

las que tenían mucho polvo, con lo cual el aspecto del firme, después de recibir el aceite, era completamente uniforme.

Sobre el primer trozo ensayado se aplicaron 3.453 litros de la preparación especial, repartidos sobre una superficie de 703 metros cuadrados, esto es, á razón de 4,9 litros por metro cuadrado, siendo su temperatura 30° C, por efecto de la acción del sol. Como dicha mezcla tenía mucha resistencia, su absorción por la piedra fué muy lenta, durando varios días, al cabo de los cuales la gravilla adquirió gran compacidad y apenas producían huella sobre ella las ruedas de los vehículos, excepto sobre las partes reparadas cuya, consolidación fué más lenta.

Cuando se empleaba el aceite bruto, se trataba primero una mitad de la carretera y al día siguiente la otra, con objeto de evitar los efectos que produce sobre las llantas de goma. Dada su fluidez, fué absorbido con más rapidez que la preparación especial, pero á pesar de esto los efectos de aquél y de ésta fueron completamente análogos, no observándose diferencia alguna á la vista; el olor del primero era más fuerte que el de la segunda. Se emplearon 16.864 litros de aceite sobre una superficie de 3.691 metros cuadrados, ó sea 4,60 litros por metro cuadrado.

Con objeto de comparar los efectos del aceite en los firmes de gravilla y en los de piedra partida, se hizo un ensayo en la forma que se acaba de explicar sobre un firme de piedra partida caliza, construído según el sistema Telford, de tráfico semejante al de gravilla y cubierto con una capa de polvo de 3 mm. de espesor. Se aplicaron 3.430 litros de aceite sobre una superficie de 1213 metros cuadrados, esto es, 2,80 litros por metro cuadrado.

El trozo de carretera ensayado tenía mucho bombeo, 1 por 12, por cuya razón la mitad central del firme recibió más aceite que las partes laterales, á las cuales iba á parar el exceso de aceite de la primera antes de ser absorbido por la caja, manera de proceder que evitaba toda pérdida de aceite y reforzaba el tratamiento donde más activo era el tráfico. La absorción del aceite fué más rápida que en el firme de gravilla, tanto porque la dosis era menor, como por la porosidad de la piedra caliza y por el drenaje lateral y longitudinal del firme, que facilita la salida de las aguas de lluvia y acelera la desecación.

El coste de aplicación del aceite no era muy grande por la facilidad con que se vertía con la regadera, la cual se cargaba directamente del depósito emplazado sobre un montón de carbón; para todos los trabajos bastaban un par de caballerías con su mayoral, que cobraban 16 francos diarios y un obrero que ganaba 10 francos.

Las reparaciones del firme de gravilla comprenden la extracción del polvo y la extensión, riego y cilindrado de la piedra empleada, así como las excavaciones que hubiera necesidad de ejecutar en cada caso. El Cuadro IV es un resumen de todos los gastos.

No ha sido posible comparar los efectos de los dos aceites porque toda la superficie tratada con la preparación especial y unos 920 metros cuadrados de la que recibió el aceite bruto se cubrieron con una capa de gravilla durante el otoño, ocultando la superficie del firme; en la parte visible se podía apreciar con toda claridad la presencia del aceite, con el cual se había aglomerado todo el polvo y arena, habiendo consolidado perfectamente la gravilla; el aspecto del firme era perfectamente uniforme y no se notaban las señales de los baches, reparados antes de hacer el ensayo. Cuando se hizo el reconocimiento oficial hacía pocos días que había

llovido, por cuya razón no había polvo, pero el aspecto del firme era de que tampoco le había antes, según confirmaron además varias personas de toda confianza.

CUADRO IV

ENSAYO CON	Partidas	Coste por metro cuadrado	Coste total.
		Francos.	Francos.
Preparación especial de aceite.....	Reparaciones....	0,04	23,91
	Aceite.....	0,01	593,10
	Empleo del mismo.....	0,03	21,26
	Total.....	0,08	652,27
Aceite bruto sobre firme de gravilla.....	Reparaciones...	0,02	77,80
	Aceite.....	0,29	1.063,43
	Empleo del mismo.....	0 01	39,33
	Total.....	0,32	1.182,63
Aceite bruto sobre firme de piedra partida.....	Aceite.....	0,18	216,40
	Empleo del mismo.....	0,01	8,87
	Total.....	0,19	225,27

Los efectos producidos por el aceite en el firme de piedra partida fueron menos marcados que en el de gravilla; así, por ejemplo, el color era más bajo y no se veían en él partículas cubiertas con aceite porque éste era absorbido con mucha rapidez por el polvo calizo; sin embargo, la influencia del aceite se notaba en las huellas de las ruedas, pues en ellas la capa de polvo era más compacta que en el firme sin tratar con aceite.

Nadie ha manifestado hasta la fecha que el aceite aplicado al firme perjudicara á las llantas de goma, á la pintura ó á los tejidos de los coches. Por el contrario, el Ayuntamiento de Bowling Green, tan pronto como se convenció del excelente resultado de los ensayos, tomó las medidas necesarias para regar con aceite en la forma ya descrita varias de sus principales calles con gran circulación de toda clase de vehículos.—Q.

APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD A LA AGRICULTURA

POR

DON HERMENEGILDO GORRIA (1)

El estudio de las fuerzas y movimiento de la luz y del calor ha sido ya muy cultivado de antiguo, pero no así la electricidad, de la que se esperó su verdadero conocimiento hasta el siglo pasado; y, sin embargo, en bien corto plazo, es sin duda uno de los estudios que tienen más desarrollo, y cuyas aplicaciones se han extendido más y son de la mayor importancia; fueron los destellos del sol que al aparecer iluminan y dan la bienvenida al nuevo día, y nuevo día fué para la ciencia el conocimiento de la electricidad.

(1) De la Memoria leída por dicho Sr. Académico en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.

Un siglo escaso hace que Galvani y Volta hacían sus famosas experiencias, y hoy ya no hay ciencia, arte ni industria en que la electricidad no haya sido aplicada y no sea un gran auxiliar, imprimiendo á la vez un impulso increíble y de grandes é importantes aplicaciones.

En las agrícolas es en lo que va más despacio, sin embargo de ofrecer ancho campo á sus aplicaciones en esta principal industria y de la que la humanidad obtiene su alimentación.

La electricidad goza cada día un papel importante en la vida social del hombre, que ha hecho variar hasta en sus costumbres y hasta en sus relaciones internacionales, todo ha sufrido una gran transformación bajo el súbito imperio de ese fluido, que ha hecho cambiar y progresar las ciencias y las artes á pasos agigantados sin que pueda adivinarse á dónde llegará.

