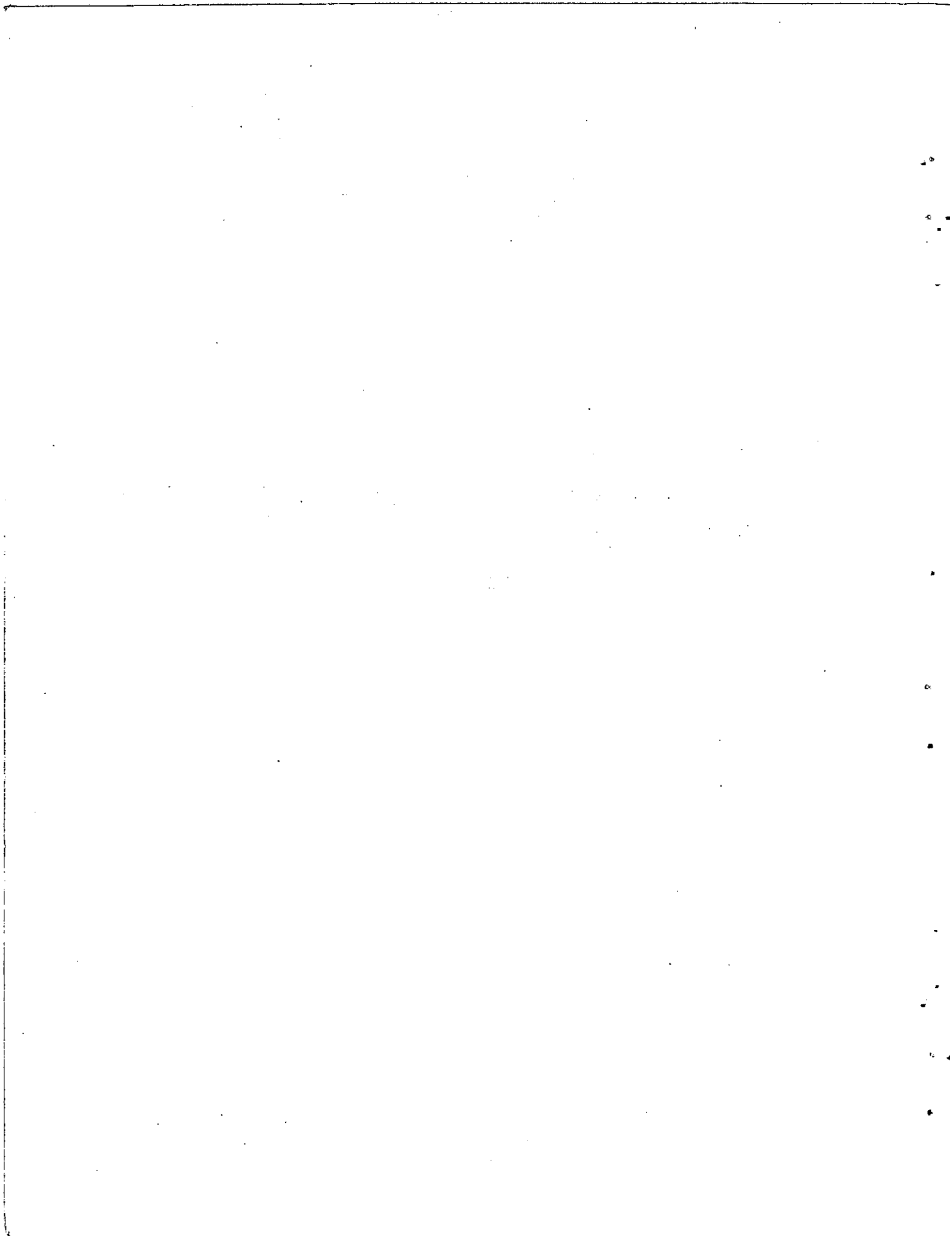


Capítulo 9

SELECCION DE MAQUINARIA AGRICOLA



9.1 INTRODUCCION

Se entiende como selección de maquinaria agrícola, el proceso mediante el cual se escogen los equipos y máquinas necesarios para una explotación agrícola determinada.

