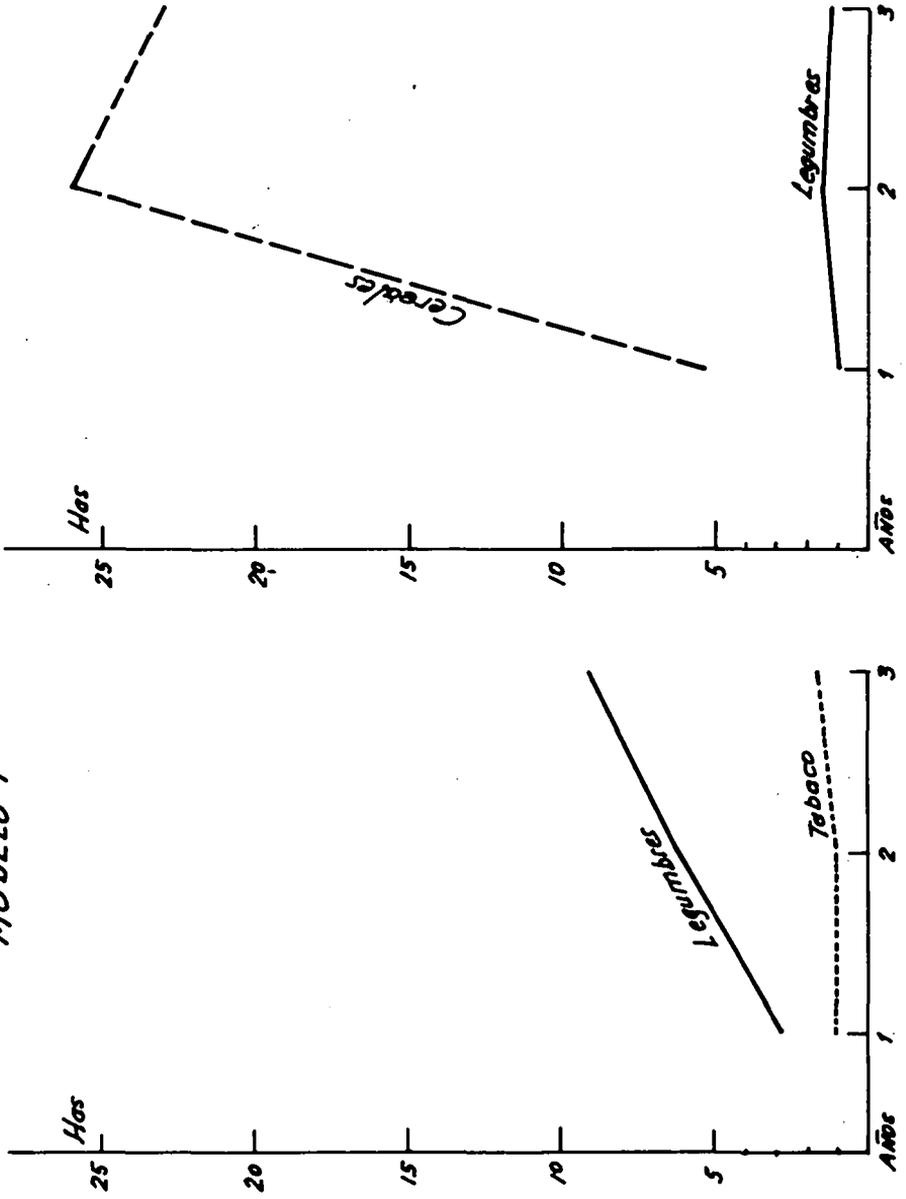


Fig. 6: TIERRAS
MODELO 1 **2^{do} miembro KGRD** **MODELO 2**

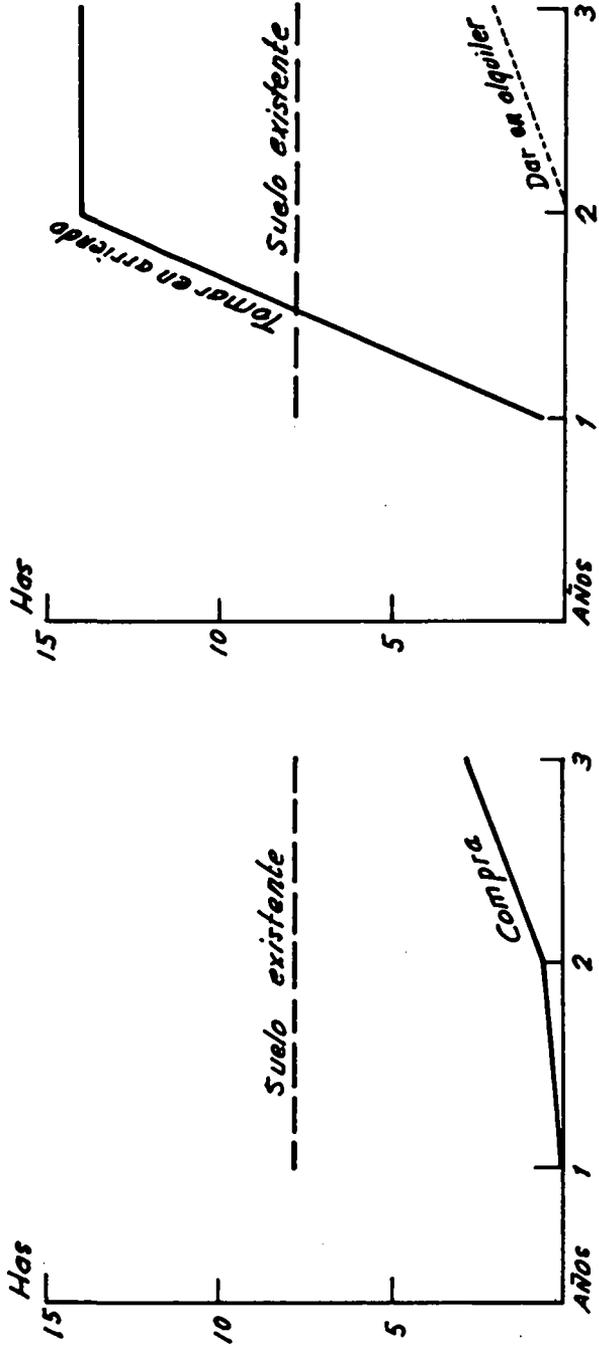
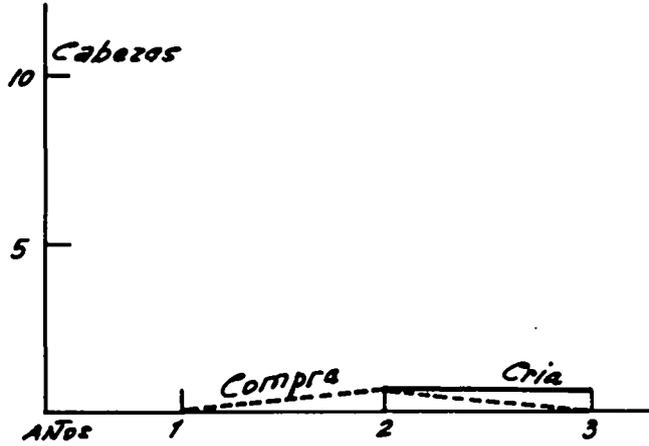