La electricidad que hace ya bastante tiempo está aplicada á la industria, no lo es así á la agricultura. En los ríos que atraviesan las montañas se han establecido saltos de agua, cuya fuerza transformada en energía eléctrica se transporta á largas distancias á las poblaciones industriales, atravesando sus alambres conductores las campiñas y terrenos cultivados, sin que en éstos se aprovechen para nada. Pueblos agrícolas que hace muy poco apenas se alumbraban con aceite, de pronto establecieron el alumbrado eléctrico, utilizando pequeños saltos de agua ó recibiendo la energía eléctrica de los grandes transportes industriales; pero de esa electricidad, fuera del alumbrado, en nada se ve que se utilice para la agricultura, sin embargo que esa fuerza debería emplearse y distribuir en las granjas para muchos de los trabajos que ejecutan los obreros y caballerías, debiendo aquéllos no emplearse en faenas pesadas y éstas librarles de duros y cansados trabajos; fuerzas que deberían obtenerlas de una dinamo, que distribuye la energía á los diferentes aparatos y trabajos de la granja, con la intensidad á que puede llegarse con la electricidad y que es difícil conseguir por otros medios.

Muchos agricultores cultivan las tierras rutinariamente afe rrados á la tradición, ignorando los adelantos modernos, faltos de capital y de la instrucción necesaria, sacando de la tierra escasos productos; otros, los propietarios del suelo, generalmente heredado, encuentran más cómoda la vida de la ciudad alejados del campo, y dedicar los sobrantes de sus intereses, el capital que debía ser el mobiliario agrícola, en especulaciones golosas, muchas veces falaces, cuando mucho mejor harían como el industrial, emplearlo y estar al frente de la fábrica, que es la tierra de su propiedad, y dedicar toda su energía á la explotación, aplicando cuantos adelantos se han hecho en la agronomía y basándose en la economía rural y mundial para sus negocios agrícolas.

Los inventores, especialmente en electricidad, no se han preocupado mucho de la agricultura, porque los agricultores tampoco se han acordado de ellos y porque no les han pedido los trabajos que han hecho para la industria; y es que el agricultor en su vida, generalmente aislada en medio de las campiñas más ó menos agrestes, no se pone al corriente de lo que pasa en el mundo científico, no tiene medios de instrucción, como el industrial que habita en las grandes poblaciones. No hay, pues, que extrañar que los inventores no se hayan acordado mucho de aplicar á la agricultura sus conocimientos, su talento inventivo, y por eso realmente las aplicaciones de la electricidad á la agricultura están muy retrasadas, son escasas y pueden considerarse en su infancia. Para que lleguen á adquirir el desarrollo que tienen en la industria, es preciso que los agricultores sean industriales, que consideren á la tierra como su fábrica, á la que apliquen todos sus capitales y los adelantos que indiquen los hombres de ciencia, y que no tomen la tierra como si fuese papel del Estado, que no han de ocuparse de ella más que para cobrar el cupón, ó sea recibir el alquiler de los arrendatarios ó colonos ó la participación del censatario ó rabasaire, como en esta región se usa en la explotación de las tierras.

Las aplicaciones de la electricidad pueden y podrán más

adelante hacer agradable la vida del campo, excitar el estímulo del agricultor en aplicar lo que los científicos le dicen y apartarse de esa especie de antagonismo que se quiere establecer entre el agrónomo y el labrador rutinario. Cual la que más, la industria agrícola necesita instrucción, y sin basarse en los adelantos de la agronomía, la física, la química y demás ciencias que son la base de la agricultura, no podrán los agricultores obtener de su trabajo y capital ningún resultado positivo; han de tener presente que más hace por la agricultura un químico, un bacteriólogo en su laboratorio dedicado al estudio de los problemas agronómicos, que cien labradores encerrados en su ignorancia y en sus rutinas sin admitir consejos ni mejora alguna en los cultivos y en las labores que ejecutan con sus manos.

Es necesario el aumento de producción agrícola por el crecimiento proporcional de la población, que necesita y demanda más consumo, como base de la alimentación y de la progresión creciente de todas las Naciones, llegándose por eso desde los cultivos celtas y el barbecho, hasta los intensivos á grande rendimiento; de que el tosco arado haya sufrido tantas transformaciones, hasta las máquinas aratorias modernas; de que la mecánica, la geología, la física, la química, la biología, hayan tenido gran campo de acción, y donde sabios y constructores han aportado sus conocimientos transformando las sencillas prácticas rutinarias y los libros de axiomas agrícolas (de no hace muchos años) en estudios científicos, importantes y muy recientes de la moderna agronomía; en fin, que al cultivo del barbecho hayan sustituido los intensivos de gran producción, siendo ya hoy la ciencia agronómica una de las más importantes en sus aplicaciones y de mayores y más positivos resultados. La diferencia entre el arado romano, aún usado en nuestra Nación, hasta el cultivo eléctrico, significa el gran camino recorrido en breve tiempo por las ciencias aplicadas á la agricultura.

De la producción agrícola obtiene su alimento la humanidad, y da las primeras materias para la industria; la lucha que por falta de productos agrícolas para sostener la población hace que en las Naciones cultas se procuren por todos los medios perfeccionar los cultivos y elevar á lo más posible la producción agrícola, en igualdad de superficie, llegando al máximo rendimiento y aplicando cuanto hasta la fecha se conoce en maquinaria, fertilización, mejoramiento del suelo, selección de semillas, de plantas y ganados, preparación de los frutos, ensanchando el horizonte del crédito agrícola, las comunicaciones y el transporte de los productos á otros mercados, procurando condiciones económicas á la explotación agrícola. Y todo esto sólo se va consiguiendo desde que la agronomía se la elevó al rango de ciencia, desde que en ella se ocupan los hombres científicos, no como antes, solamente rutinarios labradores; pues nada harán ni han hecho los agricultores sin que antes les hayan trazado el camino, les dirijan los que á las ciencias se dedican; la tan cácareada práctica agrícola, sin ser regida por la inteligencia científica, nada ha hecho, ni hará en provecho del progreso y aumento de producción agrícola.

Todo pueblo por rico que sea, pero tributario del extranjero por los productos agrícolas que necesita, será un pueblo arruinado, pobre, por más que sea esencialmente industrial, pues al fin, la concurrencia, la importación de otros países, encarecerá las subsistencias y no prosperará. La época en que los descubrimientos de América enriquecían de oro á España, con abandono de la agricultura, dedicándose á nuevas y lejanas aventuras, dió un resultado al fin contraproducente; la pobreza en el país por falta de producción, sin embargo, que aparecía una Nación poderosa y rica. El avenir y riqueza de un país está íntimamente ligado al de su producción agrícola.

