

Manejo del alambrado eléctrico

Ing. Vicente D. Casares



Introducción	2
Razones para subdividir	3
Diseño	3
Instalaciones centrales.....	3
Instalaciones locales	4
Toma de tierra.....	5
Tamaño de la parcela.....	5
Tipos de subdivisión	6
Ancho de calles y pasos.....	7
Materiales	8
Alcance de los electrificadores	8
Energía del electrificador	11
Fuente de alimentación del electrificador	11
Decisión empresarial en la selección del electrificador	12
Escuela de animales	13
Entrenamiento del personal	13
Amigos y enemigos del alambrado eléctrico	14
Seguridad eléctrica.....	15

INTRODUCCIÓN

Usualmente, se considera al alambrado eléctrico como la herramienta que permite subdividir un potrero para poder hacer un pastoreo rotativo. La realidad es que su uso es mucho más amplio. Una definición más acertada es que constituye, simplemente, una herramienta de subdivisión muy eficaz y, con frecuencia, más económica que cualquier otra alternativa.

De esta forma, en el uso habitual de nuestro campo, podemos construir tres tipos de alambrados. Los *permanentes*, que reemplazarán a los convencionales a un costo mucho menor; los *semipermanentes*, que están destinados a durar unos años; y los *temporarios*, que se utilizan durante una temporada.

En el diseño de los alambrados eléctricos, también se deberán considerar tres factores:

- a) el nivel de seguridad esperado,***
- b) el tipo de animales que se quiere controlar y***
- c) las condiciones de clima y suelo del lugar.***

Por ser éste un trabajo sobre invernada, nos concentraremos en aquellos aspectos del alambrado eléctrico que puedan aportar algo a los productores de carne y dejaremos de lado otras posibilidades de uso, así como algunos conceptos que estimamos ya son conocidos por el productor.

RAZONES PARA SUBDIVIDIR

Un estudio hecho hace algunos años muestra que la subdivisión en parcelas es la técnica que tiene la mejor relación entre el monto invertido y el incremento de producción obtenible.

Desde el lado de la producción, el diseño y el uso correcto del alambrado eléctrico permitirán al productor:

- a) Incrementar en forma notable la producción de materia verde por hectárea*
- b) Ofrecer a los animales alimentación de mejor calidad y digestibilidad*
- c) Regular la oferta forrajera de acuerdo con la carga y con el momento, lo que permite hacer o utilizar reservas en el momento adecuado.*

La combinación correcta de estos tres ítems puede llegar a triplicar la producción de carne por hectárea con una inversión poco significativa. **Ésta es la razón para subdividir.**

DISEÑO

Antes de clavar el primer poste, se debe diseñar todo lo que se pretende realizar hoy y en el futuro. Es importante tener en cuenta que es muy posible que todos los potreros del campo serán ganaderos en algún momento, incluso aquellos que hoy se encuentran en rotación agrícola. Hacer este trabajo evitará la duplicación de esfuerzos y gastos.

La primera decisión por tomar es si se harán instalaciones centrales o si se instalarán los equipos en cada potrero.

INSTALACIONES CENTRALES

Si se decide hacer instalaciones centrales, el primer paso es definir la zona que abarcará cada equipo. A continuación, hay que resolver su ubicación, luego la traza de las líneas madres que aseguren la disponibilidad de energía en todos los lugares que se requieran, y finalmente, la subdivisión de los potreros que se necesitan.

Se debe tratar de que el equipo quede en algún lugar seguro y fácil de controlar y lo más al centro posible de la zona por electrificar. La disponibilidad de 220 V de red es determinante por la ventaja de tener el equipo alimentado de esta forma. Una vez decidido el lugar, se deben diagramar las líneas madres.

El diseño ha de ser tal que haga que el recorrido de la electricidad desde el equipo hasta los distintos puntos del sistema sea lo más corto posible. También se debe prever la división en ramas, que facilitarán la tarea de buscar pérdidas, si llegaran a ocurrir.