El objetivo del proceso de selección es determinar con mayor o menor precisión, el tamaño y capacidad de los equipos requeridos para satisfacer las necesidades básicas de una determinada explotación, en forma tal que los productos obtenidos, generen el máximo de ingresos con el mínimo de costos.

El proceso de selección es en general difícil, principalmente, para las condiciones del trópico por la gran variación que presentan los factores de clima y suelo, determinantes en los procesos de selección. Pueden mencionarse entre otros, la precipitación y distribución de las lluvias, las condiciones de suelo y topografía y la disponibilidad de mano de obra calificada.

En razón del elevado costo de los equipos y de las labores mismas de mecanización, la selección debe ser muy cuidadosa. Un error en la escogencia de los equipos puede oca-

sionar cuantiosas pérdidas y en ocasiones el fracaso de una empresa.

La metodología que se sugiere para el proceso de selección de maquinaria agrícola no corresponde a un sistema matemático preciso, sino que es una guía para orientar al experto en la estimación del tamaño de los equipos que se van a utilizar, lo cual implica una cuantificación del tamaño de los tractores en cuanto a potencia y ancho de operación de los implementos. En ningún momento se pretende determinar la adaptación del equipo a labores específicas de trabajo, ya que esto lo estudiará el técnico de acuerdo con su experiencia y conocimientos.

La selección de maquinaria agrícola será sencilla en la medida que se disponga de información confiable y suficiente en cuanto a registros meteorológicos, condiciones de la finca o zona y características de los suelos, disponibilidad de maquinaria en la zona, mano de obra calificada y topografía.

Una buena selección de maquinaria se traduce en grandes beneficios económicos para diferentes sectores; para su propietario por reducción de los costos de operación; para el país por ahorro

de divisas al evitar subutilización de la maquinaria importada y para el industrial y fabricante de implementos, por cuanto al establecer un buen patrón de uso por año de los equipos, se fomenta una demanda real que les permite ajustar sus programas de producción.

9.2 UTILIZACION DE LA SELECCION E INFORMACION REQUERIDA

La metodología planteada para la selección de maquinaria agrícola puede ser aplicada según las diferentes condiciones iniciales de la explotación de acuerdo con las siguientes alternativas:

- Selección general de la maquinaria para la explotación.
- Selección de implementos cuando se dispone de las fuentes de potencia (tractores).
- Selección de la fuente de potencia cuando se tienen los implementos.

El tratamiento del primer punto genera la información

completa para la solución de los dos restantes, cuando esas situaciones se presentan.

La información requerida para el estudio de selección de maquinaria puede resumirse en los siguientes puntos:

- Area dedicada a la producción.
- Cultivo o cultivos a sembrar y plan de rotación de 4 o 5 años.
- Selección de las labores mecanizadas de acuerdo con el tipo de cultivo, las condiciones del suelo y las costumbres de la zona.
- Epoca y tiempo disponible para cada labor con base en la información sobre la normal ocurrencia de lluvias en la zona, o previo estudio de las condiciones meteorológicas.
- Textura, humedad y estado del suelo en el momento de realizar las labores mecanizadas, principalmente la labranza.

- Disponibilidad de maquinaria en la zona y su importancia relativa en función de confiabilidad de servicio, repuestos y experiencias en la operación y mantenimiento.

9.3 PLANIFICACION DE LAS LABORES MECANIZADAS

Esta planificación consiste en la determinación de dos factores: Las labores mismas que han sido seleccionadas anteriormente, (como arada y rastrillada), y los tiempos permisibles por labor o conjunto de labores.

