



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

**MANUAL DEL USO DE MAQUINARIA AGRICOLA PARA EL
CURSO DE ADIESTRAMIENTO EN MANEJO DE ESTACIONES
EXPERIMENTALES DEL CENTRO INTERNACIONAL DE
MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT) BATAN,
MEXICO.**

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO AGRICOLA

p r e s e n t a

HECTOR BENJAMIN VARELA FLORES

Director de Tesis:

Dr. Ing. Agr. Ahmed Hossain Mirdha



V N A M

Cuautitlán Izcalli, Estado de México

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE DE MATERIAS

	página
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
CAPITULO I REVISION DE LITERATURA	4
CAPITULO II ANTECEDENTES	11
2.1. Concepto de estación agrícola experimental	11
2.2. Importancia del adiestramiento en administración de estaciones	13
2.3. Importancia del uso de maquinaria agrícola en la estación	14
2.4. Importancia de la elección de maquinaria para la estación	15
CAPITULO III ORGANIZACION DE LAS OPERACIONES DE CAMPO	17
3.1. Tipos de trabajo	17
3.2. Cantidad de trabajo	18
3.3. Tiempo disponible	23
3.4. Calendarización de actividades mecanizadas en la estación	27
3.5. Capacidad requerida para operaciones de campo mecanizadas	33
CAPITULO IV CALCULO DE LAS CAPACIDADES DE LA MAQUINARIA AGRICOLA	35
4.1. Toma de inventario de los agregados	35
4.2. Cálculo de la capacidad teórica de un agregado	37
4.3. Cálculo de la capacidad efectiva de los agregados	41
CAPITULO V ELECCION DE LA MAQUINARIA AGRICOLA	44
5.1. Estimación del número requerido de agregados	44
5.2. Determinación de la potencia requerida para agregados	46
5.3. Determinación de la tracción adecuada en los agregados	50

	página
CAPITULO VI DISCUSION Y SUGERENCIAS	53
6.1. Reducción de pérdidas por el uso de los agregados	54
6.2. Reducción de pérdidas por viajes en vacío	54
6.3. Reducción de fallas de los agregados	55
6.4. Reducción de tiempo perdido por reabastecimiento de materiales	56
6.5. Reducción de pérdidas por operadores de agregados	56
6.6. Algunas reglas para la operación segura de los agregados	57
CONCLUSIONES	59
BIBLIOGRAFIA	60

INDICE DE CUADROS

	página
CUADRO 1 Programas de investigación y superficie designada . . .	19
CUADRO 2 Tipos de trabajos	19
CUADRO 3 Pasos de maquinaria por operación de campo en la estación	19
CUADRO 4 Programa de investigación de maíz con 22.9 ha.	20
CUADRO 5 Programa de investigación de trigo con 9.1 ha.	21
CUADRO 6 Programa de investigación de triticale con 9,1 ha.	21
CUADRO 7 Programa de investigación de cebada con 5,2 ha.	22
CUADRO 8 Programa de investigación de sorgo con 4.6 ha.	22
CUADRO 9 Registro mensual de días con lluvia en la estación	26
CUADRO 10 Tiempo efectivo disponible mensual para operaciones de campo mecanizadas	27
CUADRO 11 Calendario de operaciones mecanizadas para maíz	28
CUADRO 12 Calendario de operaciones mecanizadas para trigo	29
CUADRO 13 Calendario de operaciones mecanizadas para triticale	29
CUADRO 14 Calendario de operaciones mecanizadas para cebada	30
CUADRO 15 Calendario de operaciones mecanizadas para sorgo	30
CUADRO 16 Distribución mensual de la superficie en hectáreas a trabajar en los períodos de labores por cultivo	32
CUADRO 17 Capacidad requerida en ha/hr mensual para operaciones de campo mecanizadas durante el ciclo de cultivo	34
CUADRO 18 Inventario de los agregados de la estación	36
CUADRO 19 Capacidad teórica de los agregados de la estación	41
CUADRO 20 Eficiencia de campo de las operaciones agrícolas	42
CUADRO 21 Capacidad efectiva de los agregados de la estación	43

CUADRO 22 Estimación del número de agregados necesarios por mes para operaciones de campo en la estación	44
CUADRO 23 Número de agregados definitivo por mes para operaciones de campo en la estación	45

INDICE DE ABREVIATURAS

ABR	=	Abril
AGO	=	Agosto
apl.	=	Aplicación
cm	=	Centímetro
CIMMYT	=	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
DIC	=	Diciembre
ENE	=	Enero
et. al.	=	Y otros
FEB	=	Febrero
ha ; HA	=	Hectarea
hp	=	Horsepower
hr ; HR	=	Hora
JUN	=	Junio
JUL	=	Julio
KN	=	Kilonewton
Kw	=	Kilowatt
m	=	Metro
m ²	=	Metro cuadrado
m ⁴	=	Metro a la cuarta potencia
MAR	=	Marzo
m m	=	Milímetro
MAY	=	Mayo
NOV	=	Noviembre
OCT	=	Octubre
plaguic.	=	Plaguicida
SEP	=	Septiembre

I N T R O D U C C I O N

El convivir cotidianamente con los diversos problemas que se presentan cuando se administra una estación agrícola experimental, responsable de proporcionar la serie de servicios adecuados a las necesidades de trabajo de los programas de investigación instalados en el lugar, obliga a analizar cuidadosamente las características que rodean a cada problemática en el entorno. Esto es necesario para encontrar las soluciones más adecuadas, tanto en beneficio del desempeño de la propia estación, como de la calidad de los servicios prestados.

En la búsqueda histórica del hombre por las herramientas que le sirviesen para resolver las necesidades básicas cotidianas, las máquinas han jugado un pa pel sobresaliente. Ellas han aparecido en muy diversas maneras, auxiliando a las sociedades humanas en su desarrollo particular.

El gran valor de las máquinas para el hombre se ha fundamentado en dos fac tores principales:

Primero, aumentar la fuerza física limitada del hombre para realizar traba jo.

Segundo, reducir el tiempo necesario para llevar a cabo la actividad. Esto resulta el elemento más crítico en empresas como la agrícola, que dependen de las condiciones meteorológicas para efectuarlos distintos trabajos de campo.

Asimismo, para el caso de las estaciones experimentales, se pueden encontrar máquinas de muy distintas características. Tales máquinas tienen la finali dad de ser empleadas para realizar las operaciones de campo en el tiempo que se tiene justo para ello.

Lo anterior, implica que se deba de tener un conocimiento elemental sobre el tipo de máquinas que se requieren de acuerdo a las necesidades de trabajo y características que se conjuntan para cada estación. Además, se requiere cono-- cer el manejo adecuado de tales máquinas y la mejor manera de sacar el máximo

provecho de ellas, en favor de las obligaciones de trabajo del lugar.

La falta del conocimiento suficiente para efectuar lo antes citado, trae como consecuencia algunas de las siguientes situaciones:

- a) Carencia de una precisión en la determinación del tipo y número de máquinas requeridas para cumplir la demanda de trabajo de campo de la estación;
- b) Retraso en el tiempo disponible para trabajo de campo;
- c) Reducción de la calidad de trabajo de campo efectuado en la estación;
- d) Reducción de tiempo disponible para resolver situaciones inesperadas; y
- e) Carencia de tiempo disponible para estudiar y aplicar medidas de mantenimiento para conservación y seguridad en el uso de la maquinaria agrícola.

Siendo la labor de la investigación agrícola una cuestión muy delicada, es por lo que se hace imprescindible dar un fundamento sencillo pero eficaz de respuestas positivas a las situaciones mencionadas, y otras que puedan agregarse.

El producto final, luego de estudiar, analizar y enfocar correctamente las situaciones a las irregularidades en cuanto a el uso de maquinaria agrícola en la estación, será el de lograr una mayor conjugación máquinas-hombre que permita un beneficio obtenido más amplio en favor de la estación.

Posteriormente, al obtener un mejor y mayor rendimiento de las labores de campo en la estación, permitirá contribuir en una manera más loable y efectiva a los objetivos que se plantean los programas agrícolas de investigación: mejorar las condiciones alimentarias de todos los países del mundo.

O B J E T I V O S

1. Ubicar la importancia que tiene el desempeño de las operaciones de campo mecanizadas en la estación experimental.
2. Analizar el uso actual de la maquinaria agrícola en la estación.
3. Organizar las operaciones de campo mecanizadas de la estación.
4. Elegir la maquinaria agrícola más adecuada para las labores de campo de la estación con base a la organización de las mismas planteada.
5. Adquirir experiencia en la selección de maquinaria agrícola.
6. Adquirir la capacidad de análisis necesaria para ubicar los factores o situaciones que impliquen reducción del rendimiento del uso de la maquinaria en la estación, para posteriormente implementar medidas correctivas.
7. Generar resultados de la selección de la maquinaria efectuada para hacer su posterior análisis y emitir las conclusiones pertinentes.
8. Motivar al administrador de la estación para dar una secuencia a un largo plazo del proceso de selección de maquinaria agrícola para la obtención de datos más fidedignos de campo.
9. Generar interés en el cuidado de la maquinaria agrícola.
10. Producir administradores de estaciones más y mejor capacitados en el aspecto técnico en el uso de la maquinaria agrícola.

CAPITULO 1

REVISION DE LITERATURA

El crecimiento acelerado de nuestras poblaciones, está conduciendo a tener en un futuro próximo un incremento considerable en el déficit de alimentos que actualmente soporta el mundo.

Con esta situación en mente, muchos científicos se han aplicado a la búsqueda de alternativas que permitan inicialmente contener el problema; y, posteriormente, superarlo en pro del bienestar y desarrollo de los seres humanos que actualmente poblan el planeta y sus futuras generaciones.

Convirtiéndose esto en el mayor reto en lo que resta del siglo, la labor de investigación agrícola ha alcanzado una tremenda importancia, implicando con ello el hacer un serio análisis de los componentes de la misma.

Según lo expresado por Janick (16) en 1981, el estudio de la interacción medio ambiente-planta-suelo, ha cobrado un auge inusitado, impulsando la necesidad de obtener el máximo esfuerzo de todos los elementos que constituyen el mundo de la investigación agrícola.

Nunn (20) en 1983, consideró que esta labor tan crítica e importante se encuentra primordialmente en las manos de los científicos agrícolas y de aquellos que, de una u otra manera, auxilian a los primeros en su labor titánica.

Esfuerzos de tal magnitud requieren de emplear los recursos disponibles de manera inteligente, que permita disminuir desperdicios de cualquier índole y aumentar la eficiencia del uso de tiempo disponible para investigación.

Pomeroy (21) en 1975, señala que basándose en la importancia que tiene la participación de las estaciones experimentales como fuentes generadoras de información útil, se requiere de hacer un análisis concienzudo de los recursos que constituyen a la misma. Dichos recursos los divide en dos grandes grupos, a saber:

I) Recursos materiales

- i) Tipo de investigación agrícola a efectuar;
- ii) Área establecida para investigación;
- iii) Materiales necesarios para efectuar la investigación; y
- iv) Instalaciones requeridas;

Los aspectos anteriores más otros que pudieran agregarse, constituyen la carga de trabajo que se presenta en cada estación.