Fig. 7

2^{do} miembro KGRD-GANADO

MODELO 1



MODELO 2

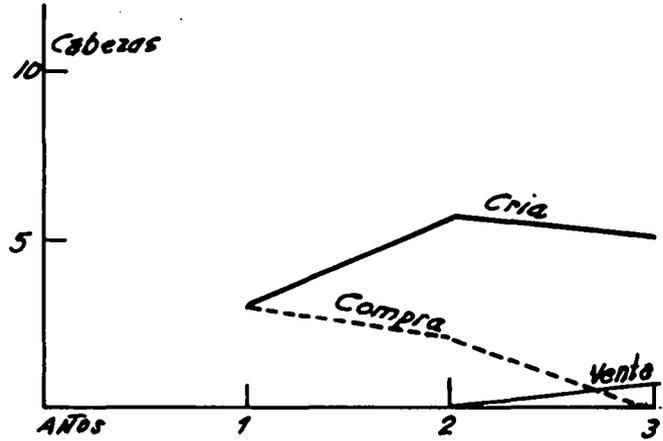
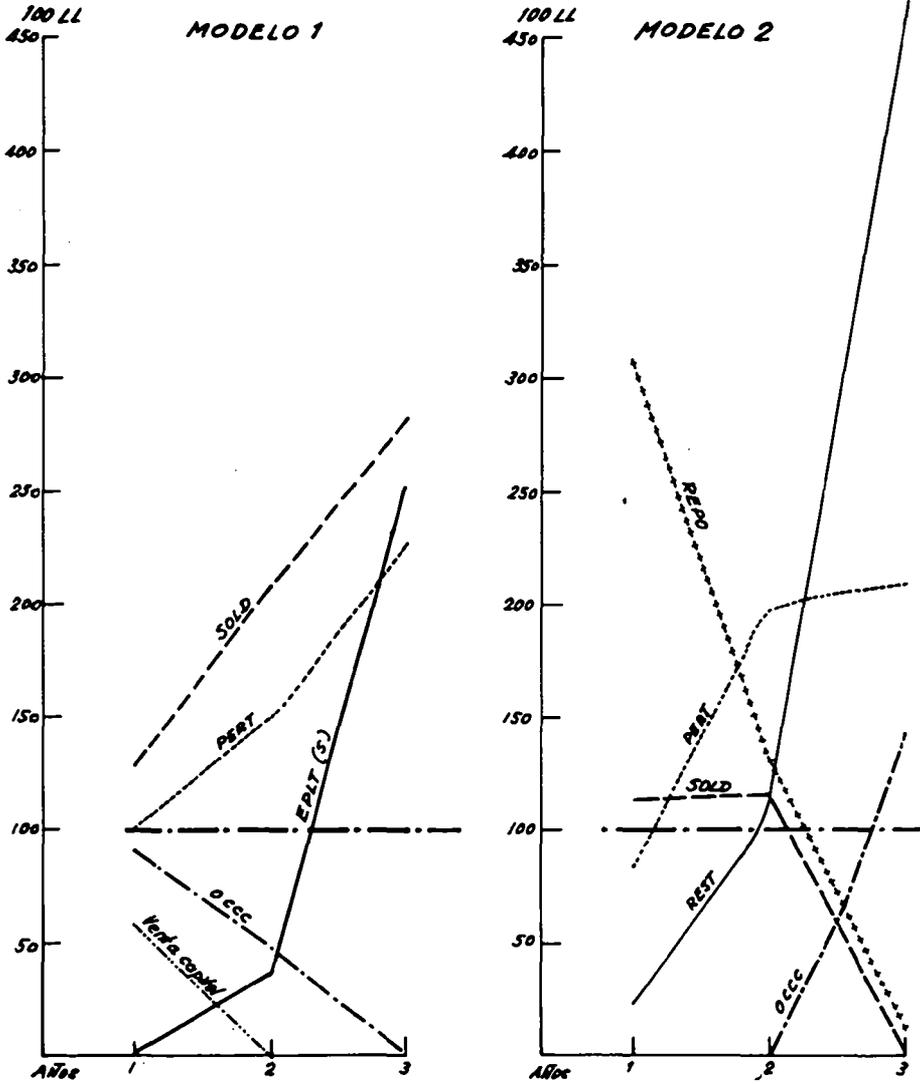


