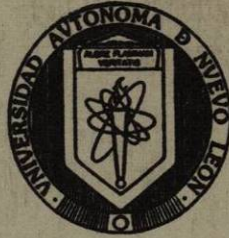


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



"RESISTENCIA TRACCIONAL DEL SUELO"

SEMINARIO (OPCION II-A)

***QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA***

PRESENTA

JAVIER SEGOVIA CAVAZOS

93
1
6.1.31
4
02
5
MARIN, N.L.

MAYO 1992

F
S593
S4
C.1



1080063098

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



"RESISTENCIA TRACCIONAL DEL SUELO"

SEMINARIO (OPCION II-A)

***QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA***

PRESENTA

JAVIER SEGOVIA CAVAZOS

Clasi R
T
5593
54

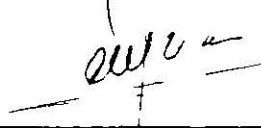
040.631
FAY
1992
C-5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

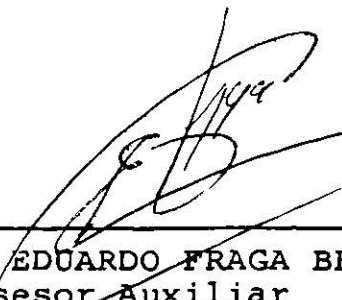
" RESISTENCIA TRACCIONAL DEL SUELO "

SEMINARIO elaborado por JAVIER SEGOVIA CAVAZOS aceptada y aprobada como requisito parcial para obtener el titulo de INGENIERO AGRICOLA.


COMITE SUPERVISOR



ING. ANTONIO CONTRERAS MONTES DE OCA
Asesor Principal



ING. EDUARDO FRAGA BERNAL
Asesor Auxiliar



ING. JOSE LUIS MEZA GUERRA
Asesor Auxiliar

DEDICATORIA

A mis Padres :

SR. EVERARDO SEGOVIA TAMEZ
SRA. ELVA FCA. CAVAZOS DE SEGOVIA

Con mucho cariño, respeto y admiración para ellos que siempre me impulsaron a tener confianza y espíritu de lucha para la culminación de mi carrera profesional.

A mi Esposa :

ARACELY RODRIGUEZ DE SEGOVIA

Por su amor y comprensión y su gran apoyo en la realización del presente trabajo.

A los Maestros :

ING. EDUARDO FRAGA BERNAL
ING. ANTONIO CONTRERAS MONTES DE OCA
ING. JOSE LUIS MEZA GUERRA

Por su gran colaboración y desinteresada atención brindada en sus aportaciones y asesoría.

Y muy especialmente al :

DR. FRANCISCO GUTIERREZ

Por su gran ayuda y asesoría en la elaboración del presente trabajo.

I N D I C E

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Resistencia Traccional de las Máquinas Agrícolas.	2
2.2 Factores que influyen en la Resistencia Traccional.	3
2.2.1 Características físico-mecánicas del suelo.	3
2.2.1.1 Tamaño y disposición de las partículas del suelo.	3
2.2.1.2 Tenacidad	3
2.2.1.3 Adherencia	4
2.2.1.4 Plasticidad	4
2.2.1.5 Rozamiento	4
2.2.1.6 Peso específico aparente o densidad aparente.	5
2.2.1.7 Humedad del Suelo	6
2.2.2 Factores de Explotación y Características de las Máquinas.	7
2.2.2.1 Velocidad	7
2.2.2.2 Profundidad de labor	9

	PAGINA
2.2.2.3 Estado de cultivo o de labor del terreno y accidentes e irregularidades que pueda presentar.....	10
2.2.2.4 Forma de la vertedera	11
2.2.2.5 Mantenimiento	11
2.2.2.6 Pendiente	11
2.2.2.7 Otros factores	12
2.3 Calculo de la Resistencia Traccional ...	12
2.4 Medición de la Fuerza Traccional	20
III. CONCLUSIONES	21
IV. RESUMEN	22
V. BIBLIOGRAFIA	23

I. INTRODUCCION

La operación de arar el suelo, es el trabajo donde se presenta la mayor resistencia traccional. Cuando se realiza esta operación se utiliza el 75% de la energía disponible y algunas veces toda ella. Por esta razón debe conocerse todos los factores que afectan el esfuerzo de tracción, para lograr una mayor eficiencia en el trabajo y un mejor aprovechamiento de la energía y el tiempo.

