

UN METODO DE APROVECHAMIENTO DE ENERGIA SOLAR EN LA PRODUCCION DEL RABANO (*Raphanus sp.*)

Lucio Legarda B.*
Bernardo Martínez S.

Francisco Citelly P.

I.— INTRODUCCION

Con la presente publicación, se desea exponer los resultados preliminares de una serie de sencillas investigaciones, encaminadas a aprovechar mejor la energía del sol.

La radiación solar recibida sobre un campo de cultivo es absorbida en parte por el suelo, en parte por la planta la cual la utiliza en sus procesos de transpiración, calentamiento y fotosíntesis y otra porción de la energía solar es reflejada, es decir es una energía de retorno de poca utilidad.

Cuando los cultivos están en estado de plántula, el mayor porcentaje de energía solar es utilizado por el suelo o rechazado por reflexión; el porcentaje absorbido por las plántulas es mínimo, pero a medida que éstas crecen, el área foliar de ellas también aumenta y por consiguiente se incrementa la energía asimilada por la planta, disminuyendo inversamente el porcentaje absorbido por el suelo (1).

Se estima que los trabajos de investigación destinados a aumentar la productividad económica de las plantas, deben encaminarse a "amarrar la energía solar" incorporándola al suelo para aumentar su actividad bio-química, o también, escogiendo entre los vegetales aquellas especies que tengan mayor eficiencia, en la acumulación y transformación a formas orgánicas, tanto de la energía solar como de los elementos inorgánicos que la planta necesita. Entre otras prácticas tendientes a "amarrar la energía solar" podemos citar una adecuada dirección y densidad de siembra, riegos, desyerbes, control de plagas

* Profesor Asistente. Especial y Jefe del Departamento de Ingeniería Agrícola, respectivamente. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

y enfermedades, abonamiento, etc., con el fin no sólo de aumentar el área foliar, sino también de modificar el color de las hojas para que haya menor pérdida de energía reflejada debida a coloraciones claras de los foliolos.

Con los presentes ensayos se ha pretendido aumentar la energía absorbida por el suelo, mediante el empleo de un cuerpo negro, colocando una delgada capa de carbón sobre la superficie, ya que aquel absorbe la radiación solar incidente y la transmite al suelo.

II.— REVISION DE LITERATURA

La temperatura favorable es un requisito para la germinación de las semillas de algunas especies en una escala relativamente amplia de temperatura, otras lo hacen dentro de ciertos límites estrechos. La temperatura también afecta el crecimiento de plántulas después de la germinación (10, 18).

Generalmente para el crecimiento de las plántulas es mejor una temperatura algo inferior a la usada para la germinación. Establecer las temperaturas específicas para una especie dada es algo difícil debido a que afectan tanto el porcentaje de germinación con la energía germinativa (5, 10).

La temperatura afecta directamente las funciones de las plantas relacionadas con a) fotosíntesis, b) respiración, c) absorción del agua y nutrimentos, d) transpiración y e) actividad enzimática (1, 5, 19).

La energía radiante es un factor significativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los componentes del factor luz son: a) intensidad, b) calidad, c) duración. (1, 7, 10, 18).

Los estudios del efecto de la calidad de la luz sobre el crecimiento de las plantas son difíciles de realizar, debido a la necesidad de controlar simultáneamente la longitud de onda y la intensidad de la radiación. Sin embargo, parece que el espectro completo de la luz del sol es más satisfactorio para el crecimiento de la planta que la luz de un solo color (1).

Estudios realizados en el Japón indican que la absorción de NH_4 , $\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O}$, HPO_4 , por la planta de trigo, se incrementa con la intensidad de la luz. En cambio, la absorción de Ca y Mg casi no es afectada (8).

Desde el punto de vista práctico, el factor intensidad de la luz tiene gran importancia en lo relativo a la densidad de siembra y a la mezcla de especies, por ejemplo gramíneas y leguminosas (8).

El ambiente de la planta en relación a la duración de la luz del día, tiene gran importancia en el fotoperiodismo de la misma (15).

El carbón vegetal es el producto de la destilación destructiva de

la madera, que aparece como residuo carbonoso y se caracteriza por su gran porosidad. Un centímetro cúbico de algunos carbones vegetales llega a tener hasta 1.000 centímetros cuadrados de superficie de poros, factor que hace del material un buen aislante térmico cuyo valor puede ser superior al de la madera ($0,4 \text{ Kcal/hr} - \text{C}^\circ - \text{m}^2 - \text{m}$) (14). Su densidad es baja, varía entre 0,65 y 0,75, su contenido de cenizas es pequeño entre 1 y 4 por ciento (4, 7).