Fig. 8 : ACTIVIDADES FINANCIERAS
 2^{do} miembro KGRD



CUADRO NUM. 3

MODELO 2				MODELO 2			
2.º miembro: MET 2				2.º miembro: MET 1			
Actividades	PERIODOS			Actividades	PERIODOS		
	1 año	2 años	3 años		1 año	2 años	3 años
PROF	55,268	62,648	87,707	PROF	22,853	77,664	334,776
TAFS	0,149	0,231	0,378				
Legumbres: LEAS+LEAI ..	3,254	5,059	8,278	Legumbres: LEFS+LETI+ +LEMS	0,331	1,875	2,599
ATES	0,149	0,083	0,147	Cereales: MATS+CEFS+ +CETS	0,437	10,066	18,807
				PBLI+PBLs ...	0,768	7,851	12,311
AVAC	—	0,197	0,362	AMOT	20,728	21,038	—
ELEV	0,434	0,675	1,104	LMOT	20,728	43,838	85,742
VVAC	1,286	—	—	VMOT	—	—	4,819
				AVAT	0,106	1,497	0,163
				LVAT	0,106	1,613	4,667
PERT	15,621	24,285	39,734	PERT	26,669	72,726	297,569
				REST	16,351	35,981	315,211
				DERE	3,649	—	—
				ACRE	—	19,630	60,812
OCCCA	57,648	50,426	55,564	REPO	21,906	38,154	99,914
SOLD	38,621	68,679	108,243	SOLD	45,078	64,280	220,088
EPLT 05	0	4,463	6,938				
IMOB 05	9,013	0,536	1,975				
ACAP	0,087	0,048	0,086				

Fig. 9 : CULTIVOS

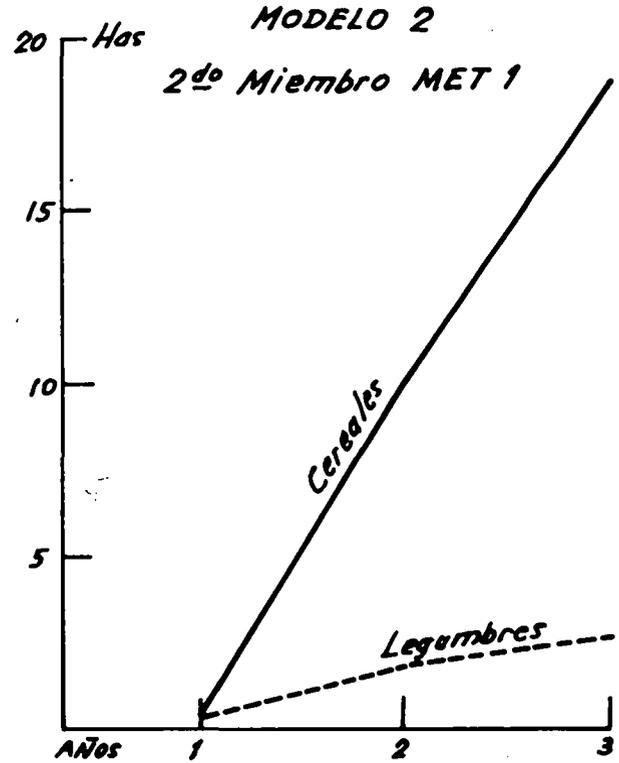
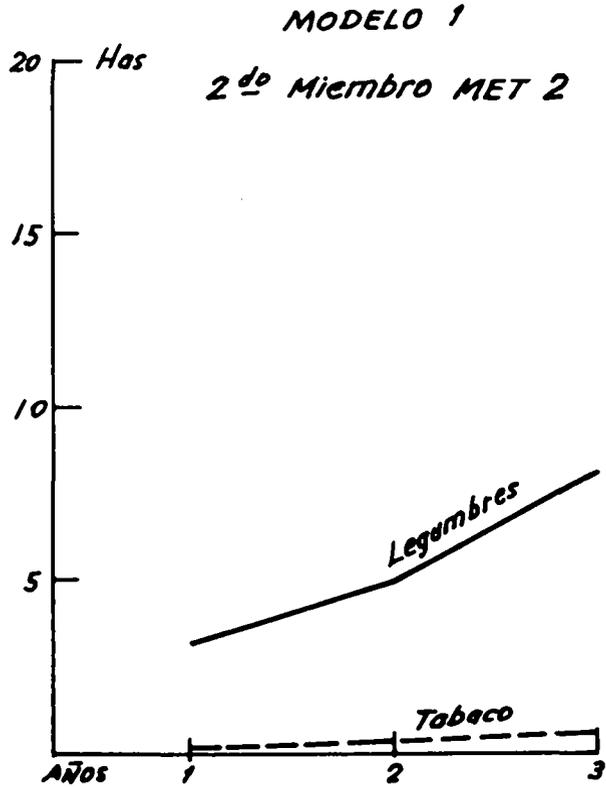


