

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS**  
**FACULTAD DE CIENCIA AGROPECUARIA**

**DEPARTAMENTO DE**  
**“ING. AGRÍCOLA”**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**ANÁLISIS DE LAS POSIBILIDADES DE AGREGACION DEL NUEVO  
TRACTOR XTZ-150K-09 CON LOS ARADOS Y GRADAS INTRODUCIDOS  
EN LA AGRICULTURA CUBANA**

**Autor: Nouredine Bagbiegue**

**Tutor: Dr. C. Miguel Herrera Suárez**

**CURSO 2012-2013**

## AGRADECIMIENTO

---

### AGRADECIMIENTO

- A todos los profesores de la Facultad Ciencia Agropecuaria, especialmente a los del departamento de Ingeniería Agrícola;
- A mi tutor el Dr. C. Miguel Herrera Suárez, que aun con su enormes cargos siempre tuvo tiempo para dedicar a mi trabajo; aun cansando y con sueño para que yo pueda defender a tiempo;
- A mi oponente por estar allí para escudriñar el trabajo;
- A todos mis amigos que me acompañaron en el desarrollo y demás fases del presente Trabajo de diploma;
- De manera general a todos los que me conocen y que me quieren ver graduar como Ingeniero;

A todos muchas gracias

## DEDICATORIAS

---

### DEDICATORIAS

- A toda la familia **BAGBIEGUE y LAGBEMA**, aun de lejos han estado siempre presente a mis lados para apoyarme especialmente a mi mamanan Christine LAGBEMA, y mi papa Tairou BAGBIEGUE;
- A mi novia y futura esposa **Lis Betty Crespo Cuellar** y su familia, por aceptarme en su familia y criarme también con su hijo.

## RESUMEN

---

### RESUMEN

Este trabajo se realizó en el UEB (INTERGRAL SERVICIOS TECNICOS AGROPECUARIAS) que pertenece a la Empresa Agropecuaria del Yabú que se encuentra en la ciudad de Santa Clara y que tiene como misión fundamental la prestación de servicios de maquinaria que incluye la preparación de tierras, riego y reparación de conductoras. El mismo trabajo persigue como objetivo fundamental realizar la comprobación de las calidades de agregación de los aperos existentes en el parque de la empresa UEB con los nuevos tractores XTZ-T150K-09. Para eso se hizo varios cálculos programadas en el software MathCad 15.0 utilizando la formula racional de Goriachin con varios tipos de arados y gradas dando como resultado que los aperos existentes en la empresa son inadecuado para formar agregado con los nuevos tractores XTZ-T150K-09 mostrando un coeficiente de aprovechamiento para el caso del arado (A10 000 de 4 discos) de 0,622 valor muy bajo con respecto al resto de los arados que se emplean tradicionalmente en las empresas de la agricultura no cañera cuba; y para el caso de la grada (4 500 lb) mostró un coeficiente de aprovechamiento de esta fuerza del 0,56 por debajo del rango recomendado. El UEB deberá valorar la posibilidad de formar agregados con el tractor XTZ-T150K-09 y los arados A-10 000 de cinco discos y el SC de seis discos, con el fin de garantizar una mayor racionalidad energética de los conjuntos y adquirir gradas de 7500 lb en función de garantizar un mayor aprovechamiento de potencia de los tractores XTZ-T150K-09.

## ÍNDICE

---

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
Objeto de estudio.....	<b>12</b>
Objetivo general.....	<b>13</b>
Objetivo específico.....	<b>13</b>
Hipótesis.....	<b>13</b>
<b>I. REVISION BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
1.1 El laboreo o preparación del suelo.....	<b>14</b>
1.2 Tecnologías actuales empleadas en la preparación de suelos.....	<b>17</b>
1.3 Situación actual del parque de tractores empleado en la agricultura en Cuba.....	<b>23</b>
1.4 Conclusiones parciales.....	<b>30</b>
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
2.1 Metodología para la realización del cálculo de agregación.....	<b>32</b>
2.2 Conclusiones parciales.....	<b>36</b>
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>37</b>
3.1 Resultados del cálculo de agregación de los arados analizados con los tractores XTZ-T150K-09 .....	<b>37</b>
3.2 Resultados del cálculo de agregación de las gradas analizados con los tractores XTZ-T150K-09.....	<b>39</b>
3.3 Conclusiones parciales.....	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>48</b>

### INTRODUCCIÓN

La historia de la Agricultura, sin lugar a dudas, se encuentra estrechamente relacionada con las técnicas y equipos de manejo del suelo, así lo demuestran multitud de documentos escritos, dibujos, pinturas e inscripciones que las diferentes culturas han plasmado en los pergaminos, murales, monedas, cuadros, y otros que han llegado hasta nuestros días.

Es cierto también que se pierden los orígenes en el tiempo de gran parte de los aperos de labranza que se emplean en la actualidad. Lo que hoy se llaman nuevos sistemas de laboreo no es más, que retornar las operaciones que se realizaban en el pasado cuando no se disponía de la energía suficiente para remover la tierra (Bello y Pino, 2000).

El desarrollo de nuevas fuentes energéticas trajo consigo el surgimiento de nuevos vehículos de tracción, posibilitando de esta forma al hombre ganar a la naturaleza una guerra que tenía pendiente de siglos atrás, es decir: se elevó la productividad del trabajo; aumentaron las producciones; y se humanizó el trabajo. Es curioso observar que precisamente las operaciones de labranza han marcado de manera significativa la evolución de los tractores agrícolas, al demandar los aperos mayor energía (Suárez *et al.*, 2005).

Existen diferentes corrientes o técnicas que se utilizan hoy día en relación a la preparación del suelo. Tradicionalmente esta preparación se realiza empleando un arado, que penetra en el suelo y voltea la tierra, arrancando o eliminando las malas hierbas que crecen en el terreno, removiendo y

## INTRODUCCION

---

aflojando las capas superficiales del suelo y dejando un lecho con la humedad suficiente para que germinen las semillas sembradas. Actualmente se está empleando una tecnología de labranza llamada labranza mínima o reducida, que está encaminada a conservar el suelo mediante la reducción del número de labores a realizar. En este tipo de labranza la materia vegetal muerta que queda en el suelo tras la cosecha se deja encima, o bien bajo tierra, a poca profundidad, en vez de ser introducida profundamente con el arado, como ocurre en la labranza tradicional; ello contribuye a mantener la humedad en el interior y a proteger el suelo de la erosión (Guerra *et al.*, 2009). También se está empleando la tecnología de labranza cero o siembra directa, que se fundamenta en la cero labranza de la superficie del suelo, pues se deposita la semilla directamente tras un corte del suelo a las profundidades requeridas por el cultivo. Para empleo esta tecnología se han desarrollado máquinas con características especiales que emplean como órgano de trabajo labrar el suelo una cuchilla ya sea en forma de disco circular o de rejas (Hernández, 2002).

En la agricultura cubana en la actualidad la tecnología de labranza tradicional es la más extendida alcanzando un alto grado de utilización, aunque desde finales del siglo pasado se han venido introduciendo las tecnologías de labranza conservacionista de suelos, tanto para la agricultura cañera como no cañera (Bouza *et al.*, 1981; Córdoba, 2002; Bouza, 2003; Aguilera, 2007; Leyva, 2009; Parra, 2009; Olivet, 2010).

El desarrollo de estas tecnologías de labranza en el ámbito mundial muestra una tendencia al empleo de tractores cada vez más potentes, que garanticen mayor disponibilidad de potencia de tiro y una mayor productividad durante las operaciones de labranza.

## INTRODUCCION

---

En Cuba, la demanda de nuevos tractores para fortalecer la mecanización en la producción de los cultivos varios se está haciendo impredecible porque la mayoría de los tractores existentes son tractores con varios años de explotación los cuales presentan dificultades técnicas que afectan la calidad de las labores y el rendimiento de los cultivos (Castro *et al.*, 2005).

En este sentido, en Cuba se han venido realizando algunas renovaciones del parque de tractores dentro de los cuales se incluye la introducción de tractores de alta potencia para la realización de las operaciones de labranza fundamentalmente.

En el presente año el Ministerio de la Agricultura cubano introdujo nuevos tractores de alta potencia del tipo XTZ-T150K-09 con 130,497 kW (175 hp), de estos, tres fueron asignados a la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, ubicada en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara. En este caso particular los nuevos tractores son introducidos con el fin de aumentar la productividad y mejorar la calidad de las operaciones, en especial las de labranza de suelos, sin embargo no se introdujo una familia de aperos que se adecue al trabajo con los mismos. Por tal motivo en la referida empresa se está agregando este tractor con los aperos existentes en la misma, sin la realización previa de cálculos de agregación que justifiquen las decisiones a la hora de formar los conjuntos.

Tomando en cuenta estos aspectos el **problema objeto de estudio**, consiste en definir:

¿Cuáles son los aperos que deben formar agrados con el tractor XTZ-T150K-09 para que garanticen un mayor rendimiento agroenergético durante el laboreo del suelo?

**Objeto de estudio:** Los parámetros que definen la correcta agregación o formación de conjuntos entre los tractores y los aperos de labranza.

## INTRODUCCION

---

### **Objetivo general:**

- ✚ Determinar las posibilidades de agregación de los arados y gradas de discos introducidas en la agricultura cubana con el nuevo tractor XTZ-T150K-09.

### **Objetivo específico:**

- ✚ Determinar la demanda tractiva y de potencia de los arados y gradas de discos existentes en la agricultura cubana;
- ✚ Determinar la eficiencia energética de los agregados objeto de estudio;
- ✚ Recomendar las variantes de agregación entre los arados y gradas de discos existentes en la agricultura cubana y el tractor XTZ-T150K-09, que posean mayor racionalidad energética.