Mediante la ayuda de un gráfico Gantt (Figura 41) se planean las operaciones mecanizadas, listándolas en orden cronológico y empezando por aquellas de mayores requerimientos de potencia. Sobre la horizontal se incluye el calendario del año y semestre objeto de la planeación. Si los dos semestres difieren en cuanto a disponibilidad de tiempo para la siembra, se incluyen los dos para hacer la selección teniendo en cuenta las condiciones más críticas.

GRAFICO DE GANTT

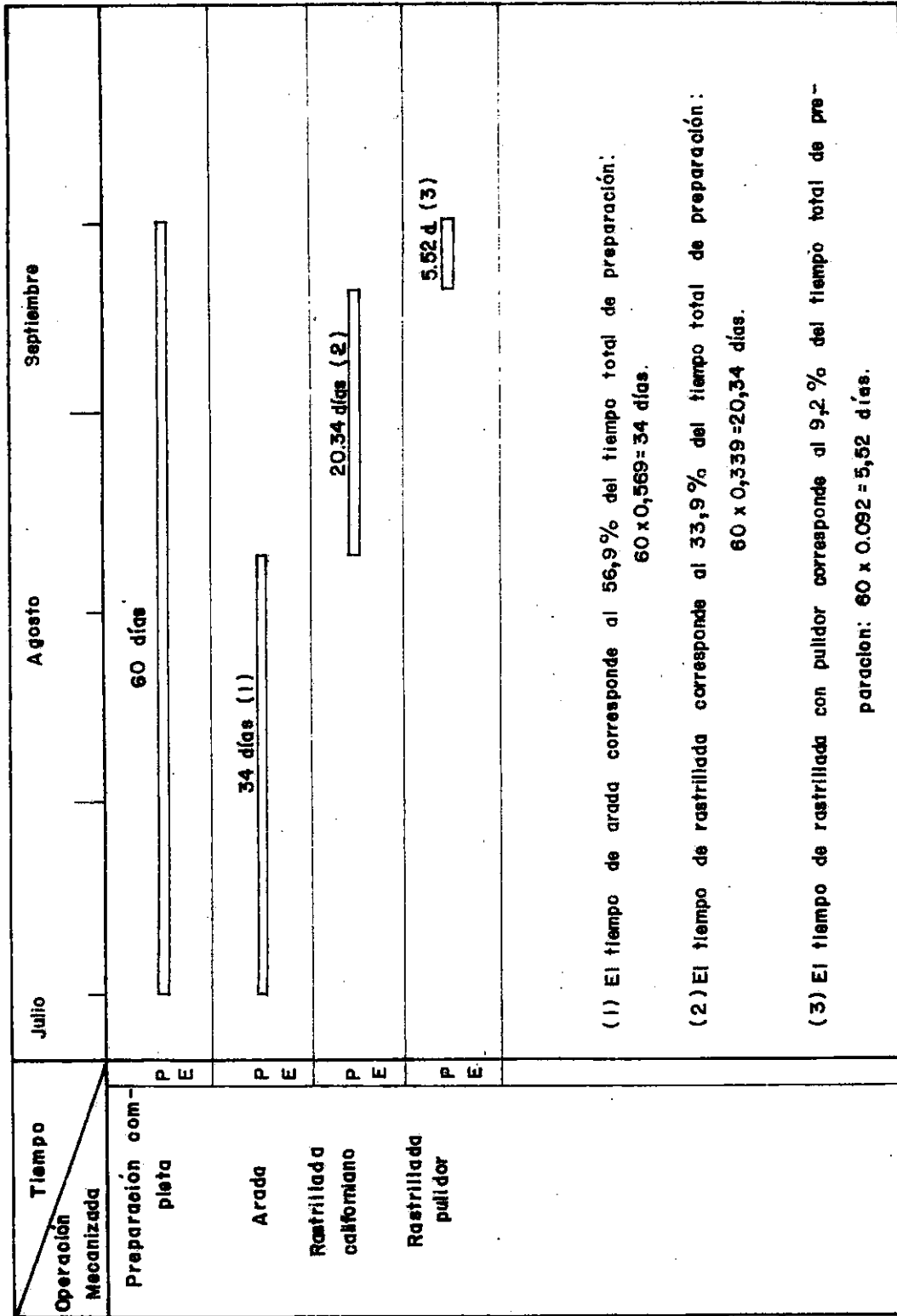


FIG. 4 | Planificación de labores mecanizadas calendario 1980 semestre B

Las casillas P y E se utilizan para marcar las actividades programadas y ejecutadas respectivamente, de tal manera que el gráfico se puede utilizar como instrumento de planeación y supervisión durante la ejecución de operaciones.

Las dificultades para estimar los tiempos disponibles se presentan cuando se conoce el tiempo por conjunto de labores y no por cada labor. Tal es el caso de la preparación de tierras en la cual se ejecutan (según la Figura 41) tres operaciones: una arada, una rastrillada con californiano y una rastrillada con pulidor.

Para efectos del cálculo y selección de los equipos se considera necesario separar y analizar individualmente las operaciones competitivas. Es posible hacer el análisis individual de las operaciones conociendo el número de operaciones o pases por labor. La Tabla 11, ilustra la participación porcentual de cada operación en el conjunto 'preparación de tierra' para diferente número de pases en las labores de arada, rastrillada y pulida. Los datos de tiempo disponible por labor se muestran en el gráfico de Gantt.

TABLA 11. Distribución de tiempo empleado en tres operaciones competitivas con respecto al tiempo total disponible para la preparación.

% en Arada	% en Rastrillada	% en Pulida
(1) 68,51	(1) 20,40	(1) 11,09
(1) 56,90	(2) 33,90	(1) 9,20
(1) 48,65	(3) 43,50	(1) 7,85
(1) 45,10	(3) 40,30	(2) 14,60
(1) 42,51	(4) 50,63	(1) 6,87
(1) 39,75	(4) 47,40	(2) 12,85

