

Sistema radical de la caña de azúcar 'V 58-4' a los seis y doce meses de edad en un suelo del orden Mollisol del Estado Portuguesa*

L. AVILAN R.**; L. MENESES**

ABSTRACT

The root system was studied in a sugar cane field, variety V 58-4, twelve and six months after germination. The soil is of the order Mollisol (Aquic Haplustoll) which is representative of the 26 per cent of the flat land of Portuguesa State. Roots were studied according to the monolite method. Samples were taken at two distances at the sides from the center of the row.

Maximum penetration was observed between 30 and 50 cm depth. Maximum concentration at the sides was localized between 0 and 35 cm from the center of the row. It was determined that 87 and 85 per cent of root weight was in the first 30 cm of the soil profile.

Sugar cane was planted at the bottom of the furrow, a system which increases the trend to the fall down of the plant which in turn stimulates new growth. The above condition affects the yield of cane, and decreases the yield of sugar.

Introducción

EL Estado Portuguesa constituye parte de los Llanos Occidentales, en los cuales ocupa una superficie de 200.000 km², que representan las dos quintas partes de los Llanos Venezolanos. Es una de las entidades de mayor importancia agropecuaria del país, dado el constante incremento de la superficie bajo cultivo y el elevado nivel tecnológico que se emplea.

Los suelos de la región en general son de origen aluvial (30), correspondiendo a deposiciones bastantes recientes. Avilán *et al* (1), determinaron que cerca del 60 por ciento de los suelos del área plana del estado, presentan limitaciones de ligeras a muy severas, debido a las características físicas que presentan, las cuales al afectar el buen desarrollo radicular limitan la adaptabilidad para ciertos cultivos y deben adecuarse las prácticas agronómicas por emplearse.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio del sistema radicular de la caña de azúcar, cultivar 'V-58-4', a los 6 y 12 meses de edad cultivado en un suelo del Orden Mollisol del Estado Portuguesa. Conforme parte de las actividades de un sub-proyecto de investigación que en la actualidad se está conduciendo en este Centro (CENIAP) y cuyos

objetivos son el determinar el efecto que ejercen las propiedades físicas y químicas, así como el manejo de los suelos sobre el desarrollo y la distribución radical de los principales cultivos y suelos del país.

Revisión de literatura

El efecto que ejercen las características físicas y químicas de los suelos sobre el desarrollo radicular de los cultivos ha sido ampliamente establecido. En diferentes estudios realizados se ha puesto de manifiesto que factores como la presencia de horizontes compactados (9, 10, 14, 32), el nivel de la napa de agua (11, 26), características químicas como la acidez (24, 31), y el estado nutricional de los cultivos, constituyen los factores que más afectan la distribución radicular e inciden sobre la producción.

Otros factores, como las prácticas culturales, como aplicación de herbicidas, fertilización, preparación del suelo, que ejercen influencia sobre la disposición radical, han sido mostrados por varios investigadores (5, 12, 29).

Patrick *et al* (22), señalan que la actividad radical de la caña de azúcar es seriamente afectada por el bajo contenido de oxígeno. Gasnell (8), estudiando el efecto de la altura del nivel freático, observó que a 25 cm de profundidad inhibe el rebrotamiento de la caña de

* Recibido para publicación 30 de junio de 1978.
** Instituto de Investigaciones Agrícolas Generales. (CENIAP). Apartado 4653, Maracay 200, Venezuela.

azúcar y reduce el número de tallos por planta, peso y porcentaje de sacarosa. Trowse (28) considera que cuando la macroporosidad es menor del 5 por ciento pocas raíces se desarrollan.

Avilán *et al* (2), en suelos de la región Central de Venezuela (fluventic Haplustolls), observaron que la presencia de un horizonte compactado caracterizado por un densidad aparente de 1,72 g/ml y una macroporosidad del 1,8% entre los 65 a 95 cm de profundidad limitó la penetración radicular en la variedad 'B 4362', considerada como una de las mejores variedades comerciales de Venezuela y la cual presentó además el menor rendimiento (peso, número y altura de

de la formación Agua Blanca (7) Ocupan dentro del estado una superficie de 422 900 hectáreas, o sea el 26,4 por ciento del área total (1) El estudio se realizó en un suelo clasificado como Aquic Haplustoll, cuyas características morfológicas se presentan en el Cuadro 1 Desde el punto de vista de su fertilidad, estos suelos se caracterizan por presentar bajos tenores de fósforo y potasio (Cuadro 2). Chirinos y Herrera (4), estudiando la mineralogía de estos suelos encontraron montmorillonita en cantidades importantes, señalando además, el especial cuidado en cuanto al manejo de su abonamiento potásico, debido a la fuerte capacidad fijadora En relación al fósforo, su baja disponibilidad