El carbón vegetal aplicado al momento de la siembra permite obtener un margen mayor de seguridad en el establecimiento de los sembrados y conseguir cosechas libres de malezas (7, 13).

La cobertura de carbón vegetal colocada sobre el suelo evita eficientemente la proliferación de malezas en la zona protegida por este material. Algunos ensayos preliminares han permitido observar que además de la protección directa contra las malezas, las plantas tratadas se han desarrollado mejor que las plantas testigos, posiblemente entre las razones que han contribuido a este mayor desarrollo se tengan: una mejor conservación del calor en el nivel superior del suelo; con esta protección el grado de evaporación de la humedad disminuye en forma significativa y consecuentemente la humedad aplicada tiene mayor duración (7, 13, 15).

La humedad y la temperatura son requisitos importantes para la germinación de las semillas (5,9). Las semillas de rábano germinan en una escala relativamente amplia de temperatura, así cuando están en camas calientes germinan a los dos días y al aire libre en tres o cuatro días (6).

En el suelo existe una población muy compleja de organismos que le proporcionan una vida activa. Unos participan en las reacciones bioquímicas del suelo, descomponiendo no solamente tejidos vegetales y animales, sino también materiales inorgánicos (3). La población de bacterias nitrificantes de los suelos, es muy pequeña, pero queda compensada su reducida representación por la gran importancia de su actividad. La nitrificación tiende a aumentar con la temperatura hasta aproximadamente 35°C , aunque muchos autores reportan la temperatura óptima como comprendida entre 24 y 30°C (3, 20).

III.— MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en los predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, situada en la ciudad de Pasto al sur-oeste de Colombia. Las coordenadas del Departamento de Nariño son: $0^\circ37' - 2^\circ43'$ latitud norte y $79^\circ03' - 76^\circ47'$ longitud oeste del meridiano de Greenwich (16). La ciudad de Pasto está a una altura de 2.600 m.s.n.m., con una temperatura promedio de $13,5^\circ\text{C}$ y con una precipitación promedio de 790 mm. anuales (16). Ecológicamente, en su mayor parte pertenece al bosque montano bajo, según el sistema propuesto por Holdridge (11).

Geológicamente, el Altiplano de Pasto, está formado por una

mezcla de material volcánico cascajoso. La composición de las rocas eruptivas neovolcánicas consiste principalmente de brechas, cantos de andesita, bombas andesíticas, tobas de lapillis y cenizas con diversos grados de compactación (16).

Los tratamientos empleados en el presente trabajo fueron 4, cada uno de los cuales tuvo 3 replicaciones, empleando un diseño irrestrictamente al azar. Los tratamientos fueron:

Tratamiento I : Testigo (sin carbón)

Tratamiento II : 500 gr. de carbón por parcela de 1 m²

Tratamiento III : 1.000 gr. de carbón por parcela de 1 m²

Tratamiento IV : 1.500 gr. de carbón por parcela de 1 m²

El carbón que se aplicó al suelo se lo sometió a un proceso de trituración, para facilitar su aplicación a los distintos tratamientos y obtener una mejor cobertura. En general, el tamaño de los granulos de carbón varió 1 y 5 mm. de diámetro. Sin embargo se observó que el carbón finamente molido fue poco estable como cobertura, puesto que el impacto de la lluvia y/o el viento removían la capa de material.

La siembra de las eras de 1 metro cuadrado se realizaron con semilla de rábano, al chorrillo a distancia de 10 cm. entre surcos, el 9 de Febrero de 1973 y se cosechó el 20 de Marzo del mismo año. Para determinar el número de malezas se utilizó un cuadrado de alambre de 10 cm².

Al cabo de diez días de sembrado el cultivo se procedió a contar el número de plántulas germinadas en cada parcela.

Para determinar la población bacteriana se siguió el procedimiento indicado por Baker (2): se pesó 1 gr. de suelo bien homogeneizado que se colocó en un tubo con 9 ml. de agua destilada esterilizada. Se dejó por 15 a 20 minutos para facilitar la difusión de bacterias. Después de ese tiempo, se tomó con una pipeta 1 ml. de la suspensión anterior y se pasó a otros 9 ml. de agua destilada para obtener una dilución 1:10. Con el mismo procedimiento anterior se obtuvo la dilución 1:100 y 1:1000. De cada dilución se trasvasó a 0,5 ml. en cajas de petri esterilizadas, utilizando como medio de cultivo papa -dextrosa - agar y se llevó a la estufa incubadora. Posteriormente, se contó el número de colonias bacteriales multiplicándolas por la respectiva dilución.