NOTA: La cifra entre paréntesis corresponde al número de pases ejecutados en la correspondiente operación.

El procedimiento de selección se explica más fácilmente mediante un ejemplo.

Se requieren sembrar 200 hectáreas en cultivos de rotación (maíz, frijol y soya) en zona plana a 1.000 metros sobre el nivel del mar. Los suelos son de textura arcillosa, muy secos en el momento de la arada. Época de siembra en el primer semestre: marzo 15 - 30; período vegetativo del maíz: 120 días.

Época de siembra en el segundo semestre: 15 - 30 de septiembre; período vegetativo de la leguminosa de rotación 78 días; promedio anual de precipitación 1.600 mm.

Al analizar la Figura 42 que muestra el comportamiento de la precipitación mensual durante varios años, se encuentra que los meses secos son enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre.

El maíz sembrado el 15 de marzo, se cosechará aproximadamente el 15 de julio, quedando dos meses para la preparación del suelo, antes de sembrar, entre el 15 de julio y el 30 de septiembre, el siguiente cultivo de rotación. Este no cosechará del 15

al 20 de diciembre, quedando para la preparación del primer semestre 85 días comprendidos entre el 20 de diciembre y el 15 de marzo, fecha de siembra del maíz.

Es claro que para el segundo semestre se dispone de mucho menos tiempo para la preparación. Por lo tanto, como se anotó anteriormente, esta situación más crítica se utilizará para proceder a la selección de la maquinaria. Tiempo disponible para la preparación: 2 meses, del 15 de julio al 15 de septiembre.

Aunque los dos meses son 60 días calendario, ellos corresponden a 40 días laborables a los cuales hay que restar los 16 días de lluvia durante ese tiempo (8 en julio y 8 en agosto, Figura 42).

Finalmente quedan entonces 24 días laborables para este ejemplo. Estas consideraciones sin embargo, pueden variar mucho de acuerdo con las condiciones de la zona, el criterio del experto y el sistema de contratación de operarios.