Es aconsejable evitar que las líneas madres formen parte de las instalaciones de subdivisión dentro de los potreros, conectando uno con otro. La línea madre será construida de forma tal que no pueda fallar. El ideal es armarla sobre los alambrados convencionales utilizando una varilla de madera que la separe del alambrado. La distancia entre ellos será de más de 40 centímetros para evitar los problemas de inducción y de contactos accidentales. La distancia entre varillas no superará los 30 metros, y los esquineros y atadores serán sólidos. Por ser la línea madre una instalación permanente, se recomienda utilizar únicamente aisladores de porcelana.

Para pasar los claros, hay dos opciones: sobre tierra o bajo ella. Técnicamente no hay diferencia, pero en el último caso, se usará un buen alambre galvanizado subterráneo con doble aislación torciendo las puntas hacia abajo para que no le entre agua. Recordar que encontrar una pérdida bajo tierra es difícil y toma tiempo.

Siempre que la línea madre se divida, en la entrada a cada potrero, se instalará un interruptor de línea que permitirá poner en marcha o apagar cada potrero y sectorizar la instalación en la búsqueda de pérdidas. Es conveniente conectar el interruptor a los alambres con un pedazo de alambre subterráneo.

INSTALACIONES LOCALES

Los equipos locales limitan los potreros por electrificar con la disponibilidad de equipos, pero son rápidos de instalar y no requieren otras instalaciones.

TOMA DE TIERRA

Los electrificadores modernos manejan una cantidad de energía muy importante que debe ser correctamente canalizada. De poco sirve colocar un equipo potente si la toma de tierra es insuficiente. Para hacer una toma de tierra correcta, se clavarán en el suelo entre 1 y 3 caños de hierro galvanizado de, por lo menos, 1,5 metros de largo y separados 2 metros entre sí. Se buscará un lugar en donde haya humedad cerca del equipo para construirla. De estar cerca se puede hacer la toma de tierra usando los caños de las bombas o de los molinos sustituyendo inmejorablemente la toma de tierra descrita anteriormente. Cuanto más potente es el electrificador, mejor deberá ser la toma de tierra.

TAMAÑO DE LA PARCELA

El alambrado eléctrico es la herramienta por excelencia para regular la cantidad de forraje que estará disponible para los animales. Manejar correctamente esta oferta posibilitará una mayor eficiencia en la conversión a carne del forraje disponible, lo que permitirá mejores producciones por hectárea.

El tamaño de la parcela surge de una evaluación entre la oferta forrajera y los objetivos de producción. Este balance no solamente se puede variar a través del manejo, sino que también varía por las condiciones del momento.

No es el propósito de este trabajo evaluar los factores por considerar para definir el tamaño de la parcela, pero al menos, enumeraremos los más importantes:

Cantidad de animales	Tapiz existente
Categoría	Estado de madurez del tapiz (digestibilidad)
Peso	Tiempo de rotación (varía según la estación)
Objetivo de producción diaria	Tiempo en la parcela
Suplementación	Cantidad de animales
Elaboración de reservas (rollos)	Categoría
Oferta forrajera de la parcela	Peso
Homogeneidad de la parcela	

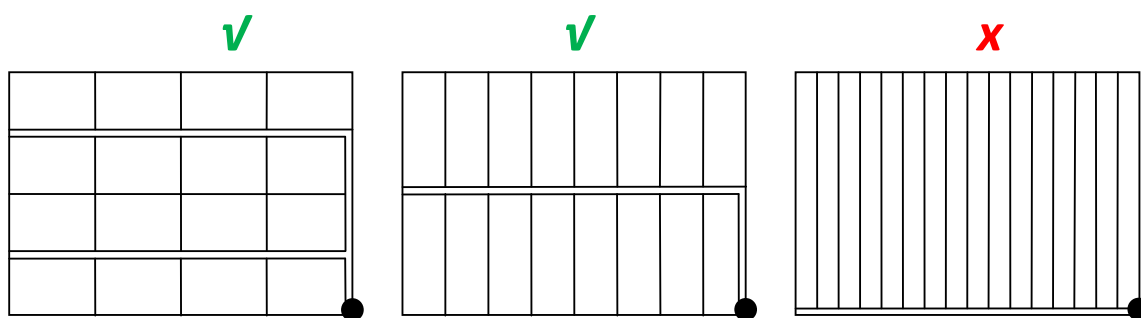
Del análisis de estas variables, surge que la asignación de las parcelas es una actividad dinámica que cambia constantemente y que requiere ser monitoreada con frecuencia.