Fig. 10: TIERRAS

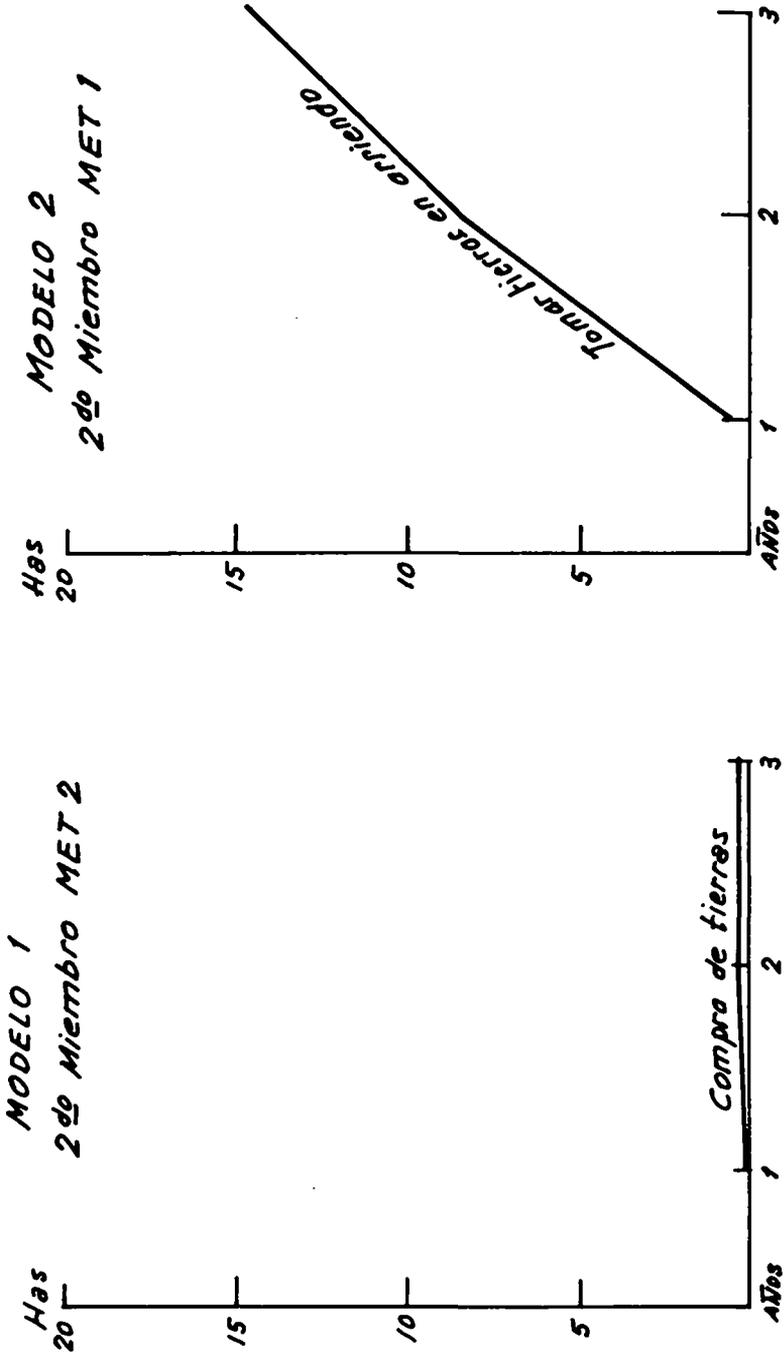


Fig. 11: GANADO

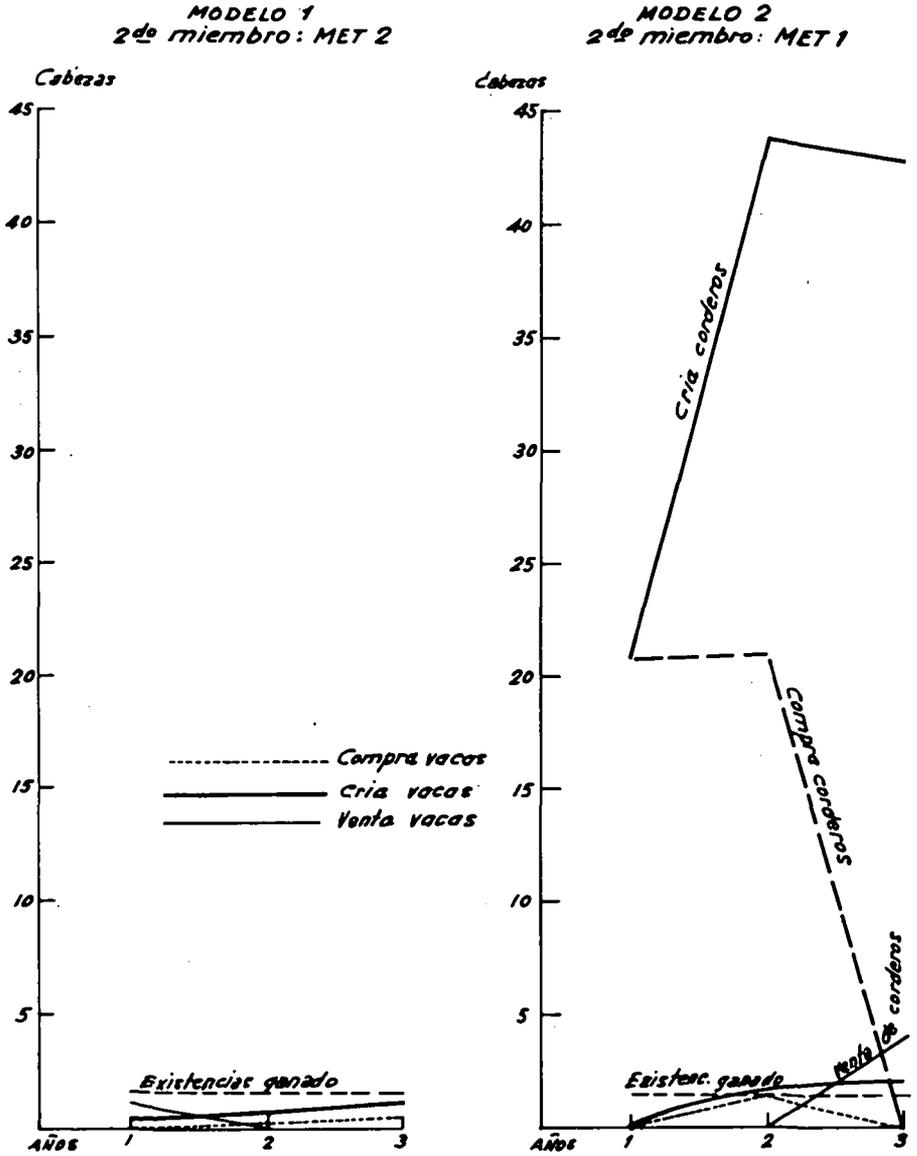
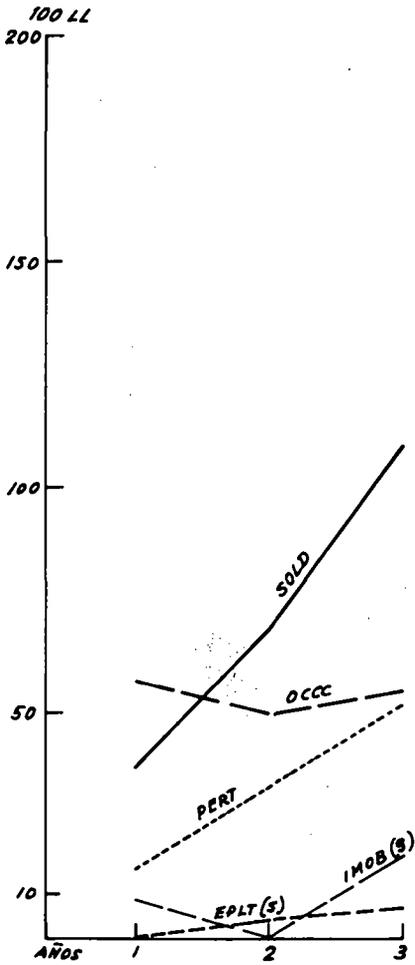