Existen factores que son difíciles de modificar (características físico-mecánicas del suelo), pero existen otros que por el contrario, si se pueden manejar adecuadamente para no tener una elevada resistencia traccional. Por ejemplo la humedad del suelo es un factor muy importante, ya que con una pequeña variación en el contenido de humedad se incrementa drásticamente la resistencia traccional, es por esto que se recomienda arar siempre en tempero (humedad de 18 a 22%), otro factor también muy importante es la velocidad de aradura, a medida que aumenta la velocidad aumenta la resistencia traccional, debido a que el arado realiza un trabajo mayor de desmenuzamiento, por esta razón se recomienda para esta operación la velocidad recomendada por el fabricante. Otros factores importantes son: el mantenimiento y el ajuste de los implementos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Resistencia Traccional de las Máquinas Agrícolas

Gutiérrez (1987) define la resistencia traccional como, la fuerza que oponen las máquinas al tractor durante su movimiento, siendo de igual magnitud pero de sentido contrario a la fuerza de tracción del tractor.

Esta fuerza surge durante el trabajo o el movimiento en vacío de las máquinas, como resultado de la acción recíproca entre los factores exteriores y el material elaborado.

Según Gutiérrez (1990), existen dos clases de resistencia traccional de las máquinas agrícolas.

- a). De trabajo
- b). De transporte

La resistencia de trabajo es aquella que se obtiene como el resultado del contacto de los órganos de trabajo con el material que se elabora (suelo, planta) en la ejecución de la operación tecnológica.

La resistencia de transporte es aquella que se obtiene como resultado del rodamiento de las ruedas de apoyo de las máquinas agrícolas cuando los órganos de trabajo están en posición de trabajo o de transporte o con las máquinas solo definidas para transporte (por ejemplo los remolques).

2.2 Factores que influyen en la Resistencia Traccional

Los factores que influyen en la resistencia traccional se dividen en dos grupos:

Primer grupo: características físico-mecánicas del suelo. Segundo grupo: factores de explotación y características de las máquinas.

2.2.1 Características Físico-Mecánicas del Suelo

Risueño (1960), dentro de este grupo se encuentran los siguientes factores:

2.2.1.1 Tamaño y disposición de las partículas del Suelo

Estas no sólo influyen en la calidad desde el punto de vista agrícola, sino también en la resistencia a la tracción.

2.2.1.2. Tenacidad

Es la resistencia que opone el suelo a ser cortado; su valor es debido a la fuerza de cohesión de las diferentes partículas del suelo.

Los suelos de consistencia media son las tierras mejor equilibradas desde el punto de vista químico, y físicamente retienen la humedad, siendo a su vez suficientemente permeables. Cuando mayor sea la proporción de arena, más sueltas y fáciles de laborar serán. Al contrario al aumentar la arcilla el esfuerzo de cortar será mayor.

2.2.1.3 Adherencia

Es la fuerza de cohesión entre la pieza metálica de la herramienta y la tierra. El coeficiente de adherencia se expresa en kilogramos por decímetro cuadrado y varía de 0.15 a 1.30.

Clase de tierra	Coeficiente de adherencia sobre acero (kg./dm ²)
Muy arenosa	0.15
Arenosa	0.20
Consistencia media	0.40
Limo arcillosa	0.70
Arcillosa	1.30

Fuente: Risueño, A. (1960). Motocultivo

2.2.1.4 Plasticidad

Es la propiedad que tienen las tierras arcillosas de permanecer en forma de masas deformes, que no se disgregan fácilmente.

2.2.1.5 Rozamiento

Passelegue (1963), lo define como la fuerza que actúa entre las superficies de dos cuerpos en contacto y que se opone al deslizamiento de uno sobre el otro.

Risueño (1960) dice que las partículas mayores son las que originan mayor rozamiento, y en este sentido el coeficiente mayor de 0.6 lo dan las tierras arenosas, mientras que las arcillosas solo dan 0.2.

2.2.1.6 Peso específico aparente o densidad aparente

Se define como la relación que existe entre el peso de un determinado volúmen de suelo seco y el del mismo volumen de agua. Este valor varía proporcionalmente al encontrarse el terreno más comprimido.