La enseñanza industrial, comercial y artística que está tan difundida en las grandes poblaciones, hace asequible á cuantos quieran la instrucción en estos ramos del trabajo; al paso que los agricultores, aislados, lejos de todo centro de cultura, no tienen medio de procurarse la educación técnica en su arte y no

están al corriente de los muchos adelantos y noticias financieras que les interesan. Por eso la difusión de la enseñanza agrícola hasta las últimas aldeas debe ser objeto muy preferente del Gobierno, Diputaciones, Ayuntamientos y de todas las Corporaciones que tengan por objeto el fomento de nuestra producción agrícola, que realmente es la más faltada de instrucción en nuestro país. Aumentar la instrucción, el crédito agrícola y los medios de promover y aumentar la producción, deben ser objeto de estudio para el hombre científico, de predilección para el estadista y de estímulo para el agricultor.

El objeto agrícola que se persigue con el cultivo de la tierra es: con un mínimo de gastos, obtener un máximo de productos y de la mejor clase. Importa, pues, aprovecharse de todos los adelantos científicos, utilizar bien y lo más posible el terreno de que se disponga para obtener el mayor producto; ver si en vez de una cosecha trienal en barbecho, se consigue una, dos ó más anualmente. La electricidad tiene ya en esto gallarda aplicación y la tendrá más en cuanto á ella se dediquen mayor número de inventores y hombres científicos, y á ello estimulen los mismos agricultores, primeros interesados en promover cuanto tenga aplicación útil á la agricultura. Las experiencias de la electrificación de las semillas, el electro cultivo y preparación de los productos por la electricidad, hace esperar que esta energía que tanta aplicación tiene ya en la industria, la tenga también en la agricultura, donde tan vasto campo se ofrece al estudio y á la utilidad que se puede obtener de la electricidad. Esta Memoria ó trabajo de turno tiene, pues, por objeto el reseñar las aplicaciones que la electricidad tiene hoy en los trabajos agrícolas y que con ellos se relacionan, y la importancia que debemos suponer tendrán en breve tiempo las aplicaciones de esa energía, pues ya son muchos los sabios electricistas y constructores que actualmente se ocupan de tan importantes y útiles descubrimientos.

Las aplicaciones de la electricidad á la agricultura son muchísimas, como vamos á indicar, ya para las labores del campo cuanto para los trabajos del interior de las granjas, en las industrias rurales, en los riegos, en los cultivos y en la higiene de cuantos viven en las granjas y poblaciones rurales.

Cierto es que una instalación central eléctrica, que un transporte eléctrico de fuerza, que los motores y máquinas auxiliares son costosos, y que por hoy no son asequibles más que á las fortunas de algunos agricultores; pero en la mayor parte de los casos, la asociación puede suplir esta circunstancia y el agregarse á otras industrias agrícolas y utilizar en sociedad la fuerza, aplicando al cultivo y á la granja la que sea necesaria, sin hacerse sólo para este objeto la instalación general eléctrica.

Utilización de las fuerzas naturales.—Son bien conocidos los medios con que hoy se obtiene la fuerza que fácilmente se transforma en energía eléctrica y se transporta á donde se ha de utilizar, en tan múltiples é importantes aplicaciones como tiene actualmente la electricidad, ya como fuerza, ya como agente en diversas acciones químicas.

Todo el centro de España lo constituye un terreno de una altitud de unos 600 á 700 metros como promedio, resultando que los ríos, teniendo corta longitud de cauce, resultan con desniveles notables, y por lo tanto muy á propósito para la formación de saltos de agua, especialmente en las zonas apartadas del centro, y en las que se podrían obtener grandes cantidades de fuerza utilizable para la industria y la agricultura. Ciertamente que la inconstancia en el régimen hidrológico de nuestros ríos es un gran inconveniente para su utilización eléctrica en la generalidad de los casos; pero el sistema de embalses ó pantanos puede compensar en mucho este defecto. Este es el medio fácil que la agricultura puede utilizar para tener á su disposición, en muchos casos, la energía eléctrica que tantas aplicaciones y provecho puede reportarle. En muchas fincas existen pequeños arroyos cuyas aguas invernales y de avenidas pueden retenerse y embalsar por medio de pequeños muros de contención, obras que tendrían el doble objeto del riego y de la fuerza hidroeléctrica.

Á la salida del agua por las tajaderas de esos pantanos, ó más abajo de los mismos, puede crearse un salto de agua y obtener bastante fuerza hidráulica aplicable transformándola en energía eléctrica para muchísimos usos agrícolas; y después de salir el agua de las turbinas hidráulicas se puede utilizar en los riegos de los terrenos más bajos. De este modo, el aprovechamiento de la obra no se limita á la energía eléctrica, que ella sola podría resultar muchas veces antieconómica, sino que esa agua tendría además otra utilización, que es la del riego.

La reunión de varios manantiales ó del agua de minas en hondonadas naturales ó en embalses artificiales puede ser también la base para la creación de pequeños pantanos que de la manera expuesta utilicen las aguas perdidas durante el invierno.

En todas las soluciones para buscar fuerza transformable en energía eléctrica aplicada á la agricultura, hay la ventaja de que no se ha de emplear constantemente, que los trabajos agrícolas duran sólo algunas horas del día y en determinadas épocas, por lo cual puede acumularse el agua continua en los embalses y utilizarse de este modo discontinuo y en mucho menos tiempo. No sucedería así tratándose de la aplicación para ciertas industrias y especialmente el alumbrado, que exigirían más constancia y mucho número de horas de aprovechamiento.

Hay muchos casos en que un salto de agua de un río ó producido por un pantano ó embalse puede utilizarse para alumbrado, usos industriales y agrícolas á la vez; casi siempre esta solución resultará la más provechosa para el capital de explotación.

Tanto á los agricultores como á los industriales les interesa buscar estos medios, estas soluciones, para tener el elemento principal para sus explotaciones, que es la fuerza; y bien estudiadas las localidades, los Ingenieros encontrarán muchas ocasiones en que poder aplicar su profesión con gran utilidad para muchas comarcas en que la industria podría prosperar ó establecerse y á su lado los cultivos de la moderna agricultura, con sus industrias rurales que le son anexas. España, como se ha indicado, tiene buenas condiciones para estos problemas de que los Ingenieros deben ocuparse.

Lástima que se tropiece con la falta de capital agrícola y la desconfianza en nuevas empresas industriales, á la vez que la poca afición que hay en nuestro país á la formación de Asociaciones financieras, que siempre son necesarias para procurarse el capital preciso en estas empresas.

