

**TÍTULO: INFLUENCIA DE LAS FUERZAS AXIALES EN LOS
SOPORTES CON RODAMIENTOS DE LAS GRADAS DE
DISCOS.**

Autor: Jesús de Soto Ávila.

**Institución: Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola.
CEDEMA**

**Dirección: Calle Peralta #65 Esquina a Coliseo. Reparto. Peralta.
Holguín.**

PAIS: Cuba.

¹ MsC. Diseñador mecánico del Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA), Holguín, Cuba. E-mail: jsoto@cedema.cu

TELEFONO: 42 4362; 42 2906

Holguín

2015

RESUMEN.

Las gradas de disco son un implemento agrícola para la labranza del suelo que está compuesto por un conjunto de discos de rotación libre que penetran en el suelo rompiendo los terrones. Estos implementos utilizan soportes con rodamientos en los tándems de discos, los que constituyen uno de los elementos que presentan mayor desgaste durante las labores de preparación de los suelos, por lo que se hace necesario centrar la atención en el estudio de las fuerzas que actúan en estas gradas.

SUMMARY.

Disc harrows are an agricultural implement for tilling soil that is composed of a set of freely rotating discs that penetrate the ground breaking lumps. These bearing units implements used in tandems of discs, which constitute one of the elements having greater wear during the preparatory work of the soil, so it is necessary to focus on the study of the forces acting on these stands.

INTRODUCCIÓN.

En los equipos de labranza del suelo y en este caso las gradas de disco, el mal funcionamiento de los órganos de trabajo, producto al desgaste en los elementos que forman el conjunto del soporte, trae aparejado vibraciones, desajustes, roturas; es decir, mal funcionamiento del tándem, que puede llegar a provocar deformaciones y roturas de algunos de los elementos que componen la grada, imposibilitando el trabajo en la preparación de los suelos.

Es por ello que se debe prestar atención a las causas que intervienen en el acelerado desgaste de los elementos que componen los soportes con rodamientos, que puede ser multifacético, para evitar desperfectos en el campo que provocan el atraso en las labores.

Este trabajo centra su atención dentro de la diversidad de factores que pueden llegar a influir en las fuerzas actuantes y como poder contrarrestar sus efectos.

DESARROLLO.

Descripción de funciones y tecnología de trabajo.

Funciones y fuerzas actuantes en los soportes.

Las funciones de estos soportes es la de sostener y permitir el giro de los tándem de discos de las diferentes gradas, durante su transportación o durante su trabajo (ver corte de la sección transversal del soporte en la figura 1(a) y montaje de los soportes en la figura 1(b)). Estos deben ser capaces de soportar las fuerzas radiales y axiales que se originan durante la labranza del suelo.

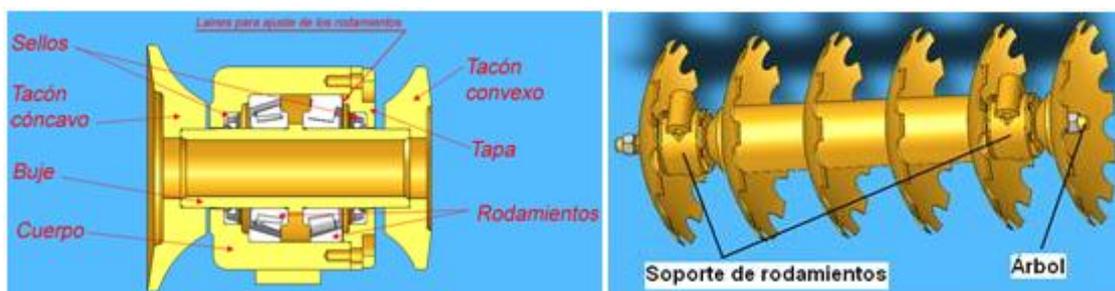


Figura 1: (a) Corte de la sección transversal del soporte.