No debemos olvidar un viejo consejo neocelandés que dice: *“Uno no debe preocuparse tanto por el estado de la parcela al entrar los animales como al momento de salir”*. La calidad y cantidad de la próxima entrada estarán en función de cómo quedó la parcela y lo mismo ocurre con la vida útil de la pastura. Finalmente, no es demasiado lo que puede hacerse con la pastura al entrar; sí, en cambio, se puede hacer mucho por la pastura eligiendo el momento correcto para sacar los animales.

TIPOS DE SUBDIVISIÓN

Frente al potrero por subdividir y definidos los objetivos, hay dos formas de dividirlo: parcela fija y parcela variable.

En los dos casos, una vez definida la cantidad de parcelas en que se va a dividir el potrero, se diagraman las calles por las que se moverá la hacienda hacia el agua. Si el proyecto prevé un manejo en parcelas chicas, es muy posible que se deba dividir el potrero en dos o más fracciones para evitar que las parcelas sean demasiado largas y angostas, lo cual es un inconveniente para un aprovechamiento correcto del pasto. Luego, cada fracción se subdividirá en las parcelas diseñadas.



Si en el futuro el productor tiene previsto hacer un pastoreo más intensivo, la primera figura es la más conveniente pues permite volver a dividir sin complicar el diseño. La segunda figura es adecuada para esa cantidad de parcelas, y la tercera es incorrecta.

Las calles se construirán de un ancho acorde con la situación (ver más adelante) con postes a una distancia de entre 30 y 50 metros. Cada 500 metros como máximo, se deberá poner un poste atador. Es una buena idea vincular la distancia entre postes al fondo del potrero de forma tal que cada poste encierre un múltiplo o submúltiplo de una hectárea. Esto facilita enormemente el manejo pues permite hablar de postes en vez de hectáreas a la hora de asignar superficies por pastorear. Se puede hacer con un solo alambre a una distancia de entre 60 y 80 centímetros del suelo, dependiendo del tipo y tamaño del animal.

Si se trata de una división en parcelas fijas, los alambres de división serán construidos con postes atadores como máximo cada 300 metros; y cada 25 metros, se colocará una varilla metálica o de madera.

La división en parcelas variables, una vez hechas las calles, se hace con tres carreteles con hilo plástico electrificable. Las varillas metálicas o de plástico se colocan cada 20 a 25 metros. No se pueden hacer tendidos de más de 500 metros con hilo plástico porque es un mal conductor y, de hacer líneas más largas, no llegaría mucha electricidad a la punta. En cambio, no hay problema en hacer varias líneas de esa longitud.

La gran ventaja del uso del carretel es que permite variar el tamaño de la parcela para ajustar la oferta forrajera a la carga. El inconveniente es que requiere más trabajo diario.

ANCHO DE CALLES Y PASOS

No hay una regla fija para el ancho de calles. Dependerá del tamaño del rodeo y de las condiciones del suelo. En campos de suelos pesados, conviene hacer calles más anchas tratando de que conserven algún tapiz para evitar la formación de pantanos. En campos sujetos a erosión, siempre que se pueda, deben evitarse las calles en el mismo sentido del agente erosivo.

Los accesos a las parcelas podrán ser hechos con tranqueras eléctricas y manijas aisladas o usando una vela, que permite levantar el alambre en cualquier claro. Esta última opción es más versátil pues cada claro puede ser un paso, y así es posible tener parcelas de tamaño variable. Tiene además la ventaja de no interrumpir el paso de la corriente eléctrica.

MATERIALES

El alambrado eléctrico es una herramienta muy económica. Es un error frecuente tratar de convertirla en una herramienta barata: de esta forma, deja de ser económica. En muchos casos, el criterio de compra es solo el precio. Los materiales baratos suelen tener una vida útil más limitada o no suelen cumplir con las expectativas. Esto lleva inexorablemente a que aparezcan fallas en el sistema que requieren mantenimiento y que, además, hacen perder la confianza de los responsables del sistema.

Antes de comprar el más barato, conviene evaluar el tiempo que se espera que dure el producto y luego comparar la diferencia en el gasto con el total sin olvidar el costo de la pastura ni el costo de los arreglos que serán necesarios.