Fig. 12 : ACTIVIDADES FINANCIERAS

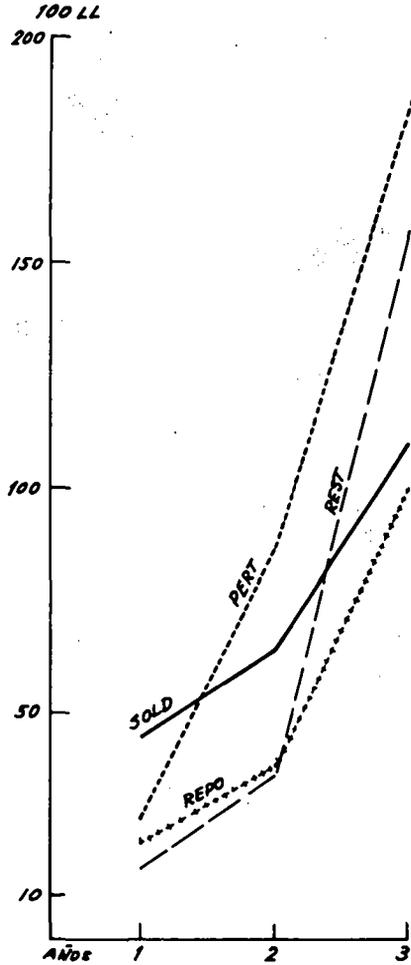
MODELO 1

2^{do} miembro: MET 2



MODELO 2

2^{do} miembro: MET 1

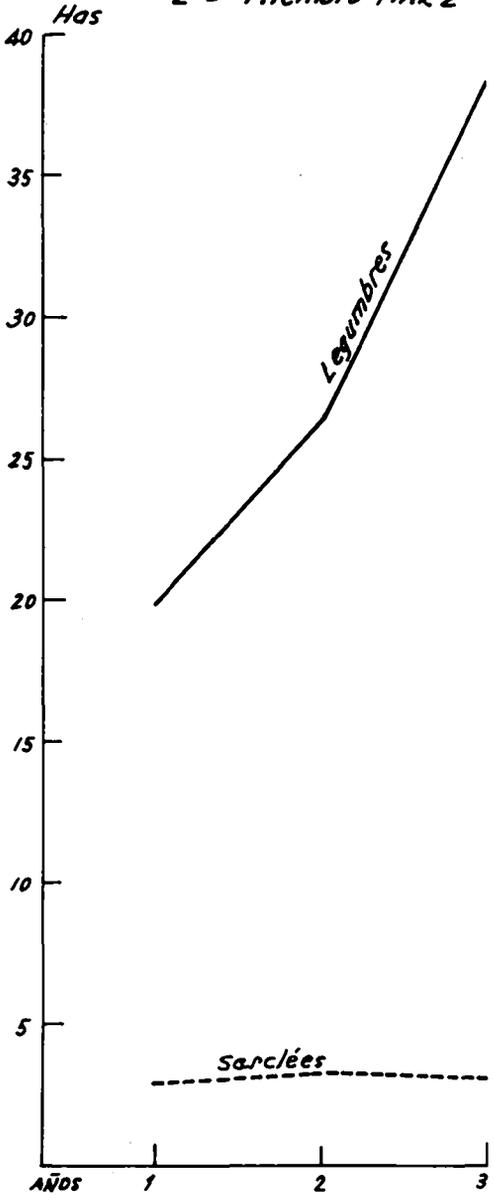


CUADRO NUM. 4

MODELO 1				MODELO 1			
2.º miembro: MAR 2				2.º miembro: MAR 1			
Actividades	PERIODOS			Actividades	PERIODOS		
	1 1 año	2 1 año	3 1 año		1 1 año	2 1 año	3 2 años
PROF	332,900	385,857	475,293	PROF	—	94,772	315,944
TAFS:							
TAFS+SAMI+							
+FOFI	2,943	3,320	3,181	SATI	0,082	—	—
Legumbres:				Legumbres:			
LEFI+LEMI+				LEFS+LEMS	0,379	—	1,420
+LEAS	19,795	26,419	38,761	Cereales:			
				MATS+CEFS+			
				+CETS+CEMS	0,943	14,995	17,334
VIEI	0,008	—	—	DBLI	4,677	15,068	—
ATES+ATEI	2,567	—	1,580	PBLS	—	26,803	7,595
AVAC	—	0,282	1,086	AVAT	0	0,845	0,030
ELEV	2,000	2,482	3,816	LVAT	—	0,845	2,202
				AMOT	19,913	19,374	—
				LMOT	19,913	41,278	84,184
				VMOT	—	—	3,762
PERT"	269,547	269,547	333,971	PERT	28,064	118,471	298,248
				REST	120,277	161,708	612,376
				DERE	79,723	—	—
				ACRE	—	41,432	72,240
OCCC	52,229	—	—	OCCC	—	—	13,392
				REPO	59,951	2,079	—
SOLD	341,326	493,793	665,966	SOLD	79,724	85,678	198,340
EPLT 05	153,379	0	152,701				