II) Recursos humanos

A su vez, se subdividen en dos grupos:

El primer grupo, lo integran aquellos recursos humanos que se localizan en los países con alto grado de desarrollo tecnológico; los cuales cuentan con una preparación lo suficientemente adecuada para hacer frente al reto de la investigación agrícola con las herramientas adecuadas.

El segundo grupo, lo forman los recursos humanos de los países en vías de desarrollo. En su mayoría, carecen de una educación formal técnica que les permita efectuar su trabajo adecuadamente, guiándose principalmente por su experiencia. Esto propicia la presencia de errores, que muchas veces retrasan o limitan el avance de la investigación.

Asimismo, el propio Pomeroy (21) mencionó que el panorama del desarrollo de las estaciones experimentales ha sido visualizado por los diferentes miembros de la comunidad integrada por la investigación agrícola. Se señala que de todos los elementos necesarios para lograr el buen funcionamiento y el cumplimiento de los objetivos para los cuales se crearon las estaciones experimentales, el más descuidado, menos comprendido y menos empleado en los países en vías de desarrollo es el apoyo de campo.

Por lo anterior, se considera que una de las opciones que permitiría mejorar substancialmente las condiciones en las que se desenvuelven las actividades

para la investigación agrícola, sería la de proporcionar en una manera simple pero efectiva, la capacitación adecuada a los miembros del sector de apoyo de campo en el propio lugar de trabajo.

Al aportar los elementos suficientes como para lograr lo anteriormente citado, se estará en condiciones de sobreponerse a las causas que originaron una deficiencia en la preparación para desempeñar un trabajo de campo específico. Esto permitirá lograr obtener personal más adecuado y orgulloso del trabajo que en particular se desempeñe.

Apartir de 1984 y durante el transcurso de 1985, se estableció un intercambio de opiniones con miembros de varios grupos de becados que tomaron entrenamiento en Administración de Estaciones Experimentales en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo en Batán, Texcoco. Del mencionado intercambio, se resumieron algunas de las causas que propician el mal uso de la maquinaria agrícola en las estaciones; las cuales a continuación se mencionan :

- a) Incapacidad de aumentar el uso potencial de la maquinaria;
- b) Altos costos de operación generados;
- c) Pérdida de tiempo útil para realizar labores de campo programadas;
- d) Descuido en el mantenimiento de la maquinaria; y
- e) Poca atención respecto al manejo correcto de la maquinaria.

Esto ya ha sido observado por varios expertos en la materia. Entre ellos, Stone (28) que en 1977, opina que la administración de maquinaria agrícola se debe de manifestar de las siguientes maneras:

A. Administración Empresarial

Incluye la toma de decisiones, planes y métodos, como seleccionar el tipo y tamaño adecuado de máquinas según las necesidades de trabajo de campo que se presenten. Determinación del costo de uso de maquinaria, mantenimiento de registros de costos de maquinaria, planeación del trabajo por hacer con la maquinaria

y obtención de máquinas congruentes con las necesidades de operaciones de campo de la estación.

B. Administración de Operaciones

Significa efectuar una eficiente operación. Incluye las responsabilidades mayores de los operadores de maquinaria, como:

- i) Establecimiento de trayectorias a seguir en los campos para reducir la acumulación de tiempos improductivos laborales;
- ii) Adecuación del trabajo al tipo de condiciones de campo que enfrentará durante la realización de operaciones;
- iii) Ajustar correctamente la maquinaria antes de salir a campo;
- iv) Ajustes de la trocha según la labor por realizar;
- v) Enganche correcto de implementos al tractor; y
- vi) Empleo de la maquinaria en el tiempo adecuado.

C. Administración de Mantenimiento

Representa cuidar la maquinaria, manteniéndola en las mejores condiciones de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; reparando o reacondicionando cuando así lo requiera; proporcionando los servicios y lubricaciones señalados por el fabricante. El resultado final será tener la maquinaria lista para cuando se requiera en alguna operación de campo de la estación.

Por otro lado, Hunt (14) en 1983, menciona que la selección de maquinaria agrícola es un problema complejo que tiene algunas características únicas en comparación con otras industrias. En primer lugar, la mayoría de las áreas destinadas a actividades agrícolas operan a diferentes escalas, con diversos niveles de especialización en sus tareas y sujetas a muchas condiciones locales. Por lo tanto, cada área destinada a labor agrícola tiene que considerarse como un caso especial. En segundo lugar, la producción agrícola es temporal, por lo que el equipo debe quedar sin emplearse una buena parte del tiempo. Además, la

mayor parte de los implementos están accionados por una unidad de potencia compartida, el tractor, y un cambio en una operación tractor-implemento afectará al sistema total.

Este grado de relativa complejidad para efectuar la selección de maquinaria agrícola más adecuada para las características de cada estación, tiene que ser manejada en un nivel relativamente sencillo y al alcance de los administradores de estaciones, generalmente con poca experiencia en el tema.

Esto lo manifestó Roth (22) en 1982, al reconocer que es importante manejar ciertos conceptos básicos que permitan obtener una base adecuada para ejercer una selección de maquinaria.

En el mismo concepto, Escobar (7) en 1983, se manifiesta con el "Decálogo del Buen Administrador de Maquinaria Agrícola", en esta forma:

1. Conozca el funcionamiento, operación y conservación de la maquinaria;
2. Domine y maneje los aspectos básicos administrativos de la maquinaria;
3. Mantenga un registro completo de:
 - a) Trabajo de campo realizado por cada máquina;
 - b) Servicios de conservación de las máquinas;
 - c) Costos de los insumos para las máquinas;
 - d) Días disponibles para cada labor agrícola; y
 - e) Rendimientos (hectáreas/hora, toneladas/hora).
4. Saber presupuestar costos de maquinaria por labor efectuada;
5. Saber combinar costos de máquinas e implementos, para estimar costo total del uso de maquinaria de la estación;
6. Saber como mejorar la seguridad del equipo, y reducir pérdidas de tiempo;
7. Mejorar la eficiencia de campo del equipo, y reducir costos;
8. Planificar a corto, mediano y largo plazo el uso y cambio de maquinaria;
9. Aprender a tomar decisiones para mejorar el uso de la maquinaria; y

10. Revisar continuamente la problemática del uso de maquinaria.

El cumplir con este decálogo, da oportunidad de mejorar substancialmente el uso y criterio aplicado para elegir la maquinaria agrícola más conveniente para los objetivos de la estación en la que se implante.

Hossain [13] en 1981, expresó para lo anterior que el estudio de la cinemática de tractores con implementos y otras máquinas agrícolas, permite la evaluación del nivel de eficiencia de ciclos repetitivos de movimiento durante el trabajo productivo de campo. Hay diferentes patrones de movimiento de tractores con implementos para diferentes operaciones de preparación de suelos. El patrón de movimiento para cada tipo de operación de campo puede ser más de uno. De ahí la necesidad de escoger el que proporcione los mejores resultados en calidad de trabajo, máxima eficiencia y mínimo costo, bajo las condiciones de campo y los factores relacionados existentes.

El factor complementario que dificulta la elección de la maquinaria más adecuada para la estación es el tipo de comportamiento meteorológico, variable en cada lugar que se considere analizar y con rasgos muy particulares.

Muhtar (19) en 1982, al respectó señaló que año tras año, la variación climática y su impacto resultante sobre el número de días disponibles para la preparación de terrenos agrícolas, y actividades secuenciales como siembra, aspersión, labores de cultivo y cosecha, han sido durante mucho tiempo una incertidumbre mayor en el aspecto de selección de la maquinaria adecuada a la estación.

Como respuesta a tal incertidumbre, la sociedad agrícola u comunidad agrícola mundial ha respondido adoptando un marco de referencia. En el cual, la selección de maquinaria se hace considerando la cantidad de operaciones de campo por efectuar y el tiempo disponible para llevarlas a cabo.

Habiendo analizado los dos factores más influyentes en la realización de

la correcta selección de maquinaria agrícola para satisfacer las demandas de trabajo de campo de la estación experimental, es por lo que se hace imprescindible el plantear alternativas comprensibles y manejables por los administradores de estaciones experimentales para dar una respuesta a esta incógnita laboral.

Principalmente en fundamento a la accesibilidad a la información pertinente al caso por parte de los administradores de estaciones, se pretende que con el presente trabajo se establezca una guía de referencia que permita a tales hombres, cumplir más y mejor con sus responsabilidades cotidianas en cuanto al uso de maquinaria agrícola.

En este modo, se abrirá una frontera al conocimiento que no sólo permitirá mejorar el desempeño del trabajo mecanizado en las estaciones, sino que además contribuirá en una forma muy directa para lograr la consecución de las metas planteadas por los científicos agrícolas del mundo: Tener asegurado el abastecimiento de alimento que requiera cada ser humano en este planeta ahora y en el futuro, para asegurar su correcto desarrollo físico y mental.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

2.1. Concepto de estación agrícola experimental

El crecimiento acelerado de nuestras poblaciones, está conduciendo a un futuro no muy lejano en el cual la insuficiencia en el abastecimiento de alimentos sea un problema muy común en la mayoría de los países en el mundo.

Siendo esta la causa principal, ha surgido la motivación en el sentido de encontrar y plantear las medidas pertinentes que permitan despejar este panorama incierto. Medidas correctivas que, una vez bien organizadas, auxilien al hombre en su eterna lucha por abastecerse de los alimentos adecuados que, a su vez, le permitan disponer de energía y tiempo suficientes para desarrollarse en el aspecto intelectual. De esta manera, se puede asegurar que las sociedades humanas se encaminan en la dirección del verdadero progreso.

Siendo este uno de los retos primordiales de cualquier país, la labor de la investigación agrícola, se convierte inmediatamente en una de las más importantes y que requieren de un gran y sostenido impulso.

El estudio de la relación integral que sostienen los factores medio ambiente-plantas-suelos, cobra mucha importancia. Esto repercute en los recursos humanos que integran la comunidad científica y de apoyo agrícola, en el sentido de estudiar el modo actual de interacción que tienen y de que manera pudiera hacerse más provechoso.

La interacción a la que se hace referencia está constituida globalmente por los científicos agrícolas por un lado; y por el otro, se encuentra el personal de apoyo de campo. El cual va desde el propio administrador de la estación hasta el miembro que se encarga de la labor más humilde dentro de la misma.

Todos ellos, se pueden encuadrar en la siguiente definición de lo que propiamente se considera una estación experimental:

Estación experimental.- El área físicamente ubicada en la naturaleza, que permite hacer el establecimiento adecuado para su estudio de las plantas de interés alimenticio para el hombre. Es el lugar en donde se reúnen los requisitos materiales indispensables para realizar investigación agrícola tendiente a mejorar el aspecto nutricional de los alimentos para los seres humanos; y, lograr con ello, contribuir a su bienestar general.

Es claro que, con respecto a las condiciones medio ambientales a las que se hace referencia, es poco lo que se puede hacer para establecer su modificación. Además, la tendencia es respetar estos ambientes naturales, ya que se trata de aquellos a los que las plantas en estudio se encuentran acostumbradas a tener.