Podría decirse en nuestro ejemplo, que es posible trabajar durante todos los días sin exceptuar sábados ni festivos y

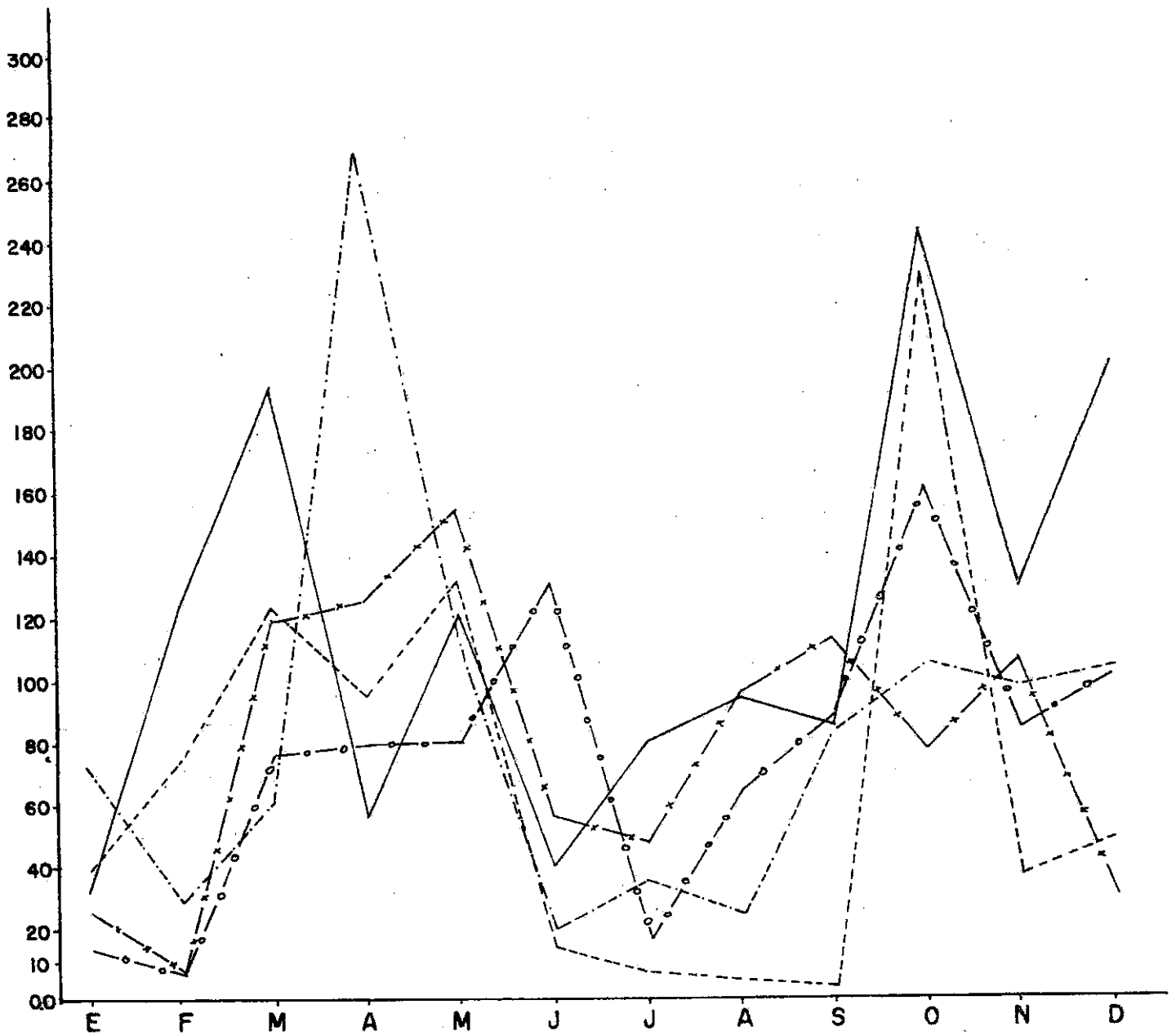


FIGURA 42. Precipitación mensual de los últimos cinco años

1 ^{er} AÑO	—————
2 ^o "	- - - - -
3 ^{er} "	—●—●—●—
4 ^o "	- - - - -
5 ^o "	—●—●—●—

