

**REPARACIÓN Y TECNOLOGÍA MECÁNICA**  
**REPAIRING AND MECHANICAL TECHNOLOGICAL**

**Análisis de los factores que inciden en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza**

*Analysis of the factors that impact in the wear of the work organs of the tillage tool*

**Miguel Herrera Suárez<sup>1</sup>; Ciro E. Iglesias Coronel<sup>2</sup>; Yordán Contreras Milán<sup>3</sup>; Elvis López Bravo<sup>4</sup> y Ángel Sánchez Iznaga<sup>4</sup>**

**RESUMEN.** En el trabajo se analizan los factores que mayor incidencia tienen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza. En el mismo se recurre al método de encuesta a expertos para la definición de estos factores o causas, además de la confección de un diagrama causa-efecto que representa en forma simplificada el problema a investigar. También se emplea el método de entrevista-cuestionario para obtener la información necesaria, al personal responsabilizado con las reparaciones, mantenimiento y parqueo de estos aperos. Los resultados muestran que, según el criterio concordante de los expertos las condiciones de explotación, mantenimiento, reparación y de parqueo, así como, las características constructivas de los aperos de labranza, son las causas o factores que mayor incidencia tienen en el desgaste de sus órganos de trabajo. Finalmente el análisis del comportamiento de estos factores en la empresa objeto de estudio muestra que, la mayoría de las causas que provocan el desgaste son controlables por el hombre, pues las mismas están originadas por factores organizativos, tecnológicos y materiales, sobre los cuales se puede incidir para minimizar los daños que ocasiona esta problemática. Los resultados son la base fundamental para la posterior toma de decisiones en función de solucionar el problema investigado.

**Palabras clave:** diagrama Ishikawa; Kendall coeficiente de concordancia; coeficiente de competencia de expertos, principio de Pareto.

**ABSTRACT.** The paper analyzes the factors that have greater impact on the wear of working implements. In the same survey method used by experts to the definition of these factors or causes, in addition to making a cause-effect diagram representing a simplified form of the problem to investigate. The interview-questionnaire method is used to obtain the necessary information; staff responsible for repairs, maintenance and parking of these tools. The results show that, in the opinion of experts' consistent operating conditions, maintenance, repair and parking, as well as the structural characteristics of agricultural implements are the causes or factors that have greater impact on the wear of the organs of tillage tools. Finally, the analysis of the behavior of these factors in the company under review shows that most causes of burnout are controllable by man, as the same are caused by organizational factors, technological and material on which to impact to minimize damage caused by this problem. The results are the foundation for subsequent decisions on the basis of solving the research problem.

**Keywords:** diagram Ishikawa, Kendall coefficient, coefficient of experts' competition, Pareto principle.

**INTRODUCCIÓN**

El desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza es un problema que históricamente ha generado grandes pérdidas económicas en la mayoría de los países con cierto grado de desarrollo en la mecanización agrícola. En países como Canadá, Australia y Turquía se ha estimado que estas pérdidas oscilan entre los 20 000 000 y 50 000 000 de dólares

(Bayhan, 2006; Fielke, 1996; Fielke, 1994; Kushwaha y Chi, 1991). Estas cuantiosas pérdidas económicas están relacionadas con el aumento de los costos de explotación, mantenimiento y/o reposición de elementos de los órganos de trabajo. Además, de los gastos originados por la pérdida de energía útil requerida para el laboreo del suelo, debido al desgaste intensivo de estos órganos. Según Ortiz y Hernanz, (1989) durante el laboreo del suelo los aperos de labranza solamente aprovechan un

**Recibido** 04/04/09, aprobado 21/06/10, trabajo 17/10, investigación.

<sup>1</sup> Dr. C., Prof. Titular, Universidad Central de Las Villas. Dpto. Mecanización Agropecuaria, Villa Clara. CP 54830. E-✉: miguelhs@uclv.edu.cu

<sup>2</sup> Dr., Prof. e Inv. Titular, Universidad Agraria de La Habana-CEMA, La Habana. CP: 32700.