Con respecto a los requisitos materiales que también se mencionan, a continuación se enlistan los diversos servicios que una estación experimental debe de prestar a la comunidad científica, para que entonces sea considerada que cumple con los elementos necesarios para llevar a cabo investigación agrícola:

I) Servicios administrativos

- a) Administración;
- b) Personal;
- c) Compras;
- d) Finanzas;
- e) Almacenes;
- f) Transportes.

II) Servicios de investigación

- a) Laboratorios;
- b) Biblioteca;
- c) Invernaderos;
- d) Estación meteorológica;

c) Estadística.

III) Servicios de planta

- a) Ingeniería mecánica y mantenimiento relativo;
- b) Ingeniería eléctrica y mantenimiento relativo;
- c) Ingeniería civil y mantenimiento relativo.

IV) Servicio de operaciones agrícolas

- a) Operaciones de campo con maquinaria agrícola;
- b) Operaciones de campo manuales;
- c) Irrigación;
- d) Protección de cultivos;
- e) Procesamiento de semillas.

V) Servicios de extensión

- a) Publicaciones;
- b) Entrenamiento;
- c) Comunicación interinstitucional.

2.2. Importancia del adiestramiento en administración de estaciones

Como puede apreciarse, el establecimiento de los servicios antes citados constituyen sólo algunos del gran complejo que se requieren para establecer la estación experimental dentro de un plan de trabajo de investigación formal.

Lo cual implica, emplear un número variable de personal con capacidades y habilidades específicas, que contribuya en gran forma a lograr el éxito de la empresa tomado en conjunto. Es por lo que, en base a esto, se requiere contar con el personal más adecuado y mejor preparado posible.

Este panorama ha venido a ser observado por diversos miembros de la comunidad responsable de organizar adecuadamente las funciones de préstamo de servicios a la comunidad científica agrícola por parte de las estaciones. Se ha re-calcado la importancia de contar con un grado mayor de atención hacia aquellos

niveles de apoyo de campo que no cuentan con una preparación académica lo suficientemente extensa como para manejar adecuadamente los aspectos técnicos que la propia dinámica de trabajo de las estaciones exige.

Esta situación se agudiza aún más en los países que se hallan en vías de desarrollo, y que constituyen el grueso de los países del globo terráqueo. Como consecuencia, se propician una serie de actividades no completamente ejecutadas que conllevan el riesgo de hacer fracasar una labor de investigación; lo cual en cualquier sentido se considera como una gran pérdida material e intelectual.

Al analizar la anterior situación, se hace patente la necesidad de integrar las medidas correctivas pertinentes que impliquen el mejorar la problemática involucrada.

Una de las alternativas que ha surgido y que ha probado ser de resultados positivos, es el de proporcionar un entrenamiento sencillo, pero constante, a aquellos elementos de la estación que lo requieran. Este tipo de capacitación debe de reunir como característica esencial, el ser simple y congruente con la problemática en la que se vea rodeado el personal por asistir. Aparejado a esto, se conlleva el objetivo de ampliar el nivel de calidad de los servicios prestados por la estación y la satisfacción de contribuir con un grado de esfuerzo mayor a los objetivos planteados previamente.

Es por esto que, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, sabiendo de la necesidad de preparar en un modo simple, comprensible y eficaz al personal de apoyo de campo de las estaciones, se ha preocupado desde una buena dosis de tiempo atrás en ofrecer cursos cortos de entrenamiento en administración de estaciones experimentales. Con estos cursos, las personas que los han tomado, han logrado superar una serie de deficiencias de trabajo; que en consecuencia, les ha permitido mejorar notablemente su desempeño profesional.

2.3. Importancia del uso de maquinaria agrícola en la estación

Una de las necesidades fundamentales que demanda la investigación agrícola es la de contar con una buena y precisa preparación de los lotes agrícolas en los que se establecerán los distintos proyectos de investigación. Independientemente del tamaño de los lotes, en una buena parte de los casos se opta por usar maquinaria agrícola en diferentes escalas o grados de potencia.

Como todo lo relacionado con la manipulación de la maquinaria, para que éstas cumplan su labor para la que fueron diseñadas, es indispensable seguir con algunas reglas esenciales. Sin las cuales, se corre el riesgo de causar un daño de diversa magnitud tanto a la maquinaria, como a los encargados de operarla [1].

Esta situación se agudiza cuando se trata de maquinaria agrícola. Ya que en el medio rural no se cuenta con la suficiente preparación que permita visualizar el panorama antes citado. Con ello, se aumentan las posibilidades de tener problemas que pueden ir desde la simple descompostura de la maquinaria hasta el punto de sufrir un accidente personal [1].

Si se presta la atención adecuada al aspecto de mantener la maquinaria en la estación de una manera adecuada y segura, los beneficios que se obtiene de ello pueden ser como los siguientes:

- a) Disponibilidad inmediata de la maquinaria para las operaciones de campo;
- b) Ejecución precisa de las operaciones de campo;
- c) Reducción de probables fallas en la maquinaria;
- d) Reducción de causas de accidentes laborales;
- e) Aumento de la capacidad de captación de anomalías en la maquinaria;
- f) Agudeza mental para fabricar respuestas propias a problemas comunes; y
- g) Aumento del nivel de calidad en el trabajo realizado.

2.4. Importancia de la elección de maquinaria para la estación

El requerir y disponer de un número y tipo de maquinaria agrícola en la estación, significa que para el problema de llevar a cabo operaciones mecaniza

das en el campo, sólo se cuenta con la mitad de la respuesta completa. El resto se encuentra con el manejo inteligente que se haga de la maquinaria, de manera que se asegure su disponibilidad en el momento preciso y que su uso involucre un alto grado de eficiencia y relativamente bajos costos de operación.

Para lograr esta meta, se requiere de un conocimiento básico y completo de el funcionamiento de la maquinaria que se empleará en la estación. Asimismo, de las condiciones medio ambientales en las que normalmente se encontrará la maquinaria en operación; de campo durante el ciclo de trabajo; y de la manera en que sean operadas las diversas maquinarias por el personal responsable de ello.

Estos factores, más otros que se consideren de aplicación particular, influirán considerablemente en el éxito de la empresa que se lleve a efecto.

Para tratar de minimizar esta incertidumbre y además contar con la suficiente preparación técnica que permita instrumentar las posibles soluciones, se considera de importancia el conocer los fundamentos que se necesitan para hacer una elección adecuada de necesidades de maquinaria para cumplir con las demandas de trabajo durante el ciclo en la estación.

Algunas de las ventajas que se mencionan y que se derivan de lo anterior, se pueden considerar que son como las siguientes:

- i) Disponibilidad del número y tipo de maquinaria agrícola adecuado a las necesidades de la estación;
- ii) Capacidad para planear las operaciones de campo con eficiencia;
- iii) Tiempo disponible para el estudio más profundo de la maquinaria con la que se cuenta en la estación y ampliación de su frontera de uso;
- iv) Mayor conocimiento de la maquinaria con la que se pudiese contar; y
- v) Mayor satisfacción personal en la labor realizada cotidianamente.

CAPITULO III

ORGANIZACION DE LAS OPERACIONES DE CAMPO

3.1. Tipos de trabajo

Para determinar los tipos de trabajos que se tienen que efectuar en la estación con maquinaria agrícola, es preciso hacer una revisión de las características de las operaciones de campo que se realizan regularmente.

Al hacer esto, se está en posibilidad de predecir con un buen grado de precisión, las operaciones de campo mecanizadas que se deberán establecer para el próximo ciclo de cultivo en la estación.

En este sentido y para hacer la demostración de los pasos que se sugieren seguir para establecer una elección de necesidades de maquinaria para la estación, se ha tomado como caso real, la información generada en la estación experimental "El Batán", perteneciente al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) durante el ciclo 1984.

Al revisar las operaciones de campo que regularmente deben efectuarse en la estación, se determinó que las operaciones son:

- a) Arar;
- b) Rastrear;
- c) Nivelar;
- d) Fertilizar;
- e) Surcar;
- f) Formar camas de siembra;
- g) Cubrir semillas plantadas;
- h) Aplicar productos plaguicidas; y
- i) Cultivar.

En cualquier caso en particular en el que se deban incluir diferentes operaciones de campo mecanizadas, procedase en este sentido a adicionarlas.

3.2. Cantidad de trabajo

Una vez que se han establecido los tipos de trabajos que hay que hacer en la estación, a continuación deberá fijarse la cantidad de trabajo que habrá de cumplirse para cada operación de campo considerada.

Para lograr hacer la estimación de la cantidad de trabajo, se considera:

I) Superficie total para cada programa de investigación

Se fija mediante el total de materiales que se planean sembrar durante el ciclo. Una vez que los programas de investigación a través de sus directivas de finen el total de materiales de estudio que habrán de sembrarse en el próximo ciclo, se le comunica al administrador de la estación para que, con toda anticipación, prepare los lotes experimentales de acuerdo a las instrucciones giradas.

II) Tipos de trabajos por realizar

Se establece en base a los tipos de trabajos u operaciones de campo mecanizadas que se enlistaron previamente.

III) Número de pasos de maquinaria agrícola sobre los lotes experimentales

Dependiendo del número de pasos que sea necesario y que se haya establecido debe de dar la maquinaria agrícola sobre los lotes experimentales para lograr obtener un acondicionamiento de los lotes de acuerdo a la calidad requerida por los programas de investigación, se fijará para cada operación de campo a efectuar el número de pasos necesario.

Para la estación que se está considerando, la información necesaria para estimar la cantidad de trabajo probable de realizar para el próximo ciclo, se incluye en los cuadros 1, 2 y 3:

CUADRO 1. PROGRAMAS DE INVESTIGACION Y SUPERFICIE DESIGNADA

Cultivo	Superficie (ha)
Maíz	22.9
Trigo	9.1
Triticale	4.7
Cebada	5.2
Sorgo	4.6

CUADRO 2. TIPOS DE TRABAJOS

I) Arado	VI) Acamado
II) Rastreo	VII) Tapado de semillas
III) Nivelación	VIII) Aplicación plaguicidas
IV) Fertilización	IX) Cultivo
V) Surcado	

CUADRO 3. PASOS DE MAQUINARIA POR OPERACION DE CAMPO EN LA ESTACION

Operación	Número de pasos
Arado	1
Rastreo	6
Nivelación	3
Fertilización	2
Surcado	1
Acamado	1
Tapado de semillas	1
Aplicación plaguicidas	2
Cultivo	1

Para estimar la cantidad de trabajo por hacer durante el ciclo de cultivo en la estación, se deberá conjugar la información de los cuadros 1, 2 y 3 bajo el método que a continuación se sugiere:

- i) Determine la superficie designada para cada programa de investigación;
- ii) Establezca las operaciones de campo a efectuar por programa;
- iii) Fije el número de pasadas por operación de campo por programa; y
- iv) Multiplique el número de pasadas por cada operación de campo por la superficie designada para cada programa.

Con lo anterior, se obtienen los datos que a continuación se muestran en los cuadros 4, 5, 6, 7 y 8 (4):

CUADRO 4. PROGRAMA DE INVESTIGACION DE MAIZ CON 22.9 HA.

Operaciones	Pasos	Cantidad trabajo ha.
Arado	1	22.9
Rastro	6	137.4
Nivelación	3	68.7
Fertilización	2	45.8
Surcado	1	22.9
Acamado	1	22.9
Tapado de semillas	1	22.9
Aplicación plaguicidas	2	45.8
Cultivo	1	22.9

CUADRO 5. PROGRAMA DE INVESTIGACION DE TRIGO CON 9.1 HA.