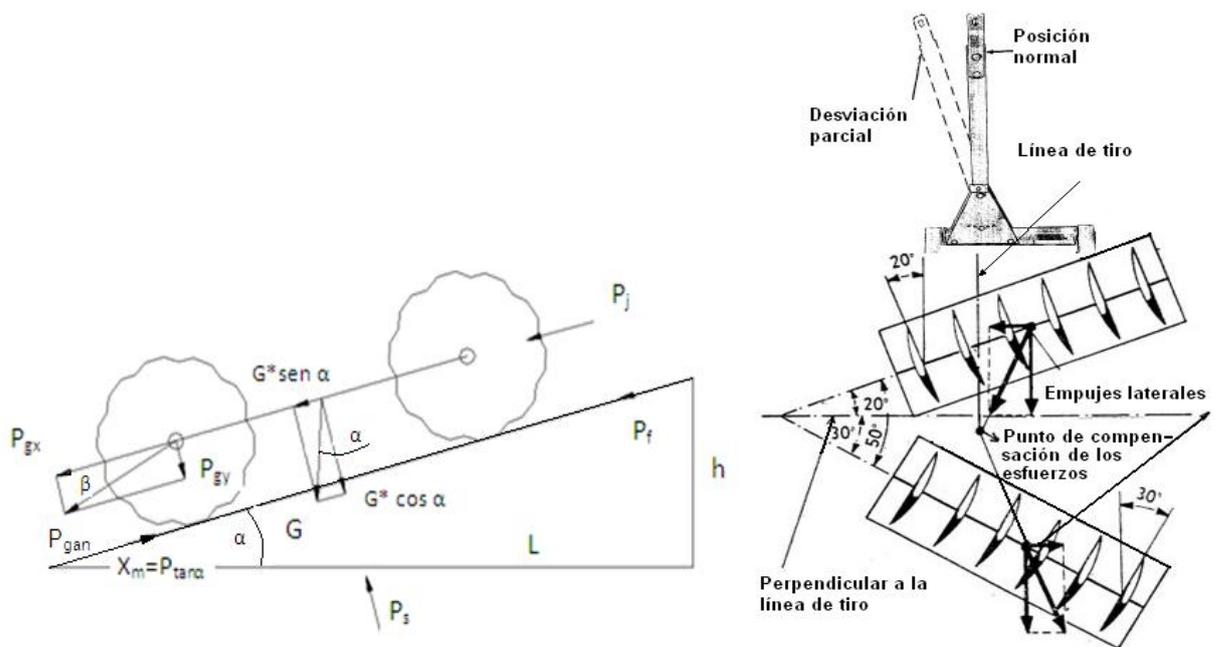
(b) Soporte ensamblado en tándem.

En el caso de las fuerzas radiales de las gradas en general y como la que se muestra en la figura 2, presentan cuatro tándem de discos (dos en cada fila) fijados al bastidor por dos soportes cada uno, que sostienen el peso de la grada, más la fuerza de penetración ejercida por el tractor para que la grada penetre en el terreno.

En las gradas, el trabajo y el movimiento se producen como resultado de la interacción de las fuerzas que actúan sobre estas, y se representa de forma esquemática en la figura 3 (a).



Figura 2. Grada de discos.



(a) Fuerzas radiales.

(b) Fuerzas axiales.

Figura 1. Diagrama de fuerzas en las gradas.

Donde:

X_m : Fuerza Motriz o de impulsión, reacción del suelo sobre los discos orientados en la dirección del movimiento, es igual a la fuerza tangencial de tracción $P_{tan\alpha}$ ($X_m = P_{tan\alpha}$).

P_f : Fuerza de resistencia al rodamiento de la grada, reacciones del terreno paralela a la superficie del campo, que se descompone en la fuerza de impulsión ya vista $P_{tan\alpha} = X_m$ y P_f la componente de resistencia frontal.

$P_{gan} = R_{res}$: Fuerza de resistencia a la tracción en el gancho de las máquinas agrícolas creada por la grada instalada. Esta fuerza, está trasladada del punto convencional de enganche, para su representación, y se descompone en la componente paralela a la superficie del camino $P_{gx} = P_{gan} * \cos \beta$ (1.1) y la componente vertical $P_{gy} = P_{gan} * \sin \beta$. (1.2).

P_j : Fuerza de inercia de las masas en movimiento que surge durante el movimiento acelerado de la grada tirada por el tractor, a causa de la velocidad variable en la marcha rectilínea, en el caso que se analiza la fuerza de inercia P_j se opone al movimiento.