Se analizaron los suelos de los diferentes tratamientos a una profundidad de 5 cm. Siguiendo las metodologías propuestas por Jackson (12) y Silva (17) se procedió a analizar el N-total por el método de Kjeldahl, materia orgánica según Walkley-Balck. P-aprovechable por Bray-Kurtz II, se determinó el K, Ca, Mg y pH en pasta con agua, la textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos y la humedad por el método gravimétrico. Además, se hicieron determinaciones diarias a las 8 a.m. y 2 p.m., de la temperatura del suelo mediante un termómetro de mercurio.

Estadísticamente se hicieron análisis de variancias para separar los efectos y comparaciones de clase no ortogonales (rangos múltiples) por medio de la Prueba de Duncan para detectar la significancia entre los tratamientos y aislar el efecto del mejor tratamiento.

Se analizaron los resultados de rendimiento de rábano y temperatura media del suelo, rendimiento y población bacteriana y temperatura media del suelo, rendimiento del rábano y número de malezas, usando el modelo matemático de función lineal.

IV.— DISCUSION Y RESULTADOS

En las Tablas I, II y III, aparecen los resultados obtenidos del rendimiento de rábano por tratamiento, el análisis de variancia del rendimiento y la Prueba de Duncan.

— TABLA I —

Rendimiento de rábano en gramos por parcela en m² en los tratamientos estudiados.

TRATAMIENTO	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
I Sin carbón	1.345	1.535	1.420	4.300	1.433,3
II 500 gr/C	1.560	1.725	1.670	4.955	1.651,7
III 1.000 gr/C	2.000	1.890	2.060	5.950	1.983,0
IV 1.500 gr/C	2.375	2.550	2.130	7.055	2.351,7

— TABLA II —

Análisis de variancia del rendimiento de los tratamientos.

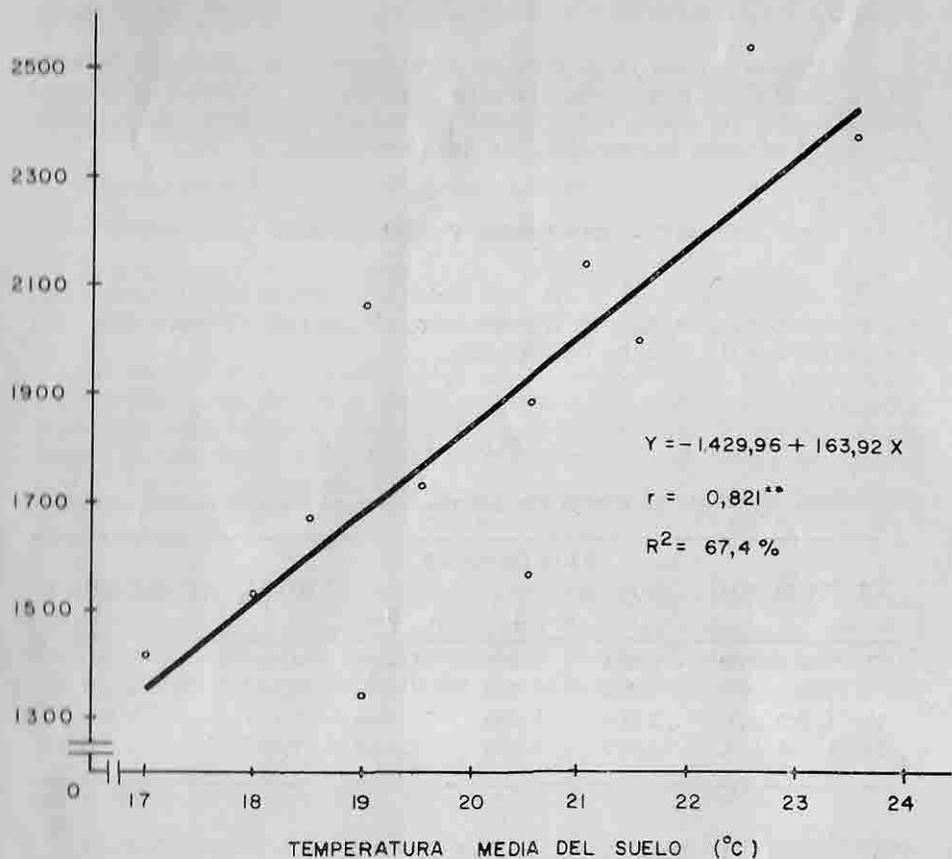
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Tratamientos	3	1.446.883,33	482.294,44	28,30	4,07
Error	8	136.316,67	17.039,58		
Total	11	1.583.200,0			

— TABLA III —

Prueba de Duncan del rendimiento de los tratamientos

Tratamiento	I	II	III	IV
-------------	---	----	-----	----

NOTA: Entre los tratamientos que están unidos por la misma línea horizontal no hay superioridad significativa al nivel del 5%.