Operaciones	Pasos	Cantidad trabajo ha.
Arado	1	9.1
Rastreo	6	54.6
Nivelación	3	27.3
Fertilización	2	18.2
Surcado	1	9.1
Acamado	1	9.1
Tapado de semillas	1	9.1
Aplicación plaguicidas	2	18.2
Cultivo	1	9.1

CUADRO 6. PROGRAMA DE INVESTIGACION DE TRITICALE CON 9.1 HA.

Operaciones	Pasos	Cantidad trabajo ha.
Arado	1	4.7
Rastreo	6	28.2
Nivelación	3	14.1
Fertilización	2	9.4
Surcado	1	4.7
Acamado	1	4.7
Tapado de semillas	1	4.7
Aplicación plaguicidas	2	9.4
Cultivo	1	4.7

CUADRO 7. PROGRAMA DE INVESTIGACION DE CEBADA CON 5.2 HA.

Operaciones	Pasos	Cantidad trabajo ha.
Arado	1	5.2
Rastreo	6	31.2
Nivelación	3	15.6
Fertilización	-	---
Surcado	1	5.2
Acamado	1	5.2
Tapado de semillas	1	5.2
Aplicación plaguicidas	2	10.4
Cultivo	1	5.2

CUADRO 8. PROGRAMA DE INVESTIGACION DE SORGO CON 4.6 HA.

Operación	Pasos	Cantidad trabajo ha.
Arado	1	4.6
Rastreo	6	27.6
Nivelación	3	13.8
Fertilización	2	9.2
Surcado	1	4.6
Acamado	1	4.6
Tapado de semillas	1	4.6
Aplicación plaguicidas	2	9.2
Cultivo	1	4.6

3.3. Tiempo disponible

Conocer con precisión el número de días laborables de que se disponen en el ciclo de cultivo de la estación, relacionados con las operaciones de campo que habrán de realizarse, es uno de los factores más importantes en la toma de decisiones para la elección de la maquinaria agrícola más adecuada a las demandas de trabajo de campo de la estación. Con el objeto de cumplir satisfactoriamente en el plazo establecido con las operaciones de campo mecanizadas que cada programa de investigación requiere de acuerdo a su propia dinámica de acción.

Este número de días laborables, está marcado principalmente por las condiciones meteorológicas que predominen en el área de interés, y su efecto sobre los suelos que se usan para investigación agrícola en la estación.

Comúnmente, esta incertidumbre da como producto final desajustes en la calendarización de actividades mecanizadas de campo; provocando con ello retrasos y hasta frenos a las operaciones de campo por efectuar.

Algunas de las soluciones que han implementado para contrarrestar esta incógnita son:

a) Tomar una larga serie de datos

Para luego seleccionar un año en particular, que represente el peor octavo año de un total de diez. Esta aproximación a veces falla debido a que los eventos meteorológicos no son uniformemente buenos ó malos en el transcurso del año. Ya que, las condiciones meteorológicas de primavera pueden estar sobre el promedio, mientras que aquellas correspondientes al verano pueden estar por debajo del promedio establecido. Wolak (1981), demuestra los problemas que se enfrentan con ello al seguir este procedimiento.

b) Desarrollar distribuciones probabilísticas

Basados en entrevistas con productores ó tomando datos de los registros de los productores de los días que se consideran como probables para efectuar

operaciones mecanizadas en el campo (19).

c) Establecer un modelo en base a las condiciones climáticas y la de los suelos del lugar involucrado

Tulu et. al. (1974) demuestra que se requiere de un análisis de las condiciones de precipitación y evaporación, así como del rango de infiltración del agua en las primeras capas del suelo (25).

d) Otros

Sitterley (1960) formuló un criterio basado en información disponible y observaciones que toman en cuenta factores como: precipitación, humedad, temperatura, velocidad del viento y radiación solar (26).

En el caso contrario, una de las medidas más generales que tratan de reducir los efectos de esta incertidumbre meteorológica lo es el invertir cantidades monetarias substanciales en maquinaria de reserva, para completar a tiempo las operaciones de campo aún en las condiciones más adversas. En consecuencia, se establece un sobreequipamiento en los años con condiciones promedio o mejores. Sin embargo, esta condición no puede ser satisfecha en todos los casos; y, por lo tanto, no se considera como una opción viable (17).

En general, las alternativas antes citadas se distinguen por requerir de una toma de datos bastante compleja y de personal con un grado de sofisticada preparación. Lo cual pone al personal con necesidad de obtención de este tipo de información que no tenga la suficiente preparación académica o los recursos materiales para llevar esta investigación a largo plazo, en el mismo sitio en donde se encuentran. Es decir, sin opciones que les permitan solventar sus necesidades de desarrollar en la estación un trabajo mecanizado más preciso y eficiente.

Tomando esto en consideración y basados en la parte substancial de cada una de las teorías emitidas para resolver la incertidumbre del número de días labora-

bles disponibles para operaciones de campo en la estación, se sugiere un método relativamente sencillo, que permita estimarlos. Tal método requiere de ser suministrado con la siguiente información:

a) Identificar mensualmente los meteoros que afecten el tiempo laborable

Cualquier meteorito que impida salir al campo y realizar operaciones mecanizadas, debe considerarse para la identificación mensual del número de días que se pierden al no estar en condiciones de realizarse operaciones de campo.

b) Cuantificar número de días afectados mensualmente por meteoros

Establecer mensualmente cuantos días laborables se pierden por influencia de meteoros, impidiendo que la maquinaria salga al campo a trabajar.

c) Número de días hábiles mensuales en la estación

Este es el número regular de días en que se labora mensualmente en la estación. Descontando días festivos, y fines de semana si se sigue un período de trabajo de lunes a viernes.

d) Número mensual de horas laborables en la estación

Este número se obtendrá, al multiplicar el número de horas laborables por día por el número de días laborables que se tengan mensualmente. Ahora bien, el número de horas laborables al día únicamente incluirá aquel número de horas en el que efectivamente se esté realizando trabajo de campo; y deberán descontarse las horas que se empleen en: revisión de maquinaria, tiempo usado para dar mantenimiento diario, tiempo necesario para realizar ajustes, etc.

Para la estación de referencia, la información extraída luego de la aplicación del método sugerido para estimar el número de días laborables mensualmente se expone a través de los datos registrados en los cuadros 9 y 10 (4):

CUADRO 9. REGISTRO MENSUAL DE DIAS CON LLUVIA EN LA ESTACION

Mes \ Año	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	Promedio
Ene	0	1	8	0	2	1	1	5	3	0	4	4	3
Feb	1	3	6	2	2	3	5	2	4	6	3	5	4
Mar	1	4	1	2	0	6	3	2	6	6	2	3	3
Abr	7	10	7	15	5	2	8	12	11	8	0	1	8
May	13	11	17	17	16	7	11	15	10	19	7	11	13
Jun	12	17	18	10	15	26	15	11	20	11	9	19	16
Jul	23	17	25	23	21	24	19	15	24	21	21	24	22
Ago	24	18	22	23	14	13	24	19	19	14	16	19	19
Sep	11	16	12	19	19	18	11	18	15	9	16	17	16
Oct	11	4	5	15	7	12	0	7	13	13	22	10	10
Nov	3	2	1	2	2	4	2	8	1	1	4	1	3
Dic	3	0	0	5	2	4	4	0	2	2	3	2	3

En el registro anterior habrá de notarse que se extrajo información meteorológica de 12 años atrás a la fecha en que se inició la recopilación de datos. Esto, con el propósito de hacer más confiable el promedio que se obtenga como número de días que se espera llueva como mínimo de acuerdo al comportamiento mostrado por la Naturaleza. El mínimo valor de años considerado para obtener dicho promedio es de 10 años; lapso que se considera lo suficientemente válido para considerar los datos fidedignos.

CUADRO 10. TIEMPO EFECTIVO DISPONIBLE MENSUAL PARA OPERACIONES DE CAMPO MECANIZADAS

Mes	Días hábiles	Días perdidos por clima	Días efectivos	Días efectivos reales	Horas efectivas reales
Ene	22	3	19	17	119
Feb	21	4	17	15	105
Mar	21	3	18	16	112
Abr	19	8	11	9	63
May	22	13	9	8	56
Jun	21	16	5	4	28
Jul	22	22	0	0	0
Ago	23	19	4	3	21
Sep	20	16	4	3	21
Oct	22	10	12	10	70
Nov	20	3	17	15	105
Dic	18	3	15	13	91

Donde:

$$\text{Días efectivos} = \text{Días hábiles} - \text{días perdidos por clima} \dots (1)$$

$$\text{Días efectivos reales} = \text{Días efectivos} - 10\% \text{ días efectivos} \dots (2)$$

$$\text{Horas efectivas reales} = \text{Días efectivos reales} \times \frac{7 \text{ horas}}{\text{día efectivo real}} \dots (3)$$

3.4. Calendarización de actividades mecanizadas de la estación

Para estar en capacidad de programar las operaciones de campo mecanizadas que se requieren en la estación en forma mensual, se requiere de captar la información que en seguida se solicita:

a) Operaciones de campo mecanizadas que se efectuarán durante el ciclo de cultivo, para cada uno de los programas de investigación considerados;

b) Localización de los períodos en que se efectuarán, durante el año, las operaciones de campo mecanizadas para los programas considerados; y

c) Estimación mensual de la cantidad de trabajo, expresada en las unidades correspondientes, que habrá de efectuarse por operación de campo mecanizada por programa considerado en la estación.

Para la estación que se está siguiendo como de tipo real, la calendarización de las operaciones de campo mecanizadas para los programas de investigación considerados para el próximo ciclo de cultivo, se muestra a través de los datos recopilados en los cuadros 11, 12, 13, 14 y 15 (4):

CUADRO 11. CALENDARIO DE OPERACIONES MECANIZADAS PARA MAIZ

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operaciones												
Arado			=====									
Rastro		=====	=====	=====	=====							
Nivelación				=====								
Fertilización					=====	=====	=====	=====				
Surcado							===					
Acamado							===					
Tapado							===					
Apl. plaguic.							=====	=====	=====			
Cultivo								=====	=====			

CUADRO 12. CALENDARIO DE OPERACIONES MECANIZADAS PARA TRIGO

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operaciones												
Arado			=====									
Rastro		=====		=====								
Nivelación					=====	=====						
Fertilización							=====	=====				
Surcado							=====	=====				
Acamado							=====	=====				
Tapado								=====	=====			
Apl. plaguic.								=====	=====			
Cultivo									=====			

CUADRO 13. CALENDARIO DE OPERACIONES MECANIZADAS PARA TRITICALE

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operaciones												
Arado			=====									
Rastro		=====		=====								
Nivelación							=====					
Fertilización								=====				
Surcado								=====				
Acamado								=====				
Tapado								=====	=====			
Apl. plaguic.									=====			
Cultivo									=====			

CUADRO 14. CALENDARIO DE OPERACIONES MECANIZADAS PARA CEBADA

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operaciones												
Arado			=====									
Rastreo		=====										
Nivelación							===					
Fertilización												
Surcado							===					
Acamado							===					
Tapado								===				
Apl. plaguic.								=====				
Cultivo									===			

CUADRO 15. CALENDARIO DE OPERACIONES MECANIZADAS PARA SORGO

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operaciones												
Arado			=====									
Rastreo			=====									
Nivelación					===							
Fertilización							=====					
Surcado							===					
Acamado							===					
Tapado							=====					
Apl. plaguic.							=====					
Cultivo									===			

Una vez que se conoce la distribución de operaciones mecanizadas de campo para los distintos programas de investigación a lo largo del ciclo del cultivo, se establecerá la cantidad de trabajo de campo por operación por programa que se tendrá en cada uno de los meses que constituyen el ciclo de cultivo. Para hacer esta estimación, se hace uso de la fórmula (24):

$$\text{Cantidad de trabajo mensual} = \frac{\text{Cantidad total de trabajo en hectáreas}}{\text{Meses disponibles}} \quad . (24)$$

La aplicación de esta fórmula con los datos que se extrajeron de las operaciones de campo de la estación "El Batán", permitió que se elaborara el cuadro 16, en donde claramente se señalan las cantidades de trabajo en hectáreas que cada operación de campo mecanizada debe de hacer para cumplir con lo demandado por la secuencia de actividades de campo establecida por cada programa durante el ciclo de cultivo:

3.5. Capacidad requerida para operaciones de campo mecanizadas

Se define como capacidad requerida, a la capacidad efectiva de campo que debe tener un agregado (tractor + implemento), para completar una cierta cantidad de trabajo de campo en un tiempo previamente calculado (24).