Cuadro 1.—Características morfológicas (1) de los suelos descritos en el estudio del sistema radicular de la variedad V58-4 de caña de azúcar sembrada en un Haplustolls del Estado Portuguesa

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia
			Matiz	Húmedo Motecado			
M-1	A 11	0 — 25	2.5 Y 3/2	—	FAL	Blocosa, mod, md.	fr, lig peg, lig pl
	A 12	25 — 50	2.5 Y 4/2	7.5 YR 6/8	FAL	Blocosa, mod, md	fr, lig peg, lig pl
	B 21 ca	50 — 80	2.5 Y 6/6	10 YR 4/2	FL	Blocosa, fuerte, md	fr, peg, pl
	B 22 ca	80 — 120	2.5 Y 6/6	10 YR 7/1	FL	Blocosa, fuerte, md	fr, peg, pl
	B 23 gca	120 — 160+	2.5 Y 6/6	10 YR 7/1	FL	Blocosa, fuerte, md	fr, peg, pl

F = Franco, A = Arcilloso, I = Limoso, mod = moderada md = media, fr = friable, lig = ligeramente, peg = Pegajosa pl = plástica

(1) = Descritas por Ing. Agr. Fernando Granados M. - CENIAP, 1976

los tallos), cuando fue comparada con las variedades 'CL 41223' y 'PR 980', cultivadas en los mismos suelos pero sin la presencia de este horizonte

La tendencia a la mecanización del cultivo (21) y las características físicas predominantes de los suelos de la región (23), incrementarán la tendencia al deterioro de la estructura y a la compactación de los suelos. Yang (33) encontró que la densidad aparente, porosidad y resistencia a la penetración del suelo aumentaron según aumentó el número de pases de cosechadora, por lo cual, este tipo de estudio es de importancia para adecuar el manejo de los suelos

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en los suelos del Sistema de Riego de las Majaguas del Estado Portuguesa, en la Parcela Experimental 2 B-39 Localizada en la zona de bosque Seco Tropical (6), caracterizada por presentar un promedio anual de precipitación de 1.000 a 1.800 mm anuales, con una fuerte sequía de cuatro a seis meses de duración seguida de una estación húmeda con exceso de agua. El promedio anual de temperatura varía entre una mínima media de 22°C y una máxima media de 29°C

Los suelos corresponden a deposiciones muy recientes que cubren a un material más edafizado, siendo eminentemente calcáreos y han sido identificados como

Cuadro 2.—Resultados de los análisis químicos de muestras de suelo correspondientes a los horizontes descritos en el estudio del sistema radicular de la caña de azúcar V58-4 a los seis y doce meses de edad.

Análisis (1)	Profundidad (cm)		
	0 — 25	25 — 50	50 +
Textura	FAc	FAc	FAc
Fósforo ppm (2)	8	1	9
Potasio ppm (2)	40	2.4	12
Calcio ppm (3)	1.400	+1.500	+1.500
Nitratos ppm (3)	6	5	7
Mat orgánica % (4)	3,24	1,89	0,70
pH 1:2,5	7,5	7,5	8,0
C E 1,5 mmhos/cm 25°C	0,07	0,10	0,11

(1) = Laboratorio de suelos I I A G — CENIAP, Maracay.

(2) = Fósforo y Potasio extraídos con NaHCO₃ 0.5 M, pH 8.5. Relación suelo: extractora 1:20

(3) = Calcio y Nitratos extraídos con CH₃COONa 0.125 M, pH 4.2. Relación suelo: extractora 1:2

(4) = Materia Orgánica determinada por Combustión Húmeda Walkley & Black

se debe a las condiciones alcalinas de los suelos; su elevado pH disminuye la disponibilidad de este elemento (19).