**Hipótesis:** La formación de los conjuntos a partir de los cálculos de agregación mediante la fórmula racional de Goriachkin, garantizará la mayor racionalidad energética de los mismos.

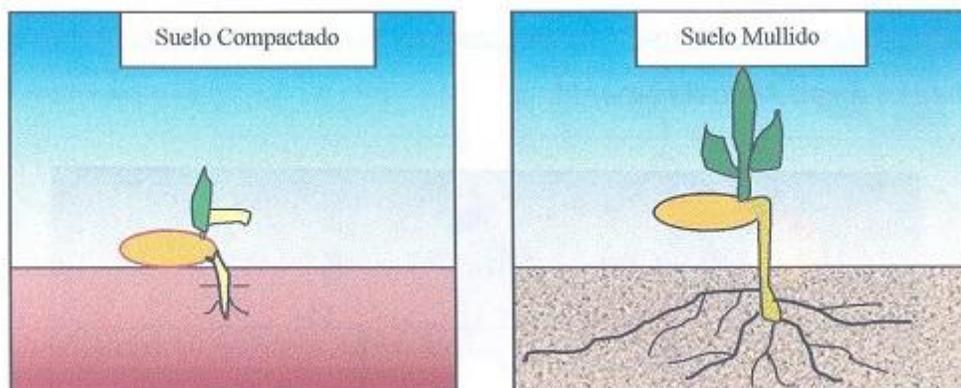
### I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1. El laboreo o preparación del suelo.

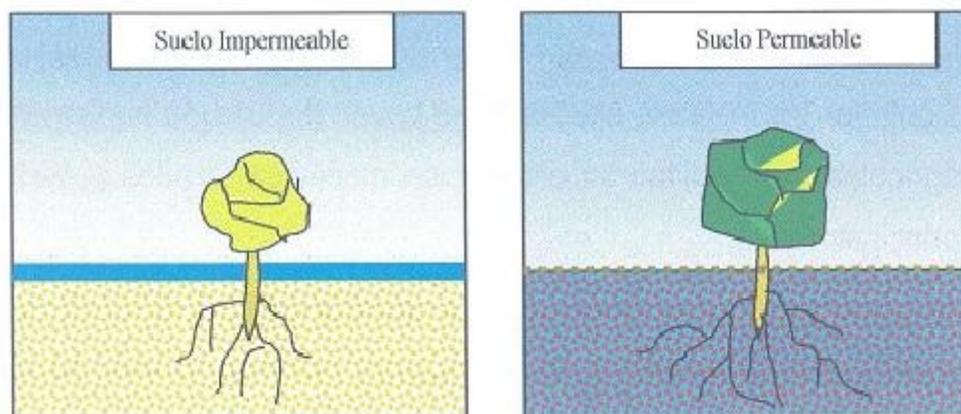
El laboreo del suelo es una práctica que básicamente se encuentra orientada a proporcionar las condiciones necesarias para que una semilla (cultivo) pueda germinar y desarrollarse como planta adulta con las menores dificultades posibles y así proporcionar buenos rendimientos al agricultor, es decir está dirigida a preparar la cama de siembra que acogerá a la semilla o plántula, albergándolas y proporcionándole las condiciones óptimas para su enraizamiento y desarrollo (Bello y Pino, 2000).

Sin embargo, el laboreo del suelo brinda otras ventajas anexas que son igualmente importantes pues conducen a favorecer el crecimiento de los cultivos, dentro de estas se destaca la descompactación del suelo. Un suelo compactado y duro no facilitará el establecimiento del cultivo, provocando una gran mortalidad de semillas y plantas; por el contrario, un suelo suelto y granular, permitirá un fácil y rápido enraizamiento, obteniendo plantas más firmes que competirán fácilmente con las malezas exigentes (Figura 1.1).

También se debe destacar el control del intercambio de agua del suelo, dado que permitirá impedir una rápida pérdida del agua existente en el suelo o dará las condiciones de fragmentación necesarias para permitir la penetración de la lluvia y su almacenamiento (Figura 1.2).

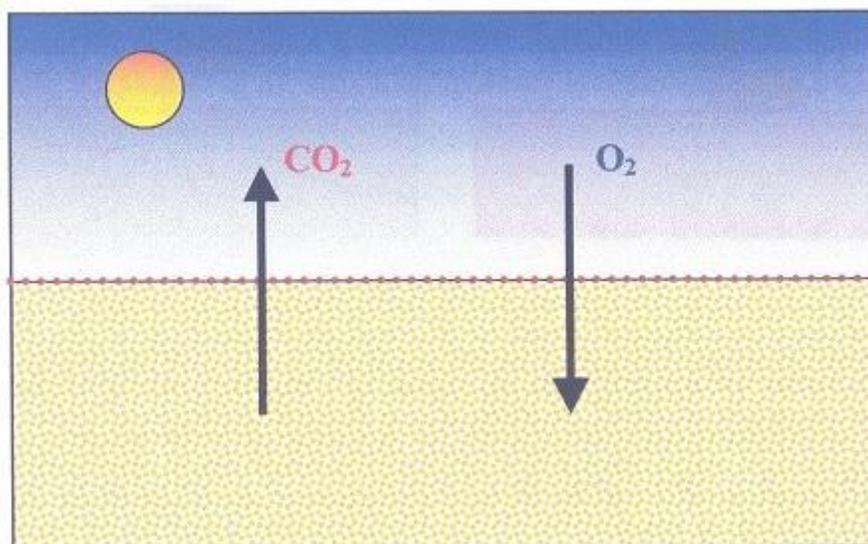


**Figura 1.1.** Efecto de la compactación del suelo en el crecimiento de las raíces de los cultivos.



**Figura 1.2.** Efecto de la compactación del suelo en la permeabilidad del agua en el suelo.

Otro de los objetivos de la labranza es favorecer la actividad química y biológica, proporcionando el oxígeno e intercambio gaseoso requeridos por la flora y fauna que habita el suelo, permitiendo así que procesos de degradación y liberación de nutrientes o la descomposición de materia orgánica se lleven a cabo eficientemente (Figura 1.3).



**Figura 1.3.** Efecto de la compactación del suelo en la permeabilidad del agua en el suelo.

Según Mazuchowski y Derpsch (1984), las operaciones de labranza persiguen los objetivos siguientes:

- Eliminación de plantas no deseables, disminuyendo la competencia con el cultivo implantado;
- Obtener condiciones favorables para la siembra o la colocación de partes vegetales en el suelo, permitiendo su germinación, emergencia y buen desarrollo;
- Mantenimiento de la fertilidad y productividad en el tiempo, preservando la materia orgánica en el suelo y evitando la erosión;
- Eliminación de pisos compactados para aumentar la infiltración de agua en el perfil del suelo, evitando la erosión;
- Incorporación de fertilizantes o productos agroquímicos al suelo;
- Incorporación de restos vegetales y residuos agrícolas;

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

- Nivelación del terreno para facilitar el buen trabajo de las máquinas, desde la siembra hasta la cosecha.

### 1.2. Tecnologías actuales empleadas en la preparación de suelos.

Las distintas tecnologías que se utilizan hoy día en la preparación del suelo son: el laboreo convencional; labranza mínima; y la siembra directa.

**Laboreo convencional.** Según Luchsinger (2006), se fundamenta en el laboreo total del suelo con implementos que basan su funcionamiento en el principio de la inversión total o parcial del prisma (Figura 1.4), con el objetivo de descompactarlo, airearlo y mezclar los restos o residuos de cosecha.



**Figura 1.4.** Aperos utilizados en las tecnologías de labranza convencional (Leyva, 2009).

Esto facilita el ingreso de agua, la mineralización de nutrientes y la reducción de plagas animales y vegetales en la superficie. También se reduce rápidamente la cobertura de la superficie, se

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

aceleran los procesos de degradación de la materia orgánica y aumentan los riesgos de erosión, y daño a la flora microbiana del suelo. Generalmente, la labranza convencional implica más de una operación con corte e inversión del suelo.

Según Leyva (2009), en los inicios esta tecnología en Cuba se basó en el empleo DT- 75 y Komatsu como tractores base, hasta que se desarrollaron variantes tecnológicas de laboreo tradicional basadas en los factores limitantes de los cultivos, los suelos y cualidades explotativas de la maquinaria. Las variantes propuestas por lo general comprendían las siguientes operaciones: subsolado (en caso de ser necesario), roturación, cruce, recuce, gradeo, alisamiento, gradeo ligero, y surque. Esta comprende de 35 a 50 días, y aunque con menos operaciones y duración, aún es la más extendida en la agricultura cubana. En áreas con hierbas establecidas, el arado de discos es priorizado. El uso de gradas pesadas para iniciar labranza está limitada a suelos de mal drenaje y poca profundidad (Leyva, 2009).

Las tecnologías tradicionales con arados y gradas tienen las desventajas propias del sistema, el costo es de 120 a 175 peso/ha y el gasto de combustible 109 a 190 L/ha, que son índices elevados (Brizuela *et al.*, 2006).

**Tecnologías de labranza conservacionista.** La denominación genérica de “agricultura de conservación” o “laboreo de conservación” agrupa todas las técnicas de manejo de suelo, que pretenden reducir el impacto que el laboreo intensivo tiene en la fertilidad del mismo y en el medio ambiente. Desde el punto de vista de la fertilidad, las distintas técnicas de agricultura de conservación fundamentan la necesidad de la presencia de los residuos de los cultivos, los cuales pasan a tener la doble consideración de aporte orgánico y barrera física protectora. Es por eso,

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

que la agricultura de conservación tiene como objetivo el simplificar al máximo las intervenciones mecánicas, que alteran físicamente el suelo dejándolo disgregado y desnudo, procurando por el contrario conseguir una homogénea distribución de residuos vegetales en superficie (Aguilera, 2007).