Respecto del alambre, es importante que sea acerado y de una sección adecuada para la corriente que debe transportar. Así una línea madre será de 17/15, una calle podrá ser de 16/14 o Boyero, como así también las subdivisiones. El hilo plástico solo podrá utilizarse para las subdivisiones y es inadecuado para líneas madres, puentes aéreos o puentes entre líneas.

ALCANCE DE LOS ELECTRIFICADORES

Desde hace años se habla de los kilómetros a la hora de definir la potencia de los equipos. Ésta es una forma de medir que puede conducir a errores ya que el alcance no sólo depende de la potencia del electrificador, sino también, de la instalación.

El alcance medido en kilómetros no es una medida exacta ya que está influenciada no solamente por la potencia de los energizadores sino por la propia instalación. Son cuatro los factores que afectan al alcance de un energizador:

- a) la energía del electrificador***
- b) la resistencia eléctrica de los conductores (alambre)***
- c) las pérdidas a lo largo del sistema***
- d) factores climáticos***

a) La energía del electrificador

Es esta la primera mitad de la ecuación de la definición del alcance, ya que necesitaremos un electrificador con una energía tal que nos permita equilibrar nuestro sistema con respecto a los puntos b y c, manteniendo una patada eficaz y con buen control de la hacienda.

b) La resistencia eléctrica de los conductores

La conducción eléctrica se mide a través de su inversa: la resistencia eléctrica. A mayor resistencia peor conducción. Tres factores inciden en la resistencia total de un conductor:

- ✓ *Resistencia eléctrica:* es propia de cada material. Varía con la temperatura pero en los rangos en que se maneja en el campo se puede considerar constante. El cobre y el aluminio son excelentes conductores, mientras que el hierro es bastante pobre.

- ✓ *La sección del conductor:* la resistencia es inversamente proporcional a la sección del conductor. Dicho simplemente: cuanto más grueso es el conductor, mejor es.

- ✓ *El largo del conductor:* la resistencia es proporcional al largo del mismo. A mayor largo, mayor resistencia eléctrica.

Así llegamos a definir el primer factor que incide en el alcance del energizador: el tipo de conductor y su longitud por rama. Por razones mecánicas y de costo no se puede utilizar otro conductor que no sea alambre galvanizado. El cobre sería impensable por su costo. El aluminio se usa con frecuencia para la línea madre en Australia, ya que tiene el mismo costo que el alambre y es mucho mejor conductor. En Argentina lamentablemente es muy caro.

Entonces, no podemos manejar el tipo de conductor, pero sí podemos controlar la sección del alambre. En las líneas que tienen mucha carga no se deben colocar alambres finos: solamente el 17/15 o el 750 es adecuado. Para las líneas terminales se puede utilizar alambre mas fino.

Se puede comparar con los caños de agua de una casa: la bajada del tanque es de 2"; el caño que va a la casa es de 1"; el que va a la cocina es de 1/2". Jamás se nos ocurriría hacerlo al revés.

También los empalmes deben ser de la misma sección: a nadie se le ocurriría en una cañería de 2" hacer un tramo de 1/2 y luego seguir con 2.

Cuando la distancia a recorrer por una línea sea de más de 4km, se deben poner dos alambres conductores de la corriente juntos. De esta forma la resistencia se reduce a la mitad. Es decir, la nueva línea tiene una resistencia eléctrica equivalente a una simple, de la mitad del largo. Esto es especialmente válido cuando se utilizan electrificadores de gran potencia. No hacerlo sería como conectar una bomba de agua de 100.000 litros con una cañería de 1": va a llegar agua a la punta, pero si se requieren los 100.000 litros será imposible obtenerlos. En el caso de los sistemas electrificados, en la punta de cualquier línea larga se va a obtener una buena medición si las pérdidas son bajas. Es cuando las pérdidas aumentan que se comienza notar la falta de respuesta por parte del electrificador.

c) Las pérdidas en el sistema

No existe una instalación eléctricamente perfecta. Siempre habrá pérdidas, aisladores defectuosos, tranqueras caídas, yuyos y plantas, etc. Es razonable suponer dos cosas:

- ✓ Que la cantidad de pérdidas en la línea es proporcional a la longitud del sistema. Se supone que en promedio las fallas que producen pérdidas son parejas en todo el campo.
- ✓ Cuanto más alto esté el alambre, menores serán las pérdidas. Un alambre a 70 u 80 cm del suelo tiene muchísimo menos ataque de plantas que uno a 30 cm.

d) Factores climáticos

Luego de un periodo de seca –y sobre todo en suelos arenosos– se forma una capa de un ancho variable que por su falta de humedad es poco o nada conductora. El alambre eléctrico normalmente continua siendo efectivo porque el sistema de raíces de las plantas atraviesa esa capa seca, permitiendo la circulación de la corriente eléctrica. Lo que ocurre es que –al igual que cuando tocamos el alambre con un pastito– se recibe una patada disminuida. En zonas con periodos de seca normales, de debe poner equipos más potentes para sobreponerse a ese efecto.

El siguiente cuadro refleja lo indicado anteriormente:

CONDUCCIÓN	
POSITIVO	NEGATIVO
Buena sección de los alambres	Alambres finos
Distancias cortas por ramas	Puentes y uniones finas
Alambrados limpios	Pérdidas y enmalezamiento
Alambres altos	Alambres cerca del piso
Suelo húmedo	Suelo seco
Electrificadores poderosos	

ENERGÍA DEL ELECTRIFICADOR

Existe una sola forma de medir la energía que entrega un energizador: la **energía del pulso**. Es la única forma de comparar dos energizadores. Es de muy difícil cálculo por cuanto se trata de un pulso de variada potencia y afectado por la carga producida por el alambrado.

A los efectos del uso corriente por parte del productor agropecuario entrega una información extraña ya que la medida esta expresada en julios (joules).

Hace unos años, un diario nacional publicó un trabajo que comparaba la energía del pulso de algunos de los electrificadores del mercado rotulados como para 30/40 kilómetros. El rango de energía iba desde 1,1 *joule* para el más potente hasta 0,16 *joules* para el más débil. Por ello es importante, a la hora de comparar precios, asegurarse de cuál es la energía del pulso del electrificador. Ésta debe formar parte del rótulo del equipo y no debe confundirse con la energía acumulada, que es siempre más alta que la del pulso porque no considera la ineficiencia propia del transformador de salida.

FUENTE DE ALIMENTACION DEL ELECTRIFICADOR

También decidirá el productor la fuente de alimentación del electrificador que mas le convenga. Esta elección depende de las disponibilidades que cuenta, de las posibilidades técnicas y de la voluntad de invertir.

220V CA	Los equipos conectados a energía de red son sin duda los más prácticos y son la primera opción siempre que se disponga de esta fuente de electricidad.
220 V CA y 12 VCC	Llamados duales, son útiles en dos casos: a) cuando se prevé que habrá continuos y prolongados cortes de electricidad o b) cuando la fuente de 220 V sea un grupo electrógeno que funciona al menos 3 horas diarias. Estos equipos cambian de modo en forma automática.
12 VCC	Son a batería y permiten electrificar en lugares donde no se dispone de otra fuente de energía. Los equipos de hasta 2 joules se pueden utilizar cambiando la batería periódicamente, los mas grandes estarán conectados a fuentes de recarga diaria ya que su alto consumo de batería hace poco práctico cambiarla periódicamente.
SOLARES	Los energizadores solares son una opción netamente empresaria ya que son equipos de 12 VCC a los que no es necesario recargarles la batería. El productor decidirá la ventaja de utilizar un equipo solar y libre de mantenimiento por otro que requiera atención.

La fuente de alimentación es independiente de la energía del pulso.

DECISIÓN EMPRESARIA EN LA SELECCIÓN DEL ELECTRIFICADOR

De lo visto se desprende que los factores que hacen a la selección correcta del electrificador a conectar al sistema dependen no solamente del equipo sino de la construcción y mantenimiento de todo el sistema.