La variedad empleada fue la 'V 58-4', la cual en ensayos a nivel de fincas ha resultado ser de las más rendidoras (20). El material utilizado en el presente estudio fue seleccionado dentro del ensayo de introducción de variedades de caña de azúcar (25), en el cual el sistema de siembra fue colocando esquejes con yemas en el fondo del surco, en densidad de 12 yemas/metro lineal de surco (21), estando los surcos distanciados a 1,50 m entre sí. La fertilización aplicada fue el 168 kg/N/ha, 96 kg/P₂O₅/ha y 240 kg/K₂O/ha, empleando como fuentes sulfato de amonio (21% N) superfosfato triple (45% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O). La forma de aplicación fue la siguiente: todo el fósforo y 1/3 del nitrógeno en el momento de la siembra; 2 meses después, 1/3 del nitrógeno y 1/2 del potasio; a los cuatro meses el resto del fertilizante (27). La frecuencia del riego fue de 8 a 10 días.

La preparación del suelo fue realizada mediante dos pases de arado, dos pases de subsolado cruzado hasta una profundidad de 75 cm, dos pases de rastra y posteriormente fue surcado.

El método de estudio empleado fue el del Monolito (13), tomando en consideración las modificaciones introducidas por Krutman (15), en lo referente a la profundidad de muestreo de los mismos. Fueron seleccionadas cuatro cepas de la variedad estudiada, donde se ubicó una trinchera de 1,3 m de ancho y 1,8 m de profundidad y a 0,7 m de la hilera de plantas.

En el perfil muestreado se realizó la descripción morfológica, junto con sus correspondientes análisis de laboratorio con fines de fertilidad, de acuerdo a los métodos adoptados por el Laboratorio de Suelos del CENIAP (3). Se determinó la macro y microporosidad siguiendo el método de Leamer y Shaw (16). La determinación de la densidad aparente fue realizada empleándose el toma muestras de Uhland.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 3 se presentan los resultados expresados, en peso de las raíces secas por monolito y en forma resumida por cada horizonte de suelo muestreado en el Cuadro 4.

Se observa que la mayor concentración radicular se sitúa lateralmente en el perfil muestreado de 0 a 35 cm del centro de la hilera (Cuadro 3) y alrededor de las cepas o macollas. La máxima penetración radical se determinó entre los 30 y 50 cm de profundidad, observándose para el caso de la caña a los doce meses solamente trazas de raíces a partir de los 50 cm.

En los primeros 30 cm del perfil de suelo, se determinó que el 85 por ciento en la caña a los seis meses y el 87,3 por ciento en la caña a los doce meses el peso total radical (Cuadro 4), se encuentra localizado a esta profundidad, estando el resto del peso radical (12,6% y 15,0% respectivamente), distribuido entre los 30 y 50 cm subsiguientes.

Cuadro 3.—Peso en gramos de las raíces secas por monolitos obtenidos en el estudio del sistema radicular de la caña de azúcar variedad V58-4 a los 6 y 12 meses de edad.

Profundidad (cm)	Época de muestreo			
	6 meses		12 meses	
	Distancia lateral (cm)		Distancia lateral (cm)	
	0 — 35	35 — 70	0 — 35	35 — 70
0 — 30	374,0	3,3	548,1	42,4
30 — 50	65,1	1,3	78,7	6,8
50 — 80	—	—	Trazas	—
Total	439,1	4,7	627,1	49,3

Cuadro 4.—Distribución comparada del sistema radicular de la caña de azúcar, variedad V58-4, a las edades de seis y doce meses en un suelo Aquic Haplustoll del Estado Portuguesa.

Profundidad cm	6 meses			12 meses		
	Por horizonte		Acumulado %	Por horizonte		Acumulado %
	g	%		g	%	
0 — 30	377,3	85,0	85,0	590,8	87,3	87,3
30 — 50	66,5	15,0	100,0	85,5	12,6	100,0
50 — 80	—	—	—	Trazas	—	—

Comparando los resultados obtenidos (Cuadro 4), puede observarse a los 12 meses de edad un incremento de un 63 por ciento en relación al peso total radical determinado a los seis meses, no presentando su distribución en el perfil muchas variaciones. La profundidad radicular determinada no superó en ambos casos los primeros 50 cm de profundidad.