El peso específico real presenta pequeñas variaciones en los suelos agrícolas, por encontrarse integrados por sustancias minerales de peso específico alrededor de 2.50 kg/dm^3 a 2.56 kg/dm^3 . Unicamente un elevado porcentaje de componentes de suelo ligero podría reducirlo a 1.95 kg/dm^3 .

Como se puede ver, por el peso específico aparente se deduce aproximadamente el grado de porosidad. Los terrenos arcillosos presentan mas espacio poroso que los arenosos; por esto los suelos que se denominan sueltos a ligeros son paradójicamente los más pesados.

Clase de tierra	Peso específico aparente kg/dm^3	Porcentaje poroso	Peso específico real kg/dm^3
Muy arenoso	1.60	35	2.50
Arenoso	1.50	40	2.50
Consistencia media	0.95	50	1.95
Limo-arcilloso	1.25	50	2.50
Arcilloso	1.35	55	2.50

2.2.1.7 Humedad del suelo

Gutiérrez (1990), dice que la resistencia específica varía en amplios límites en función de la humedad del suelo, si analizamos la figura 2.1 podemos percatarnos perfectamente de esta situación, después del 22% de humedad del suelo la resistencia específica aumenta con el concebido aumento de consumo de potencia en el tractor, así como también lleva aparejado el encarecimiento de la labor.

García (1956), dice que la época de labor influye, por afectar la misma al contenido de humedad del suelo, al ser época lluviosa o seca y estar las tierras con tempero o sin él respectivamente. En el primer caso el esfuerzo de tracción disminuye y en el segundo aumenta, dificultando además la penetración del arado.

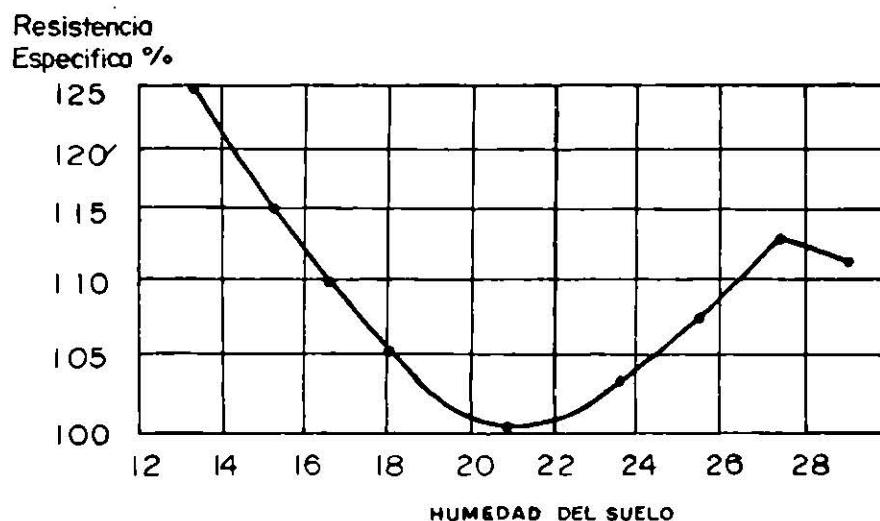


FIGURA 2.1

Fuente: Gutiérrez, R.F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores.

Los factores expuestos pueden hacer variar el esfuerzo de tracción de 0.14 kg/cm^2 a 1.4 kg/cm^2 .

2.2.2 Factores de Explotación y Características de las Máquinas.

2.2.2.1 Velocidad

Harris (1979). Para lograr un buen rendimiento en el trabajo de un arado, hay que considerar la gran importancia que tiene la velocidad a que se dé la labor.

González (1980), dice que en los regímenes de explotación tiene gran influencia en la resistencia específica la velocidad de trabajo. La velocidad superior a 5 km/h para máquinas de baja velocidad se incrementa la resistencia específica en un 5% a medida que se aumenta la velocidad en 1 km/h, para los arados; para las sembradoras aumenta de 1.5 a 2.5% y para cultivadoras, rastras, rodillos de compactación en 3 a 3.4%. Para las máquinas de alta velocidad este incremento de resistencia no se calcula basado en la velocidad de 5 km/h, sino en aquellas donde se indica de acuerdo a los cálculos del constructor, o de bancos de prueba o de instituciones de investigación.