<sup>3</sup> Ing., Asp. Inv., Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales, Villa Clara.

<sup>4</sup> Ms. C., Prof. Auxiliar, Universidad Central de Las Villas. Dpto. Mecanización Agropecuaria, Villa Clara. CP 54830

54 por ciento del trabajo total, producto de la pérdida de un 46 por ciento del trabajo útil, a consecuencia de las resistencias no útiles generadas entre el suelo y los elementos estructurales de los órganos de trabajo. Por lo general, el 25 por ciento del trabajo total perdido se debe a la fricción entre el suelo y la reja, otro 17 por ciento se pierde producto de la fricción de las partículas de suelo con el soporte del órgano de trabajo y el cuatro por ciento restante se pierde producto de la resistencia a la rodadura del implemento.

Los órganos de trabajo de los aperos de labranza durante su interacción con el suelo están sometidos, por lo general, al desgaste abrasivo, el cual según Martínez y Rodríguez (1988) puede ocurrir por un mecanismo de microcorte o desprendimiento de pequeños volúmenes de la superficie metálica de estos; al desprendimiento debido a la falla plástica de las capas superficiales del metal y por el desprendimiento de las capas oxidadas o corroidas de dichas superficies. Sobre el mismo influyen una serie de factores o causas que están directamente relacionadas con las condiciones de explotación y características constructivas de los aperos, así como, con factores organizativos y humanos (Martínez y Rodríguez, 1988; Ochoa, 2004).

Las condiciones de explotación es el factor que mayor incidencia tiene en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza, pues estas incluyen la naturaleza y tipo de suelo a laborar (medio abrasivo), las condiciones ambientales donde se desarrolla, y el régimen de trabajo del implemento durante la interacción con el suelo o medio abrasivo.

En Cuba existen varios suelos con marcada importancia agrícola que se clasifican como suelos altamente friccionantes y abrasivos. Están destinados a la producción de tabaco, caña de azúcar, hortalizas, además de, raíces y tubérculos. Los mismos se ubican fundamentalmente en las provincias de Pinar del Río, Villa Clara y el municipio especial Isla de la Juventud, ocupando una gran extensión territorial por todo el territorio nacional.

Villa Clara es una de las provincias con mayor cantidad de áreas productivas con este tipo de suelos (10,08% del área cultivable del país), así como, que el municipio de Santo Domingo y en especial la zona donde se encuentra enclavada la Empresa Cultivos Varios Manacas, es la más representativa de esta problemática en la provincia, se decide realizar el presente trabajo que tiene como objetivo:

Analizar el comportamiento en la Empresa Cultivos Varios Manacas de los factores que mayor incidencia tienen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento del objetivo planteado se recurrió al método de la encuesta a expertos, a partir del cual se determinaron las principales causas que propician el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza. Posteriormente se empleó el método de entrevista-cuestionario estandarizada, para la obtención de los datos requeridos durante el análisis de la incidencia de las causas que propician esta problemática.

## Metodología para confeccionar el diagrama Causa-Efecto de los factores que mayor incidencia tienen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza

La confección del diagrama Causa-Efecto o Diagrama de "Ishikawa" partió de la encuesta a expertos mediante un cuestionario o guía, elaborado a partir del análisis bibliográfico de los factores que influyen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza (Bayhan, 2006; Bobobee, 2007; Bobobee *et al.*, 2007; Kushwaha y Chi, 1991; Martínez y Rodríguez, 1988; 1985; 1987; Natsis *et al.*, 1999; Ulusoy, 1981)

Para la evaluación, a través del método de encuesta a expertos se siguieron los pasos o etapas propuestas por (Ramírez Urizarri y Toledo Fernández, 2005), las cuales son: la elaboración del objetivo; selección de los expertos; elección de la metodología; ejecución de la metodología seleccionada; y el procesamiento de la información.

**Elaboración del objetivo.** En este caso particular, el empleo del método de expertos tiene como objetivo la identificación de la totalidad de las causas que influyen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza. Posteriormente se seleccionan las prioritarias.