G : El peso de la grada, está descompuesto en dos componentes la paralela a la superficie del camino $G_x = G * \sin \alpha$ (1.3) y la vertical $G_y = G * \cos \alpha$ (1.4). En este caso concreto, esta fuerza se opone al movimiento.

P_w : Resistencia del aire (se desprecia para este tipo de conjunto).

P_s : Reacción normal de la superficie del suelo. Es la resultante de todas las reacciones normales del terreno que actúan sobre los discos por separado de las gradas incluyendo la componente normal de la resistencia frontal.

Partiendo de las fuerzas mostradas en la figura 3 se escribe la ecuación de la proyección de las fuerzas sobre la superficie del campo, tanto las que impulsan como las que obstaculizan su marcha y se obtiene la ecuación que expresa el balance de tracción del agregado agrícola considerado.

$$X_m - P_f - P_{gx} - G \sin \alpha - P_w - P_j = 0 \quad (1.5)$$

Despejando la fuerza de tracción se tiene.

$$X_m = P_f + P_{gx} + G \sin \alpha + P_w + P_j \quad (1.6)$$

En resumen se puede decir que para que se produzca el movimiento del agregado se necesita una fuerza motriz que equilibre todas las fuerzas de resistencia que actúan sobre este. Las fuerzas axiales que actúan en los soportes, dependen, por una parte, de las condiciones, características, función y tipo de suelo, por otra, desde el punto de vista mecánico y operacional de la grada, están dadas por la violación de la disciplina tecnológica, por inadecuadas regulaciones del ángulo de los tandem (a mayor ángulo, mayor fuerza axial), por el diámetro y cantidad de los discos, su concavidad, su distribución, penetración del disco, por la linealidad del tiro y por la velocidad de avance. Las gradas que son objetos de la investigación son del tipo excéntrico, donde el esfuerzo que recibe el tandem delantero es opuesto al correspondiente al tandem trasero, pero dichas fuerzas no están en la misma línea. La razón radica en que los discos delanteros están trabajando en suelo más compacto que los discos traseros; por consiguiente, el empuje contra los discos delanteros es mayor que el empuje contra los discos traseros.

Los discos traseros están trabajando en suelo suelto, no hay suficiente empuje contra ellos que contrarreste ese movimiento y controle el tiro lateral. Este se elimina, equilibrando el empuje de los discos traseros y delanteros, desfasando el tiro respecto de los componentes longitudinales (ver figura 3 (b)).

Cuando no se tiene en cuenta todos estos factores que influyen en el aumento de los esfuerzos de la gradas y por consiguiente de las fuerzas que actúan sobre los rodamientos de los soportes; se incrementan las fallas de estos en un tiempo menor al previamente calculado por el diseñador y el fabricante de las gradas, trayendo consigo aumento de los tiempos de parada, aumento de

los costos de mantenimiento y roturas imprevistas que afectan la planificación de la preparación de los suelos como se muestran en la figura 4.