Davidson, Fletcher y Collins citados por Harris (1979) realizaron varias pruebas en California de las que se obtuvieron las siguientes conclusiones: en Suelos limo-arcillosos, si a una velocidad de 1.6 km/h corresponde una fuerza de tracción de 100%, a 3.2 km/h le corresponde entre 100% y 114%, a 4.8 km/h, 128% y a 6.4 km/h, 142%. Pruebas análogas llevados a cabo en suelos limosos y negros de Iowa dieron el siguiente resultado: velocidad 1.6 km/h tracción 100%, a 3.2 km/h, 117% y a 6.4 km/h, 126%.

De estas pruebas se deduce que a un aumento de la velocidad de labor de 3.2 a 4.8 km/h le corresponde un aumento en la fuerza de tracción necesaria de 8 a 12%, según la clase de terreno. El duplicar la velocidad acarrea un aumento de la fuerza de tracción del 16 al 25%. La cantidad de trabajo realizado aumenta de 50 a 100% respectivamente. Las conclusiones a que Collins llegó en las pruebas realizadas en Iowa en 1920 fueron, de que un aumento en la fuerza de tracción, que es necesaria para voltear y pulverizar el suelo, en proporción que varía con la velocidad desde menos de 1/3 hasta aproximadamente 1/2 de la fuerza total de tracción dentro de un margen de velocidad de 3.2 a 6.4 km/h.

Por otro lado, Ashley, Reed y Glaves también citados por Harris, demostraron con experimentos llevados a cabo en Ohio que el promedio de aumento de la fuerza de arrastre en arados con dos cuerpos o rejas, debido al aumento de la velocidad era 0.05 kg/cm^2 de sección del prisma por cada kilómetro por hora de aumento de velocidad.

García (1959) dice, por lo que respecta a la velocidad, la tracción aumenta con ésta y para tener idea de su influencia expone los siguientes datos:

En terrenos fuertes con 1.5 km/h de velocidad, la tracción es del 100%.

	En tierras sueltas :
Con 3 km/h es 114%	Con 1.5 km/h es 100%
Con 4 km/h es 128%	Con 3 km/h es 117%
Con 6 km/h es 142%	Con 4.5 km/h es 126%

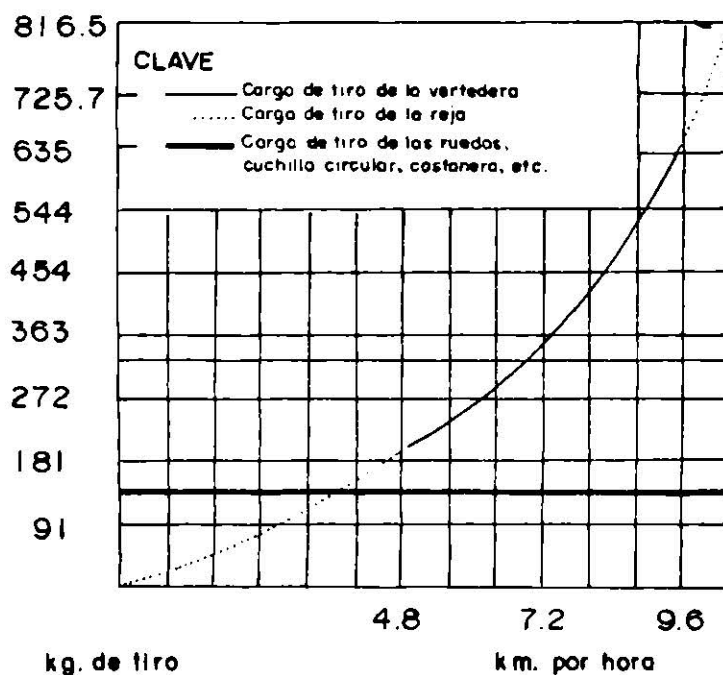
El aumento de velocidad de 3 a 4.5 km/h causa un aumento de tracción del 8 al 12%, y a 6 km/h del 16 al 25%.

Resumiendo lo expuesto, con el aumento de la velocidad se puede llegar a doblar el esfuerzo de tracción y que este aumento repercute integralmente en los esfuerzos de cortar e invertir el prisma de tierra, ocasionando la rotura y desgaste prematura del arado.