Hoy se construyen motores hidráulicos, turbinas, relativamente de poco precio, fáciles en su instalación y que exigen pocas obras de fábrica, muy diferentemente como sucedía antes con las antiguas ruedas y aun las primitivas turbinas. Á las antiguas ruedas hidráulicas, denominadas de paletas, de costado, de Poncellet, de cajones, de Saguebien, sustituyeron las turbinas Fourneyrou, de Fontaine, de distribución parcial, de Jouval-Kocklin, y otros muchos sistemas ó modelos, que después, motivado por la utilización de saltos de agua de gran altura para la producción de fuerza eléctrica, han venido á sustituir los tipos de turbinas llamadas centrífugas, de eje horizontal, las centrípetas y mixtas de Singrün, de Brault, de Pelton de paletas ó cucharas, las tangenciales de Voith, las de Müller, las de Puigjener y de Gallart (de Barcelona) y otras que garantizan el 82 y hasta el 90 por 100 de efecto útil; además las máquinas motoras de columna de agua á movimiento rectilíneo ó de rotación, etc.

Los motores de vapor son también muy aplicables á la agricultura y para la producción de fuerza transformada en energía eléctrica; las antiguas máquinas de baja presión se sustituyeron por las de expansión fija y variable, las Compound y Corlis, las turbinas de vapor, etc., perfeccionándose cada vez más, para dar mayor rendimiento útil, llegándose ya á un gasto de vapor muy pequeño.

Actualmente el arado de vapor es el que se emplea con gran éxito en las labores profundas ó de desfonde, como son el tren Fowler, Howard, Fisquen, Debáin y varios sistemas americanos.

Las locomóviles prestan un gran servicio en agricultura, como así ocurre en algunos países con locomotoras-carreteras, para la trilla y multitud de operaciones del exterior y del interior de la granja é industrias anexas.

Pero en muchas ocasiones sería mucho más ventajoso con esos motores mover dinamos que transformando la fuerza de los saltos de agua ó del vapor en energía eléctrica, distribuida ésta por conductores á todos los edificios, locales ó sitios donde fuese precisa la fuerza, aplicarla como se hace en las fábricas industriales, con pequeños motores eléctricos, fáciles de manejar, que no ocupan sitio, ni exigen preparación ni pérdida de tiempo para funcionar ó parar. Ventajas inmensas que tiene la transmisión eléctrica y la subdivisibilidad de esta energía, que ha venido á transformar todas las aplicaciones de los motores y de la fuerza que desarrollan. Este gran progreso en todas las industrias debe y puede con mucha ventaja aplicarse á las labores agrícolas é industrias rurales; este movimiento iniciado y que avanza rápidamente en los Estados Unidos se extiende también en Europa, pues ya en Inglaterra, Francia, Alemania, Italia, etcétera, se va introduciendo en las grandes fincas agrícolas el uso de la electricidad, ya sea exclusivamente para las mismas ó ya combinadas con el empleo de la fuerza eléctrica en industrias rurales anejas ó no á las granjas.

El empleo de los motores de vapor para producir electricidad es muy propio para las explotaciones rurales, que en general no carecen de combustible, pues tienen leñas en bastante abundancia, y además los generadores de vapor pueden construirse y se construyen para quemar este combustible, y hasta la paja.

Estas máquinas se construyen actualmente con mucha sencillez y pueden ser manejadas (como así sucede) por operarios que no sean maquinistas.

Las máquinas motrices de aire caliente son también aplicables y gastan próximamente 1.500 á 1.800 kilogramos de cok por caballo-hora, según la fuerza del motor.

Los motores por explosión de gas rico, ó sea de gas del alumbrado, rara vez tendrán aplicación agrícola porque las fincas rústicas suelen estar distantes de las fábricas de gas y para transformar su fuerza en electricidad resulta muy cara; de 460 á 500 litros de gas por caballo-hora según el motor.

Los motores llamados de gas pobre, fundados en la descomposición del vapor de agua en el carbón incandescente, tienen hoy una gran aplicación y se extienden con rapidez sustituyendo á las máquinas de vapor antiguas, empleándose principalmente hasta ahora la antracita. Son ya varios los sistemas ó modelos corrientes en la industria, habiéndose perfeccionado muchísimo en muy pocos años, pues las que ocupaban antes una gran extensión hoy es ya muy restringida. El consumo de combustible va descendiendo conforme aumenta la fuerza del motor, así como el coste de producción por caballo, resultando que en motores de más de 10 caballos el gasto es de 600 gramos por caballo-hora efectivo, resultando el precio á unos 9 céntimos empleando antracita; el motor sólo ocupa 8 metros cuadrados para fuerza de 15 caballos, siendo á la vez fácil y poco costosa su instalación.

Los motores por explosión empleando el petróleo, gasolina, bencina, esencia mineral y alcohol, son también útiles en agricultura por su poco volumen y construirse ya locomóviles, aplicables á muchos trabajos y fácilmente transportables. De estos motores hay muchos sistemas: con carburador inflamables por la chispa eléctrica, por conductibilidad ó por tubo de ignición y los motores sin carburador; ambas categorías dispuestas en forma fija, locomóviles, horizontales ó verticales.

El gasto es próximamente de medio litro de petróleo por caballo-hora. Mr. Fontaine que atribuye á estos motores de petróleo un gran avenir en las aplicaciones agrícolas, dice que resulta la fuerza del caballo de vapor por día á unos 3 francos, cuando por la máquina de vapor llega de 3 á 6 francos.

Se hacen diversos modelos de locomóviles con motor de petróleo aplicándolas á las trilladoras, á diversos usos de la

granja y para la labor de arar, como es el cultivador automóvil á petróleo de Sousa.

Los motores empleando gasolina, bencina, etc., se usan en determinados casos; los de alcohol se usan poco porque son caros y un kilogramo de alcohol desprende sólo 7.000 calorías, mientras que el petróleo 11.000.

Por lo tanto, además de los motores hidráulicos y las máquinas de vapor, se pueden usar en agricultura otros motores para el efecto de transformar su fuerza en energía eléctrica, y como se ha dicho, transportarla y subdividirla en los sitios y cantidad que sea necesaria.

Pero hay otro motor, otro agente natural de fuerza que nosotros aconsejamos mucho para usos agrícolas, y son los llamados molinos de viento; el agente motor, el aire en movimiento nos es gratuito, y por lo tanto, la fuerza que se utilice sólo costará la conservación y amortización de la máquina.