1- Relación entre la temperatura media del suelo y el rendimiento de rábano.

En general, en los tratamientos que se les aplicó diferentes dosis de carbón se observó mayor rendimiento que en el tratamiento testigo, lo cual se puede atribuir a que el aumento de temperatura en el suelo, debido a la retención de la energía solar por parte del carbón, acelera los procesos enzimáticos. La energía solar absorbida por el carbón se transmite, posiblemente por radiación, hacia el agua, minerales y demás elementos del suelo, en el cual queda retenida en gran parte por las características de aislante térmico que posee el carbón. Lo anterior indica que el incremento de la temperatura debido a la aplicación de carbón influyó en el mayor rendimiento. La Figura 1 muestra la relación entre estas dos variables con un $r = 0,821$ altamente significativo. Estadísticamente el mejor tratamiento respondió a la dosis de 1.500 gr. de carbón por micro-parcela, siguiéndole el tratamiento con aplicación de 1.000 gr. de carbón por micro-parcela, obteniéndose la producción más baja en el testigo.

En las Tablas IV, V y VI se registran los resultados obtenidos del número de plantas germinadas de rábano, el análisis de variancia y la prueba de rangos múltiples de Duncan para detectar el efecto del mejor tratamiento.

— TABLA IV —

Número de plantas de rábano germinadas a los 10 días de sembradas en los tratamientos estudiados

TRATAMIENTO	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
I Sin carbón	49	68	58	175	58,3
II 500 gr/C	82	87	73	242	80,7
III 1.000 gr/C.	120	116	97	333	111,0
IV 1.500 gr/C	146	134	113	393	131,0

— TABLA V —

Análisis de variancia del número de plantas germinadas de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Tratamientos	3	30.085,0	10.028,33	29,69	4,07
Error	8	2.702,0	337,75		
Total	11	32.787,0			

— TABLA VI —

Prueba de Duncan del número de plantas germinadas de los tratamientos.

Tratamiento	I	II	III	IV

En la germinación de las semillas de rábano los tratamientos con diferentes dosis de carbón resultaron ser los mejores con respecto al testigo, la secuencia de mayor a menor del número de plantas germinadas es la siguiente:

Tratamiento IV > Tratamiento III > Tratamiento II > Tratamiento I

Al igual que el rendimiento, la más alta germinación de las semillas se debió, posiblemente a la absorción de energía calórica proveniente del sol, la cual incrementa la temperatura del suelo favoreciendo la germinación.

Según algunos autores (10, 18) la temperatura mínima del rábano para su germinación es de 4°C y como en el área de trabajo (pre-

dios de la Universidad de Nariño) la temperatura baja considerablemente durante la noche, es de suponer que la adición de dosis crecientes de carbón vegetal a la superficie del suelo aumenta y retiene mayor cantidad de energía calórica, indispensable para la germinación.

En las Tablas VII, VIII y IX se observan los resultados relacionados con el número de malezas por tratamiento, notándose el siguiente orden de mayor a menor:

Tratamiento IV > Tratamiento III > Tratamiento II > Tratamiento I

— TABLA VII —

Análisis de variancia del número de malezas de los tratamientos

TRATAMIENTO	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
I Sin carbón	80	70	69	219	73,0
II 500 gr/C	60	45	50	155	51,7
III 1.000 gr/C.	20	30	28	78	26,0
IV 1.500 gr/C	16	12	14	42	14,0

— TABLA VIII —

Análisis de variancia del número de malezas de los tratamientos

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Tratamientos	3	6.275,00	2.091,67	65,71	4,07
Error	8	254,67	31,83		
Total	11	6.529,67			

— TABLA IX —

Prueba de Duncan del número de malezas de los tratamientos.

Tratamiento	I	II	III	IV
-------------	---	----	-----	----

Se registra el menor número de malezas en las parcelas tratadas con carbón vegetal, posiblemente, debido a que en la preparación del terreno muchas semillas de malezas quedan enterradas. Al adicionarlas a las parcelas diferentes dosis de carbón, éstas quedan más profundas dificultándose por tanto su germinación, aumentando por consiguiente la producción de rábano, a medida que disminuye el contenido de malezas en el suelo (Figura 2).