En la figura 2.2 la carga del arado de vertedera, en kilos de tiro a la barra aumenta a más del doble (de 186 kg a 549 kg) conforme la velocidad aumenta de 4.8 a 7.2 km/h. Se incrementa a más del triple (de 186 a 644 kg) según la velocidad aumenta de 4.8 a 9.6 km/h. Este tiro adicional es causado por la fuerza necesaria para el arado de vertedra mueva lateralmente las rejas de suelo. La carga de tiro de la reja, ruedas, cuchilla circular, costanera, etc., sigue constante en tanto la velocidad aumenta.

2.2.2.2 Profundidad de labor

García (1965) afirma que el ancho de labor influye en el esfuerzo de trabajo, aumentando éste con el aumento de anchura, pero se debe tener presente que este aumento no se disminuye por partes iguales en cada una de las rejas de un arado multiple, sino que el esfuerzo que cada una precisa es distinto, ya que influyen en él: el ajuste, clase de terreno, etc. Por ello, el esfuerzo de tracción medio por unidad de superficie debe siempre determinarse para cada tipo de arado y no tomar los datos obtenidos para el arado de una reja, como constantes, para obtener los de un arado de varios cuerpos.



LA VELOCIDAD DE ARADURA
AFECTA EL TIRO EN EL ARADO

FIGURA 2.2

Fuente: Anónimo, (1972). Agricultura de las Américas

2.2.2.3 Estado de cultivo o de labor del terreno y accidentes e irregularidades que pueda presentar.

García (1956), afirma que en el esfuerzo de tracción incluyen el estado de labor del terreno por operaciones anteriores, la naturaleza y densidad de restos de cosechas, como así mismo su pendiente e irregularidad, pues en este último caso, trabajando con arados múltiples, no todas las rejas llevan profundidad uniforme, y la acumulación del agua de lluvia en las depresiones hace que el estado del terreno no sea uniforme en tempero en la superficie que se labra.

2.2.2.4 Forma de la vertedera

García (1956), asegura que, la forma de la vertedera influye en la tracción, aumentándola o disminuyéndola. Por norma general es que cuando mayor sea la cobertura de la vertedera mayor será la tracción. Una menor cobertura tiene el inconveniente de producir una mala pulverización.

2.2.2.5 Mantenimiento

González (1986), el mantenimiento incorrecto de las máquinas son causa del incremento en un 5-8% de la resistencia específica y en muchos casos, por ejemplo, los arados de discos dañados, el aumento es de 20 a 30% o más.

Collins citado por Harris (1979) dice que el arrastre del arado requiere el 18% de la fuerza de tracción; el volteo del prisma, el 34% y el corte del prisma el 48%. Esto significa que prácticamente el 50% de la fuerza total que se ejerce sobre el arado se emplea en cortar el prisma de tierra. Por lo que se puede apreciar la importancia que tiene el que las rejas estén afiladas.

En suelos suaves el estado de corte de la reja casi no tiene influencia, pero si éste está lleno de raíces o si es relativamente duro y seco, se recomienda emplear siempre rejas bien afiladas.

2.2.2.6 Pendiente

Harris y Henri (1979), la fuerza en la barra de tiro de un tractor disminuye en un 1% por cada 1% que aumenta la pendiente por la que circula el tractor. Por ejemplo, si el peso total de un tractor, en condiciones de trabajo, incluyen

do el conductor y un arado de tres rejas, es de 3500 kg, para subir una pendiente del 10% con el mismo ápero necesitará una potencia adicional equivalente a una tracción en la barra de 350 kg.

2.2.2.7 Otros factores

Además de los factores enumerados, que tienen influencia en la tracción de los arados, expondremos que todos los aditamentos que los arados llevan, como limpiadores de discos, cortaraíces, lastre, etc., influyen también aumentando la tracción, y que este aumento según García (1965) se puede disminuir en un 10 a 15% del esfuerzo de tracción sin estos aditamentos.

2.3 Calculo de la Resistencia Traccional

Gutiérrez (1990), dice que, la resistencia traccional de trabajo de la máquina agrícola se determina mediante la resistencia específica traccional.