PROMEDIO DE DIAS CON LLUVIA DE
LOS MESES SECOS

Enero	8	Días
Febrero	10	"
Junio	11	"
Julio	8	"
Agosto	8	"
Diciembre	11	"

que de otra parte, las lluvias de esos meses solo ocasionan pérdidas de medios días, en cuyo caso, los días disponibles serían: 60 días calendario, menos 16/2 días de lluvia, menos 6 domingos. (Se decidió trabajar 2 domingos).

Es decir, $60 - 16/2 - 6 = 46$ días laborables.

Esta selección del tiempo disponible deberá ser cuidadosamente analizada, pues es el punto de partida fundamental para el proceso de selección.

Los días finalmente disponibles se convierten en horas utilizando criterios similares a los expuestos. Por ejemplo, si los operarios de la maquinaria son empleados fijos y tanto el sistema de contratación como el clima y las condiciones generales de la zona lo permiten, se tratará de trabajar el máximo número posible de horas por día: entre 10 y 12 horas. Tomamos 10 horas. En cualquier caso se debe considerar un "coeficiente de operación" entre 70 y 80% con el fin de compensar las demoras en el trabajo causadas por falta de combustibles o fallas en las máquinas. Si se decide no utilizar el coeficiente, será necesario entonces recuperar el tiempo perdido con trabajo nocturno.

Estas consideraciones son válidas cuando se operan máquinas nuevas o en muy buenas condiciones. En la operación de maquinaria vieja, el criterio del técnico definirá el "coeficiente de operación" que en ningún caso debe ser inferior a 60% ya que eso equivaldría a considerar inconfiable el equipo que se opera, en cuyo caso la selección de equipos tampoco podría considerarse confiable.

La disponibilidad final de tiempo en horas para nuestro ejemplo sería: 46 días disponibles x 10 horas/día = 460 horas para labores de preparación de tierras.

9.4 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LOS IMPLEMENTOS

Para definir el tamaño de los implementos, es necesario conocer el rendimiento o producción del trabajo ejecutado por la combinación tractor-implemento. El rendimiento se expresa en unidades de área por unidad de tiempo o viceversa y se determina así:

$$R = V \times A \times Ef$$

Donde:

R = Rendimiento

A = Ancho de corte del implemento

Ef = Eficiencia, expresada como el porcentaje del tiempo total utilizado en la labor.

Las velocidades de operación tienen un rango aproximado para cada labor como se muestra en la Tabla 12. De otra parte, la eficiencia de cada labor depende principalmente de la habilidad del operario y tipo de implemento. Sus valores están dentro de unos rangos generales y se incluyen en la misma tabla.

La expresión $R = V \times A \times Ef$ nos permite despejar el valor de A = ancho del implemento, característica que se quiere averiguar.

El rendimiento requerido (R_r) para cumplir la tarea propuesta se obtiene al dividir el área que se va a trabajar por el tiempo disponible:

$$R_r = \frac{\text{área de trabajo}}{\text{tiempo disponible}}$$

TABLA 12. Velocidades de operación y eficiencia de campo de algunas operaciones mecanizadas.