Para estimar la capacidad requerida de los agregados que se requerirán en la estación para hacer frente a las exigencias de trabajo planteadas por los programas de investigación instalados, deberán recopilarse los datos de:

- i) Tipo de operaciones de campo a realizar mensualmente;
- ii) Cantidad de trabajo en hectáreas mensualmente por operación de campo;
- iii) Número de horas laborables disponibles mensualmente; y
- iv) Número de horas laborables disponibles para efectuar cada operación de campo programada mensualmente.

Va recopilada la serie de datos que se solicitaron anteriormente, se utiliza la fórmula (24):

$$\text{Capacidad requerida por operación mecanizada} = \frac{\text{Cantidad de trabajo mensual en ha.}}{\text{Número de horas laborables disponibles}} \dots (5)$$

Haciendo la aplicación de esta fórmula para los datos de la estación -muestra, se elaboró el cuadro 17, en donde se anotan las diversas capacidades requeridas para las distintas operaciones de campo que hay que realizar con los agregados respectivos en forma mensual.

Deberá notarse que, la capacidad requerida calculada es útil para estimar la demanda real de trabajo de campo mecanizado que se presentará, y que comparada con la capacidad efectiva de la maquinaria de la estación en la actualidad, se emite un aviso en el sentido de si se estará en capacidad de afrontar el compromiso. En caso negativo, permite establecer una llamada de atención para tomar las precauciones necesarias al respecto.

CUADRO 17. CAPACIDAD REQUERIDA EN HA/HR MENSUAL PARA OPERACIONES DE CAMPO MECANIZADAS DURANTE EL CICLO DE CULTIVO

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operación												
Arado			0.8	0.7	0.8	0.7						
Rastreo		0.4	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7					
Nivelación				3.0	3.4	2.7	2.7					
Fertilización					9.2	11.5	10.3	4.3	11.5			
Surcado						2.3	2.7	1.2				
Acamado						2.3	2.7	1.2				
Tapado						2.3	2.5	1.1	2.1			
Apl. plaguic.						3.1	9.2	4.5	9.8			
Cultivo								1.2	2.2			

CAPITULO IV

CALCULO DE LAS CAPACIDADES DE LA MAQUINARIA AGRICOLA

4.1. Toma de inventario de los agregados

Anteriormente, se ha establecido la capacidad requerida para cada uno de los agregados que se emplearán durante el ciclo de cultivo de la estación.

Por otro lado, es de importancia que se conozcan las capacidades teórica u efectiva de campo de los actuales agregados que se tengan en la estación; y que se emplearán regularmente durante la temporada de trabajo. Esta evaluación permitirá establecer una comparación, en el sentido de que si se estará en posibilidades de realizar el trabajo de campo con la capacidad actual de maquinaria.

En síntesis, la comparación entre capacidad requerida u capacidad efectiva de los agregados de la estación, establecerá una de dos situaciones:

I) La capacidad efectiva de los agregados es superior a la capacidad requerida estimada. En consecuencia, no se presentarán déficits para satisfacer la carga de trabajo de campo fijada en el inicio de la temporada.

II) La capacidad efectiva de los agregados es igual ó menor, comparada con la capacidad requerida estimada. Esto indica precaución, en el sentido de tomar las decisiones necesarias que permitan afrontar la temporada de trabajo con la suficiente capacidad en los agregados de la estación.

Para establecer la mencionada comparación, se recopilará información de los agregados por medio de las siguientes sugerencias:

- i) Tome inventario de los agregados de la estación que se usarán durante la temporada de trabajo en la estación;
- ii) Estime la capacidad teórica de los agregados de la estación; y
- iii) Estime la capacidad efectiva de los agregados de la estación.

Lo anterior se aplicó a la información obtenida de la estación que sirve como caso real, dando los datos que se muestran en el cuadro 18:

CUADRO 18. INVENTARIO DE LOS AGREGADOS DE LA ESTACION

Agregado	Características
1. Arado	1.1. Con 4 vertederas, ancho de corte = 1.60 m.
2. Rastra	2.1. Discos en tándem, con 4 grupos de 10 discos c/u, diámetro de discos = 0.43 m y espacio entre discos = 0.19 m.
	2.2. Discos, descentrada, con 2 grupos de 13 discos c/u, diámetro de discos = 0.58 m y espacio entre discos = 0.23 m.
3. Niveladora	3.1. Con ancho de trabajo = 2.89 m.
	3.2. Con ancho de trabajo = 3.00 m.
4. Fertilizadora	4.1. Estandar, ancho de trabajo = 3.65 m.
	4.2. Estandar, ancho de trabajo = 3.00 m.
5. Surcadora	5.1. Con 3 cuerpos, espacio entre cuerpos = 0.91 m.
6. Acamadora	6.1. Para 2 camas, espacio entre camas = 0.91 m.
7. Tapadora	7.1 Para 2 camas, espacio entre camas = 0.91 m.
8. Aspersora	8.1. Para tractor, con 13 boquillas, espacio entre boquillas = 0.50 m.
	8.2. Para tractor, con 13 boquillas, espacio entre boquillas = 0.50 m.
9. Cultivadora	9.1. Tipo rotatoria, con 3 cuerpos, distancia entre cuerpos = 0.91 m.
	9.2. Tipo rotatoria, con 3 cuerpos, distancia entre cuerpos = 0.91 m.

4.2. Cálculo de la capacidad teórica de un agregado

La capacidad teórica de un agregado se define como la capacidad máxima posible que es obtenible al viajar a una velocidad de trabajo adecuada y aprovechando totalmente el ancho de trabajo que pesa el agregado, sin pérdidas de tiempo de ninguna especie y que las condiciones del agregado en su funcionamiento mecánico es perfecta (5).

Generalmente, no se puede mantener la capacidad teórica de los agregados por largos períodos de tiempo. Debido a que la continuidad de la operación de campo se ve interrumpida por causas como:

- a) Transportación del agregado desde el cobertizo hasta los campos;
- b) Ajustes a los agregados previos al desempeño del trabajo de campo;
- c) Vueltas en los extremos de los campos;
- e) Limpieza de los agregados;
- f) Llenado de tolvas o tanque con productos agrícolas; y
- g) Descansos del operador del agregado.

Sin embargo, el conocer la capacidad teórica de los agregados permite obtener una información muy valiosa respecto al aprovechamiento actual que se está haciendo de los agregados; además, analizar aquellos factores que limitan la expansión en el uso de los agregados y reducen su rendimiento productivo.

Para estimar la capacidad teórica de los agregados de la estación, se sugiere emplear la fórmula (5)

$$\text{Capacidad teórica del agregado (ha/hr)} = \frac{\text{Velocidad de trabajo} \times \text{Ancho de trabajo}}{10} \dots (6)$$

Donde:

Velocidad de operación = Velocidad de trabajo en Km/hr que se use para hacer la operación de campo;

Ancho de trabajo = Distancia que cubre el implemento, generalmente el ancho, en una pasada, se expresa en metros.

10 = Factor que permite expresar el resultado en hectáreas/hora.

4.2.1. Determinación del ancho de trabajo en agregados

Para determinar el ancho de trabajo que tenga cada agregado de la estación se recomienda aplicar las siguientes sugerencias, según el agregado que se trate de evaluar.

4.2.1.1. Arados (7)

Después de nivelado el implemento, permítase con éste hacer una ó dos pasadas sobre el terreno. A partir de la pared del surco que abre el implemento, mida un ancho de 1.50 m a 3.00 m, dependiendo del número de discos ó vertederas que tenga el implemento, y márquela con una estaca. Pase el tractor e implemento trabajando, siguiendo el surco previamente formado. Mida desde la pared del nuevo surco hasta donde está la estaca. Esta última distancia será igual al ancho de trabajo que tenga el agregado.

4.2.1.2. Rastras de discos (2)

4.2.1.2.1. Rastras de discos de acción simple

El ancho de trabajo para rastras de discos de acción simple, será la distancia transversal entre las orillas superiores ó inferiores de los discos terminales, cuando los grupos de discos estén colocados con un ángulo de trabajo de 18° ; el ancho de trabajo está dado por la fórmula:

$$\therefore \text{Ancho de trabajo} = (0.95) (N) (S) + (0.3) (D) ; m \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

N = Número de espacios entre los discos;

S = Distancia entre los discos; m

D = Diámetro de los discos; m.

4.2.1.2.2. Rastras de discos en tándem

El ancho de trabajo para rastras de discos en tándem, será la distancia transversal entre las orillas superiores ó inferiores de los discos terminales

en los grupos traseros, colocados con un ángulo de trabajo de 18° ; el ancho de trabajo está dado por la fórmula:

$$\text{Ancho de trabajo} = (0.95) (N) (S) + (1.2) (D) ; m \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

N = Número de espacios entre los discos;

S = Distancia entre los discos; m

D = Diámetro de los discos; m.

4.2.1.2.3. Rastras de discos de desviación doble

El ancho de trabajo para rastras de discos de desviación doble, será la distancia transversal entre las orillas superiores o inferiores de los discos terminales de los grupos traseros colocados con un ángulo de trabajo de 15° ; el ancho de trabajo está dado por la fórmula:

$$\text{Ancho de trabajo} = (0.95) (N) (S) + (0.85) (D) ; m \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

N = Número de espacios entre los discos;

S = Distancia entre los discos; m

D = Diámetro de los discos; m.

4.2.1.2.4. Rastras de discos descentradas

El ancho de trabajo para rastras de discos descentradas, será la distancia transversal entre las orillas superiores o inferiores del disco terminal del grupo frontal, con respecto al disco terminal opuesto del grupo trasero, cuando los grupos estén colocados con un ángulo de trabajo de 18° (equivalente a un ángulo incluído de 36°); el ancho de trabajo está dado por la fórmula:

$$\text{Ancho de trabajo} = (0.95) (N) (S) + (0.6) (D) ; m \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

N = Número de espacios entre los discos;

S = Distancia entre los discos; m

D = Diámetro de los discos: m.