- a) Para máquinas de un mismo tipo, las cuales se diferencian fundamentalmente por el ancho de trabajo, b (por ejemplo, rastras, cultivadoras, sembradoras, segadoras y otros). La resistencia traccional específica se determina de la siguiente manera :

$$K = R/B$$

Donde :

- K.- Es la resistencia traccional específica expresado en Newton o Kilonewton.
- R.- Es la resistencia traccional de la máquina agrícola en Newton o Kilonewton.
- B.- Es el ancho de trabajo en m.

b) Para máquinas de un mismo tipo, las cuales se diferencian en el ancho de trabajo, B , así como también en la profundidad de trabajo (por ejemplo en los arados), la resistencia específica se calcula de la siguiente manera :

$$K_0 = R_0/Ba$$

Donde :

K_0 .- Es la resistencia traccional específica expresado en N/m^3 , KN/m^3 .

R_0 .- Es la resistencia traccional del arado expresado en N/m^2 ó KN/m^2

Ba .- Es la profundidad de labor expresado en m.

En los arados de vertedera se calcula el esfuerzo de tracción, F , por la fórmula siguiente :

$$F = 1.5K (n p + a) + p^2 a Q$$

Donde :

F .- Es al esfuerzo de tracción expresado en kg.

a .- Es el ancho total de trabajo expresado en Dm.

p .- Es la profundidad de trabajo en Dm.

Q .- Es el peso específico aparente del terreno (kg/Dm^3).

n .- Es el número de vertederas.

Aplicando la anterior fórmula y teniendo en cuenta los valores de K y Q, obtendremos los siguientes valores :

Clase de tierra	Esfuerzo de tracción en Kg/Dm ²
Muy arenosa	30
Arenosa	30 - 40
Consistencia media	40 - 60
Limo - arcillosa	60 - 80
Arcillosa	80 - 100

Fuente: Risueño, A. (1960). Motocultivo

En los arados con ruedas habrá que añadir a los valores anteriores, aproximadamente 150 kg más por tonelada métrica de peso del arado, como resistencia a la rodadura.

Passelegue (1963), los arados de discos necesitan un poco menos de fuerza de tiro que los de vertedera para las mismas condiciones de trabajo y para un voieto del mismo volumen de suelo. Por lo que Risueño (1960) dice que el factor 1.5 de la fórmula anterior puede reducirse a la unidad, en estos arados.

Aplicando la fórmula y teniendo en cuenta los valores de K y Q, obtendremos los siguientes valores :

Clase de tierra	Esfuerzo de tracción en kg/Dm ²
Arenosa	15 - 35
Consistencia media	35 - 60
Arcillosa	60 - 80

Fuente: Risueño, A. (1960). Motocultivo

Gutiérrez (1990), la resistencia traccional de transporte se determina mediante el coeficiente de rodamiento de la máquina, f_m . Para máquinas de un mismo tipo en las cuales la resistencia es proporcional a su peso, G_m , por ejemplo con las máquinas de transporte y las máquinas agrícolas en movimiento en vacío, se determina el coeficiente de resistencia a la rodadura de la manera siguiente :

$$f_m = R_v / G_m$$

Donde :

R_v .- Es la resistencia de la máquina en transporte o en vacío, expresado en N ó Kn.

G_m .- Es el peso de la máquina agrícola, expresado en N ó KN.

Si se conoce el ancho de trabajo B y la resistencia de tracción específica K (Tabla 2.4) y realizando una transformación algebraica de una fórmula conocida, puede determinarse la resistencia traccional de trabajo de una máquina agrícola.

$$R_m = KB$$

La resistencia de tracción de transporte de una máquina agrícola, que tiene ruedas y trabaja en subida puede determinarse por la fórmula. Tabla 2.1

$$R_v = G_m (f_m \cos \theta + \sin \theta).$$

TABLA 2.1

Valores del coeficiente de rodamiento de la máquina agrícola f_m .

Caracter de la superficie	f_m	f_m
	Ruedas de Hierro	Ruedas neumáticas
Camino asfaltado	0.02 a 0.03	0.03 a 0.04
Prado seco	0.06 a 0.08	0.05 a 0.07
Rastrojo seco	0.10 a 0.15	0.08 a 0.10
Rastrojo húmedo	0.15 a 0.20	0.11 a 0.14
Campo preparado para siembra	0.20 a 25	0.15 a 0.18

Fuente: Gutiérrez, R.F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores.