**Selección de los expertos.** Esta etapa estuvo dirigida a evaluar la competencia del candidato a experto en el análisis del problema objeto de estudio, mediante la determinación del coeficiente de competencia del experto. Este coeficiente se determinó tomando en cuenta la opinión del candidato sobre su nivel de conocimientos acerca del problema, así como, de las fuentes de información que le permiten argumentar sus criterios.

El coeficiente competencia del experto (K) se calculó por la siguiente expresión:

$$K = 1/2 (Kc + Ka) \quad (1)$$

donde:

Kc-coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre la base de la valoración del propio experto, en una escala de 0 a 10 y multiplicado por 0,1 (dividido por 10);

Ka-coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, determinado como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón (Tabla 1).

Cuando Kc = 0, la evaluación indica absoluto desconocimiento de la problemática que se estudia, y cuando Kc = 10, la evaluación indica pleno conocimiento de la misma. Dentro de las evaluaciones límites (extremas) hay (9) intermedias por lo que el experto deberá seleccionar la que estime pertinente.

Para la determinación del coeficiente de argumentación Ka, se le presentó al candidato a experto la Tabla 1, sin cifras, orientándole que marque con una (x) cuáles de las fuentes han influido más en su conocimiento, de acuerdo con los niveles Alto (A), Medio (M) y Bajo (B). Posteriormente utilizando los valores que aparecen en la tabla patrón se determina el valor de Ka para cada aspecto.



$S^2$ : Suma de cuadrados de los niveles de jerarquía determinados a partir de la desviación de la media muestral.

$$S^2 = \sum (n_{in} - \bar{n}_{in})^2 \quad (3)$$

Donde:

$n_{in}$  -niveles de jerarquía asignado a cada una de las preguntas;

$\bar{n}_{in}$  - media de los niveles de jerarquía asignado a cada una de las preguntas.

Cuando  $W$  tiende a cero representa ausencia de concordancia en la evaluación emitida por los expertos. Por el contrario si  $W$  se aproxima a 1, representa unidad de concordancia en la evaluación emitida por los expertos.

Finalmente a este coeficiente se le realizó una prueba de significación con el objetivo de afirmar o rechazar la hipótesis de nulidad que plantea, que no hay relación entre los juicios emitidos por los expertos, para un determinado nivel de confianza, es decir se corrobora la correlación entre los juicios emitidos. De igual forma que el caso anterior se recurre al empleo del SPSS para su determinación.

Finalmente, se realizó un análisis a partir del principio de Pareto (Sales y Pérez, 2006), para definir cuales son las causas prioritarias en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza. Este análisis se desarrolló mediante el empleo del procesador estadístico Stargraphics Centurión XV.

Una vez definida las causas prioritarias que influyen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza, se confeccionó finalmente el Diagrama Causa-Efecto, o Diagrama de "Ishikawa", según el procedimiento recomendado en (Edudeka, 2006).

### Metodología para la elaboración de la entrevista-cuestionario estandarizada

Para investigar las condiciones de reparación, mantenimiento y parqueo de los aperos de labranza en la Empresa Cultivos Varios Manacas, se recurrió al método de entrevista-cuestionario estandarizada. De igual forma se utilizó este método para investigar cuáles son los factores relacionados con la preparación del operador que mayor incidencia tienen en el desgaste de los aperos de labranza.

La elaboración de los cuestionarios se realizó a partir del criterio de los expertos, de los manuales, instructivos técnicos y normativas establecidas para la explotación, reparación, mantenimiento y parqueo de los aperos de labranza.

Estas entrevistas se aplicaron al personal responsabilizado con la operación, parqueo, y ejecución de los mantenimientos técnicos y reparación de la maquinaria agrícola destinada al laboreo de suelos en la Empresa Cultivos Varios Manacas, así como, a los jefes de brigada de explotación y a los directivos del taller de mantenimiento técnico y reparación de dicha Empresa.

Para la realización de las entrevistas, se tomaron en cuenta el cumplimiento de los aspectos metodológicos planteados por (Acevedo, 2004).