No es lo mismo electrificar un alambrado alto y limpio que uno bajo y lleno de malezas. La forma de medir la energía de un electrificador no es a través de los kilómetros sino sabiendo los *joules* que entrega el pulso. Un equipo más potente no necesariamente llega más lejos. Puede absorber más pérdidas en el alambrado y así permitir electrificar en forma correcta más metros de alambrado. En la medida en que las pérdidas empiezan a afectar al sistema, comienza a bajar el voltaje en el alambrado, lo que lo hace menos efectivo. Por ejemplo, para una instalación a la que

le conectamos un equipo de 0,5 *joules*, las pérdidas existentes harán bajar el voltaje de 5000 a 1500 voltios de pulso. Si sacamos ese equipo y, sin hacer ninguna otra modificación, conectamos un equipo de 10 *joules*, el voltaje bajará a lo sumo a 4500 voltios, por lo que será todavía muy eficaz.

Cuanto más grande es el equipo, menos mantenimiento requerirá y funcionará más confiablemente. De nuevo, nos encontramos ante una decisión empresaria. Un equipo chico y barato requiere mucha mano de obra en mantenimiento, un equipo grande y caro requiere poca mano de obra en mantenimiento. El productor deberá evaluar cuál de las dos alternativas le terminan costando menos.

Cuanto mayor energía entregue el energizador, menos trabajo requerirá.

ESCUELA DE ANIMALES

El alambrado eléctrico es una *barrera mental*: es el miedo lo que frena al animal, no el alambre. Por ello, es imprescindible enseñarles a los animales qué es el alambrado eléctrico. Es una invitación al desastre ingresar en un lote a un grupo de novillos que no conocen el eléctrico e irse hasta el día siguiente. Para entrenarlos, conviene tener un corral hecho con dos o tres alambres eléctricos y dejarlos bajo supervisión el tiempo que sea necesario antes de llevarlos a la parcela.

ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

No es inusual que el personal encargado de manejar los eléctricos haya aprendido “a los ponchazos” o arrastre hábitos que no son los más adecuados para un manejo eficiente del sistema. También es usual que no cuenten con los materiales adecuados, sencillamente porque la persona encargada de conseguirlos no conoce realmente la necesidad ni los problemas.

Es imprescindible capacitar a todo el personal: a los que están sobre el potrero, a los que toman las decisiones para hacer una planificación adecuada y a los que compran, para que

comprende lo más económico y no lo más barato. Es importante que los que están todos los días sobre el alambrado cuenten con las herramientas adecuadas para trabajar sin riesgo y que puedan medir el voltaje todos los días.

La capacitación no debe limitarse a la construcción y al mantenimiento de los alambrados, también debe incluir el manejo de los pastos. Vimos más arriba que este manejo es dinámico y varía día a día. ¿Qué mejor que tener capacitado al personal para que, dentro de los parámetros establecidos, asegure una oferta constante a los animales?

Finalmente, una buena comunicación entre todos contribuirá a que el sistema sea un éxito.

AMIGOS Y ENEMIGOS DEL ALAMBRADO ELÉCTRICO

POSITIVO	NEGATIVO
Planificación inicial	Desorden
Unidades centrales	Equipos de difícil acceso y control
Líneas madres “perfectas”	Líneas madres por los eléctricos de división
División en ramas	Pasos subterráneos “así nomás”
Sectorización con interruptores de línea	Toma de tierra insuficiente
Fuente de energía confiable	Calles angostas
Aisladores y accesorios adecuados	Poca visibilidad
Alambre de buena sección	Materiales baratos
Electrificadores sobredimensionados	Aisladores sin protección UV
Muchos <i>joules</i>	Huesos
Energía constante en los alambrados	Mangueras
Animales entrenados	Gomas
Personal capacitado	Puentes y uniones hechas con hilo plástico
Herramientas adecuadas	Electrificadores subdimensionados
	Pocos <i>joules</i>
	Necesidad de mantenimiento
	Falta de comunicación con el personal
	Apuro
	Perros
	Cazadores, nutrieros, etcétera.

SEGURIDAD ELÉCTRICA

Por ley, los electrificadores de alambrados a 220 V o duales deben estar certificados por el organismo competente. Este certificado indica el cumplimiento con las normas de seguridad eléctrica del IEC, organismo que nuestro país ha tomado como referencia. También se establece la obligación de entregar con todos los electrificadores las normas de seguridad para la construcción del alambro eléctrico. Su cuidadosa lectura y aplicación es imprescindible para evitar accidentes. Recomendamos no adquirir equipos de 220 V o duales que no cuenten con la certificación correspondiente o que no incluyan las normas de seguridad para la construcción del alambro eléctrico.