Antiguísimos son los molinos de viento contruidos toscamente de madera y de grandes alas y dimensiones, regulándolos á mano por largas palancas, que es la parte de estos motores que más ha preocupado, consiguiéndose que se orienten automáticamente. Muchos son los sistemas de molinos de viento, especialmente americanos, que se emplean en agricultura para la elevación de aguas y otros usos, ya con alas ó de disco, con eje horizontal (que es lo general), ó bien vertical ó turbinas atmosféricas; con alas rectas, alabeadas ó curvas; con reguladores y orientación automática de diversas formas y mecanismos. El molino ó motor de viento Lacet, empleado para el desfonde de terrenos, es transportable, dando con una velocidad de viento de 7 metros por segundo y con un rendimiento del 50 por 100 solamente, una fuerza efectiva de $7\frac{1}{2}$ caballos de vapor; su precio es de 1.500 francos. Según Richard, resulta el caballo-hora con los motores atmosféricos ó molinos y turbinas de viento de 0,20 á 1 francos, teniendo en cuenta intereses, amortización, grasas y vigilancia; creemos exagerado este cálculo y que resulta á bastante menos que las cifras que indica dicho Ingeniero.

Los molinos de viento, hasta ahora tan usados para la elevación de aguas, molienda del trigo y otros usos de interior de granja, pueden emplearse para mover un dinamo, y con una batería de acumuladores conservar la electricidad para ser transportada y utilizada en las horas y días que sea necesaria.

Según Ringelman, los precios medios comparativos de coste de 100.000 kilográmetros son los siguientes: de trabajo del hombre, 1,40 á 1,85 francos; del caballo, 0,40 á 0,30; de los bueyes, á 0,216; en malacates, de 0,522 á 0,708; motores de vapor (de 6 á 30 caballos), de 0,208 á 0,114; motores á petróleo (4 á 15 caballos), de 0,237 á 0,128; con motor hidráulico (6 á 30 caballos), 0,117 á 0,53 francos. El kilowat-hora con motor de vapor, 0,054; con motor hidráulico, 0,023, ó sea 0,0175 francos caballo-hora. Se ve, por lo tanto, cuán importante es para la agricultura el utilizar los saltos de agua para fuerza motriz eléctrica.

Medios para la aplicación de la electricidad en las granjas.— La utilización de las fuerzas naturales, saltos de agua y molinos de viento y las máquinas de vapor exigen que la explotación agrícola sea muy extensa é importante; pero como en la generalidad de los casos las fincas no tienen estas condiciones y pertenecen á diversos propietarios, pueden asociarse los que se reúnan en un coto superficial ya grande y establecer una central, ó bien que los industriales ó Sociedades eléctricas de alumbrado ó fuerza distribuyan la energía mediante un canon reducido á los agricultores cercanos á la fábrica ó á la línea de conducción.

Para disminuir el coste de instalación puede hacerse el transporte eléctrico á alta tensión y así aminorar el peso del alambre de cobre, y para evitar peligros transformar la corriente á baja tensión al entrar la conducción en los terrenos de la granja.

Para poner en comunicación las máquinas eléctricas con los cables de alta tensión, las Sociedades Helios, Siemens, etc., y otras que se ocupan en las aplicaciones agrícolas de la electri-

cidad, han construido transformadores de carretón para así fácilmente proporcionar el fluido á muchos agricultores habitantes en diferentes localidades. Un ejemplo es la instalación de Crottorf, en la línea férrea de Magdeburg-Halberstadt, con la fuerza hidráulica del río Bode y aplicada á la agricultura.

La fuerza media es de 350 caballos, reduciéndose casi siempre á 185, que dan tres turbinas con un salto de agua de 2,70 metros; además, como auxiliares hay máquinas de vapor. Se reparte la fuerza eléctrica entre siete localidades situadas en un radio de 30 kilómetros, estableciéndose una Central secundaria en cada grupo. Se han establecido dos conducciones, una para el alumbrado y otra para la fuerza. Durante el día se cargan las baterías de acumuladores para auxilio durante la noche en el alumbrado.

En Rieti é Ikervar establecieron instalaciones análogas la Compañía de la Industria eléctrica de Ginebra. Para la de Rieti se emplea fuerza hidráulica del Mármora, distante 30 kilómetros. La instalación de Ikervar mueve 30 trilladoras y se utiliza en más de doce pueblos para alumbrado y trabajos agrícolas.

La instalación que hizo la casa Ganz y C.^a en la gran finca del Archiduque Frédérich (Altenbourg hongrois) tiene una Central en la granja Casimir y conducciones á otras siete granjas; la Central es de 60 caballos de fuerza por una máquina de vapor. En una de estas granjas se calcula que sólo en la trilla del trigo se gana por año 350 florines; en otra hasta 800, además de la economía de tiempo y de mano de obra.

Si las explotaciones son grandes, puede establecerse la aplicación eléctrica auxiliada por alguna industria.

El tener á disposición un salto de agua es la gran base para una instalación en condiciones económicas y de seguridad en su resultado. Si hay próxima alguna mina de carbón de piedra, puede emplearse igualmente motores de vapor. En una palabra, el precio á que resulte la energía eléctrica es una de las principales consideraciones que hay que tener en cuenta para establecer una instalación eléctrica agrícola. El coste del caballo por fuerza hidráulica es muy variable, según el coste de las obras y transporte eléctrico, resultando solamente á algunos céntimos por caballo-hora en la mayoría de las instalaciones. Con vapor resulta en general más caro y el precio es conocido en todas las localidades.

Un medio muy nuevo de obtener fuerza es el Pirogas Tobiauský, ó sea el gas de la carburación del humo, y consiste en hacer pasar éste á través de un recipiente lleno de cok y que se riega por un hidrocarburo. Esto ha permitido utilizar la incineración de las inmundicias de poblaciones, dando buenos servicios á la agricultura.

La pila Portalier, de Bruselas, usada en la campiña para el alumbrado, resulta el hectowat á 16 céntimos y en batería puede alimentar 100 lámparas de 10 bujías.

Aplicaciones á las explotaciones agrícolas de la energía eléctrica.—Uno de los primeros en Europa en aplicar la transmisión de la energía eléctrica por la electricidad fué Mr. Félix en su granja, en el año 1879, haciendo por ese medio la labor de desfonde con el tren de arados Fowler de seis rejas, que se accionaba antes con dos locomóviles de vapor. Con la corriente eléctrica transmitida de su fábrica de azúcar á la granja por un hilo metálico movíanse los motores eléctricos colocados en los tornos motores del cable de tracción de los arados; á la vez utilizó la fuerza pura una trilladora, rastrillado del lino, almacenaje de remolacha y otros usos; el coste de 50.000 francos de todo el material resulta ya hoy mucho menor.