Para la determinación de la resistencia traccional de trabajo de los arados de vertedera y de discos, al principio se determina la resistencia traccional de un cuerpo R_c en la fórmula.

$$R_c = K_o B a$$

La resistencia traccional de trabajo de un cuerpo de arado calculada por la fórmula anterior muestra su valor medio y los valores reales oscilan alrededor de este valor medio. Los valores reales máximos de un cuerpo de arado es aproximadamente dos veces que los valores medios.

$$R_{ar} = R_c (Z_c + 1)$$

Donde :

Z_c .- Es el número de cuerpos del arado

TABLA 2.2

Influencia del número de cuerpos del arado sobre la Resistencia Traccional

INDICES	Resistencia del indica con número variado de cuerpos de arado Z_c .					
	1	2	3	4	5	6
Resistencia media del arado $R_p = Z_c * R_c$	1Rc	2Rc	3Rc	4Rc	5Rc	6Rc
Resistencia máxima del arado do. $R_{ar} = R_c (Z_c + 1)$.	2Rc	3Rc	4Rc	5Rc	6Rc	7Rc
Grado de aumento de la resistencia. $\frac{R_{ar} - R_p}{R_p} * 100$	100	50	33	25	20	17

Fuente: Gutiérrez, R.F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores.

En la última de la Tabla 2.2 se observa que con el aumento del número de cuerpos del arado el grado de aumento de la resistencia de tracción máxima disminuye.

Por eso es deseable que se trabaje con arado que tengan más de tres cuerpos de trabajo.

En las Tablas 2.3 y 2.4 se da los valores de la resistencia traccional específica de las distintas máquinas agrícolas K y de los arados en dependencia de la clasificación.

Para los arados de arrastre que tienen ruedas de apoyo la resistencia de tracción total trabajando en subida se calcula tomando en cuenta las fórmulas analizadas anteriormente.

$$R_t = R_{ar} + R_v = R_c (Z_c + 1) + G_m (f_m \cos + \text{seno})$$

TABLA 2.3

Valores de resistencia de tracción específica K

OPERACIONES AGRICOLAS	K	
	Kgf/cm	KN/m
Rastreo con rastra de resortes	1.0 a 1.8	1.0 a 1.8
Rastreo con rastra de dientes	0.45 a 0.7	0.45 a 0.7
Rastreo con rastra de discos después de la aradura.	1.9 a 2.2	1.9 a 2.2
Rastreo con rastradédicos en rastros.	1.2 a 1.5	1.2 a 1.5
Siembra de papas	4.0 a 4.5	4.0 a 4.5
Siega con segadora integral	0.5 a 0.9	0.5 a 0.9
Siega con segadora de arrastre	0.7 a 1.0	0.5 a 1.0
Recolección de heno	0.5 a 1.0	0.5 a 1.0
Corte de hierba con silocosechadora	1.8 a 2.3	1.8 a 2.3
Recolección de papas con cosechadora	6.5 a 15	6.5 a 15

* $1\text{Kgf} = 9.8\text{N} = 10\text{N} = 1000\text{N}$; $1\text{Kgf}/\text{cm} = 0.98\text{KN}/\text{m} = 1\text{KN}/\text{m}$
 $1\text{Kgf}/\text{cm}^2 = 98.06\text{KN}/\text{m}^2 = 100\text{KN}/\text{m}^2$

Fuente: Gutiérrez, R.F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores.

TABLA 2.4
 Valores de la resistencia traccional específica

Condiciones de Campo	Ko		
		Kgf/cm ²	KN/m ²
GRUPO I Campos después del desmonte, campos vírgenes y pastos viejos.	Ligero	1.00 a 1.20	100 a 120
	Medio	1.20 a 1.60	120 a 160
	Pesado	1.60 a 1.80	160 a 180
GRUPO II Campos después de las cosechas de caña, arroz y pastos cultivados.	Ligero	0.90 a 1.10	90 a 110
	Medio	1.10 a 1.30	110 a 130
	Pesado	1.30 a 1.70	130 a 170
GRUPO III Campos después de las cosechas de frijol viandas y hortalizas.	Ligero	0.80 a 0.90	80 a 90
	Medio	0.90 a 1.00	90 a 100
	Pesado	1.00 a 1.35	100 a 135

NOTA : A veces se denota la resistencia específica con Ko y con Kar.