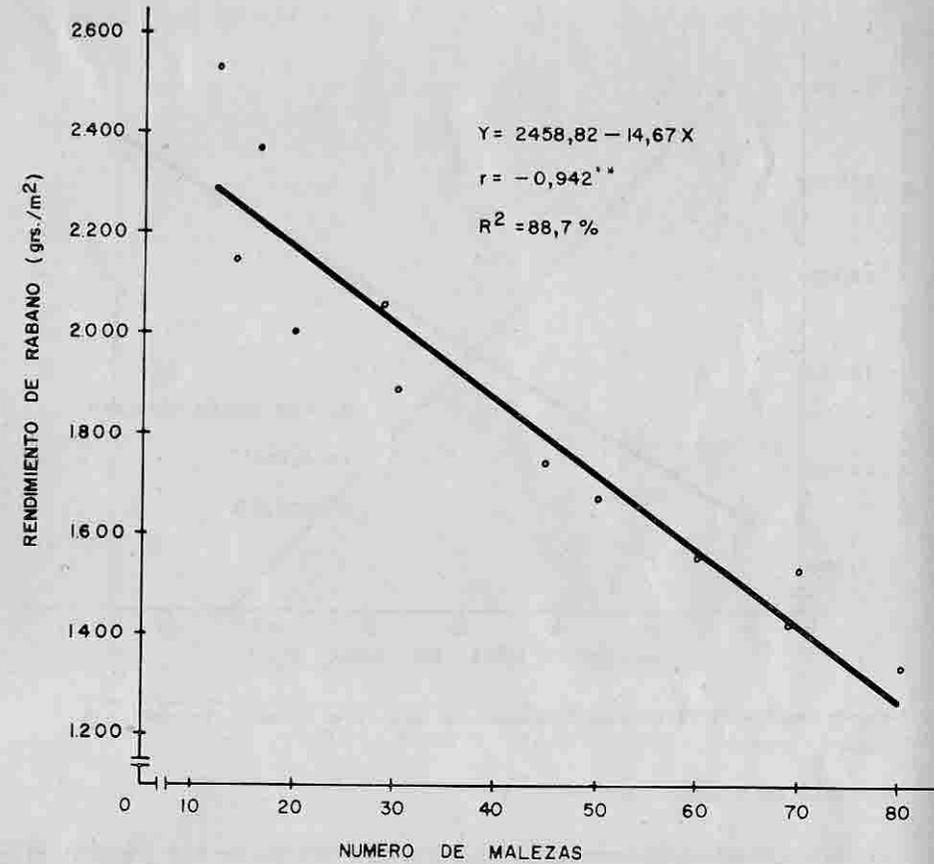


Fig.-2.- Relación entre el número de malezas y el rendimiento de rábano.

El incremento de temperatura puede ser favorable para la germinación de semillas de rábano, ya que éstas pueden alcanzar el óptimo, en cambio para las semillas de malezas puede ser un factor limitante si se tiene en cuenta los distintos rangos de temperaturas para las diferentes semillas.

La luz es un inhibidor de la germinación de malezas. En general, las semillas para su germinación se clasifican en cuatro grupos en cuanto a requerimientos de luz y la mayoría de las semillas de malezas pertenecen al grupo de las que necesitan gran cantidad de ésta, la capa de carbón vegetal por efecto de su color negro impide su acceso hasta las semillas (10, 18). No se conoce hasta qué punto el color puede afectar el medio ecológico de las malezas ya que no se cuenta con estudios sobre este aspecto.

En cuanto a la temperatura del suelo, se observó un mayor aumento en el tratamiento con mayor dosis de aplicación de carbón,

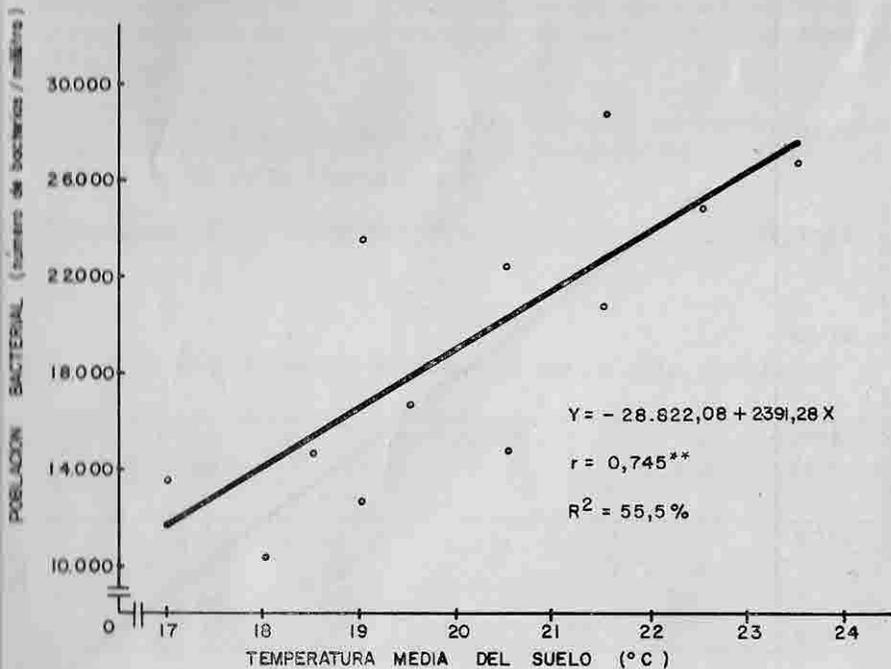


Fig-3- Relación entre la temperatura media del suelo y la población bacterial.

siendo menor en el que no se aplicó e intermedio en los tratamientos con 500 y 1.000 gr. por parcela.