En igual año el célebre electricista inglés Mr. Siemens estableció en una granja cerca de Londres la electricidad para el alumbrado, empleándolo en sus efectos sobre las plantas, en motores para corta-pajas, bombas elevatorias de agua, sierra de madera, etc. El Conde Asarta en su granja de Trafocano, utilizó la fuerza hidráulica de 13 caballos para todas las labores y trabajos de su propiedad.

Mr. Menier cerca de París posee una finca agrícola en la que la electricidad funciona de una manera notable y útil. Mr. Bandoín en una explotación agrícola en Absiza (Argelia) emplea igualmente la electricidad.

La aplicación de la electricidad á la labor del campo hace muy pocos años que sólo se aconsejaba en los terrenos llanos, de condiciones especiales y de grandes extensiones; resultaba cara la transmisión de la fuerza á distancia, lo que hoy ya es fácil y económico, y por lo tanto, en muy poco tiempo el problema científico y económico de utilización agrícola de la energía eléctrica ha adquirido mayor radio de acción y las aplicaciones en las grandes propiedades rurales se acrecenta cada año mucho más. En las granjas que necesiten un gasto de fuerza de unos 20 á 30 caballos, para los que han de emplear voluminosas, pesadas y costosas locomóviles de vapor, las van sustituyendo por las dinamos y transmisión fácil por alambres colgados de postes provisionales ó en los árboles á todos los edificios, máquinas y terrenos donde de tan diversas maneras se aplica la electricidad.

La superioridad del trabajo agrícola con la electricidad al que se obtiene con el vapor es ya hoy muy notable.

Generalmente en casi todas las grandes explotaciones agrícolas hay alguna industria anexa y motores fijos, con los que, accionando uno ó varios dinamos, podría transmitirse la fuerza al campo y á los edificios para todos los trabajos del exterior é interior de la granja; lo que es imposible solamente con las máquinas fijas, y por eso los trabajos agrícolas que pueden efectuarse utilizando la electricidad son mucho más numerosos que los que se obtienen sólo con la máquina de vapor. Y esta ventaja aún es mayor si se puede aprovechar una fuerza natural, como son los saltos de agua y molinos de viento, motores de otras industrias ó transmisiones eléctricas destinadas para usos de grandes poblaciones.

Para los trabajos de la granja es preciso que los motores sean móviles y fácilmente transportables, circunstancias que no reúnen las locomóviles de vapor, y de ninguna manera las máquinas fijas; además se hace precisa la fuerza en puntos distantes y en condiciones diferentes según la infinidad de trabajos que tiene una explotación agrícola, y esto es imposible con los motores de vapor; al paso que por la electricidad con suma sencillez puede aplicarse en todas partes simultáneamente, como sucede en las fábricas industriales. Los motores eléctricos pesan sólo por caballo de fuerza unos 50 kilogramos, mientras que en las locomóviles es de unos 750 kilogramos. La máquina eléctrica recibe la energía de la estación central por un delgado hilo, ó un rail ligero sobre el cual puede moverse, y así la fuerza se produce más económicamente que por el carbón ó la fuerza muscular. Las baterías de acumuladores eléctricos completan en todos los casos agrícolas la aplicación de la electricidad. Empleando para todas las labores de la granja una estación central eléctrica, se obtendrá economía de tiempo, mejor trabajo, luz, aplicaciones del electro cultivo, remoción de tierras, fácil movimiento de todas las máquinas y de las industrias rurales y cuantas aplicaciones importantísimas exponemos, aunque brevemente, en esta Memoria.

En la gran explotación agrícola de Noisiel (Francia) Mr. Menier utiliza la fuerza hidráulica para muchísimas operaciones de la granja, como son la trilla, limpia de remolacha, corta-raíces, cortapaja, elevadores, etc. En esa misma Nación Mr. Prat, en Tarn, utiliza un pequeño riachuelo que atraviesa la finca, aprovechando un salto de agua, y transformada su fuerza en energía eléctrica la utiliza para la labor de desfonde del terreno y muchas otras aplicaciones agrícolas. Ha resultado que se desfonda 400 metros cuadrados por hora, siendo los surcos de 0,60 metros de profundidad por 0,50 de anchura, ó sea por hectárea á 110 francos, todos los gastos y amortización comprendidos.

En Alemania desde 1883, que Werner von Siemens hicieron trabajos de labor por la electricidad. La Sociedad Alemana de

Agricultura contribuyó mucho á extender el empleo de la electricidad en las granjas. La Exposición de Hambourg puso de relieve muchísimos sistemas electrotécnicos propuestos para las granjas, ya para el cultivo propiamente dicho, ya sea para el movimiento de máquinas en trabajos del interior.

En Bélgica hay también muchos ejemplos de explotaciones agrícolas con el empleo de la electricidad; y principalmente en América es donde este gran adelanto en agricultura tiene mayores y más importantes aplicaciones.

Fenómenos electrofisiológicos vegetales.—La producción de corrientes eléctricas en los vegetales fué estudiada por Becquerel en 1853, y de una manera verdaderamente científica las causas físicas y químicas que intervienen en la producción de los fenómenos electrofisiológicos en los vegetales; hizo notar que los cuerpos organizados, animales ó vegetales, están compuestos de órganos que contienen líquidos y que por eso son buenos conductores de la electricidad y que dan lugar á reacciones químicas, en las que hay siempre una cantidad de electricidad. Demostró la formación de corrientes derivadas en las ramas de los vegetales, y dirigidas del parenquima á la medula, é igual que del cambium al parenquima, en sentido inverso que las anteriores. Dijo también que la savia ascendente, siendo más oxigenada que la savia parenquimatosa descendente, desprende en su reacción sobre ésta electricidad positiva; en fin, que la savia del parenquima cortical, tenida durante algún tiempo á la exposición del aire, experimenta una modificación que, poniéndola en contacto con la savia de las partes verdes del parenquima de la corteza, su electricidad es negativa relativamente á la electricidad de ésta.