### Metodología para caracterizar las condiciones climatológicas durante los períodos de explotación de la maquinaria agrícola en la Empresa CV Manacas

Los datos para el análisis de las condiciones climatológicas, de la zona donde se encuentra enclavada la Empresa CV Manacas se tomaron de la Estación Meteorológica ubicada en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INVIT). Dichos datos representan la media histórica (30 años) de las variables: temperatura ambiente, humedad relativa, precipitaciones e intensidad de la radiación solar. Además, se recogen los datos de los valores promedio mensuales de dichas variables para los últimos treinta años.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Confección del diagrama Causa-Efecto

El proceso de conformación del grupo de expertos mostró que de los 15 candidatos analizados de los principales centros del país que se dedican al estudio, desarrollo, e investigación de la maquinaria agrícola, tres resultaron ser expertos de baja competencia, dos de competencia media, y 10 fueron expertos de competencia alta. El coeficiente de competencia promedio fue superior a 0,80, por lo que se consideraron como expertos a todos los candidatos que poseen una competencia alta y media, lo cual suma un total de 12.

Una vez constituido el grupo de expertos se pasó al ordenamiento, categorización de las causas que inciden en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza, conformándose una matriz de jerarquía que permite categorizar por orden jerárquico dichos factores, (Tabla 3).

El análisis estadístico de los intervalos asignados a cada uno de los factores o variables mostró el grado de importancia que tiene cada uno de estos en el proceso de desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza, (Tabla 4). Según los juicios emitidos por los expertos, las condiciones de explotación es el factor que mayor peso tiene en el proceso de desgaste de los aperos de labranza. El factor de menor peso en este caso fue la preparación del operador de la maquinaria que se emplea para la labranza de suelos.

La determinación del coeficiente de concordancia ( $W$ ) fue 0,867, lo cual es un indicador de que existe concordancia entre las opiniones de los expertos, (Tabla 5). La determinación de la significación de  $W$ , mostró que se cumple la región crítica, por lo que se rechaza la hipótesis nula y puede concluirse, que es consistente el juicio de los expertos para un nivel de confianza del 99%, es decir los juicios emitidos están correlacionados entre si.

La determinación de las causas principales que influyen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza (Figura 1), mostró las categorías que mayor efecto tienen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza.

**TABLA 3. Matriz de niveles de jerarquía**

EXPERTOS (J = 1...m)	ASPECTOS (i = 1...n)					
	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	10	8	7	5	9	6
2	10	9	6	6	7	8
3	10	7	7	5	8	9
4	10	8	6	4	7	9
5	10	8	6	6	9	7
6	10	9	6	3	8	7
7	10	9	6	5	8	7
8	10	9	7	4	8	6
9	10	8	7	5	9	6
10	10	8	6	5	9	7
11	10	8	6	4	9	7
12	10	8	6	4	9	7
$\sum_{j=1}^m n_{in}$	118	99	76	56	100	86
$S = \sum(n_{in} - \bar{n}_{in})$	29	10	-13	-33	11	-3,17
$S^2 = \sum(n_{in} - \bar{n}_{in})^2$	831	96	173	1100	117	10,02

**TABLA 4. Intervalos**

	Intervalo promedio
X1-Condiciones de explotación	6,00
X2-Particularidades constructivas de los órganos de trabajo	4,21
X3-Calidad de ejecución del mantenimiento técnico	2,21
X4-Preparación del operador de la maquinaria	1,08
X5-Condiciones de parqueo	4,33
X6-Calidad de la ejecución de las reparaciones.	3,17