En general, se encontró una diferencia de 3 a 4°C entre los tratamientos I y IV. La secuencia de mayor a menor fue la siguiente: Tratamiento IV > Tratamiento III > Tratamiento II > Tratamiento I

Las temperaturas altas pueden causar un desdoblamiento de las proteínas y por consiguiente una disminución del ciclo vegetal de las plantas (5, 19).

Las bacterias también aumentaron con el incremento en la temperatura, como puede apreciarse en la Figura 3 que presenta una correlación altamente significativa entre estas 2 variables ($r=0,745^{**}$), lo cual era de esperarse ya que el rango de su actividad está comprendido entre 25 y 35°C, con ciertos límites secundarios establecidos entre 10 y 25 y 35 a 40°C, como lo anotan algunos autores (3, 20). Las bajas temperaturas influyen mucho más en la actividad que sobre la viabilidad de las bacterias y por consiguiente inhibe la población microbiana de los suelos. Por el contrario a altas temperaturas la fracción líquida de los microorganismos disminuye y se torna más

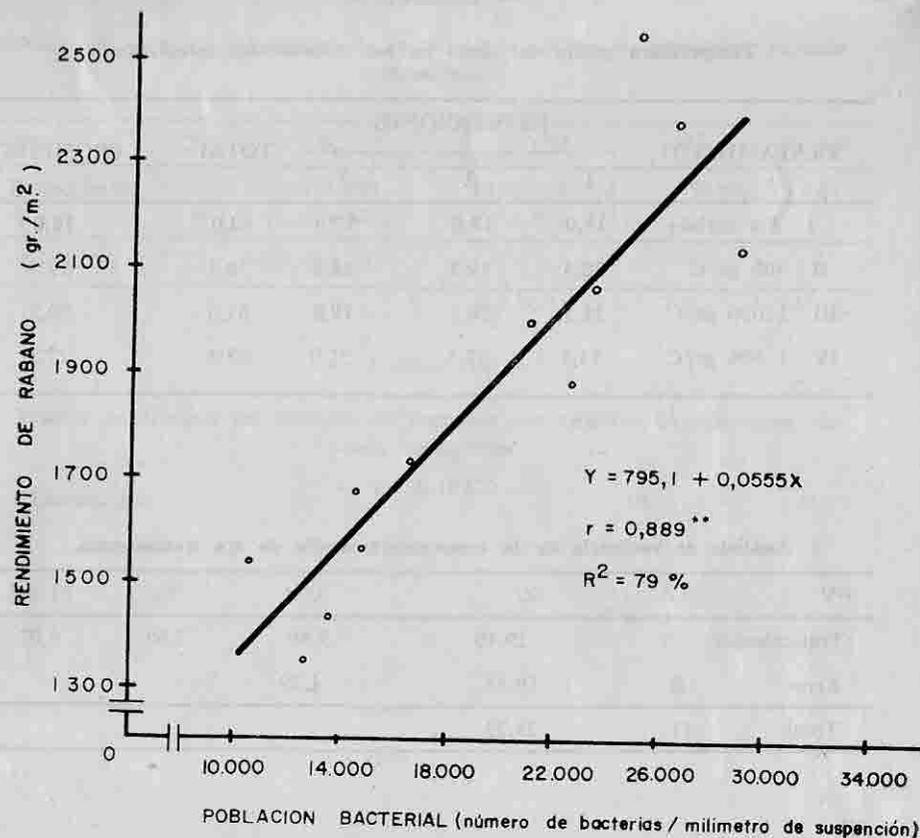


Fig-4- Relación entre la población bacterial y el rendimiento de rábano.

saturada, sus reacciones tienden a ser más débiles por la inestabilidad progresiva de las enzimas. Debido a esta inactividad aumenta la demanda de nutrición exógena (3).

Posiblemente, en los suelos tratados con dosis crecientes de carbón, especialmente el Tratamiento IV, aumenta la nitrificación ya que muchos autores han informado como la temperatura óptima la comprendida entre 24 y 30°C para que se realice activamente este fenómeno (3). Al aumentar la población se incrementó la producción del rábano ($r = 0,889^{**}$), como se representa en la Figura 4.