La tierra, estando en comunicación directa y constante con los vegetales por el intermedio de las raíces, debe participar de su estado eléctrico y de los resultados de las reacciones que se efectúan en sus tejidos; se observa que existe una corriente eléctrica entre la rama de un vegetal y la tierra que posee un exceso de electricidad positiva, al contrario del parenquima de la planta; y como dice Pabst, se puede sentar el principio que el acto de la vegetación (cuando ha terminado la germinación), la savia ascendente que comunica con el suelo por intermedio de las raíces aporta continuamente al vegetal el exceso de electricidad, de la cual se apodera en sus reacciones sobre el líquido del parenquima cortical, mientras que este líquido da al aire por la evaporación acuosa un exceso de electricidad positiva. La distribución de la savia ascendente y la del parenquima cortical hizo creer á Becquerel que circulan continuamente en los vegetales corrientes eléctricas, dirigidas de la corteza hacia la medula, pasando por las raíces y la tierra, y que puede ser también sin pasar por estos dos intermediarios. Cuando se coloca en el circuito de un galvanómetro el suelo y una parte cualquiera de la planta, visible ó subterránea, se nota una corriente dirigida de la planta al suelo que es positiva con relación á ella; las capas superficiales del suelo son frecuentemente positivas con relación á las que envuelven las espongiolas. También se manifiestan corrientes cuando se colocan en el circuito el reómetro dos plantas distintas. Los estados eléctricos opuestos de la tierra y los vegetales hacen presumir que han de tener influencia en el estado eléctrico de la tierra y la atmósfera, y como consecuencia, de la exhalación que se opera por los órganos correspondientes de las plantas.

Edic Wartmann y Zantedeschi publicaron poco después que Becquerel varios trabajos interesantes, haciendo notar que el galvanómetro manifestaba la existencia de corrientes eléctricas en todas las partes de los vegetales, excepto las resinosas; que estas corrientes son constantes y que no se interrumpen por la separación de parte de la planta. Reconocieron que en las raíces, ramas, peciolos y pedúnculos existe una corriente central descendente y una corriente periférica ascendente que denominaron corrientes axiales; que reuniendo por el galvanómetro las capas del liber ó albura, sea con las capas centrales ó con las exteriores, se nota que existe una corriente lateral dirigida de

estas capas á los órganos próximos. En las hojas la corriente va del limbo á los nervios; en los frutos, van de las partes superficiales á los órganos interiores; en los hongos, del sombrerillo á la base del stipe, y otra lateral del centro á la periferia. Becquerel y Wartmann reconocieron también la presencia de esa corriente lateral en los tubérculos. Zantedeschi estudió el estado eléctrico entre los estambres y los pistilos, acusando el galvanómetro una corriente de los primeros á los segundos. En fin, cuando se coloca en el circuito de un reómetro el suelo y una parte cualquiera de una planta visible ó subterránea, se encuentra una corriente dirigida desde ésta al suelo, que es positiva respecto á ella; y según Wartmann, las corrientes eléctricas en los vegetales forman muy probablemente circuitos cerrados; las extremidades radicales por una parte y las terminaciones foliáceas por otra establecen la continuidad de la corriente ascendente periférica con la descendente central.

Para Zantedeschi, el organismo vivo es una especie de pila á diafragmas formadas de líquidos diferentes. La electricidad será esa virtud que en la época de la fecundación, con su potencia repulsiva, abre y despliega al exterior las suturas de las antenas, por las cuales sale el polein que allí está contenido; esta virtud imprime á los glóbulos y á la materia vivificatriz una especie de eyaculación, como así le llama y así lo expresa.

Becquerel hizo un estudio particular sobre los efectos eléctricos en los tubérculos, demostrando que en éstos sucede como en el sistema cortical de una rama leñosa, es decir, que la parte subepidérmica es positiva relativamente á las otras y las partes contiguas con relación á las centrales, y así seguidamente hasta el centro que es negativa.

Se ha querido utilizar la acción fisiológica de la electricidad sobre los vegetales, y Mr. Germain trató de aplicarla á la viña á fin de salvarla de los efectos de las heladas de primavera.

La cantidad de electricidad producida por las plantas es variable para cada especie; hay en las que apenas existe y otras capaces de dar luz como se publicó en 1889 en un periódico inglés, de una planta eléctrica de la India que á 6 metros de distancia impresiona una aguja imantada.

Electrización de las flores y las hojas.—También tiene aplicación la electricidad para hacer cambiar los colores de las flores y de las hojas, lo que á veces pueden utilizar los jardineros.

La decoloración de las flores puede obtenerse por una máquina eléctrica ordinaria ó con un aparato de inducción de poca fuerza. Kabsch usó esta última, observando que en los puntos que los electrodos tocan los pétalos se produce una coloración complicada por una acción química; en el electrodo positivo se forma un ácido que tiende á colorar en rojo el pétalo y en el electrodo negativo un álcali que le colora en verde; atribuía estos efectos decolorantes al ozono; pero Becquerel no opinó así. Las experiencias de este sabio fueron con una máquina eléctrica, siendo libres las dos extremidades del excitador, alejadas tres centímetros una de otra y colocadas á un centímetro del pétalo; una de las varillas estaba en comunicación con el suelo y la otra con una esfera aislada colocada á alguna distancia del conductor de una máquina eléctrica en acción, que servía para desprender chispas que eran transmitidas al pétalo. Encontró en estas experiencias que los pétalos del *Papaver orientalis*, de color rojo escarlata, se cubrían primero de manchas rojo violáceo, después blanco; suspendida la electrización, las manchas se extienden ó invaden el pétalo; si éste se sumerge en el agua, toma un color violeta y después se decolora completamente. Los pétalos del *Papaver Rhizas* pasan de violeta claro al blanco verdoso y al blanco en el agua. El pensamiento de color violeta oscuro no parece experimentar la acción eléctrica, pero sumergido después en el agua se colora de azul y después verde. Las flores amarillas son poco impresionables. Las capuchinas rojas se vuelven color amarillo claro. Las flores azules son menos impresionables que las rojas.

Las hojas verdes, en general, no experimentan ningún efecto

por la electrización, pero después quedan como hojas muertas; la electricidad obra sobre las hojas destruyendo las envueltas celulares, por lo que la clorófila puede descomponerse poco a poco y volverse de color amarillo.

En las hojas del begonia discolor, rojas por una cara y verdes en la otra, ésta se hace algo roja y la otra recíprocamente; parece una especie de filtración de la materia roja en el tejido de la hoja, pues la clorófila no se ve alterada. Las hojas del *Coleus*, de rojo oscuro, toman el color verde y en el agua se decoloran completamente. Las hojas de amaranto, que no parecen sensibles a la electrización, ceden después todo su color en el agua fría. Dawy sometió a la corriente eléctrica de una pila de cinco elementos durante muchos días las hojas de laurel, que tomaron color pardo, como tostadas; la materia verde, resina, álcalis, la cal, se transportaron al polo negativo, y el ácido cianhídrico al positivo.

Efectos parecidos se producen en las plantas por las descargas eléctricas de la atmósfera.

Acción sobre los vegetales por diferentes fuentes de electricidad.—No todas las fuentes de electricidad producen iguales efectos en los vegetales. El estudio de la acción de la electricidad producida por máquinas eléctricas ha dado origen a muchas experiencias; en 1885, en la finca Niemis-Witchis, se tendió una red metálica, cuyos hilos tenían puntas cada 50 centímetros, dirigidas hacia tierra y aisladas y colocadas encima de un campo de cebada. Una máquina Holtz marchaba ocho horas cada día produciendo la electricidad; el producto del campo aumentó en tres veces.