4.2.1.3. Niveladoras (4)

Mida la longitud de la cuchilla de corte de la caja del agregado.

4.2.1.4. Fertilizadoras estándar (22)

Las fertilizadoras están equipadas con una tolva, colocada a todo lo ancho de la máquina. Mida este ancho, que será igual al ancho de trabajo del agregado.

4.2.1.5. Surcadoras (7)

Mida la distancia entre los cuerpos surcadores. A la distancia total luego de multiplicar el número de surcadores por la distancia entre ellos, réstele una distancia entre cuerpos para obtener el ancho de trabajo del agregado.

4.2.1.6. Acamadoras (4)

Establezca cuantas camas se forman en cada pasada sobre el terreno y la distancia que hay entre los surcos formados con las camas. El ancho de trabajo será igual al número de camas por la distancia entre sus surcos formados.

4.2.1.7. Tapadoras (4)

Establezca el número de camas de siembra que pueden taparse en una pasada con el agregado sobre el terreno y mida la distancia entre surcos formados. El ancho de trabajo del agregado es igual al número de camas tapadas por la distancia entre los surcos formados.

4.2.1.8. Aspersoras (9)

Multiplique el número de boquillas que contenga el aguilón por la distancia entre las boquillas para obtener el ancho de trabajo del implemento.

4.2.1.9. Cultivadoras rotatorias (2)

Multiplique el número de surcos que se trabajen con el agregado en cada pasada sobre el terreno por la distancia entre surcos.

Para la estación en particular, la capacidad teórica de sus agregados se

ha reportado en el cuadro 19.

CUADRO 19. CAPACIDAD TEÓRICA DE LOS AGREGADOS DE LA ESTACION

Implemento	Velocidad (Km/hr)	Ancho trabajo (m)	Capacidad (ha/hr)
Arado vertedera	3.3	1.60	0.52
Rastra tándem	5.4	3.94	2.12
Rastra descentrada	5.4	2.97	1.60
Niveladora 1	4.4	2.89	1.27
Niveladora 2	4.4	3.00	1.32
Fertilizadora 1	6.3	3.65	2.29
Fertilizadora 2	6.3	3.00	1.89
Surcadora	6.3	1.82	1.14
Acamadora	6.3	1.82	1.14
Tapadora	6.3	1.82	1.14
Aspersora 1	6.0	6.50	3.90
Aspersora 2	6.0	6.50	3.90
Cultivadora rotatoria 1	4.5	2.73	1.22
Cultivadora rotatoria 2	4.5	2.73	1.22

4.3. Cálculo de la capacidad efectiva de los agregados

La capacidad efectiva de los agregados se define como la cantidad de trabajo que un agregado ha realizado en un periodo de tiempo conocido, en el cual se incluyen: vueltas en los extremos de los campos, ajustes de los agregados a las condiciones de los campos, reabastecimiento de materiales u otros relacionados.

Para estimar la capacidad efectiva de los agregados, generalmente se hace uso de la fórmula (5):

$$\text{Capacidad efectiva del agregado (ha/hr)} = \text{Capacidad teórica de campo (ha/hr)} \times \text{Eficiencia de campo (\%)} \dots \dots (11)$$

Para estar en condiciones de aplicar la fórmula, es necesario conocer que eficiencia de campo en porcentaje tienen los agregados de la estación.

Para tener la referencia de la eficiencia de campo que presentan los diferentes agregados en condiciones de trabajo promedio, es aconsejable consultar las tablas que al respecto se publican en diversas fuentes de información impresas. Es por ello que, a continuación en el cuadro 20, se reportan las eficiencias de campo encontradas para los agregados de la estación (2, 24).

CUADRO 20. EFICIENCIA DE CAMPO DE LAS OPERACIONES AGRICOLAS

Operación de campo	Eficiencia (%)
Aradura	65
Rastreo	68
Nivelación	75
Fertilización	64
Surcado	70
Acamado	70
Tapado de semillas	70
Aspersión de plaguicidas	55
Cultivo rotatorio	72

Una vez que se cuenta con las eficiencias de campo promedio que presentan los agregados que se tienen en la estación, y considerando que se encuentran en condiciones mecánicas óptimas para desempeñar las operaciones de campo, se procederá a estimar la capacidad efectiva que presumiblemente presentarán los agregados.

Para la estación analizada, los datos que arrojó la aplicación de la fórmula 11, se tabularon en el cuadro 21:

CUADRO 21. CAPACIDAD EFECTIVA DE LOS AGREGADOS DE LA ESTACION

Implemento	Capacidad teórica (ha/hr)	Eficiencia (%)	Capacidad efectiva (ha/hr)
Arado vertedera	0.52	65	0.33
Rastra tándem	2.12	68	1.44
Rastra descentrada	1.60	68	1.08
Niveladora 1	1.27	75	0.95
Niveladora 2	1.32	75	0.99
Fertilizadora 1	2.29	64	1.46
Fertilizadora 2	1.89	64	1.20
Surcadora	1.14	70	0.79
Acamadora	1.14	70	0.79
Tapadora	1.14	70	0.79
Aspersora 1	3.90	55	2.14
Aspersora 2	3.90	55	2.14
Cultivadora 1	1.22	72	0.87
Cultivadora 2	1.22	72	0.87

CAPITULO V

ELECCION DE LA MAQUINARIA AGRICOLA

5.1. Estimación del número requerido de agregados

Para estimar la cantidad de agregados que se requieren para satisfacer las demandas de operaciones de campo que plantean los programas de investigación para el próximo ciclo de cultivo, se empleará la fórmula (12):

$$\text{Número de agregados requerido por operación mecanizada} = \frac{S}{W_j \times N_j \times D_d} \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

S = Superficie en hectáreas a trabajar mensualmente;

W_j = Capacidad efectiva del agregado en un turno de trabajo, en ha/turno;

N_j = Número de turnos empleados por día laborable; y

D_d = Número de días en que debe terminarse el trabajo.

Para la estación en turno, los datos generados luego de la aplicación de la anterior fórmula. permitieron conformar el cuadro 22:

CUADRO 22. ESTIMACION DEL NUMERO DE AGREGADOS NECESARIOS POR MES PARA OPERACIONES DE CAMPO EN LA ESTACION

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operación												
Arado			5	4	2	2						
Rastreo		2	3	3	3	3	2					
Nivelación				2	4	3	4					
Fertilización					1	1	2	3	2			
Surcado						1	6	2				
Acamado						1	6	2				
Tapado						1	2	4	6			
Apl. plaguic.						1	1	2	5			
Cultivo								2	11			

El número anterior de agregados, está representando la cantidad justa que de ellos hará falta para cumplir con las demandas de trabajo de campo en la estación. Sin embargo, si por alguna razón cualquiera de los agregados se encontrara en indisponibilidad para operar, se presentarían retrasos en la ejecución de los trabajos mecanizados para la estación.

Para disminuir esta situación conflictiva, es conveniente agregar al número de agregados estimados mensualmente como necesarios, un factor de seguridad que permita contar con suficiente maquinaria todo el tiempo. Este factor de seguridad se considera de un 10% extra. Si el número de agregados estimados es menor que diez, deberá agregarse un elemento más al total calculado (12).

Por lo tanto, el cuadro 22 se modifica y da paso al cuadro 23:

CUADRO 23. NUMERO DE AGREGADOS DEFINITIVO POR MES PARA OPERACIONES DE CAMPO EN LA ESTACION

Mes	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Operación												
Arado			6	5	3	3						
Rastreo		3	4	4	4	4	3					
Nivelación				3	5	4	5					
Fertilización					2	2	3	4	3			
Surcado						2	7	3				
Acamado						2	7	3				
Tajado						2	3	5	7			
Apl. plaguic.						2	2	3	6			
Cultivo								3	13			

5.2. Determinación de la potencia requerida para agregados

Habiendo determinado el número de agregados que se emplearán en la estación durante el ciclo de cultivo, resulta imprescindible estimar la cantidad de potencia que cada agregado habrá de requerir para cumplir su labor.

Prestando atención a este aspecto tan delicado, se reducen notablemente alguna de las dos siguientes situaciones:

a) Si la demanda de potencia de las operaciones de campo en la estación durante el ciclo es superior a la proporcionada por las unidades de potencia ó tractores que haya en la estación, se estará aplicando un sobreesfuerzo a los componentes de éstos últimos: con el consiguiente riesgo de sufrir avería mecánica en el momento menos oportuno.

b) Si la demanda de potencia de las operaciones de campo en la estación durante el ciclo están por debajo de la suministrada por las unidades de potencia que se tengan, dará oportunidad a que se generen pérdidas del tipo de: combustibles y lubricantes, costos de mantenimiento y reparación y tasas de costos fijos, entre otros.

Para estar en capacidad de estimar las necesidades de potencia de las diversas operaciones de campo por realizar, se sugiere utilizar las fórmulas que a continuación se enlistan para ello:

5.2.1. Determinación de la potencia necesaria (5)

$$\text{Potencia en barra de tiro (hp)} = \frac{\text{Tracción} \times \text{Velocidad}}{375} \dots \dots \dots (13)$$

Donde:

Tracción = Fuerza en la dirección de viaje desarrollada por el tractor, expresada en libras;

Velocidad = Distancia recorrida en un tiempo conocido, expresada en millas por hora; y

375 = Factor de conversión para obtener el resultado en caballos de potencia (hp).

$$\text{Potencia en barra de tiro (Kw)} = \frac{\text{Tracción} \times \text{Velocidad}}{368} \dots \dots \dots (14)$$

Donde:

Tracción = Fuerza en la dirección de viaje desarrollada por el tractor, expresada en kilogramos;

Velocidad = Distancia recorrida en un tiempo conocido, expresada en kilómetros por hora; u

368 = Factor de conversión para obtener el resultado en kilowatts.

5.2.2. Resistencia total para la tracción de aradura (Rar) (12)

$$\text{Rar (Kg)} = (\text{far} \times \text{Gar}) + (\text{K} \times \text{A} \times \text{B}) + (\text{E} \times \text{A} \times \text{B} \times \text{Var}^2) \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

far = Coeficiente de resistencia por tiro al abrir surco;

Gar = Peso del arado, Kg;

K = Resistencia específica a deformación del suelo, KN/m^2 ;

A = Profundidad de corte del arado, m;

B = Ancho de corte del arado, m;

E = Coeficiente de velocidad, según tipo de suelo y parámetros de forma de superficie del arado, $\frac{\text{KN} \times \text{segundo}^2}{\text{m}^4}$;

Var = Velocidad del arado, m/segundo.

5.2.3. Resistencia total para las otras labores (R) (8)

$$\text{R (Kg)} = (\text{b} \times \text{a} \times \text{Rc}) + \text{PI} \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

b = Ancho de corte del implemento, cm;

a = Profundidad de la labor, cm;

R_c = Resistencia al corte del terreno, Kg/cm^2 ;

PI = Peso del implemento, incluyendo el peso del portaherramientas, Kg .