Según los resultados obtenidos en la Tabla XV se aprecia una ligera tendencia a un aumento del nitrógeno intercambiable en los tratamientos con carbón vegetal, posiblemente debido a una mayor actividad biológica como consecuencia de un incremento en la temperatura del suelo. Igualmente se observa la misma tendencia en el fósforo aprovechable y potasio intercambiable. Respecto al calcio y magnesio presenta un comportamiento irregular, aunque disminuyen ligeramente con el incremento de dosis de carbón vegetal, quizá ello se debe a la actividad microbiana, especialmente con respecto al calcio.

— TABLA X —

Temperatura media del suelo en los tratamientos estudiados.

TRATAMIENTO	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
I Sin carbón	19,0	18,0	17,0	54,0	18,0
II 500 gr/C	20,5	19,5	18,5	58,5	19,5
III 1.000 gr/C	21,5	20,5	19,0	61,0	20,3
IV 1.500 gr/C	23,5	22,5	21,0	67,0	22,3

— TABLA XI —

Análisis de variancia de la temperatura media de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Tratamientos	3	29,40	9,80	7,60	4,07
Error	8	10,33	1,29		
Total	11	39,73			

— TABLA XII —

Prueba de Duncan para la temperatura media del suelo de los tratamientos.

Tratamiento	I	II	III	IV

— TABLA XIII —

Promedio del número de bacterias por mililitro de suspensión en los tratamientos.

TRATAMIENTO	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
I Sin carbón	12.620	10.280	13.520	36.420	12.140,0
II 500 gr/C	14.830	16.480	14.550	45.860	15.286,7
III 1.000 gr/C.	20.940	22.450	23.580	66.970	22.323,3
IV 1.500 gr/C	26.350	24.890	28.640	79.880	26.626,7

— TABLA XIV —

Análisis de variancia del número de bacterias por mililitro de suspensión en cada tratamiento.

FV	CL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Tratamientos	3	390.070.692	130.023.564	56,46	4,07
Error	8	18.424.600	2.303.075		
Total	11	408.495.292			

— TABLA XV —

Prueba de Duncan del Número de bacterias por mililitro de suspensión de cada tratamiento.

Tratamiento	I	II	III	IV

Algunas características físico-químicas de los suelos, posterior a los tratamientos realizados

Muestra.	Tratamiento g Car- bón/par- cela	Humedad gravi- métrica		pH	Materia orga- nica	Nitró- geno inter- cambia- ble	Fósfo- ro a- prove- chable	Potasio inter- cambia- ble	Calcio inter- cambia- ble	Magne- sio inter- cambia- ble
		%	ppm.							
1	I Testigo	7,2	6,3	3,6	81,3	22,2	480,4	1.981,9	859,1	
2	I Testigo	7,2	6,3	5,7	81,9	38,2	680,2	980,1	630,1	
3	I Testigo	7,2	6,2	3,6	74,3	43,4	380,3	2.600,1	1.800,9	
4	II 500	6,2	6,3	3,6	81,9	48,2	460,3	1.395,5	1.022,2	
5	II 500	7,6	6,3	5,5	79,6	32,7	782,8	792,1	420,8	
6	II 500	7,5	6,2	5,6	86,6	37,8	987,1	1.552,1	670,7	
7	III 1.000	7,4	6,3	3,9	89,2	36,6	680,3	1.200	430,9	
8	III 1.000	7,8	6,3	4,3	84,5	47,9	452,8	973,3	720,9	
9	III 1.000	7,7	6,2	4,4	84,5	37,7	563,4	783,2	580,2	
10	IV 1.500	7,8	6,3	5,0	91,4	30,0	872,3	1.113,4	541,1	
11	IV 1.500	8,0	6,3	3,3	87,6	47,1	793,3	868,7	473,2	
12	IV 1.500	7,8	6,3	4,3	86,2	48,6	538,4	970,9	895,3	

Textura = Franco arcillosa.

Se concluye:

1. En los tratamientos en que se aplicó carbón la germinación y el rendimiento de rábano fue mayor, como consecuencia de un incremento en la temperatura del suelo.
2. Se observó un mayor número de malezas en los tratamientos sin cobertura de carbón.
3. El rendimiento del rábano disminuyó con el incremento del número de malezas.
4. La temperatura del suelo fue mayor en los tratamientos con carbón que en los tratamientos sin carbón.
5. La población bacteriana aumentó con el incremento de temperatura, en los tratamientos con carbón.
6. Se encontró una relación altamente significativa entre el rendimiento y la temperatura del suelo, el rendimiento y número de malezas, población bacteriana y temperatura del suelo, rendimiento y población bacteriana.