Operación	Velocidad km/h	Eficiencia %
Labranza:		
Arada	4 - 6.5	75 - 90
Rastrillada	4.5 - 8.0	80 - 90
Pulida	4.5 - 8.0	80 - 90
Rastra de púas	3.5 - 5.5	70 - 90
Surcada	5.5 - 8.0	80 - 90
Packers	6 - 9.0	80 - 90
Nivelación	5 - 7.0	80 - 90
Siembra:		
Sembradora maíz algodón	4 - 6.5	65 - 80
Sembradora chorro	3 - 4.5	65 - 80
Culturales:		
Aspersión	Variable	65 - 85
Cultivada (1)	2.5 - 4.5	60 - 80
Cultivada (2)	4.0 - 8.0	70 - 90
Guadañas	5.5 - 8.0	70 - 90

Para el caso del ejemplo que nos ocupa:

$$Rr = \frac{200 \text{ Has}}{460 \text{ horas}} = 0,435 \text{ ha/hora equivalente a } 2,3 \text{ horas/ha}$$

Para efectos de comodidad en los cálculos, los valores obtenidos se expresan en m²/hora. Por lo tanto $Rr = 4.350 \text{ m}^2/\text{hora}$.

El valor así calculado de Rr (4.350 m²/hora), se utiliza para todas las operaciones de labranza. Como previamente se ha seleccionado el número de operaciones, se procede entonces a calcular el tiempo para cada una aplicando su participación porcentual de acuerdo con la Tabla 11. Esta tabla se ha elaborado para condiciones medias de preparación de tierras, considerando operaciones de arada, rastrillada con californiano y rastrillada con pulidor. Si se tiene un esquema diferente de labranza en el cual se incluyan operaciones diferentes a las mencionadas, el técnico deberá calcular la participación porcentual de cada operación dentro del conjunto total de operaciones de labranza.

Para el ejemplo que se viene desarrollando, supongamos que las condiciones del terreno son tales que una buena preparación puede lograrse con: una arada, dos rastrilladas con californiano y una con pulidor, los tiempos por operación serían:

Tiempo para arar $0,5690 \times 460$ horas = 261,74 horas

Tiempo para rastrillar $0,339 \times 460$ horas = 155,94 horas

Tiempo para pulir $0,092 \times 460$ horas = 44,32 horas

En consecuencia, tomando estos tiempos y aplicando la ecuación (1), los rendimientos requeridos para los implementos de labranza serían:

$$Rr \text{ en arada} = \frac{200 \text{ ha}}{261,74 \text{ horas}} = 0,76 \text{ ha/hora}$$

$$(7,600 \text{ m}^2/\text{hora})$$

$$Rr \text{ en rastrillada} = \frac{200 \text{ ha}}{155,94 \text{ hora}} = 1,2 \text{ ha/hora}$$

$$(12,825 \text{ m}^2/\text{hora})$$

$$Rr \text{ en pulida} = \frac{200 \text{ ha}}{44,32 \text{ hora}} = 4,5 \text{ ha/hora}$$

$$(45,126 \text{ m}^2/\text{hora})$$

De la ecuación $R = V \times A \times Ef$, se obtiene el valor A, que corresponde al ancho de corte del implemento:

$$A = \frac{Rr}{V \times Ef}$$

Los valores medios de V y E_f , obtenidos de la Tabla 12, deberán ser constatados por el técnico, por si las condiciones especiales de la zona los hacen atípicos.

Para el ejemplo que se viene desarrollando, el ancho requerido de los respectivos implementos sería:

$$\text{Ancho del arado} = \frac{7.600 \text{ m}^2/\text{hora}}{5.000 \text{ m/hora} \times 0,85} = 1,292 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del rastrillo} = \frac{12.825 \text{ m}^2/\text{hora}}{7.000 \text{ m/hora} \times 0,9} = 2,03 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del pulidor} = \frac{45.126 \text{ m}^2/\text{hora}}{9.000 \text{ m/hora} \times 0,9} = 5,57 \text{ m}$$

El criterio del técnico con la ayuda de catálogos e información sobre disponibilidad de implementos en el mercado define finalmente los equipos que se deben adquirir.