En general, se identifican tres grupos de tecnologías de labranza que se pueden definir como conservacionistas y que dejan la superficie del suelo no labrada y cubierta de los residuos de cosecha, las mismas son: labranza reducida, labranza mínima y labranza cero (o siembra directa).

**La labranza reducida.** Consiste en la reducción del número de operaciones durante el laboreo, con respecto a la labranza convencional. De esta manera se propicia que quede una determinada cantidad de rastrojo o restos de cosecha sobre la superficie siempre y cuando no se invierta el prisma del suelo de modo tal que se entierren o mezclen los rastrojos o restos de cosecha con la masa de suelo (Studdert, 2001).

**La labranza mínima.** En su concepción general se basa en la reducción del número de labores lo cual posibilita que se acorten los plazos de ejecución de cada labor y se incida menos sobre el suelo. Esta tecnología está respaldada por el empleo de aperos capaces de realizar más de una labor al unísono, eliminando la inversión del prisma del suelo. Las labores se pueden combinar con el uso previo de herbicidas para la eliminación o el secado de cultivos precedentes o restos de cosecha, propicia además la aireación del suelo, con un menor mezclado de los restos de cosecha, y sobre todo se evita su inversión (González, 2003).

Actualmente es muy utilizada pues la misma al introducir el menor número de equipos durante el laboreo propicia una menor alteración de las propiedades hidrofísicas, químicas y biológicas de

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

los suelos. En sentido general quedan más residuos vegetales en la superficie del suelo, por tanto el riesgo de erosión es menor.

En Cuba se han desarrollado variantes tecnológicas que se soportan en los principios de la labranza conservacionista, dentro de estas la desarrollada por el Instituto de Investigaciones de la Maquinaria Agrícola (IIMA) es la que se ha introducido en la agricultura no cañera. La misma se base en el empleo de escarificadores alados de la familia de los Multiarados, como son los casos del M-140, M-250, M-580 (Diname, 1971). Las otras variantes tecnológicas que se emplean en Cuba se han desarrollado específicamente para la agricultura cañera y no se han introducido en la agricultura de cultivos varios. Estas han sido desarrolladas por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y por la Universidad de Granma. La primera se basa en el empleo del escarificador C-101 , y la segunda en la Máquina Multilabrador UDG-3,2 (Figura 1.5), (Leyva, 2009).



**Figura 1.5.** Aperos utilizados en las tecnologías de labranza reducida y mínima (Leyva, 2009).

**La Labranza cero o siembra directa.** Como tecnología se fundamenta en la cero labranza de la superficie del suelo, pues se siembra directamente depositando la semilla tras un corte del suelo a las profundidades requeridas por el cultivo. Por lo general se emplean máquinas equipadas con una cuchilla que puede ser un disco circular o zapata de corte (Figura 1.6). Estos discos también

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

tienen como función el corte de los restos de cosecha, de forma tal que no penetren la hendidura o cavidad donde se va a colocar la semilla (Silveira, 2007). Posteriormente se tapa la semilla y una rueda compacta el lecho de siembra para permitir su contacto con el suelo húmedo.



**Figura 1.6.** Máquinas de siembra directa.

Esta tecnología exige conservar la cobertura vegetal del suelo, la cual en mucho de los casos se controla con herbicidas antes de la siembra, o el pase de un rodillo que compacta los restos de cosecha para acelerar su secado (Derpsch *et al.*, 2000). De igual forma se requiere fertilizar debido a que la mineralización natural de los nutrientes del suelo se torna muy lenta. Es el mejor sistema para evitar la erosión del suelo.

Actualmente la mayoría de los países están apostando a la labranza conservacionista de suelos, pues la misma se sustenta en principios establecidos en función de cuidar o conservar el suelo como su nombre lo indica. Los principios en que sustenta la labranza conservacionista de suelos según Silveira (2007), son:

- No inversión del prisma del suelo;
- Mínima alteración mecánica del suelo;

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

- Cobertura permanente del suelo, especialmente por residuos de cultivos;
- Rotación de cultivos.

Finalmente las principales ventajas de las tecnologías de labranza conservacionistas se pueden identificar, como:

- Evita la erosión hídrica y eólica del suelo;
- Disminuye la evaporación directa del agua desde el suelo;
- Mejora la macro porosidad del suelo;
- Mejora la estructura y estabilidad de los agregados del suelo, no genera costra;
- Aumenta el contenido de Materia Orgánica (Mo) y mejora la disponibilidad de nutrientes en un 10% de Nitrógeno);
- Aumenta la capacidad de infiltración y el contenido de humedad del suelo;
- Aumenta la actividad biológica del suelo.

No obstante, la labranza conservacionista también tiene algunas desventajas, dentro de las cuales se pueden mencionar:

- Tasas de descomposición de los rastrojos más bajas;
- La presencia de rastrojo puede reducir también la efectividad del control de algunas malezas;
- El ambiente generado por los rastrojos en superficie puede ser favorable para la perduración de algunas plagas, tanto animales como patógenas;
- Menor calentamiento del suelo lo cual puede provocar algunos problemas en la implantación y desarrollo inicial de algunos cultivos;

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

- El uso continuado de la siembra directa puede provocar algunos problemas de compactación durante el tráfico de las máquinas e implementos por el interior del campo.

En Cuba ha sido muy empleada la tecnología de labranza tradicional, la cual en la actualidad aún se sigue empleando, sin embargo en las últimas décadas del siglo pasado y en los inicios del presente se han desarrollado varias tecnologías de labranza conservacionista de suelos, fundamentalmente para el cultivo de la caña de azúcar.

### **1.3. Situación actual del parque de tractores empleado en la agricultura en Cuba.**

Hasta el año 2005 revelan que, el número total de tractores sobre el territorio cubano se eleva a 38 033 (Campos *et al.*, 2005). En la tabla 1.1, se muestran las marcas de tractores más representativas del parque existente.

Sin embargo estas cifras (38 033 tractores) difieren de las asentadas en el Registro de tenencia de Las Tierra (RTTT), donde aparecen registrados 49 084 tractores en total perteneciente a las personas jurídicas y naturales atendidas por el MINAG.

**Registro de Tenencia de Tierra y Tractores (RTTT).** Como se observa de la tabla 1.1, la cifra de tractores reportada es de 38 033 equipos, pero en el RTTT, aparecen registrados 49 084 como total perteneciente a las personas jurídicas y naturales atendidas por el MINAG. Esto implica la necesidad de la realización censo para actualizar con mayor rapidez dicho registro.

En la tabla 1.2, se puede observar que el parque de tractores del sector privado es mayor que el del sector estatal, pero cuando se analizan las cifras en detalle, o sea, por marcas en cada sector, se evidencia que en el sector privado hay una gran cantidad de tractores de baja potencia. (Ríos, 2001).

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

**Tabla 1.1.** Parque de tractores por marcas fundamentales y sectores (Campos *et al.*, 2005).

<b>Marca</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Cantidad</b>
Yumz	2 548	Mtz-1025	27
tz-510	307	T-150k	346
Mtz-80	1937	K-700	147
Mtz-5mc	2422	DT-75	849
Surco	63	C/T-100	85
T-28	139	T-130	96
T-25	27	Fiat	96
T-40	300	Komatsu	171
Zetor Cristal	386	Otros	8 052
Valmet	35		
<b>Total</b>			<b>38 033</b>

**Tabla 1.2.** Diferencia entre el levantamiento nacional y el registro de tractores (Campos *et al.*, 2005)

<b>Marca</b>	<b>Sector estatal</b>	<b>Sector privada</b>	<b>Total</b>
Levantamiento	16 775	21 258	38 033
Registro	25 332	23 752	49 084
<b>Diferencia</b>	<b>8 557</b>	<b>2 494</b>	<b>11 051</b>

Un análisis del porcentaje de tractores por grupos de potencia hecho por el MINAG agrupando ambos sectores (privado y estatal) muestra que, el porcentaje mayor de los tractores se encuentra en el rango de 40-80 CV, o sea, pertenecen a la clase de 14 kN. Las cifras evidencian un gran desbalance entre los grupos de potencia, lo cual no se corresponde con las necesidades reales. (Tabla·1.3).

**Tabla 1.3.** Porcentaje de tractores por grupos de potencia en CV (Campos *et al.*, 2005).

<b>&lt;40</b>	<b>40-80</b>	<b>80-120</b>	<b>120-240</b>	<b>&gt;240</b>
<b>11%</b>	72%	7%	3%	7%

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

**Estado técnico.** El parque de tractores que se emplea en la agricultura cubana en su totalidad se encuentra envejecido y en muy mal estado técnico, con una gran cantidad de años de explotación de estos equipos (Tabla 1.4).

**Tabla 1.4.** Cantidad de tractores por rangos de edades, en años (Campos *et al.*, 2005).

<b>Rango</b>	<b>&lt;5</b>		<b>6-10</b>		<b>11-15</b>		<b>&gt;15</b>	
<b>Sector</b>	<b>SE</b>	<b>SP</b>	<b>SE</b>	<b>SP</b>	<b>SE</b>	<b>SP</b>	<b>SE</b>	<b>SP</b>
<b>Cantidad</b>	394	84	440	105	2 929	952	13 851	19 278

Dónde: SP-Sector Privado y SE-Sector Estatal.