En la descripción morfológica del perfil (Cuadro 1), se puede apreciar que entre los 25 cm y 50 cm de profundidad, la presencia de un moteado amarillo rojizo (7,5 YR 6/8), lo cual indica la existencia de una napa de agua fluctuante y a partir de aquella profundidad, la presencia de un moteado grisáceo (10 YR 4/2), características que evidencian una condición de deficiente drenaje presente en estos suelos.

En las determinaciones de macroporosidad efectuadas (Cuadro 5), los valores obtenidos a partir de los 25 cm de profundidad los cuales fueron de 3,71 por ciento y 2,88 por ciento respectivamente de 25 a 50 y 50 y más centímetros de profundidad, que son índices

Cuadro 5.—Resultados de las determinaciones físicas de los suelos descritos en el estudio radical de la variedad V58-4 de caña de azúcar de 6 y 12 meses de edad cultivada en un Haplustolls del Edo Portuguesa

Profundidad de Muestreo (cm)	Porosidad %			Densidad aparente
	Micro	Macro	Total	
0 — 25	39,51	6,39	40,14	1,41
25 — 50	39,18	3,71	42,89	1,47
50 +	40,81	2,88	43,72	1,51

de la existencia de condiciones físicas adversas al crecimiento radical. El crecimiento radical se restringe severamente cuando los valores de la macroporosidad son inferiores al 5 por ciento (28)

Las deficientes condiciones de aereación de los suelos (22), limitantes para un buen desarrollo radical y los valores de macroporosidad, antes referidos, son causas que inhiben a una mayor capacidad de penetración radical de la caña de azúcar en estos suelos, como se evidencia en los resultados obtenidos.

El sistema de siembra empleado para el cultivo en estos suelos generalmente se realiza en el fondo del surco, motivo por el cual, la profundidad efectiva de los mismos, en virtud de las características físicas antes señaladas, se restringe a los primeros 30 cm de profundidad. Miller *et al* (17), informan que en estos suelos no encontraron diferencias significativas entre los sistemas de siembra, sobre el camellón y en el fondo del surco, pero recomiendan que las siembras se efectúen sobre el camellón. Esta práctica implica un incremento de la profundidad efectiva de los suelos.

Observaciones realizadas en relación al acamado de la caña, pese a las características poco erectas de la variedad V58-4 estudiada,* se pudo constatar una fuerte tendencia al acamado. Ello puede explicarse por la poca capacidad de anclaje que ofrece el sistema de siembra empleado (en el fondo del surco) y la poca profundidad efectiva de los suelos debido a los factores anteriormente señalados.

Este fuerte acamado observado trae como consecuencia un incremento en la emisión de nuevos tallos. Esto puede ser apreciado en el Cuadro 6, donde se registran las determinaciones de la parte aérea realizada en las cepas muestreadas, cuyas alturas mínimas y máximas de los tallos van de 0,30 a 3,10 m en la caña a los doce meses y de 0,60 a 1,55 m en la caña a los seis meses respectivamente.

Esta emisión de nuevos tallos, afecta en menor grado el rendimiento de caña/ha y en mayor grado para producción de azúcar/ha, disminuyendo así la productividad del cultivo. Noguera de Camargo (18) señala,

* ORTEGA, D. Comunicación personal 1978

Cuadro 6.—Peso total (tallos + hojas) número y altura de las cepas estudiadas de la variedad V58-4 de caña de azúcar de 6 y 12 meses de edad cultivada en un Haplustolls del Edo Portuguesa.

Macolla	Altura promedio	Peso kg	Nº de tallos		
12 meses	A	(1) 2,00	4,90	5	
		(2) 0,30			
	B	(1) 3,10	15,80	10	
		(2) 0,50			
	C	(1) 2,50	5,70	4	
		(2) 0,90			
	D	(1) 2,10	7,90	10	
		(2) 0,80			
	Total	—	34,30	29	
	Promedio	1,56	8,575	7,25	
	6 meses	A	(1) 1,10	6,75	14
			(2) 0,90		
B		(1) 1,25	1,45	5	
		(2) 0,60			
C		(1) 1,30	2,50	6	
		(2) 1,00			
D		(1) 1,33	4,80	10	
		(2) 0,80			
Total		—	15,20	35	
Promedio		1,10	3,80	8,75	

(1) = Altura máxima; (2) = Altura mínima

entre los factores que influyen en el encepamiento de la caña, la luz como factor importante. El macollamiento es regulado por las auxinas que son producidas en el ápices de la planta y descienden en flujo continuo. Ellas tienen un efecto doble: promueven el alargamiento del tallo y al mismo tiempo previenen el crecimiento de yemas laterales. Bajo efecto de una alta intensidad luminosa, la corriente basipeta de las auxinas disminuye por la foto-destrucción y en consecuencia disminuye la velocidad de alargamiento, siendo el resultado la emisión de nuevos tallos. Esto explicaría la situación observada ya anteriormente descrita.