En el Laboratorio de la Universidad de Helsingfors se experimentó el efecto de una corriente eléctrica, proveniente como la anterior, cinco horas por día durante seis semanas, haciendo las experiencias en unos botes ó tiestos en los que se sembraron cereales, obteniéndose un aumento de 40 por 100 y observándose en general que la electricidad proporcionada por la máquina ejerce una acción favorable en las plantas, siendo independiente el sentido de la corriente.

En 1886 en la misma Universidad se hicieron experiencias favorables a ese cultivo con una red metálica de cuatro puntas por metro y en comunicación con una máquina eléctrica.

En el *Boletín* del Colegio de Agricultura de Massachusetts se dió cuenta de experiencias hechas de electrocultivo, poniendo enterrados unos chasis ó enrejados de alambre, distantes los hilos 1 a 2 centímetros, estando las raíces a su contacto y por los cuales pasaba la corriente eléctrica de una pila de dos elementos; de estas experiencias se dedujo que la electricidad es uno de los agentes empleados por la naturaleza para proporcionar a las plantas su alimentación y estimular su crecimiento, y que en todos los casos la electricidad goza en la vida orgánica un papel importante, comparable con el de la luz.

Experiencias hechas en 1887 en Brodorp, y durante la floración del trigo en un campo electrizado por cuatro máquinas Holtz acopladas, dieron en grano 60 por 100 más que los terrenos que sirvieron de testigos.

De numerosas experiencias hechas por M. Lemström, deduce las siguientes conclusiones: las plantas las divide en dos grupos: el uno, en las que su desarrollo está favorecido por la electricidad, que son el trigo, cebada, avena, centeno, remolacha, patata, etcétera, y el otro, en la que ejerce la electricidad menos influencia, como son el tabaco, la col, guisantes, etc. Demostró que cuanto más fértil es el suelo, más influye la electricidad en el desarrollo de las plantas. En fin, que la conjunción a la vez de un fuerte sol y la electrización son nocivas a las plantas.

El empleo de las máquinas eléctricas no puede aconsejarse para el cultivo eléctrico, por resultar más costoso que por el electrovegetómetro y otros sistemas.

Mr. Grandeau, en su obra de química fisiológica *La nutrición de la planta*, expone sus magníficas experiencias sobre la influencia de la electricidad atmosférica en la vegetación, reseñando además trabajos de Thomson, Marcart, del abate Nolle,

de Jallabert en Génova, de Mombray en Elimburgo, así como los de Bertholon y otros.

El abate Nolle, de sus experiencias sobre evaporación en las plantas sometidas a la electrización, deduce que la electricidad aumenta la evaporación natural, y tanto más cuanto es más fácil de evaporar el líquido, que la electricidad hace disminuir el peso de los cuerpos aun de consistencia sólida, mientras contengan en sus poros algunos jugos ó alguna humedad. Reconoció la influencia de la electrización en el desarrollo de semillas y plantas y la facultad conductriz en los tejidos vegetales. Dedujo también de sus experiencias que un animal sometido durante cuatro ó cinco horas a la acción de la electricidad estática sufre pérdidas de peso mucho mayores que los mismos animales no electrizados, y que estas pérdidas de peso son tanto mayores cuanto más pequeño sea el animal.

Duamel du Marceau es uno de los primeros naturalistas que hizo observaciones precisas sobre las relaciones del estado eléctrico del aire con el desarrollo de la vegetación.

El abate Bhertholon se propuso «remediar el defecto en la cantidad de electricidad natural, relativamente a los vegetales», haciendo experiencias con ingeniosos aparatos, para demostrar los efectos de su electrovegetómetro y con los riegos eléctricos de las plantas, de que nos ocupamos en otro párrafo de esta Memoria.

Experiencias muy interesantes de Mr. Grandeau, que él dice ya concluyentes, le «autorizan a atribuir a la electricidad atmosférica una influencia preponderante sobre los fenómenos íntimos de la nutrición de los vegetales», las que comunicó a la Academia de Ciencias en 1878. Dice que «no pudiendo dudar de los árboles elevados ejercen sobre la vegetación de sus alrededores una acción análoga, sino idéntica a la de la caja de Faraday, yo me explico (dice), desde entonces mucho mejor que antes, la acción de estar cubiertos en los bosques por los grandes árboles los vegetales subyacentes». Bien que esa acción le parece fuera de duda, considerando como Thomson absolutamente nula la tensión eléctrica sobre el suelo de un bosque, por lo que hizo experiencias directas para demostrar esa ausencia de electricidad bajo los árboles de diversas alturas, deduciendo que los grandes árboles, los macizos de verdura ó una caja de madera cubierta de plantas vivas, funcionan respecto a la vegetación que ellos dominan absolutamente como una caja metálica, extrayendo la electricidad atmosférica y sustrayéndola completamente de su acción sobre los objetos situados entre ellos y el suelo; que el perímetro de protección, contra la influencia eléctrica de un árbol de gran altura y radio, se extiende más allá de la superficie comprendida en su proyección horizontal de su masa foliácea, y se ejerce a cierta distancia sobre la vegetación próxima a esos árboles; en fin, que se puede eliminar la influencia de la electricidad atmosférica sobre una planta colocándola en las proximidades de un árbol elevado.

Las experiencias que hizo Mr. Grandeau junto con Mr. Lecercler en la estación de Nancy y en Mettray, son en alto grado interesantes, deduciendo (como ya se dice en otra parte) que en los vegetales (tabaco y maíz) se notaron una gran influencia en su crecimiento por la supresión de la tensión eléctrica, disminuyendo hasta 27,09 por 100 en la proporción de sus tejidos vivos; las materias secas elaboradas por las plantas decrecieron el 29,75 por 100 y en materias azoadas el 20,28. En las conclusiones finales que Mr. Grandeau hace de las experiencias propias y de Boussiagault, Lawes, Ville, Kulmans, Schlosing, Warrington, Stosllhardt, Sachs y Meyer, una de ellas dice así: «La única fuente primordial de ázoe asimilable, capaz de sostener la vida de las plantas, y, por consiguiente, la de los animales a la superficie del globo, es el amoníaco ó ácido nítrico producidos por las acciones eléctricas que se manifiestan incesantemente en el seno de la atmósfera». En otra de sus conclusiones dice que «la nitrificación es un fenómeno correlativo de la vida que tiene origen exclusivamente en presencia de materias azoadas».

(Se continuará.)