Según Campos *et al.* (2005), el MINAG reporta un coeficiente de incorporación de los tractores de alrededor del 85% para las marcas predominantes, pero ello es producto de un análisis muy subjetivo porque se consideran como incorporados a la producción o activos, muchos equipos cuyo estado técnico es completamente deficiente y no cumplen con los principales indicadores de explotación, producto de los años de trabajo y la falta de componentes esenciales entre otros. Muchos de los tractores reportados como activos, en realidad no lo están, pues solo pueden utilizarse para algunas labores por carecer de luces, sistemas hidráulicos, neumáticos en mal estado y otras limitantes. De ahí las grandes diferencias entre los últimos censos realizados en los **existentes por provincia**. Los resúmenes provinciales y municipales brindan una importante información respecto a la distribución del estado técnico y utilización por actividades del parque de tractores por cada territorio. En la tabla 1.5, se brindan las cifras de tractores por cada provincia y de ella se observa que algunas provincias están mucho más mecanizadas que otras en comparación con superficie cultivable de cada una de ellas.

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

**Tabla 1.5.** Existencia de tractores por provincia (Campos *et al.*, 2005).

<b>Provincias</b>	<b>Total</b>	<b>SE</b>	<b>%</b>	<b>SP</b>	<b>%</b>
P. del Río	2 950	1 639	55,56	1 311	44,44
La Habana	8 490	3 246	38,23	5 244	61,77
C. Habana	1 214	183	15,07	1 031	84,93
Matanzas	2 630	1 312	49,89	1 318	50,11
Cienfuegos	973	882	90,65	91	9,35
Villa Clara	2 709	1 393	51,42	1 316	48,58
S. Spíritus	3 700	1 525	41,22	2 175	58,78
C. de Ávila	2 913	1 032	35,43	1 881	64,57
Camagüey	3 853	1783	46,28	2 070	53,72
Las Tunas	1 994	633	31,75	1 361	68,25
Holguín	2 207	817	37,02	1 390	62,98
Granma	2 422	1 173	48,43	1 249	51,57
S de Cuba	837	660	78,85	177	21,15
Guantánamo	851	360	42,30	491	57,70
I Juventud	290	137	47,24	153	52,76
<b>Total</b>	<b>38 033</b>	<b>16 775</b>	<b>44,11</b>	<b>21 258</b>	<b>55,89</b>

**Tractores existentes por actividad productiva.** En la tabla 1.6, se observa la distribución de tractores por las principales actividades productivas. La mayor cantidad corresponde a cultivos varios, pero hay cantidad sustanciales en ganadería, arroz, forestal y tabaco. La estrategia en desarrollo se complementa con el cálculo de necesidades reales por cada cultivo y actividad, teniendo en cuenta que se dispone de la información básica sobre composición de marcas y otros datos de ambos sectores para este análisis.

**Nuevas tractores introducidos con fines de investigación.** En los últimos 12 años la importación de tractores ha sido escasa, pero se han importado algunas cantidades de marcas y modelos para ser probados e investigados por el IAGRIG en diferentes condiciones de

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

producción y tipos de cultivos o actividades (Campos *et al.*, 2005), los cuales se relacionan en la tabla 1.7.

**Tabla 1.6.** Existencia de tractores por actividad productiva (Campos *et al.*, 2005).

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>
Cultivos Varios	18 224	Flora y Fauna	47
Ganadería	8 762	Avícola	284
Tabaco	2 953	Porcino	122
Cítrico y Frutales	1 106	Suministros	92
Arroz	1 693	ETA	57
Forestal	810	EDESCON	553
Café	553	Otros	3 095
Cacao	20		
Fibras	43		
<b>Total</b>			<b>38 033</b>

De estos tractores, algunos han dado muy buenos resultados y se ha recomendado su introducción en dependencia de las posibilidades económicas, y en otros casos han servido de punto de partida para desarrollar otras posibilidades como la remodelación o reconstrucción del parque actual en base a algunos de sus componentes.

Actualmente se han venido introduciendo en las empresas agropecuarias cubanas tractores de alta potencia del tipo XTZ-T150K-09, este tractor está destinado para la realización de labores agrícola de alta demanda energética como la subsolación, aradura, gradeo, labores de transporte con remolques de alta capacidad (hasta 20 t) a velocidades hasta 30 km/h. Se emplea ampliamente en la agricultura, distinguiéndose por las facilidades para ejecutar labores de transporte, que se practican ampliamente en el transcurso de todo el año.

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

**Tabla 1.7.** Tractores importados para investigación y pruebas en el MINAG (Campos *et al.*, 2005).

Marca	Modelo	País	Actividades fundamentales	Cantidad
MTZ	892	Bielorrusia	Cultivos varios y tabaco	4
MTZ	1 025	Bielorrusia	Arroz, cultivos varios, uso general	36
MTZ	1 221	Bielorrusia	Arroz, cultivos varios, uso general	3
MTZ	321	Bielorrusia	Cultivos protegidos	15
MTZ	1 104	Bielorrusia	Reconstrucción	5
MTZ	530	Bielorrusia	Cítricos	1
MTZ	510	Bielorrusia	Cultivos varios	600
Valmet	1180	Brasil	Arroz	20
Valmet	985	Brasil	Uso general	4
Valmet	685	Brasil	Cítricos	4
Valmet	110	Brasil	Uso general	1
Fiat	11 090		Arroz	30
<b>Total</b>				<b>723</b>

El tractor XTZ-150K-09 está dotado con una cabina de panel para dos personas (Figura 1.7), neumáticos 21,3R24 y el sistema hidráulico colgante de un cilindro. Es un tractor de uso común de clase traccional 3-4 que posee 4 ruedas motrices y bastidor articulado.



**Figura 1.7.** Tractor XTZ-150K-09.

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

Este tractor está destinado para realizar trabajos donde se requiera elevada potencia para los implementos que se agreguen. Se agrega con implementos con sistemas de enganche integral, semi integral y de arrastre, también se pueden acoplar medios de transporte. Sus principales características se muestran en la tabla 8.

**Tabla 1.8.** Principales características técnicas del tractor XTZ 150K-09

<b>MOTOR</b>	
Motor, modelo, fabricante	YAMZ-236D-3, “Avtodizel”, S.A. Federación de Rusia
Potencia nominal, [kW (hp.)]	128,7 (175)
Frecuencia nominal de giro, [rpm]	2100
Numero de cilindros	6
Disposición de cilindros	En forma V
Diámetros de cilindro/recorrido del embolo, [mm]	130/140
Cilindrada del motor, [L]	11,15
Sistema de arranque	Arrancador eléctrico
Consumo específico de combustible a potencia nominal, [g/kW.h. (g/hp·h)]	220 (162)
Masa de explotación, kg	8200
Esfuerzo de tracción, [kN (kgf)]	30-60 (3 000-6 000)
Mecanismo de giro	Dirección hidráulica del bastidor de articulación
Equipo eléctrico	Acumuladores 6ST-190-2 un., tensión – 12/24 V
Dispositivo de levante	Trasero de 2 y 3 punto hidráulico de carga 4 500 kg

Estos tractores serán empleados en la preparación de suelos fundamentalmente, pero no se ha introducido la familia de implementos adecuada para el trabajo con esta fuente, por lo que actualmente están laborando con los existentes en las empresas de la agricultura, afectando el

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

rendimiento energético y la productividad de los conjuntos durante las labores de preparación de suelos.

En la provincia Villa Clara una de las Empresas Agropecuarias más importantes es la Empresa “Cultivos Varios Valle del Yabú”, la cual ha recibido un total de tres tractores de este tipo, pero de igual forma no cuenta con los aperos necesarios para formar agregados con dichos tractores, haciéndose necesario el uso de los aperos existentes, sin tomar en cuenta el principio de racionalidad energética durante la formación de los agregados.

### **1.4. Conclusiones parciales.**

Una vez analizada la situación actual del tema objeto de estudio se arriba a las siguientes conclusiones:

1. Existe una tendencia al empleo de tractores cada vez más potentes durante la realización de las operaciones de labranza, en función de garantizar una mayor disponibilidad de potencia de tiro y una mayor productividad durante las operaciones de labranza.
2. El parque de tractores incorporados a la agricultura no cañera en Cuba asciende a **38 033**, de los cuales el 72% se agrupan en un rango de potencia media entre 40 a 80 CV, solo el 3% poseen una potencia entre 120 a 240 CV.
3. En la Empresa Cultivos Varios del Yabú se introdujeron tres tractores de alta potencia del tipo XTZ-150K-09 los cuales serán empleados en las labores de preparación de suelos fundamentalmente, sin embargo no se introdujo la familia de aperos requeridos para el trabajo con dichos tractores.

## CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

---

4. La formación de agregados con el nuevo tractor, se está realizando con los aperos existentes en la empresa de una manera empírica, sin tomar en cuenta sus características técnicas ni su demanda energética.
5. Se requiere la realización de los cálculos de agregación bajo los criterios de la máxima racionalidad energética, calidad, y productividad de la labor, para determinar cuáles son los aperos que deben formar agregados con el tractor XTZ-T150K-09.

### II. Materiales y métodos.

El trabajo fue realizado en el UEB que pertenece a la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, ubicada en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, en el período comprendido de noviembre a enero del 2013, específicamente en la UEB “Servicios Técnicos” la cual es una unidad prestadora de servicios de la maquinaria agropecuaria y de las máquinas de riego.