5.2.4. Pérdida de potencia por altura y temperatura (PPoat) (8)

$$PPoat (CF) = \frac{CF \times bc \times (273^\circ + 20^\circ)}{760 \times (273 + ^\circ C)} \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

CF = Caballos de fuerza;

bc = Columna de mercurio, mm ;

$^\circ C$ = Temperatura ambiente, grados centígrados;

273 = Cero absoluto en temperatura;

760 = Presión atmosférica a nivel del mar.

5.2.5. Pérdida de potencia por pendiente del terreno (PPopt) (8)

$$PPopt (Kw) = Pa \times Pp \times V \dots \dots \dots (18)$$

Donde:

Pa = Peso del agregado, Kg ;

Pp = Porcentaje de la pendiente del terreno;

V = Velocidad del agregado, $Kilómetros/hora$.

Si por algún motivo se desconoce la cantidad de tracción que requiere cada agregado para operar correctamente, se podrá hacer uso de las fórmulas que a continuación se indican:

5.2.6. Tracción requerida para arados de vertedera (2)

La tracción por unidad de sección transversal de corte de suelo para cuerpos equipados con arados de alta velocidad, rejas y vertederas. La tracción es en libras por pulgada cuadrada y la velocidad (S) es en millas por hora, para suelos arcillo-margosos.

$$Tracción = 8.77 + 0.2 (S^2) \dots \dots \dots (19)$$

5.2.7. Tracción requerida para rastras de discos (2)

La tracción por masa (peso) a cualquier velocidad, con una profundidad de trabajo típica. La tracción es en libras, la masa (M) es en libras, para suelos arcillosos.

$$\text{Tracción} = 1.5 \times M \dots \dots \dots [20]$$

5.2.8. Tracción requerida para niveladoras (2)

La tracción es en libras por pie de longitud de la cuchilla, con valores promedio para todo tipo de suelos.

$$\text{Tracción} = \text{De } 300 \text{ a } 800 \frac{\text{libras}}{\text{pie}} \dots \dots \dots [21]$$

5.2.9. Tracción requerida para fertilizadoras (2)

Sólo la necesaria para vencer la resistencia al rodamiento.

5.2.10. Tracción requerida para surcadoras (2)

La tracción es por cuerpo surcador con un ancho de trabajo de 14 pulgadas, viajando a una velocidad de 4.2 millas por hora. La tracción es en libras por cuerpo surcador y la profundidad de trabajo (d) en pulgadas, para suelos limo-arcillo-margosos.

$$\text{Tracción} = 31.2 \times (d^2) \dots \dots \dots [22]$$

5.2.11. Tracción requerida para acamadoras (4)

Sólo la necesaria para arrastrarla sobre los surcos formados.

5.2.12. Tracción requerida para tapadoras (4)

Sólo la necesaria para acumular una ligera capa de suelo sobre los surcos de siembra trazados sobre las camas formadas.

5.2.13. Tracción requerida para aspersoras (4)

Sólo la necesaria para operar la bomba impulsora del sistema y avanzar a la velocidad más adecuada de trabajo según las condiciones particulares del suelo y el cultivo asperjado.

5.2.14. Tracción requerida para cultivadora rotatoria (2)

La tracción por unidad de ancho efectiva, a velocidades típicas de operación. La tracción es en libras por pie de ancho y la velocidad (S) en millas por hora.

$$\text{Tracción} = 30 + 2.4 (S) \dots \dots \dots [23]$$

5.3. Determinación de la tracción adecuada en los agregados

La potencia de arrastre en la barra de tiro de los tractores, depende en mucho de la cantidad de peso que éste último cargue sobre las ruedas traseras.

Tan negativo es agregar demasiado peso a las ruedas traseras, como el no agregar suficiente peso a las mismas (28).

Si se agrega demasiado peso a las ruedas traseras, el tren de mando no puede ser lo suficientemente eficiente como para tomar toda la potencia que el motor desarrolla a bajas velocidades. Esto causa que los neumáticos se vean sometidos a cargas severas de trabajo, disminuyendo así la eficacia en general.

Si no se agrega suficiente peso a las ruedas traseras, el patinaje se incrementará notablemente, provocando un rápido desgaste de las mismas y provocando un excesivo consumo de combustible y mayor uso de tiempo de trabajo.

En el caso en que las ruedas traseras reduzcan su excesivo patinaje en un 20% a 10%, el resultado será que la superficie cubierta se aumentará en un 10%, los costos por combustible disminuirán en un 10% y el desgaste de los neumáticos se reducirá en un 40% (10).

Como regla general, si se puede apreciar patinaje en las ruedas traseras, esto significará que se tiene demasiado patinaje en el tractor; si se aprecia patinaje observando la rueda desde una distancia muy corta, se tendrá un 20% aproximadamente del mismo en el tractor.

La mejor manera para estar seguro de que un tractor tiene un lastre adecuado para realizar las operaciones agrícolas, es a través de la estimación que se

haga del patinaje que tenga el tractor en una prueba de campo. Para verificarlo se sugiere que se sigan los pasos a continuación se establecen (10):

- i) Verificar que los neumáticos tienen la presión correcta de inflado;
- ii) Transporte el tractor al terreno donde normalmente se operará;
- iii) Marque sobre el terreno una línea de salida para el tractor. Señale sobre uno de los neumáticos traseros una línea bien visible. Enganche al tractor el implemento y haga que el conjunto opere normalmente en una trayectoria lineal durante 20 revoluciones del neumático marcado. Marque el sitio donde terminó el viaje de prueba; y
- iv) Cuidadosamente levante o retire el implemento del tractor, para que éste recorra la distancia marcada sin carga y poder así contar cuantas revoluciones del neumático marcado le toma viajar tal distancia.

Por cada revolución del neumático marcado que le tome de menos viajar la distancia fijada, se considera que se tiene un patinaje del 5%.

Si a un tractor sin carga le tomó recorrer la distancia de prueba un total de 16 revoluciones, tendrá un patinaje estimado del 20%.

Para establecer cuanto lastre se requiere sobre las ruedas traseras, se sugiere un método elaborado por los ingenieros de International Harvester para ello, el cual se basa en lo siguiente para un eje de tracción (9):

- a) Determine la potencia en caballos de fuerza de la toma de fuerza del tractor y multiplíquela por 500; y
- b) Divida tal cantidad entre la velocidad de operación en millas por hora de trabajo que se seguirá.

El resultado obtenido será la cantidad en libras de lastre que deberán tener las ruedas traseras para tener el patinaje adecuado de acuerdo a la labor.

Si un tractor de 150 caballos de potencia hará una labor de cultivo a una velocidad de 5 millas por hora, el peso total sobre las ruedas traseras que de-

berá cargar será igual a 15 mil libras. Esto significa que, si el peso sin lastre sobre las ruedas traseras es de 12 mil libras, habrán de añadirse 3 mil más distribuidas uniformemente sobre las ruedas traseras y así desarrollar la tracción adecuada.

Una manera de estimar el peso sobre las ruedas traseras sin que éstas tengan lastre, se considera que:

Para un tractor típico de cultivo en hileras con tracción en dos ruedas, el centro de gravedad está aproximadamente a 0.6 m desde la parte delantera y 0.25 m sobre el eje trasero. Esto significará que aproximadamente un 70% del peso del tractor está sobre las ruedas traseras y el resto sobre las ruedas delanteras (18).

CAPITULO VI

DISCUSION Y SUGERENCIAS

En términos generales, se han hecho diversas observaciones en relación a conceptos, ideas, métodos y sugerencias planteadas para estimar de una manera más científica, las necesidades de elección de maquinaria agrícola para las cantidades de trabajo que se presenten en la estación durante el ciclo y de acuerdo a la dinámica de actividades que proyecten cada uno de los programas de investigación instalados en el lugar.

La meta principal es establecer una línea de trabajo con maquinaria agrícola en la estación en una forma continua, eficaz y con un alto nivel de calidad propio de la importancia que reviste a la investigación científica aplicada a la agricultura.

Paralelamente, se ha proyectado la necesidad de autoestimulación para lograr establecer un seguimiento más cercano y constante del comportamiento que tienen las máquinas agrícolas tanto dentro de los terrenos de trabajo como fuera de ellos. Analizar las causas y los efectos de la problemática actual que se tenga con la maquinaria agrícola en la estación, y la necesidad imperante de estipular un cambio de tipo positivo para lograr un mejor aprovechamiento de las mismas, es también parte de la estimulación que se desea transmitir a lo largo de este manual.

Al mismo tiempo, es necesario comprender que a fin de lograr mejores resultados con el presente manual, se requerirá de un ajuste constante al mismo según se establezcan variaciones en la información que se introduzca. También será muy provechoso cuando se enriquezca con datos complementarios que se adecúen a las condiciones muy particulares de actividades.

Es por ello que, a continuación, se presentan algunas sugerencias que permitirán facilitar y complementar los datos requeridos para elegir maquinaria.

6.1. Reducción de pérdidas por el uso de los agregados

La manera en que un operador hace funcionar a los agregados en la estación, determinará en que medida se está haciendo uso de la capacidad potencial que la maquinaria presente.

Si una cultivadora con un ancho de trabajo determinado, sobrepone un 12% del mismo en cada pasada sobre el terreno, esto representará que a partir de la segunda vuelta sólo se estará aprovechando un 88% del ancho total de trabajo.

Si un arado con un ancho de corte por cuerpo de 35 centímetros con un total de 4 cuerpos, y el cuerpo delantero sólo corta 25 centímetros, estará desperdiciando un 7% de su capacidad total de corte (5).

Para poder mejorar el aprovechamiento de los agregados en la estación, se deben tomar datos continuamente. Con ello, se podrán establecer conclusiones iniciales del porqué se suceden ciertas situaciones anómalas; estando así en posibilidades de emitir respuestas más adecuadas que tiendan a corregir el problema presente.

6.2. Reducción de pérdidas por viajes en vacío

Se denomina un viaje en vacío a aquel que se realiza con el agregado y en el cual éste último no se encuentra realizando su operación de campo. Los casos más comunes en este sentido serían:

- i) Transporte de agregados desde cobertizos hasta los campos; y
- ii) Vueltas en los extremos de los campos para retornar al interior.

Los cuales se manifiestan por causas como las siguientes:

- a) Distancias entre cobertizos y campos de trabajo;
- b) Secuencia de campos a trabajar que se haya establecido;
- c) Forma de los campos de trabajo; y
- d) Espacio en los extremos disponibles para vueltas de los agregados.

Por lo que, las alternativas que pueden establecerse para cambiar ventajosamente las situaciones anteriores, se plantean como sigue:

- I) Planee la secuencia u orden de los trabajos que se seguirá para trabajar con los agregados. En otras palabras, no empiece a trabajar junto a la oficina e inmediatamente se dirija hasta el fondo de la estación con la maquinaria.
- II) Traze, en lo posible, espacios libres en los extremos de los campos lo suficientemente amplios como para que la serie de agregados que empleará durante el ciclo puedan girar cada vez que salgan del campo sin demasiados problemas de conducción.
- III) Observe a sus operadores de agregados. Quizás requiera de alguna sugerencia que les permita maniobrar más segura, eficaz y rápidamente la maquinaria de la estación. Recuerde que sólo son operadores de maquinaria y que no tienen la obligación de seguir instrucciones no impartidas.