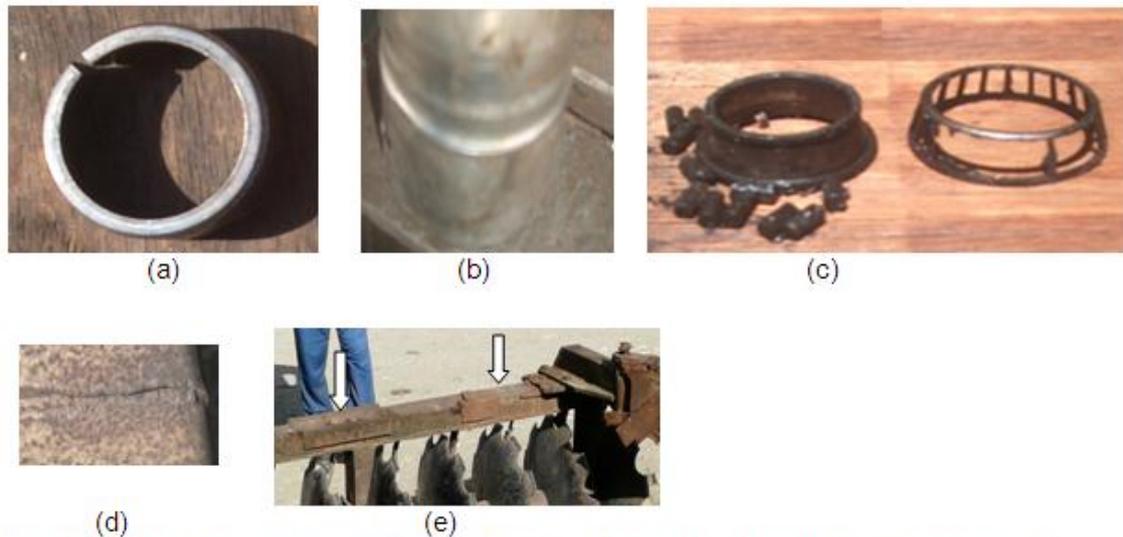


Figura 4: Averías y consecuencias de las fallas en los elementos de los soportes.
(a): Pista exterior de cojinete partida (b): Desgaste en el eje.
(c): Jaula deteriorada. (d): Base del soporte partido.
(e): Bastidor soldado.

CONCLUSIONES.

1. El aumento de las fuerzas radiales y principalmente axiales que intervienen durante el trabajo de las gradas inciden directamente en el deterioro acelerado de los rodamientos y los soportes de las gradas de discos.
2. El aumento de las fuerzas en las gradas está dado por las condiciones, características, función y tipo de suelo, por problemas de diseño como el diámetro y cantidad de los discos, su concavidad, su distribución, desde el punto de vista mecánico y operacional de la grada, están dadas por la violación de la disciplina tecnológica, exceso de penetración del disco, por inadecuadas regulaciones del ángulo de los tándem (a mayor ángulo, mayor fuerza axial), por la linealidad del tiro y por la velocidad de avance.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Batista, Carlos (2009). Análisis de fallos y confiabilidad operacional. Departamento Mecánica Aplicada, Facultad Ingeniería, UHo.
2. Batista, Carlos (2007). Conferencia 11: Análisis de fallos. Departamento Mecánica Aplicada, Facultad Ingeniería, UHo.
3. Batista, Carlos (2010). Gestión e Ingeniería del Mantenimiento. Departamento Mecánica Aplicada, Facultad Ingeniería, UHo.
4. IMPAG, (2010). Manual técnico de explotación. Grada 965.
5. IMPAG, (2010). Manual técnico de explotación. Grada 24/28”.
6. Navarro, Marcelo (2010). Conferencia 1: Generalidades acerca de las maquinarias y equipos agrícolas. De la asignatura de post-grado: Introducción a las Máquinas Agrícolas. 21 páginas. Departamento Mecánica Aplicada, Facultad Ingeniería, UHo.
7. Navarro, Marcelo (2010). Conferencia 3. Máquinas para la preparación del suelo. De la asignatura de post-grado: Introducción a las Máquinas Agrícolas. 29 páginas. Departamento Mecánica Aplicada, Facultad Ingeniería, UHo.
8. Núñez, Ramón. (2010). Tesis Doctoral: Tecnología alternativa para la caracterización de suelos agrícolas degradados del tipo de los vertisoles en la cuenca del río Cauto, provincia de Holguín, Cuba.
9. Ríos, Arcadio; Pedro Castro, Roberto Campos y José Suárez. (2006). Tractores e Implementos.
10. SKF. Productos de mantenimiento y Lubricación. 2002-2003. 126 páginas.
11. Sitio Web 3: Cálculo de rodamientos según la norma DIN ISO 281. Disponible en:
<http://www.eassistant.eu/es/eassistant/lagerberechnung/waelzlagerberechnung.html>. [Consulta: 24/02/2015].
12. Sitio Web 5: Causas comunes de desperfectos en rodamientos. Disponible en: <http://www.traxco.es/blog/wp-content/uploads/2010/01/causas-de-desperfectos-en-rodamientos.pdf> [Consulta: 2/03/2015].
13. Sitio Web 6: **Chumaceras**. Disponible en:
<http://es.thefreedictionary.com/chumaceras>. [Consulta: 28/01/2014].