#### 2.1. Metodología para la realización del cálculo de agregación.

La realización de los cálculos de agregación partió del empleo de la fórmula racional de Goriachkin (Silveira, 1982), la cual posibilita la determinación de la fuerza de tiro que demandan los aperos que serán agregados al nuevo tractor incorporado a la empresa. Posteriormente se calculó potencia a demandar por el apero y finalmente se determinó el coeficiente de aprovechamiento de la misma. La secuencia de cálculo se programó en el software MathCad 15.0 (Anexo). El procedimiento de cálculo fue el siguiente:

**Paso 1.** Se calcula la fuerza de tracción demanda (P), para los diferentes tipos de aperos existentes en las empresas agrícolas cubanas, según:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad (2.1)$$

donde:

P1; P2; P3-términos de la formula racional, kN.

## CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

---

El término  $P_1$ , representa la resistencia que ejercen el peso del apero y la fricción de sus órganos de apoyo. El mismo se determina, como:

$$P_1 = f \cdot G \quad (2.2)$$

donde:

$f$ -coeficiente que caracteriza la fricción de los órganos de trabajo y superficies de apoyo con el suelo (0,4 a 0,6), se tomará el valor promedio de 0,5 para los cálculos.

$G$ -es el peso de la grada, kN.

El término  $P_2$ , representa la resistencia a la tracción del apero debido a la resistencia que opone el suelo por área de suelo laborada. El mismo se determina, como:

$$P_2 = K \cdot a \cdot b \quad (2.3)$$

donde:

$b$ -ancho de la capa vegetal, m;

$a$ -altura de la capa vegetal, m;

$K$ -Coeficiente de resistencia específica del suelo,  $\text{kg/m}^2$ . Para los suelos ligeros  $K$  se puede tomar igual hasta  $4000 \text{ kg/m}^2$ , para suelos medios de  $4000$  a  $6000 \text{ kg/m}^2$ , y para suelos pesados de  $6000$  a  $8000 \text{ kg/m}^2$ .

La resistencia a la tracción del apero depende además, de la velocidad de avance del arado ( $V$ ) y de la fuerza empleada en el lanzamiento del prisma del suelo cortado. Esta resistencia se determina mediante el término  $P_3$ , como:

$$P_3 = \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2 \quad (2.4)$$

## CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

---

donde:

$\varepsilon$ - Coeficiente que depende de la forma de la superficie de trabajo del arado y de la profundidad de labranza (200 a 500 kgf·s<sup>2</sup>·m<sup>-4</sup>).

Sustituyendo las ecuaciones (2.2); (2.3) y (2.4), la fuerza de tiro que demandan los aperos de labranza se determinará, como:

$$P = f \cdot G + K \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2 \quad (\text{Para 1 cuerpo}) \quad (2.5)$$

$$P = f \cdot G + K \cdot a \cdot b \cdot n + \varepsilon \cdot n \cdot a \cdot b \cdot v^2 \quad (\text{Para n cuerpos}) \quad (2.6)$$

En este caso se tomó un valor de  $K=8000 \text{ kg/m}^2$  para el cálculo de la resistencia a la tracción de los arados, es decir considerando que enfrentarán las condiciones más adversas durante el trabajo. Para las gradas  $K=5000 \text{ kg/m}^2$ , pues se consideró que la resistencia que ejerce el suelo durante el trabajo es inferior a la de los arados, ya que el suelo ha sido labrado con anterioridad durante las operaciones de subsolación, roturación, cruce y recuce, según corresponda.

Para los cálculos de agregación se tomaron en cuenta los arados y gradas de discos más comunes en las empresas agropecuarias cubanas. Las dimensiones principales; la masa; la profundidad; y velocidad máxima de trabajo, fueron tomadas de las normativas establecidas (INRA, 1971; *Implementos Agrícolas Gradas de Discos*, 1986; *Manual de normas técnicas y de explotación de los tractores e implementos de la agricultura Cañera*, 1987). En la tabla 2.1, se muestran las magnitudes de estas variables.

**Paso 2.** Determinación del aprovechamiento de la fuerza de tiro del tractor.

Para eso se calcula un coeficiente que caracteriza el aprovechamiento de la fuerza de tiro ( $\eta$ ), como:

## CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

---

$$\eta = \frac{P_x}{P_t} \quad (2.7)$$

donde:

$P_x$ -demanda de fuerza ( $P_x=P$ ), N.

$P_t$ -fuerza de tiro nominal del tractor (30 a 60 kN).

El coeficiente de aprovechamiento de la fuerza de tiro del tractor deberá alcanzar valores entre  $\eta=0,80$  a  $0,90$ , para encontrarse en el rango adecuado de aprovechamiento de la fuerza de tiro durante el trabajo de los conjuntos.

**Tabla 2.1.** Característica de los aperos analizados

<b>Aperos</b>	<b>Masa del apero (kg)</b>	<b>Velocidad de trabajo (m/s)</b>	<b>Profundidad de trabajo (cm)</b>	<b>Ancho de trabajo (mm)</b>
<b>A 10 000 4D</b>	1 350	5,7	330	1 100
<b>A 10 000 5D</b>	1 460	5,4	330	1 345
<b>SC-6D 5D</b>	2 371	6,1	300	1 145
<b>SC-6D 6D</b>	2 475	6,0	300	1 370
<b>Grada 965 KG</b>	965	7,8	100	2 100
<b>Grada 2200 lb</b>	1 500	7,6	150	2 830
<b>Grada 4500 lb</b>	2 041	7,4	180	2 800
<b>Grada 7500 lb</b>	3 400	5,9	200	3 250
<b>Grada 6800 kg</b>	6 800	4,0	300	3 188

**Paso 3.** Cálculo de la potencia demandada.

La potencia demanda por el apero se determinará multiplicando la velocidad de avance del apero (V) por cada uno de los términos de la ecuación (2.6), siendo:

$$N = P \cdot V \quad (2.8)$$

donde:

N-potencia demandada por la máquina, kW.

V-velocidad de avance del apero, m/s

### **2.2. Conclusiones Parciales.**

1. El procedimiento metodológico desarrollado garantizará la determinación de la demanda traccional de los aperos existentes en Cuba y sus posibilidades de agregación con el nuevo tractor XTZ 150K-09.
2. La metodología implementada posibilitará determinar la potencia demandada por los aperos objeto de estudio y su aprovechamiento.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los cálculos de agregación de los aperos analizados muestran, la magnitud de las principales variables involucradas en dichos cálculos (Tablas 3.1 y 3.2), evidenciando que, tanto la fuerza de tiro como la potencia demandada dependen de la masa del apero, pues las mayores demandas provienen de los aperos más pesados, alcanzando los valores más elevados la gradas de discos pesadas (Grada 6800 kg), pues su masa supera tres o cuatro veces la masas del resto de los aperos analizados.

**Tabla 3.1.** Resultados de los cálculos de agregación de los arados.

<b>Tipo de Arados</b>	<b>Masa de los arados m (kg)</b>	<b>Fuerza de tiro P(kN)</b>	<b>Coefficiente de aprovechamiento <math>\eta</math> (adimens)</b>	<b>Potencia de demanda N (kW)</b>
<b>A 10 000 de 4 discos</b>	1 350	37,295	0,622	41.439
<b>A 10 000 de 5 discos</b>	1 460	44,528	0,742	49.475
<b>SC-6D de 5 Discos</b>	2 371	40,654	0,678	45.171
<b>SD-6D de 6 discos</b>	2 475	46,868	0,781	52.076

#### 3.1. Resultados del cálculo de agregación de los arados analizados con los tractores XTZ-T150K-09.

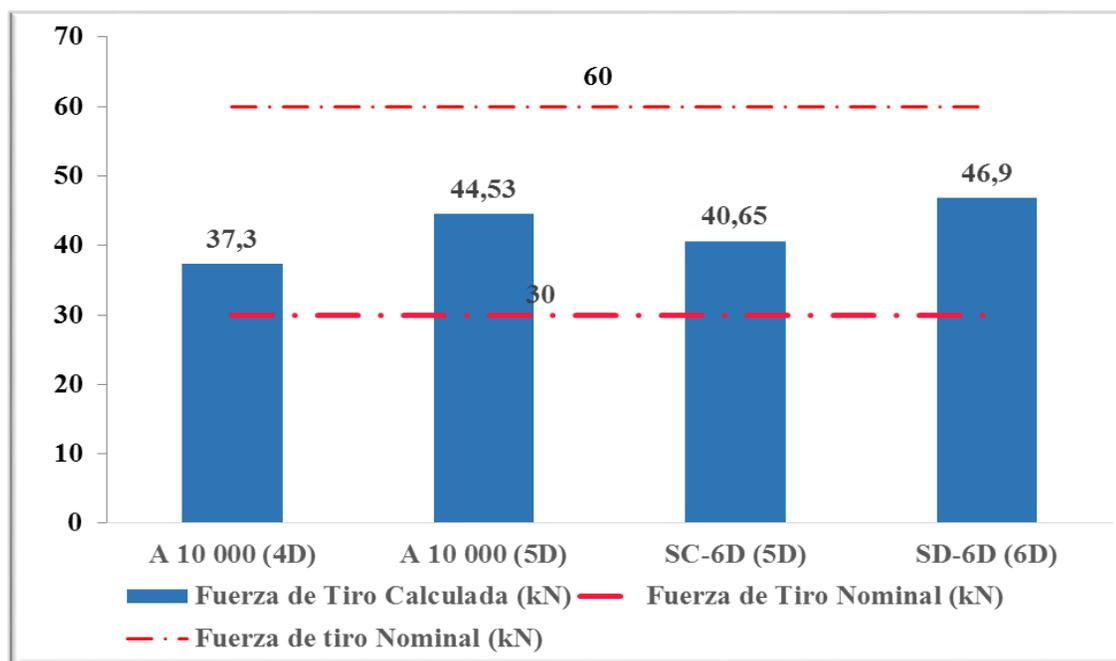
Para el caso de los arados el análisis de las fuerzas de tiro demandada mostró (Figura 3.1), que todos los arados analizados demandan una fuerza de tiro superior a los 30 kN, es decir la

### CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUCION

demanda sobre pasa la fuerza nominal mínima que es capaz de desarrollar el tractor, y no superan la fuerza nominal máxima (60 kN).