**TABLA 5. Estadísticos de contraste**

	N	12
W de Kendall		0,867
Chi-cuadrado		52,026
gl		5
Sig. asintót.		0,000

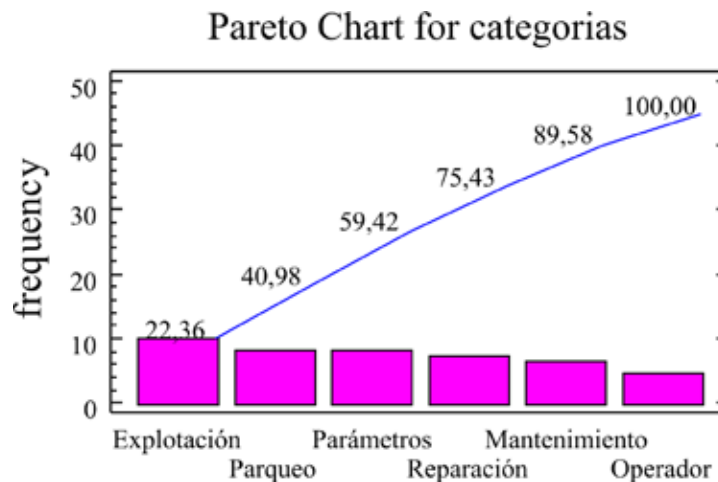


FIGURA 1. Diagrama de Pareto.

Según el juicio de los expertos, la calificación del operador es una de las causas principales que influyen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza. Sin embargo, el diagrama de Pareto mostró que según el intervalo otorgado, este factor se excluye dentro del 80 % de las causas principales sobre las que se debe incidir, para minimizar el desgaste.

Finalmente se elabora el diagrama causa-efecto donde se representa de forma esquemática las causas fundamentales que influyen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza (Figura 2).



FIGURA 2. Diagrama Causa-Efecto.

### Resultados del análisis de las condiciones de explotación de los aperos de labranza en la Empresa Cultivos Varios Manacas

La Empresa ocupa un área total de 1386.22 ha donde predomina el suelo clasificado como Ferralítico Cuarcítico Amarillento Rojizo Lixiviados. Este se considera como un suelo altamente abrasivo, debido a la presencia de cuarzo, concreciones y perdigones de hierro, que son lo suficientemente duras para causar serios daños a los órganos de trabajo de los aperos de labranza. En la Tabla 6, se muestran las características físicas del mismo.

TABLA 6. Características físicas de los suelos Ferralítico Cuarcítico Amarillento Rojizo Lixiviados

Profundidad, cm		Gs, g/cm <sup>3</sup>	Granulometría, %				
desde	hasta		Grava	Arena	limo	Arcilla	Coloide
0	15	2,69	5,8	75,8	14,2	2,2	2,2
16	30	2,71	13,5	67,2	14,8	3,7	0,8
31	50	2,73	8,5	75,7	12,2	2,3	1,2

Las características físicas de este suelo muestran que desde el punto de vista granulométrico está compuesto 75 por ciento en fracción de arena, con un contenido de arcilla muy bajo o prácticamente insignificante, razón por la cual se clasifica como suelo arenoso.

El análisis del registro histórico de la incidencia de las condiciones climáticas define claramente un periodo lluvioso que abarca desde los meses de mayo hasta junio y un periodo de seca que abarca los meses de diciembre a abril (Figura 3). Los mayores acumulados se alcanzan en los meses de mayo (195,6 mm) y septiembre (183,23 mm). De igual forma, se analizaron los registros históricos de la temperatura y humedad

relativa mostrando que las temperaturas alcanzan sus valores máximos en los meses de junio a septiembre (verano), aunque en el resto de los meses incluyendo los de invierno se llegan alcanzar temperaturas por encima de los 27 grado. Las temperaturas mínimas promedio están alrededor de los 18 grado. La humedad relativa muestra valores elevados en la mayoría de los meses superando el 95 %.

Este análisis permite enmarcar los meses de mayo a junio como un periodo lluvioso, acompañado de altas temperaturas y elevada humedad relativa, aspectos que contribuyen al deterioro y desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza.