Fig. 13 : CULTIVOS

MODELO 1
2^{do} Miembro MAR 2



MODELO 2
2^{do} Miembro MAR 1

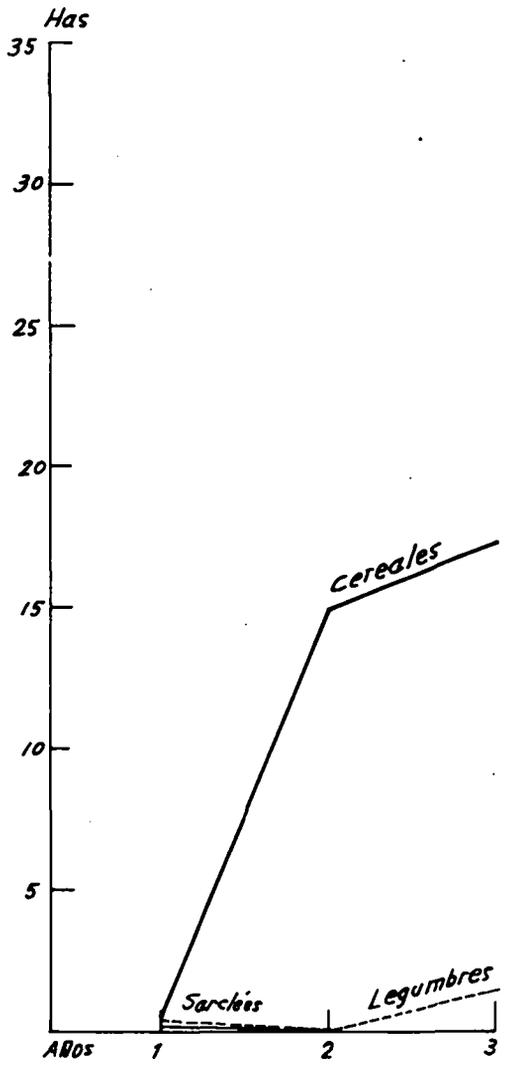


Fig. 14: TIERRAS

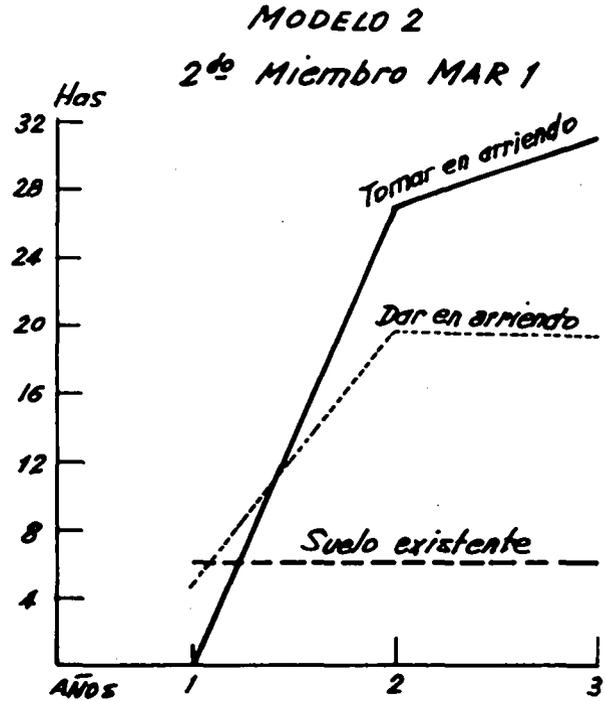
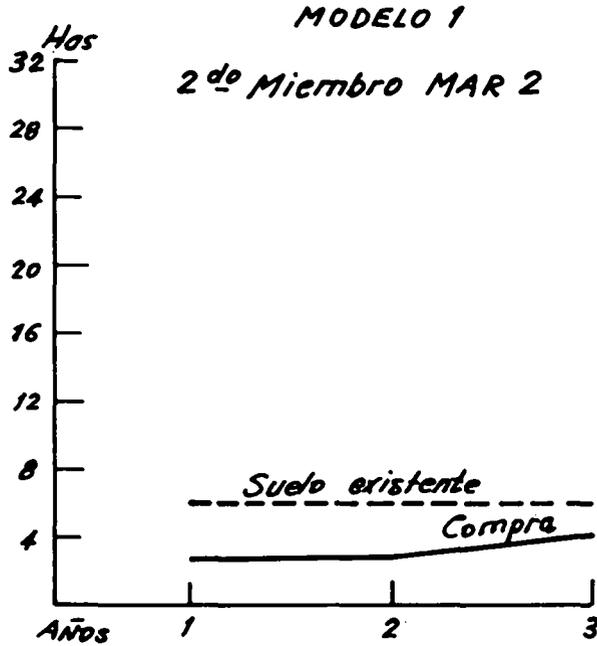