6.3. Reducción de fallas de los agregados

Generalmente, las fallas en los agregados al tiempo en que más se necesitan éstos en la estación se derivan de un descuido en su atención y mantenimiento periódico. Es por ello que se sugiere, analice las siguientes medidas de precaución y emplee o adicione las que se consideren convenientes:

a) Establezca un programa de mantenimiento y servicios periódicos a los agregados de la estación, basándose en las recomendaciones desplegadas por los fabricantes por medio de los manuales de operación, mantenimiento y servicio de la maquinaria en cuestión.

b) Sea el primero en respetar el programa de cuidados a la maquinaria establecido y eduque a todo el personal involucrado con ella a comprender, aplicar y respetar dicho programa. Como rutina, y aunque su especialidad no sea la mecánica, establezca comunicación constante con el responsable del cuidado de la

maquinaria de la estación. Recuerde, dos cerebros analizan más ampliamente una situación en particular que uno solo.

c) Tenga cuidado de mantener en el almacén un surtido adecuado y con el número mínimo de piezas anuales requerido, de las refacciones que más se empleen para el mantenimiento y reparación de la maquinaria de la estación. Evite hacer compras de emergencia, que además de inseguras de encontrar lo que se necesita, hacen que se pierda un tiempo de trabajo precioso y a veces irrecuperable.

6.4. Reducción de tiempo perdido por reabastecimiento de materiales

Más de una vez se habrá topado con la situación de trabajo mecanizado de campo en la que tiene que reabastecer de algún material a los agregados en la estación. Hay casos muy particulares, como en el de la aplicación de fertilizantes ó plaguicidas, en los que el reabastecimiento es muy frecuente y los elementos encargados de reabastecer están en el sitio opuesto a donde se requieren.

Esto causa pérdida de tiempo de trabajo y muestra indiferencia ante el trabajo. Si quiere evitarlo, estudie los tiempos y las distancias que regularmente se establecen para determinar que una maquinaria agrícola en específico demandará resurtirse de material. Comuníquese con los ayudantes de campo en este sentido y establezca la estrategia a seguir en el terreno que ayude a mantener la fluidez del trabajo realizado.

Con esto en práctica, evitará perder más tiempo de trabajo del necesario y hará sentir a todos los que estén involucrados en la actividad, precisamente que son parte de la dinámica de trabajo. Si alguien falla, el resto del proceso se empieza a tambalear y el trabajo adecuado se desmeritará.

6.5. Reducción de pérdidas por operadores de agregados

Si alguna ocasión se ha subido a operar una maquinaria agrícola por un tiempo más ó menos largo, habrá notado que no es del todo agradable. Tiene que soportar ruido, polvo, calor, vibraciones y además cansancio mental por el des-

gasto físico que ocasiona el estar concentrado en la operación del agregado.

Los operadores de los agregados sienten lo mismo, pero a diferente escala, porque deben permanecer en las maquinarias la mayor parte del día. Esto ocasiona que hasta el más experimentado y diestro en la materia se fatigue y sea propenso a cometer fallas de operación e incluso accidentes.

No se arriesgue, estudie las operaciones de campo mecanizadas de la estación y determine cuales pueden ser mas fatigantes para los operadores. Aquellas así identificadas, designeles períodos cortos de descanso obligatorios para los operadores y hagalos que sean respetados por ellos mismos.

Unos cuantos minutos de descanso que otorgue a los operadores al día en las labores agrícolas más pesadas, le recompensará en una reducción de la calidad del trabajo realizado y en la probabilidad de sufrir accidentes con la maquinaria; además, demostrará que se interesa por el personal de campo, y esto es algo muy gratificante para cualquier ser humano.

6.6. Algunas reglas para la operación segura de los agregados

- a) Asegurese que la transmisión está en neutral ó posición de estacionamiento antes de hacer funcionar el motor del agregado;
- b) Siempre conecte el embrague gentilmente, especialmente llendo cuesta arriba ó saliendo de una zanja;
- c) Al conducir en carreteras, desde ó hacia los campos, verifique que los frenos independientes están conectados entre sí al frenar de rutina. Use el emblema de "vehículo de movimiento lento" en el agregado;
- d) Si conduce en carretera durante la noche, asegurese que las luces del agregado funcionan correctamente, y use cinta reflejante en la parte posterior del agregado;
- e) Siempre conduzca sentado en el asiento del operador y sobre la plataforma del tractor. Nunca maneje sobre la barra de tiro del agregado;

- f) Cuando enganche el tractor a un árbol o carga pesada, enganche a la barra de tiro siempre, y nunca tire violentamente de la carga;
- g) Sea sumamente cuidadoso al operar en pendientes. Cuide de pasar sobre hoyos o zanjas con las ruedas, de lo contrario puede volcarse;
- h) Siempre mantenga la velocidad de operación del agregado lo suficientemente baja para mantener un margen de seguridad, especialmente en terrenos ásperos o cerca de zanjas;
- i) Siempre conduzca con la palanca de velocidades del tractor conectada cuando viaje pendiente abajo;
- j) Reduzca la velocidad antes de dar una vuelta o aplicar los frenos. El riesgo de volcar el tractor se aumenta cuatro veces cuando la velocidad de viaje se duplica;
- k) Siempre desconecte la toma de fuerza del tractor antes de bajar de él;
- l) No permita que alguien, además del operador, viaje sobre el tractor;
- m) Nunca baje de un tractor cuando éste se halle en movimiento. Espere a que se detenga completamente;
- n) Nunca se pare entre el tractor y el implemento cuando se vayan a enganchar. Use un gancho metálico para maniobrar la barra de tiro;
- o) Nunca toque o trate de remover una banda cuando ésta tenga movimiento;
- p) Si el motor del tractor se calienta, tenga mucho cuidado al agregar agua al radiador, y antes espere a que se enfríe gradualmente;
- q) Nunca reabastezca de combustible a un tractor cuando el motor esté funcionando o aún esté extremadamente caliente; y
- r) Cuando enganche el tractor a un implemento de potencia, asegúrese que las cubiertas de seguridad sobre piezas en movimiento se encuentren correctamente instaladas.

CONCLUSIONES

Fundamentándose en el esfuerzo desarrollado para establecer la investigación y el posterior análisis de la información recopilada para la elaboración del presente trabajo de tesis, se derivaron las siguientes conclusiones:

1. Se puntualizó la importancia que tienen las estaciones agrícolas experimentales en el desempeño y desarrollo de la labor de investigación científica agrícola para el desarrollo de nuevas alternativas en la producción de alimentos.
2. Se señaló la gran ayuda que prestan las máquinas agrícolas en la ejecución de las operaciones de campo de las estaciones en la consecución de rapidez, uniformidad y calidad.
3. Se estableció la necesidad de organizar en una manera congruente las operaciones mecanizadas de campo de la estación, a fin de programar las necesidades de maquinaria agrícola que de ellas se derivan.
4. Se sugirieron una combinación de metodologías tendientes a asistir a los administradores de estaciones experimentales en la elección de maquinaria agrícola acorde a las necesidades propias de trabajo de campo.
5. Se recomendaron algunas medidas que faciliten la recolección de datos para poner en práctica las recomendaciones que para hacer elección de maquinaria agrícola en base a un plan de trabajo se establecen durante el desenvolvimiento del presente manual.
6. En síntesis, se presentó una alternativa al alcance de los administradores de estaciones experimentales que les permita resolver parte de la problemática que se genera cuando se tiene que hacer uso de la maquinaria agrícola de la que se dispone en el lugar.

BIBLIOGRAFIA

1. American Association for Vocational Instructional Materials, Tractor Operation and Daily Care, Georgia, 1967.
2. American Society of Agricultural Engineers, Agricultural Engineers Yearbook of Standards, Michigan, 1983.
3. Ashburner, John, Elementos de Diseño del Tractor y Herramientas de Labranza, San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1984.
4. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Información de Campo, El Batán, Texcoco, 1985.
5. Deere, John, Manejo de Maquinarias, México, D.F., 1981.
6. Deere, John, Seguridad en la Maquinaria Agrícola, México, D.F., 1981.
7. Escobar López, Octavio, Apuntes de Administración de Maquinaria Agrícola, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero - SARH, México, 1983.
8. Espinoza Valle, María et. al., Determinación de Requerimientos de Maquinaria Agrícola para Labores en Campo y Costos directos de Cultivos, del Ejido San Juan de Abajo, Nayarit, Tesis Ingeniero Agrícola, Cuautitlán, México, FES-C, 1984.
9. FBC Limited, Get the Best Out of your Sprayer, Cambridge, London, 1980.
10. Grain News, The Grain Grower, Winnipeg, United Grain Growers, september, 1983.
11. Hossain Mirdha, Ahmed, Algoritmo para la Determinación de los Parámetros Optimos de Maquinas Agrícolas, Memoria del IX Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería, León, México, 1983.

12. Hossain Mirdha, Ahmed, Apuntes de Formulación y Evaluación de Proyectos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán -UNAM, 1983, no publicados.
13. Hossain Mirdha, Ahmed, Investigación de la Cinemática e Índices de Operación de Trabajo de Tractores y Maquinas Agrícolas en el Campo, Memoria del VII Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería, Oaxaca, México, 1981.
14. Hunt, Donnell, Maquinaria Agrícola, México, Limusa, 1983.
15. Hunt, Donnell, Farm Machinery Mechanisms, Iowa State University, 1983.
16. Janick, Jules et. al., Plant Science, 3rd. ed., San Francisco, Freeman, 1981.
17. Johnson, William, et. al., Principles, Equipment and Systems for Corn Harvesting, Ohio Agricultural Consulting, 1966.
18. Liljedahl B., John, et. al., Tractors: Diseño y Funcionamiento, México, D.F., Limusa, 1984.
19. Muhtar, Hannibal, et. al., Prediction of Suitable Paus for Field Work, American Society of Agricultural Engineers, Michigan, 1982.
20. Nunn W., Ernest, Organization and Management for the Support of Agriculture Research at the Research Institute Level, Washington, University of Reading, 1983.
21. Pomeroy, C. R., La Estación Agrícola Experimental: sus Funciones de Apoyo para Trabajos de Campo en los Países en Desarrollo, México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, enero, 1975.
22. Roth, L. O., et. al., An Introduction to Agricultural Engineering, 5th ed., Avi, 1982.

23. Secretaría de Educación Pública, Maquinaria para Fertilización, Siembra y Trasplante, México, D.F., Trillas, 1982.
24. Secretaría de Educación Pública, Organización de Operaciones Agropecuarias, México, D.F., Trillas, 1982.
25. Singh, Devindar, Field Machinery System Modeling and Requirements for Selected Michigan Cash Crop Production Systems, Michigan State University, 1978.
26. Sitterley, W. et. al., The Effect of Weather on the Days Available to Do Selected Crop Operations, Washington, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, 1960.
27. Soto Molina, Saúl, Introducción al Estudio de Maquinaria Agrícola, México, D.F., Trillas, 1983.
28. Stone A., Archie et. al., Machines for Power Farming, 3rd. ed., New York, Wiley, 1983.
29. Wolak, Francis, Development of a Field Machinery Selection Model, Michigan State University, 1981.