Fuente: Gutiérrez, R.F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores.

2.4 Medición de la Fuerza Traccional

El dispositivo que comúnmente se usa para medir la resistencia a la tracción es el dinamómetro, el cual está calibrado para medirlo en libras de la carga producida, sin embargo usando el factor de conversión correspondiente (2.205) se puede obtener la tracción en kilogramos. En la Figura No. 2.3 se muestra un dinamómetro de este tipo.

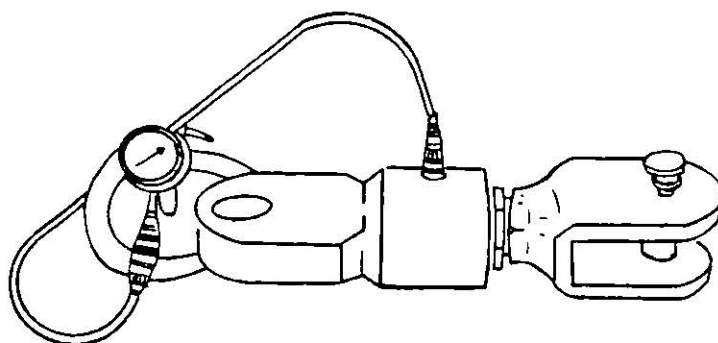


FIGURA 2.3

El extremo del cilindro del dinamómetro se conecta al extremo de la orquilla de la barra de tiro del tractor. El extremo del vástago del cilindro se conecta al implemento o remolque. El manómetro se conecta mediante una manguera hidráulica suficientemente larga para llegar hasta el tablero del tractor.

III. CONCLUSIONES

1. Por lo analizado, es necesario desde el punto de vista agronómico utilizar los implementos cuando el suelo esté en su tempero (humedad de 18 a 22%), ya que la resistencia traccional es menor.
2. Es necesario realizar un perfecto enganche entre el implemento y el tractor, así como que los implementos tengan un correcto ajuste y mantenimiento técnico.
3. Es muy importante conocer los regímenes de velocidad para los cuales fueron diseñadas las máquinas, ya que este es un factor determinante en la resistencia traccional.

IV. RESUMEN

La resistencia traccional de las máquinas agrícolas es la oposición de las máquinas al movimiento, debido a diferentes factores que unidos dan como resultado el esfuerzo del tractor para realizar la labor.

Los factores que influyen en la resistencia traccional se dividen en dos grupos, el primero relacionado con las características físico-mecánicas del suelo, en el cual se encuentran: tamaño y disposición de las partículas de suelo, tenacidad, adherencia, plasticidad, rozamiento, densidad aparente y humedad del suelo. Estos factores son independientes de las máquinas, ya que están definidos por el material de trabajo, en este caso, el suelo.

En el segundo grupo se encuentran los factores relacionados con la explotación y características de las máquinas, donde se encuentran involucrados los factores de: velocidad, profundidad de labor, estado del cultivo, forma de la vertedera, mantenimiento, pendiente y otros. Estos factores influyen directamente en las máquinas o implementos, los cuales podemos manejarlos de tal forma que nos reduzcan la resistencia a la tracción.

V. BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo, 1971. Controle el peso, se desliza menos. Agricultura de las Américas. Año 20 No. 8.
2. Archie, A.S. (1961). Maquinaria Agrícola. Ed. Continental, S.A. México, D.F.
3. García L.F. (1956). Maquinaria Agrícola (descripción-manejo-rendimiento). Ed. DOSSAT, S.A. Madrid, España.
4. González, V.R. (1986). Explotación del parque de maquinaria. Departamento de reforestación y explotación. Ed. ENPES. La Habana, Cuba.
5. Gutiérrez, R.F. (1987). Explotación del parque de máquinas y tractores. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Mecanización. Bayamo, Cuba.
6. Gutiérrez, R.F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores. Ed. F.A.U.A.N.L. México.
7. Harris, P.S. (1979). Maquinaria y equipo agrícola. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España.
8. Ortíz, C.J. (1980). Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
9. Passélegue, G. (1963). La motorización y mecanización agraria, (tractores y máquinas de cultivo). Barcelona, España.

10. Risueño, A. (1960). Motocultivo. Ed. Salvat. Barcelona, España,