**Tabla 3.2.** Resultados de los cálculos de agregación de las gradas de discos.

Tipo de Gradas	Masa m (kg)	Fuerza de tiro P (kN)	Coefficiente de aprovechamiento $\eta$	Potencia de demanda N (kW)
Grada de 965 kg	965	14,903	0,248	32.289
Grada de 2200 lb	1 500	27,717	0,462	58.514
Grada de 4500 lb	2 041	33,955	0,566	69.796
Grada de 7500 lb	3 400	52,823	0,88	86.571
Grada de 6800 kg	6 800	73,175	1,22	81.305



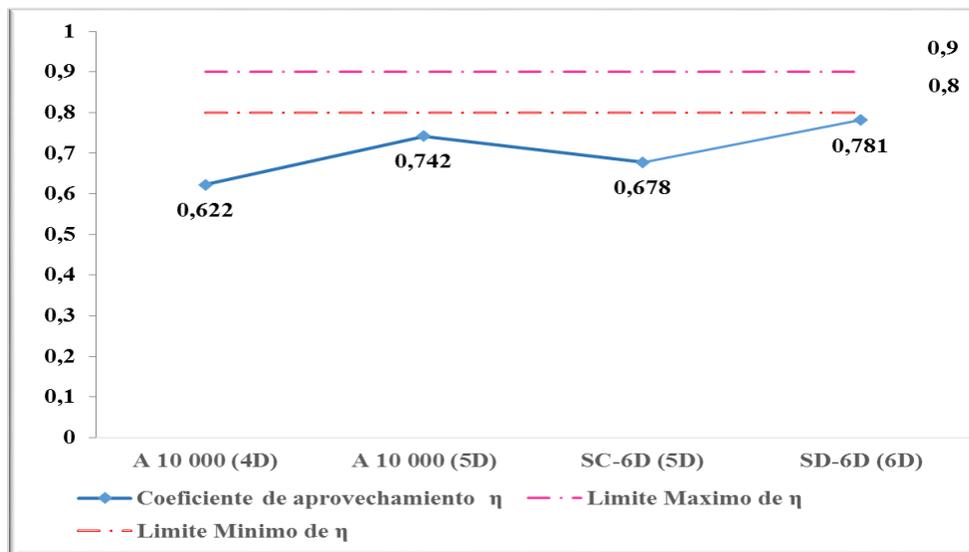
**Figura 3.1.** Fuerza de tiro demandada por los arados de discos.

### CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSION

---

De los arados analizados las que muestran un mayor aprovechamiento de la fuerza de tiro son los arados A-10 000 de cinco discos y el SC-6D de seis discos (Figura 3.2), exhibiendo este valores ligeramente superiores. El arado que posee la unidad prestadora de servicios de la empresa objeto de análisis (A 10 000 de cuatro discos), posee un coeficiente de aprovechamiento de la fuerza de tiro muy bajo con respecto al resto de los arados que se emplean en las empresas de la agricultura no cañera cubana.

No obstante el aprovechamiento de la fuerza de tiro de los arados que tradicionalmente se vienen empleando en la agricultura cubana no rebasan los límites establecidos como óptimos de este coeficiente (0,8 a 0,9).



**Figura 3.2.** Coeficiente de aprovechamiento de la fuerza de tiro de los arados de discos.

El análisis de la demanda de potencia pone de manifiesto (Figura 3.3), que la demanda de potencia de los arados analizados es inferior a la potencia nominal que puede desarrollar el tractor, lo que evidencia que las variantes analizadas muestran un bajo aprovechamiento de la potencia disponible.

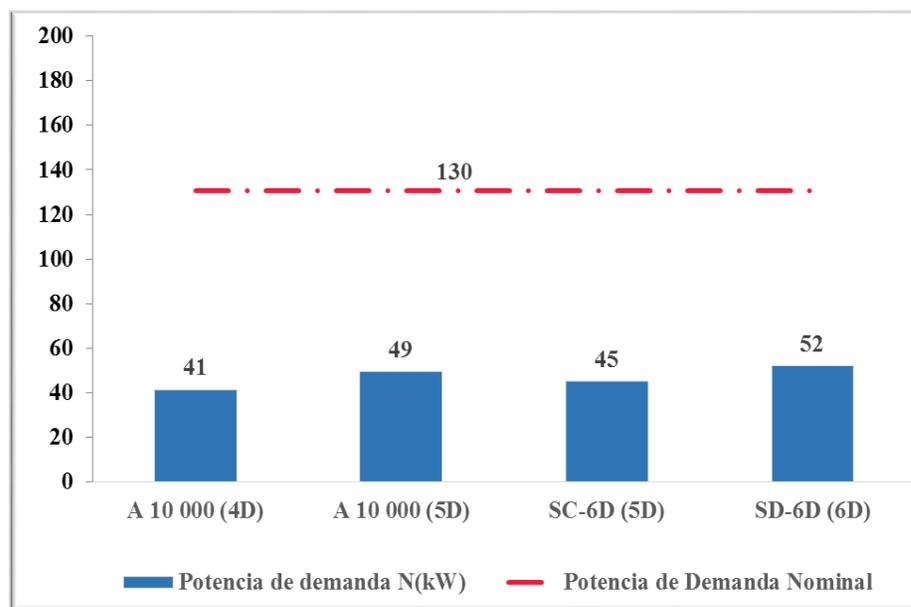


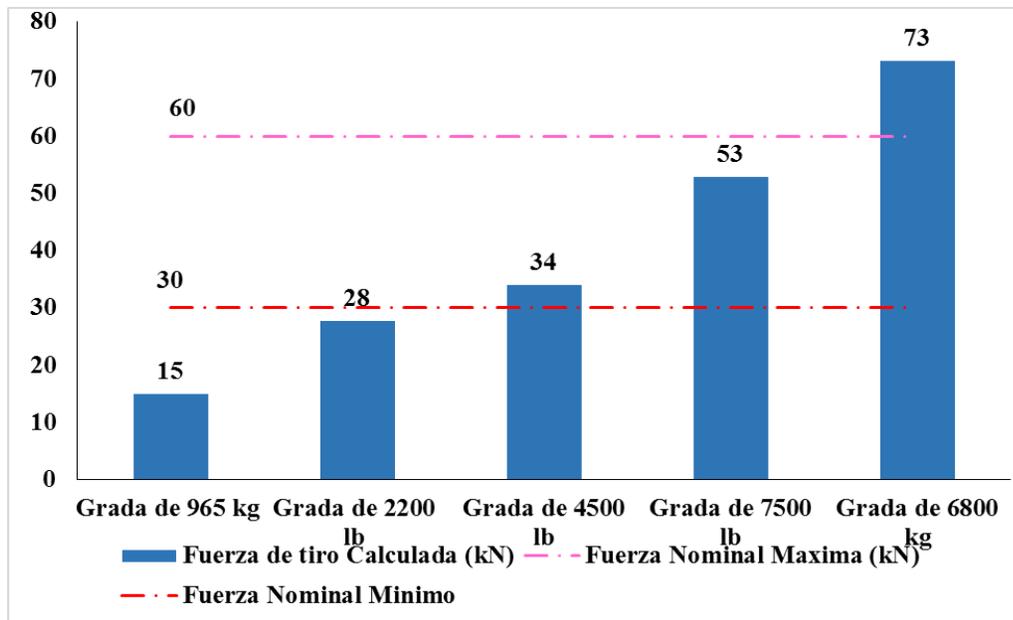
Figura 3.3. Demanda de potencia en función de los diferentes arados de discos.

### 3.2. Resultados del cálculo de agregación de las gradas analizadas con los tractores XTZ-T150K-09.

El análisis de las fuerzas de tiro demandada por las gradas objeto de estudio mostró (Figura 3.4), que de las gradas analizadas la de 7500 lb es la que muestra una demanda de fuerza más cercana a la fuerza de tracción nominal del arado (53 kN), evidenciando un mayor aprovechamiento de esta con un coeficiente de aprovechamiento de 0,88 (Figura 3.5), o lo que es lo mismo se encuentra en el rango recomendado como adecuado para la formación de agregados. La grada 6 800 kg sobrepasa con creces la fuerza de tiro nominal máxima estos tractores (Figura 3.4), no encontrándose adecuada para la formación de agregados con estos tractores (73 kN > 60 kN). La grada existente en la unidad prestadora mostro una demanda de que supera la fuerza de tracción nominal mínima que es capaz de desarrollar este tractor (Figura. 3.4), pero con un coeficiente de aprovechamiento de esta fuerza del 0,56 por debajo del rango recomendado (figura 3.5). El resto

### CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSION

de las gradas analizadas poseen demandas de fuerza por debajo de la fuerza nominal mínima que es capaz de desarrollar este tractor, con coeficientes de aprovechamiento de la fuerza muy bajos, haciéndolos no adecuados para la agregación con este tractor.



**Figura 3.4.** Fuerza de tiro demanda por las gradas de discos.

El análisis de la demanda de potencia de las gradas mostró que la grada de 7 500 lb es la que demanda mayor potencia y por ende posee un mayor aprovechamiento de la misma (Figura 3.6), pues no llega a sobrepasar la potencia nominal que es capaz de desarrollar este tractor. A pesar de que la grada de 6 800 kg es la que demanda mayor fuerza de tracción los niveles de potencia demandados por la misma no son inferiores a los de la grada de 7 500 lb porque la potencia depende de la velocidad de trabajo y la velocidad de trabajo recomendada para esta grada es inferior dado su elevado peso.