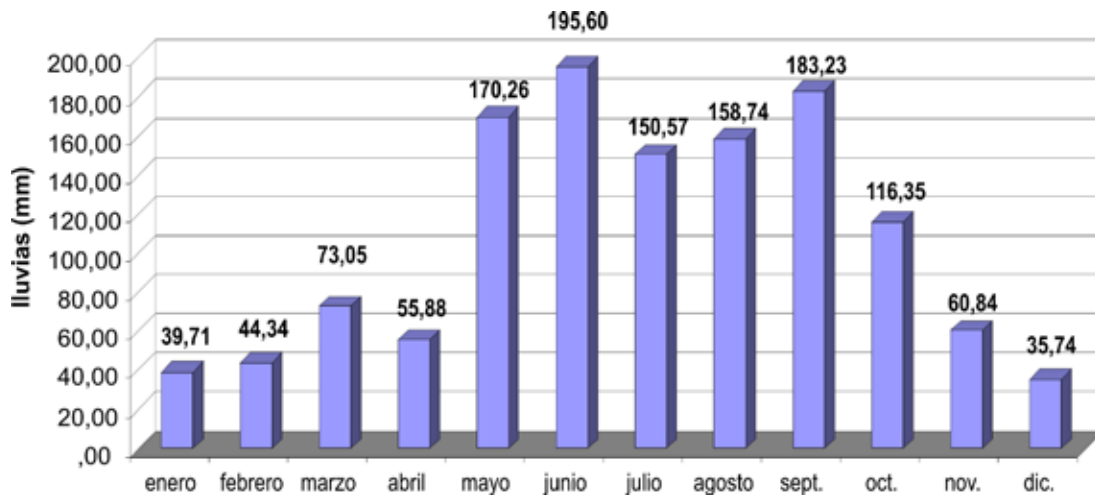


FIGURA 3. Registro histórico de la incidencia de las llluvias. Estación meteorológica INIVIT (Santo Domingo).

### Labores agrotécnicas que se realizan con los aperos de labranza de suelos en la Empresa Cultivos Varios Manacas

La Empresa Cultivos Varios Manacas en la actualidad tiene como cultivos fundamentales: boniato, tomate, papa, arroz, calabaza y yuca; a los cuales se dedica un área de 80,52 a 443 ha.

Las labores agrotécnicas se realizan fundamentalmente con aperos producidos en el país empleándose en labores de preparación y acondicionamiento de suelos, así como de cultivo. En todos estos casos se emplea la tecnología de labranza con inversión del prisma o laboreo total del suelo; no se emplean las tecnologías de labranza mínima o labranza localizada, sin inversión del prisma de suelo.

La totalidad de estos aperos están sometidos a un desgaste intensivo de sus órganos de trabajo (Figura 4), los mismos tienen previsto el recambio de estos órganos cada 100 horas de trabajo limpio.



FIGURA 4. Desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza.

### Resultados del análisis de las condiciones de parqueo

El análisis de las instalaciones destinadas al parqueo de los aperos de labranza mostró (Figura 5) que estos se parquean a la intemperie, independientemente de su uso y destinación. Las instalaciones o naves existentes para el parqueo no poseen las cubiertas de los techos que protegen la maquinaria de la acción del medio ambiente.



FIGURA 5. Condiciones de parqueo Empresa Cultivos Varios Manacas.

El análisis de los tiempos de parqueo muestra que algunos aperos están expuestos a la intemperie por más de 8 meses, recibiendo la acción directa de las diferentes condiciones climáticas de estas épocas. Sin dudas, esto contribuye a la corrosión de sus órganos favoreciendo directamente la aparición del desgaste abrasivo, producto del desprendimiento de las capas corroídas de las superficies de los aperos, según describe (Martínez y Rodríguez, 1988). Los aperos que menor exposición tienen a las condiciones ambientales producto del parqueo prolongado, se exponen un promedio de 4 meses. En sentido general, los períodos de parqueos prolongados están afectados por la incidencia de las máximas precipitaciones, temperaturas y humedad relativa, condiciones que propician la acción química del medio. Finalmente, se puede afirmar que, en la empresa objeto de estudio, no se cumplen las normativas establecidas para el parqueo de los aperos de labranza, y que los mismos se someten a la exposición de las inclemencias del tiempo más de cuatro meses llegando hasta 8 meses, lo cual favorece la oxidación de los órganos de trabajo y su posterior desgaste por este concepto.

**Resultados del análisis de la calidad de ejecución del mantenimiento técnico.** La evaluación, del estado de cumplimiento del mantenimiento técnico se realizó a partir del procesamiento de la entrevista–cuestionario realizada al respecto.