Se recomienda:

1. Efectuar ensayos con diferentes cantidades y tamaños de partículas de carbón vegetal para observar su influencia.
2. Estudiar la forma de incrementar la opacidad y la estabilidad de la cobertura de carbón.
3. Investigar más sobre este tema para poder determinar qué especies de malezas son controlables y también sobre los cultivos que son favorecidos por este método.

VI. — RESUMEN

Se ha estudiado un método encaminado a aumentar la energía absorbida por el suelo, colocando una delgada capa de carbón vegetal sobre la superficie.

El trabajo se llevó a cabo en predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, Pasto (0°37' - 2°43' N y 79°03' - 76°47' W). Se emplearon 4 tratamientos: testigo (sin carbón, 500, 1.000 y 1.500 gr. de carbón vegetal por parcela de 1 m² con 3 repeticiones cada uno).

En los tratamientos en que se aplicó carbón, la germinación y el rendimiento de rábano fue mayor, el número de malezas menor, la temperatura mayor y el número de colonias bacterianas aumentaron.

Se recomienda: efectuar ensayos con diferentes cantidades y tamaño de partículas de carbón para observar su influencia; estudiar la forma de incrementar la opacidad y la estabilidad de la cobertura del carbón y también investigar más sobre el tema par poder determinar qué especies de malezas son controlables con la aplicación de este método.

VII.— SUMMARY

A METHOD FOR USING SOLAR ENERGY IN RADISH PRODUCTION (RAPHANUS sp)

A research was carried out for increasing energy absorbed by the soil, by means of covering the soil surface with a thin organic (wood) carbon layer.

This work was performed at the Agricultural Science Faculty fields, University of Nariño, in Pasto (037° - 2° 43' N and 79°03' - 76°47'W). Four treatments were used: check (no carbon), 500, 1.000 and 1.500 gr. of carbon per lot of 1 square meter with three replications in each treatment.

Germination, yield, temperature and bacterial colonies increased with carbon application and weed number lessed.

It is recommended: to carry out similar works with different carbon quantities and carbon particle sizes to evaluate their influence on soil as well as plant; to study some way of reducing brightness of black color in carbon and increasing its estabilyty to avoid any wash out; and to investigate more on this subject in order to determine which weeds are controlled with the application of this method.

VIII.— BIBLIOGRAFIA

1. ALVIN, P. T.— Energía solar y producción agrícola. *Agronomía (Perú)*. 29 (2): 115-123. 1962.
2. BAKER, F. J.— Manual de técnica bacteriológica. 2a. ed. Trad. Luis Olivares, Barcelona, Acribia. 1970. 510 p.
3. BLASCO, M. L.— Curso de microbiología de suelos. Turrialba, Costa Rica IICA. 1970. 246 p.
4. BOLL, M. y DOURGNON, J.— El secreto de los colores. Barcelona, Salvat. 1956. 144 p.
5. BOYNTON, D.— La temperatura como factor limitante en el cultivo del manzano en la América Tropical. Turrialba 10 17-27. 1960.
6. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA.— Semillas. Manual para el análisis de su calidad. México. Stylo. 1965. 510 p.

7. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA.— Carbón vegetal contra malezas. *La Hacienda* 66 (7): 22-23. 1971.
8. GUERRERO, R.— Factores que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, 1971, 18 p (mimeografiado).
9. HARDY, F.— Edafología Tropical. México, Herreros, 1970. 416 p.
10. HARTMAN, N. T. y KESTERD, D. E.— Propagación de plantas. Trad. por Antonio Mariño, México, Continental. 1962. 693 p.
11. HOLDRIDGE, L.— Life zone ecology. San José, Costa Rica. Tropical, Science Center. 1967. 206 p.
12. JACKSON, M. L.— Soil chemical analysis. Englewood, Cliffs, N. J. Prentice Hall. 1958. 498 p.
13. MORIN, C.— Control de malezas con materiales inertes. *Agronomía (Perú)*. 31 (1): 77-78. 1964.
14. NEUBAWER, L. M. y WALKER, H. B.— Farm building design. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1961. 611 p.
15. ODUM, E. P.— Ecología. 2a. ed. México, Interamericano. 1961. 345 p.
16. RODRIGUEZ, I. G.— Geografía económica de Nariño, Geografía Física. Pasto, Surcolombiana. 1961. 368 p.
17. SILVA, F.— Método de análisis de suelos. Bogotá, Instituto Geográfico "Augustín Codazzi". Publicación 11-6. 1960. 53 p.
18. TAMARO, D.— Manual de Horticultura. 5a. ed. Barcelona, Gustavo Gili. 1960. 510 p.
19. TISDALE, L. S. y NELSON, W.— Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Bolosch. Barcelona, Montaner y Simon. 1970. 750 p.
20. WAKSMAN, S. Soil microbiology. Wiley y Sons. New York. 1957. 355 p.