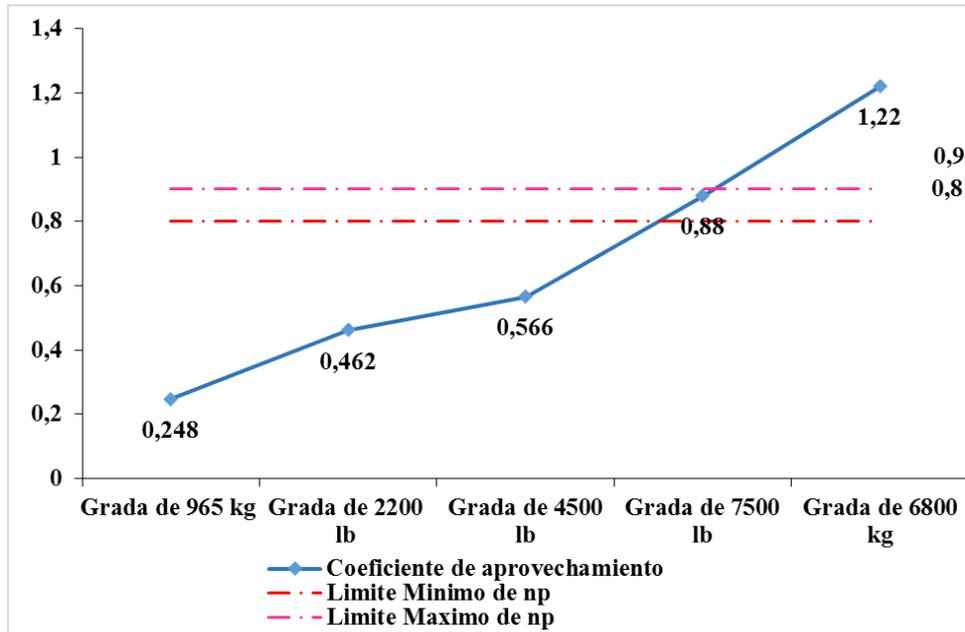


Figura 3.5. Coeficiente aprovechamiento de tiro en función de las diferentes gradas de discos.

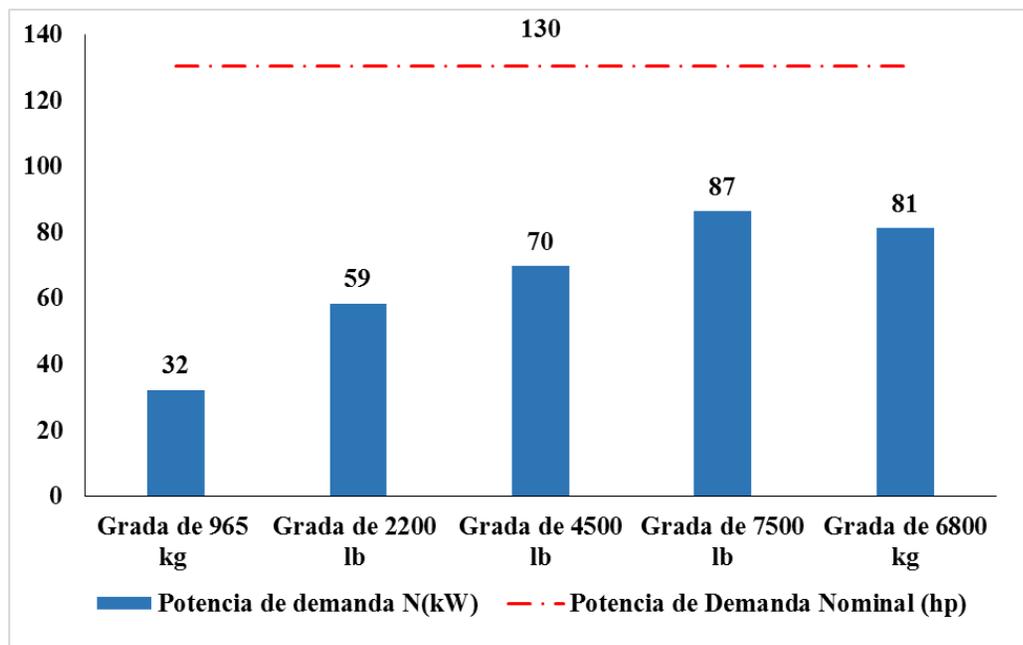


Figura 3.6. Demanda de potencia de las gradas de discos.

### 3.3. Conclusiones parciales.

1. Los resultados evidencian que la fuerza de tiro y la potencia demandada dependen directamente de la masa del apero, pues las mayores demandas de fuerza traccional provienen de los aperos más pesados, alcanzando los valores más elevados la grada de disco pesada (Grada 6800 kg).
2. A pesar de que la fuerza de tiro demandada por los arados analizados sobrepasa la fuerza de tracción nominal mínima que puede desarrollar el Tractor XTZ-T150K-09, el coeficiente de aprovechamiento de esta fuerza no rebasa el rango recomendado como óptimo.
3. De las gradas analizadas la grada de 7500 lb mostró los mejores rangos de aprovechamiento de la fuerza de tiro, encontrándose en el rango adecuado.
4. La grada de 6 800 kg, no se encuentra adecuada para el trabajo en con el tractor XTZ-T150K-09, pues dado su elevado peso la demanda de tracción sobrepasa la fuerza nominal que puede ejercer este tractor.

### CONCLUSIONES

1. De los arados analizados, los más adecuados para formar agregado con el tractor XTZ-T150K-09 son los arados A-10 000 de cinco discos y el SC-6D de seis discos, pues muestran el mayor coeficiente de aprovechamiento de la fuerza traccional que es capaz de desarrollar el tractor (0,781 a 0,742).
2. El arado que posee la UEB prestadora de servicios (A 10 000 de cuatro discos), posee un coeficiente de aprovechamiento de la fuerza de tiro muy bajo (0,622) lo cual lo hace inadecuado para formar agregado con el nuevo tractor XTZ-T150K-09, mostrando un aprovechamiento muy bajo con respecto al resto de los arados que se emplean tradicionalmente en las empresas de la agricultura no cañera cubana.
3. El análisis de la demanda de potencia de los arados analizados pone de manifiesto que el arado A 10 000 de cuatro discos muestra un bajo aprovechamiento de la potencia disponible (41.439).
4. El análisis de las fuerzas de tiro demandado por las gradas objeto de estudio evidenció que de las gradas analizadas, la de 7500 lb es la que muestra un mayor aprovechamiento de esta con un coeficiente de aprovechamiento de 0,88
5. La grada existente en la unidad prestadora de servicios (4 500 lb) mostró un coeficiente de aprovechamiento de esta fuerza del 0,56 por debajo del rango recomendado haciéndola inadecuada para formar agregado con el tractor XTZ-T150K-09.

### RECOMENDACIONES

1. La UEB prestadora de servicios debe valorar la posibilidad de formar agregados con el tractor XTZ-T150K-09 y los arados A-10 000 de cinco discos y el SC-6D de seis discos, con el fin de garantizar una mayor racionalidad energética de los conjuntos.
2. Adquirir gradas de 7500 lb en función de garantizar un mayor aprovechamiento de potencia de los tractores XTZ-T150K-09.

### BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILERA, O.: Tecnologías de preparación de suelos aplicando la agricultura conservacionista para diversos cultivos. Memorias del Conferencia Científica Internacional Agrin 2007, 10 julio 2007, pp. 10, La Habana. 2007.
2. BELLO, M. A. y M. T. PINO: *Preparacion de suelos*, 1-19pp., Punta Arenas, Chile, Centro Regional de Investigaciones Agropecuarias, (Boletín No. 18), 2000.
3. BOUZA, B.: Labranza mínima con multiarado en caña de azúcar. Memorias del 8va Convención METANICA 2003, 12-17 julio 2003, pp. 10, La Habana. 2003.
4. BOUZA, H.; M. HERRERA y C. TORRES: "Elaboración de una nueva tecnología para la preparación de los suelos ferralíticos cuarcíticos lixiviados", *Revista Ciencias Agrícolas*, 9: 116-117, 1981.
5. BRIZUELA, S. M.; A. RÍOS y L. VILLARINO: "Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba", *Tecnología mecanizada para la producción de caña de azúcar (Tema 7)*, pp 35-60, La Habana: IIMA-MINAG, 2006.
6. CAMPOS, R.; J. SUAREZ; P. CASTRO; M. FERNANDEZ; E. MARIA y A. RIOS: "Estrategia para la renovacion paulatina del parque de tractores en el ministerio de Agricultura", *Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias*, 14(4): 6, 2005.
7. CASTRO, P.; J. SAUREZ; R. CAMPOS y A. RIOS: "Investigacion y prueba de nuevas marcas de tractores. ", *Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias*, 04: 004, 2005.
8. CÓRDOBA, R.: *Laboreo localizado de suelos*, 70pp., INICA, (Informe de investigación), 2002.
9. DERPSCH, R.; M. A. FLORENTÍN; K. MORIYA y D. PROYECTO CONSERVACIÓN DE SUELOS MAG-GTZ, SAN LORENZO,, P.P: "Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola": 40, 2000.
10. Diname: *Normas Mecanizadas, Preparación de Tierras*, Vig. 1971.