Los resultados obtenidos, de encuestar el personal encargado de realizar y dirigir esta actividad, mostraron que existen los medios y dispositivos para la ejecución de los mantenimientos

técnicos; así como, que se cumplen las normativas establecidas para la realización de esta labor. Según los encuestados el mantenimiento técnico se realiza con la periodicidad establecida, por personal calificado y que posee estabilidad laboral.

Los principales problemas para la realización del mantenimiento técnico en esta empresa están relacionados con la calidad de los materiales y su cantidad, pues la mayoría de los encuestados afirman que la cantidad de estos es insuficiente para satisfacer las necesidades locales. El 50% de los entrevistados afirma que los materiales empleados no tienen la calidad necesaria.

La mayoría de los repuestos empleados se producen de manera local, empleando materiales reciclados de otros aperos, si importar sus características o naturaleza.

**Resultados del análisis de la influencia que ejercen las características constructivas de los aperos de labranza.** El análisis de la influencia que ejercen las características constructivas de los aperos empleados en el laboreo de estos suelos abrasivos mostró, que en la mayoría de los casos tienen más 10 años de fabricación, procediendo algunos de ellos de los países que pertenecieron al antiguo campo socialista europeo, aunque en su mayoría son de procedencia nacional.

La reposición, de los elementos de sus órganos de trabajo, se realiza con elementos producidos localmente (Figura 6), los cuales no poseen el grado de acabado superficial, la dureza y el tipo de recubrimiento adecuado. Los materiales empleados por lo general no poseen las características requeridas para el laboreo de suelos abrasivos.



FIGURA 6. Soluciones constructivas locales.

La búsqueda de soluciones locales en la empresa ha conllevado a utilizar materiales reciclados para fabricar localmente las rejas de los órganos de trabajo. Este proceso de fabricación se hace de una manera muy rústica, sin el equipamiento necesario, incumpliendo con las normas o exigencias de acabado y calidad. También, este proceso de soluciones locales ha propiciado que no se respete la geometría original de estos órganos (ángulos de inclinación, dimensiones, radios de curvaturas, etcétera), variando estos ángulos y dimensiones de forma tal que no se corresponden, en la mayoría de los casos, estas soluciones con las recomendaciones de diseño del fabricante.

Todos estos aspectos redundan en el mayor desgaste de los órganos de trabajo, aumento del consumo energético y disminución de la calidad de la labor.

Referente a este aspecto se puede plantear que no se han introducido tecnologías específicas para la fabricación local de estos órganos de trabajo, no se han introducido materiales, tratamientos o revestimientos desarrollados específicamente para disminuir el nocivo efecto del desgaste en cualquiera de sus manifestaciones.

**Resultados del análisis de la calidad de la ejecución de las reparaciones.** Los resultados de la entrevista al personal responsabilizado con esta labor en la empresa y a sus directivos mostraron, que la base de reparación en esta empresa no responde a un proyecto típico. La misma se realiza según la intuición o la experiencia acumulada por el personal encargado, debido a lo cual, la mayoría de los encuestados, consideran que el proceso tecnológico no responde a una lógica que permita



cumplimentar con calidad las reparaciones de los órganos de trabajo de los aperos de labranza, a pesar de existir el equipamiento y personal calificado y estable para la realización de esta labor. Aunque, las reparaciones parten de un previo diagnóstico del estado técnico de estos órganos. De igual forma se considera que el suministro de materiales, disponibilidad y calidad no son las requeridas para la ejecución de las reparaciones en dicha empresa.

El 50% de los encuestados plantea que no existe la documentación técnica requerida en cada puesto de trabajo para la realización de estas operaciones.

Estos resultados demuestran que los problemas que afectan la calidad de las reparaciones de los órganos de trabajo de los aperos de labranza son del orden organizativo, tecnológico y materiales.