Fig. 15: GANADO

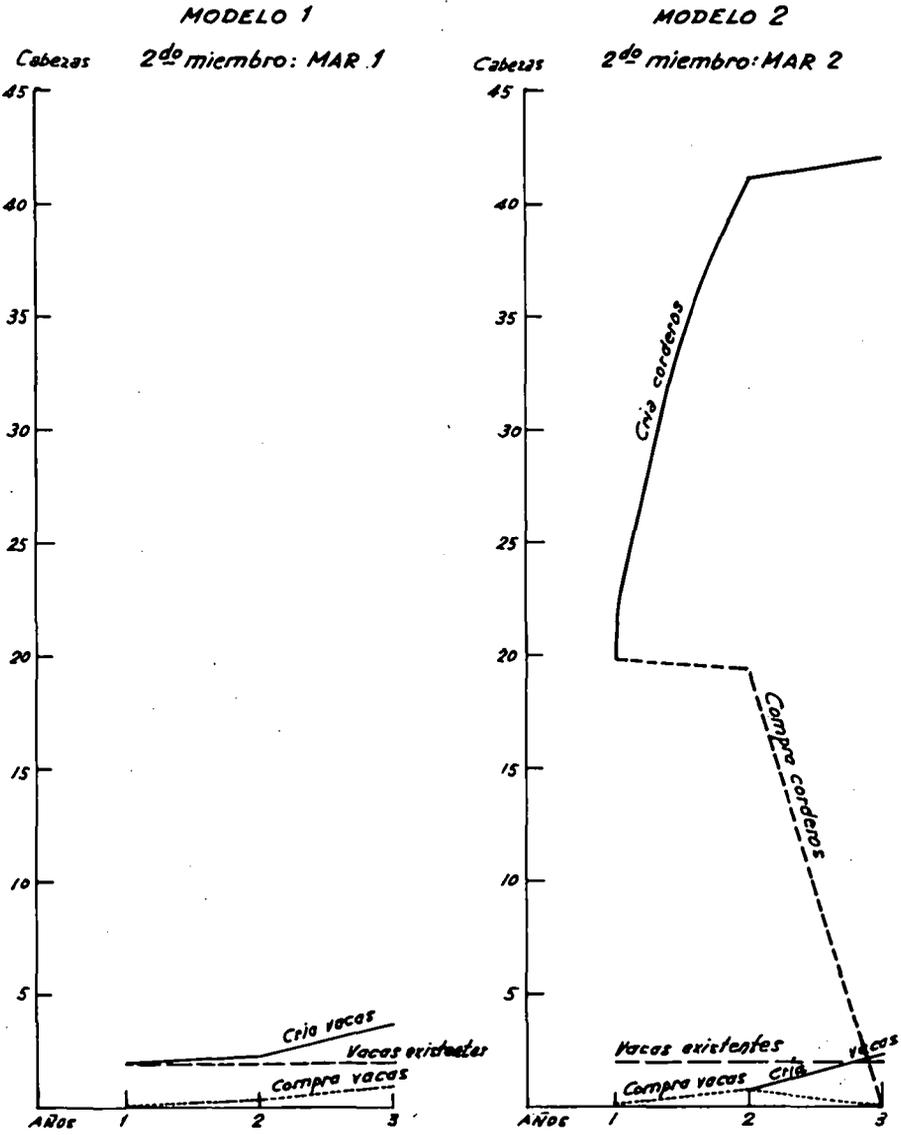
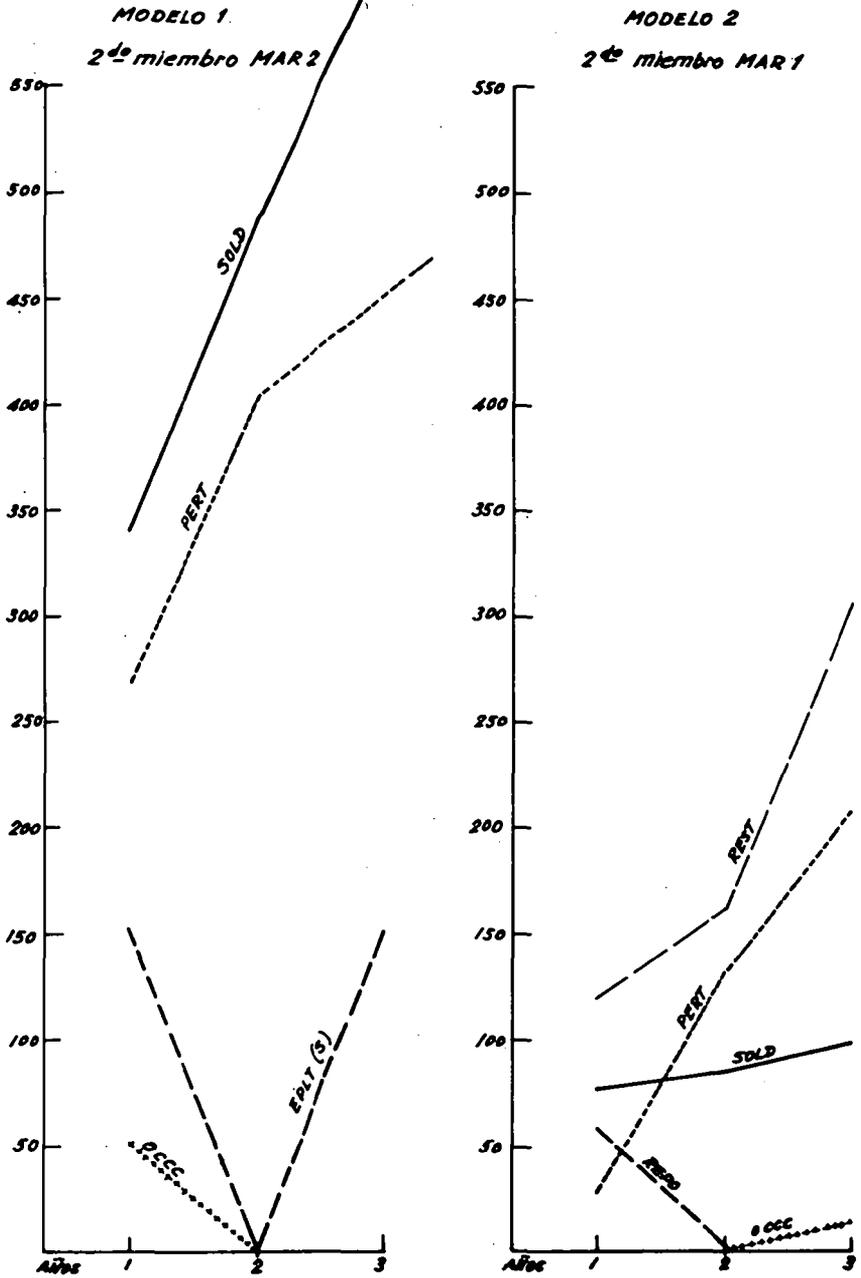


Fig. 16: ACTIVIDADES FINANCIERAS



CONCLUSIONES

En todos los casos en el modelo 1 aparecen solamente dos tipos de cultivo: tabaco y legumbres, siendo la superficie dedicada al último de ellos netamente superior, mientras que en el modelo 2 los recursos se reparten entre legumbres y cereales, siendo aquí los cereales los que ocupan la mayor parte de la superficie de la explotación.