## BIBLIOGRAFÍA

---

11. GONZÁLEZ, B.: Labranza mínima con multigrado en caña de azúcar. Memorias del Memoria electrónica 8va Convención METANICA, 2003, pp. 2003.
12. GUERRA, E.; V. SANCHO y F. VILLAVICENCIO: *AGRONED on line. Labranza suelo [en línea] diciembre 2009. Disponible en: <http://agronlin.tripod.com/suelo/id2.html> [Consulta: 10 enero 2013].*
13. HERNÁNZ, J. L.: *Maquinaria para el laboreo mínimo y la siembra directa*, 36pp., Madrid, España, ETSIA, (Hojas Divulgadoras), 2002.
14. NORMA CUBANA 34-09: *Implementos Agrícolas Gradados de Discos, Parámetros y Dimensiones Principales*, Vig. 1986.
15. Norma Cubana 89: *Normas de preparación de tierras*, Vig. 1971.
16. LEYVA, O.: *Fundamentación de una tecnología para laboreo mínimo de suelos vertisoles basada en la aplicación de una máquina compleja en caña de azúcar*, 146pp., **Tesis en opción (al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias)**, Universidad Agraria de La Habana, Habana, 2009.
17. LUCHSINGER: "Siembra con labranza tradicional y cero labranza, mediante la adaptación de una sembradora de cereales y dos distancias entre hileras en cultivares de frijol para verde y seco", *IDESIA*, 24(2): 77-84, 2006.
18. Norma Cubana 26: *Manual de normas técnicas y de explotación de los tractores e implementos de la agricultura Cañera*, Vig. 1987.
19. MAZUCHOWSKI, J. Z. y R. DERPSCH: "Guía de preparación de suelo para cultivos anuales mecanizados", *ACARPA*, II: 65, 1984.
20. OLIVET, Y. E.: *Efecto de tres sistemas de labranza en las propiedades físicas y en el consumo energético para el cultivo del tabaco (Nicotiana tabacum L.) en un Vertisol*, 154pp., **Tesis en opción (al grado científico de Doctor en Ciencia Técnica Agropecuarias)**, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, Madrid, España, 2010.
21. PARRA, L. R.: *Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un Fluvisol y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos*, **Tesis en opción (al**

## BIBLIOGRAFÍA

---

- grado científico de Doctor en Ciencia Técnica Agropecuarias), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Madrid, España, 2009.
22. SILVEIRA, J. A.: *Teoría y Cálculo de Máquinas Agrícolas*, Ed. Pueblo y Educación, 3ra ed, La Habana, 1982.
23. ---: Propuesta de desarrollo de equipos para la agricultura de conservación. Memorias del Conferencia Internacional AGROMECA 2007, 6-8 de julio 2007, pp. 15, Palacio de Las Convecciones, La Habana. 2007.
24. STUDDERT, G. *Labranza conservacionista [en línea] Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/reclat/suelos/labranzacons.htm> [Consulta: Agosto 2012].*
25. SUÁREZ, J.; A. RIOS y A. CAMPOS: *IIMA. Política de mecanización agrícola en Cuba [en línea] enero 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5261/Pol%C3%ADtica%20de%20Mecanizaci%C3%B3n%20Agr%C3%ADcola%20en%20Cuba.doc> [Consulta: febrero 2013].*

Cálculo de Agregación Arados

Datos

data :=

	0	1	2	3
0	1350	1100	330	5.7
1	1460	1340	330	5.4
2	2371	1145	300	6.1
3	2475	1370	300	6
4				
5				

$$m := \text{data}^{\langle 0 \rangle} \cdot \text{kg} \quad b := \text{data}^{\langle 1 \rangle} \cdot \text{mn} \quad a := \text{data}^{\langle 2 \rangle} \cdot \text{mn} \quad \left( V := \text{data}^{\langle 3 \rangle} \cdot \text{kph} \right)$$

Peso de la Grada

Ancho de Trabajo  
de los arados

Profundidad de  
Trabajo  
de los arados

$$G := m \cdot g$$

$$G = \begin{pmatrix} 13.239 \\ 14.318 \\ 23.252 \\ 24.271 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$b = \begin{pmatrix} 1.1 \\ 1.34 \\ 1.145 \\ 1.37 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$a = \begin{pmatrix} 0.33 \\ 0.33 \\ 0.3 \\ 0.3 \end{pmatrix} \text{ m}$$

Cálculo de la demanda de fuerza de Tracción

$$\text{Datos} \quad f := 0.5 \quad \xi := 500 \frac{\text{kgf} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4} \quad K := 8000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

## ANEXO

$$P1 := f \cdot C$$

$$P1 = \begin{pmatrix} 6.6195 \\ 7.1589 \\ 11.6258 \\ 12.1357 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$P2 := \overrightarrow{(a \cdot b)} \cdot K$$

$$P2 = \begin{pmatrix} 28.479 \\ 34.692 \\ 26.949 \\ 32.244 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$P3 := \xi \cdot \overrightarrow{(a \cdot b \cdot V^2)}$$

$$P3 = \begin{pmatrix} 4.462 \\ 4.879 \\ 4.836 \\ 5.598 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$P := P1 + P2 + P3$$

$$P = \begin{pmatrix} 39.56 \\ 46.729 \\ 43.41 \\ 49.978 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

Fuerza de Tracción demanda

Aprovechamiento de la Fuerza de Tiro del Tractor

$$P_x := P$$

Demanda de Fuerza

$$P_t := 60 \text{ kN}$$

Fuerza de Tiro Máxima Tractor XTZ-150K-09

$$\eta_p := \frac{P_x}{P_t}$$

$$\eta_p = \begin{pmatrix} 0.659 \\ 0.779 \\ 0.724 \\ 0.833 \end{pmatrix}$$

Coefficiente de aprovechamiento de la Fuerza de Tiro (0,80 a 0,90)

Cálculo de la Demanda de Potencia

$$N_t := 175 \text{ hp}$$

Potencia del Tractor

$$\left( \begin{array}{c} \overrightarrow{N} \\ \underline{\underline{N}} := (P \cdot V) \end{array} \right) \quad N = \begin{pmatrix} 83.997 \\ 93.998 \\ 98.641 \\ 111.703 \end{pmatrix} \cdot \text{hp} \quad N = \begin{pmatrix} 41.439 \\ 49.475 \\ 45.171 \\ 52.076 \end{pmatrix} \cdot \text{kW} \quad \text{Potencia Demandada de los arados}$$

Cálculo de Agregación de las Gradas

Datos

data :=				
	0	1	2	3
0	965	2100	100	7.8
1	1500	2830	150	7.6
2	2041	2800	180	7.4
3	3400	3250	250	5.9
4	6800	3188	300	4
5				

$$m := \text{data}^{\langle 0 \rangle} \cdot \text{kg} \quad b := \text{data}^{\langle 1 \rangle} \cdot \text{mn} \quad a := \text{data}^{\langle 2 \rangle} \cdot \text{mn} \quad V := \text{data}^{\langle 3 \rangle} \cdot \text{kph}$$

Peso de la Grada

$$\underline{\underline{G}} := \text{meg}$$

$$G = \begin{pmatrix} 9.463 \\ 14.71 \\ 20.015 \\ 33.343 \\ 66.685 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$b = \begin{pmatrix} 2.1 \\ 2.83 \\ 2.8 \\ 3.25 \\ 3.188 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$a = \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.15 \\ 0.18 \\ 0.25 \\ 0.3 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$V = \begin{pmatrix} 2.167 \\ 2.111 \\ 2.056 \\ 1.639 \\ 1.111 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cálculo de la demanda de fuerza de Tracción

$$\text{Datos} \quad f := 0.5 \quad \xi := 200 \frac{\text{kgf} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4} \quad K := 4000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

ANEXO

$$P1 := f \cdot C$$

$$P1 = \begin{pmatrix} 4.7317 \\ 7.355 \\ 10.0077 \\ 16.6713 \\ 33.3426 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$P2 := (a \cdot b) \cdot K \xrightarrow{\quad}$$

$$P2 = \begin{pmatrix} 8.238 \\ 16.652 \\ 19.77 \\ 31.872 \\ 37.516 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$P3 := \xi \cdot (a \cdot b \cdot V^2) \xrightarrow{\quad}$$

$$P3 = \begin{pmatrix} 1.934 \\ 3.711 \\ 4.177 \\ 4.28 \\ 2.316 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$P := P1 + P2 + P3$$

$$P = \begin{pmatrix} 14.903 \\ 27.717 \\ 33.955 \\ 52.823 \\ 73.175 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

Fuerza de Tracción demanda

Aprovechamiento de la Fuerza de Tiro del Tractor

$P_x := P$                   Demanda de Fuerza

$P_t := 60\text{kN}$               Fuerza de Tiro Máxima Tractor XTZ-150K-09

## ANEXO

---

$$\eta_p := \frac{P_x}{P_t}$$

$$\eta_p = \begin{pmatrix} 0.248 \\ 0.462 \\ 0.566 \\ 0.88 \\ 1.22 \end{pmatrix}$$

Coeficiente de aprovechamiento de la Fuerza de Tiro (0,80 a 0,90)

Cálculo de la Demanda de Potencia

$N_t := 175 \text{hp}$  Potencia del Tractor

$$\overset{\longrightarrow}{N} := (P \cdot V)$$

$$N = \begin{pmatrix} 43.301 \\ 78.469 \\ 93.598 \\ 116.094 \\ 109.032 \end{pmatrix} \cdot \text{hp}$$

$$N = \begin{pmatrix} 32.289 \\ 58.514 \\ 69.796 \\ 86.571 \\ 81.305 \end{pmatrix} \cdot \text{kW}$$

Potencia Demandada