## CONCLUSIONES

Una vez analizados y discutidos los resultados se arriba a las siguientes conclusiones:

- La metodología seguida para la selección de los expertos garantizó la conformación de un grupo con una elevada competencia, para evaluar el problema del desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza;
- Las causas o factores que mayor influencia tienen en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza, por orden de importancia, son: las condiciones de explotación; condiciones de parqueo; particularidades constructivas de los órganos de trabajo; calidad de la ejecución de las reparaciones y calidad de ejecución del mantenimiento técnico.
- En la mayoría de los casos los factores que influyen en el desgaste de los aperos de labranza están dados por factores humanos, organizativos, tecnológicos y materiales, siendo solubles por lo general;
- Los resultados dejan sentadas las bases para la posterior toma de decisiones, en función de solucionar el problema investigado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, P. M.: *Investigación de la durabilidad de los elementos de precisión en las bombas de inyección tipo UTN*. Departamento de Mecanización Agropecuaria. UCLV, Villa Clara, Cuba, 2004.
- BAYHAN, Y.: "Reduction of wear via hardfacing of chiesel ploughshare". *Tribology International*, 39: 570-574, 2006.
- BOBOBEE, E. Y. H.: *Performance Analysis of Draught Animal-Implement System to Improve Productivity and Welfare*. **Doctoral thesis, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences**, Department of Biometry and Engineering. Swedish University of Agricultural Sciences, USA, 2007.
- BOBOBEE, E. Y. H.: Wear rate of animal-drawn ploughshares in selected Ghanaian soils. *Soil & Tillage Research*, 93: 299-308, 2007.
- EDUTEKA: *Diagramas Causa-Efecto*. EDUTEKA, (Tecnología de Información y Comunicaciones para Enseñanza Básica y Media). [en línea] enero 2006, Disponible en: <http://www.eduteka.org/imprimible.php?num=461>. [Consulta: junio 21 2006].
- FIELKE M. J.: "Interaction of the cutting edge of tillage implements whit soil", *J. Agric. Eng. Res.*, 63: 61-72, 1996.
- FIELKE M. J.: *Interactions of the cutting edge of tillage implements with soil*. Adelaide. Universidad de Adelaide, USA, 1994.
- KUSHWAHA, R. L. and CHI, J. "Investigation of wear of agricultural tillage tools", *J. Soc. Tribol. Lubr. Eng.*, 47(3): 219-222, 1991.
- MARTÍNEZ, P. F. Y G. RODRÍGUEZ: *Sobre la selección de materiales para el trabajo de suelos*. 17pp., Editado por: ISPJAE, Ciudad de la Habana (monografía), 1985.
- MARTÍNEZ, P. F. Y G. RODRÍGUEZ: "Vías para incrementar la vida útil de los elementos de máquinas agrícolas". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1(1): 10-16, 1987.
- MARTÍNEZ, P. F. Y G. RODRÍGUEZ: *El desgaste abrasivo de los suelos*, 36pp., Editado por: ISPJAE, Ciudad de la Habana (monografía), 1988.
- NATSIS, A.: "The influence of soil type, soil water and share sharpness of a mouldboard plough on energy consumption, rate of work and tillage quality", *J. Agric. Eng. Res.*, 72(2): 171-176, 1999.
- ORTIZ CAÑABATE, J. y HERNANZ, J. L.: *Las máquinas agrícolas y su aplicación*, 639pp., 3ra ed., Mundi-Prensa, Madrid, España, 1989.
- RAMÍREZ URIZARRI, L. A. Y TOLEDO FERNÁNDEZ, A. M.: *Algunas consideraciones acerca del método de evaluación utilizando el criterio de expertos*. [en línea] 25 septiembre 2005, Disponible en: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEkZylEFEVDEhxqKXi.ph#superior>. [Consulta: junio 21 2006].
- SALES, M. Y M. PÉREZ: *Diagrama de Pareto*. [en línea] enero 2004, Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/diagramapareto.htm>. [Consulta: junio 21 2006].
- ULUSOY, E.: *A research on determination of wearing of some tillage tool shares*, 390.pp., Ege university. *J. Agric. Fac: J. Agric. Eng. Res.*, Indiana, USA, 1981.