En el modelo 3 del nivel KPET, aparecen los tres grupos: cultivos que necesitan escarda (plants sarclées), legumbres y cereales, siendo el segundo de ellos el que tiene más importancia, pero estando las superficies más repartidas en los demás casos.

En lo referente al capital territorial, en todos los niveles del modelo 1 sólo aparece compra de tierras, en mayor o menor volumen, dependiendo de los recursos del agricultor, mientras que en el modelo 2 aparece la actividad tomar tierras en arriendo con un volumen muy superior al anterior, en el nivel KGRD incluso aparece que el agricultor cede en arriendo 4,3 Has. en el tercer período, y en el nivel MAR 1, correspondiente al más "rico" de los agricultores considerados, esta actividad de cesión de tierras en arriendo ya aparece en el primer año a un nivel elevado. Lo mismo ocurre en el modelo 3, que aparece la actividad de arrendar tierras en los dos sentidos y con cifras muy elevadas.

En el grupo de actividades ganaderas, las cifras correspondientes al modelo 1 son netamente inferiores a las del modelo 2, pudiéndose observar que los agricultores con más recursos van simultaneando el ganado vacuno con el lanar. Los resultados del modelo 3 son inferiores en estas actividades a los del modelo 2.

Las actividades financieras resultan más difíciles de analizar. La pérdida admisible total en los segundos miembros KPET y MET, aun partiendo de una cifra similar en el primer período, crece mucho más rápidamente en el modelo 2 que en el modelo 1; sin embargo, se mantiene al mismo nivel en KGRD y es de signo opuesto en MAR, donde las cifras correspondientes al modelo 1 son casi dobles que en el 2.

Los saldos, o sea el dinero líquido en caja al final del período, son superiores en el modelo 1 y con tendencia claramente ascendente, mientras que en el modelo 2 son inferiores y tienen tendencia a disminuir o a crecer menos en el último período, excepto para MET, que son casi iguales las cifras correspondientes a los dos modelos.

Una cosa a destacar es la inexistencia de préstamos a cinco años en la

base óptima del modelo 2, mientras que aparece con clara tendencia creciente en el modelo 1.

También es interesante la apertura de créditos en cuenta corriente, actividad que generalmente en el modelo 1 aparece en el primer período, disminuyendo e incluso desapareciendo posteriormente, mientras que en el modelo 2 sólo aparece en el tercer período y en MET ni siquiera se presenta.

Por último, otra diferencia clara entre ambos modelos es el comportamiento de las actividades correspondientes a las reservas. En el modelo 2 estas actividades están siempre en la base óptima, con un crecimiento muy acusado a lo largo del tiempo, en tanto que no aparecen en ninguno de los casos del modelo 2.

A la vista de estos resultados creemos que las diferencias que se observan entre los modelos, más que a la diferente agregación de las actividades, se debe a la diferencia en el planteamiento del horizonte de planificación.

La estructura de la explotación es semejante para el mismo agricultor, pero la diferencia entre plantearse su función objetivo a tres años o alargar el horizonte de planificación a diecinueve años es manifiesto.

El modelo 1 presenta un agricultor menos conservador, se preocupa de obtener créditos tanto a largo como a corto plazo, compra tierras en la medida de sus posibilidades y cultiva, sobre todo, legumbres. El modelo 2 presenta a un agricultor con una mentalidad ligeramente distinta, se dedica, sobre todo, al cultivo de cereales, que considera más seguro; se preocupa por acrecentar sus reservas y toma las tierras en arrendamiento, que es menos comprometido para sus resultados; se dedica a la ganadería dentro de sus posibilidades y al menos en estos primeros períodos no recurre más que a créditos a corto plazo.

Así, pues, la conclusión más importante es que para el estudio del comportamiento de un agricultor por medio de estos modelos de programación lineal multiperiódica, más que preocuparse por la agregación en las actividades y en el planteamiento del número de restricciones que se consideren, debe el técnico procurar que el horizonte de planificación que considere en sus estudios se ajuste a la mentalidad y expectativas del agricultor, pues es este dato el que influye verdaderamente en los resultados finales.

Esto es muy importante si consideramos la gran diferencia existente entre el tiempo de cálculo necesario de ordenador para las distintas agregaciones, es decir, para los distintos modelos, lo que implica una gran

ventaja desde el punto de vista del coste de resolución del programa a favor de los modelos más simplificados, o sea de los que presenten un fuerte nivel de agregación.

Madrid, 28 de abril de 1975.

BIBLIOGRAFIA

- BOUSSARD, J. M.: *Compte-rendu et enseignement de la collaboration entre l'I.N.R.A. et le projet Liban 13 de la FAO*. I. N. R. A., "Econ. e Sociol. Rur.", Série Travaux de Recherches núm. 13, París, 1972.
- BOUSSARD, J. M.: *Programmation mathématique e théorie de la production agricole*. Ed. Cujas. París, 1970.
- BOUSSARD, J. M.: *Time horizon, objective function, and uncertainty in a multi-period model of firm growth*. "American Journal of Agricultural Economics", volumen 53, núm. 3, agosto 1971.
- BOUSSARD, J. M., y BRUN, A.: *Adaptation de l'agriculture à l'irrigation. Etude économétrique des exploitations du Bassin de la Laye*. I. N. R. A., "Econ. e Sociol. Rur.", Série Travaux de Recherches, núm. 4. París, 1970.
- BOUSSARD, J. M., y PETIT, M.: *Problèmes de L'accession à l'irrigation*. I. N. R. A., S. C. P. París, Le Tholonet, 1966.
- Sin autor. *Le programme GEMAGRI, description générale, notice d'utilisation*. Ronéo, I. N. R. A., París, 1971.