De igual forma, el fuerte acamado reduce la producción por hectárea por las pérdidas ocasionadas en la pudrición de los tallos caídos.

Conclusiones.

- a) Las características físicas de los suelos influyeron sobre la distribución del sistema radicular
- b) La presencia entre 25 y 50 cm de profundidad de un horizonte compactado, caracterizado por una baja macroporosidad cuyos valores oscilaron entre 3,71% y 2,88% y evidencias de bajas condiciones de aereación por la presencia de abundante moteado, restringieron marcadamente la penetración radicular
- c) El sistema de siembra empleado en el fondo del surco disminuye la capacidad de anclaje del sistema radical del cultivo incrementando la tendencia al acamado

Resumen

Se estudió el sistema radicular de la caña de azúcar cultivar 'V58-4' a los seis y doce meses de edad cultivado en un suelo del Orden Mollisol (Aqueic Haplustoll), representativo del 26 por ciento del área plana del Estado Portuguesa, el cual constituye parte de los Llanos Occidentales del país. El método de estudio radicular empleado fue el del Monolito, realizándose el muestreo a dos distancias laterales del centro de la hilera

La máxima penetración radicular se determinó entre los 30 y 50 cm de profundidad y la mayor concentración lateral se situó alrededor de las cepas o macollas entre 0 a 35 cm del centro de la hilera. Se determinó que el 87,3% en la caña a los doce meses y el 85% en la caña a los seis meses, del peso radicular total, se encuentra localizado en los primeros 30 cm del perfil del suelo.

El sistema de siembra del cultivo empleado, al fondo del surco, incrementa la tendencia al acamado estimulando la emergencia de nuevos brotes, lo cual afecta el rendimiento de caña/ha, y la producción de azúcar/ha.

Bibliografía citada

- 1 AVILAN, L.; GRANADOS, F.; HIDALGO, E y PEREZ, O. Clasificación interpretativa de los suelos del Estado Portuguesa en base a su fertilidad Maracay, CENIAP, 1977 28 p y 1 mapa
- 2 AVILAN, L.; GRANADOS, F. y ORTEGA, D Estudio del sistema radicular de tres variedades de Caña de Azúcar (*Saccharum* spp), en un Mollisol de los Valles de Aragua Agronomía Tropical 27, (1);69-88 1977
- 3 CHIRINOS, A V. Análisis rápido de suelo con fines de fertilidad *In* Curso Análisis químico del suelo Maracay Edo Aragua Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo 1972. 43 p.
- 4 CHIRINOS, A y HERRERA, R Estudio del potasio y su relación con la mineralogía de las arcillas en doce suelos agrícolas de Portuguesa. *In* Resúmenes, IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Maturín, Agosto 1976. 38 p.
- 5 DE ROO, H. C Tillage and root growth *In* Root Growth; W. J. Whittington (ed) London: Butterworths pp 339-356 1969.
- 6 EWEL, I y MADRIEZ, A Zonas de vida de Venezuela Memoria explicativa sobre el mapa ecológico, Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela 1968.
- 7 GASPERI, M. y GRATEROL, J Estudio semidetallado Unidad Agrícola de Turén. Primer Avance Ministerio de Obras Públicas, Barquisimeto División de Edafología 1973.
- 8 GASNELL, J M Some effect of water table on the growth of sugar-cane *In* Proce Inter. Soc. of Sugar-cane Technologists 11th Congress 1971 Ref Hort Abstracts 43 (11): 8198 1973
- 9 GREACEN, E. I ; BARLEY, K. P. y FARREL, D. A The mechanisms of root growth in soils with particular reference to the implications for root distribution. *In* Root growth, London, Butterworth p 256 1969
- 10 HENIN, S ; GRAS, R y MONNIER, G El perfil cultural; el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Trad. C. Roquero de Laburu Madrid, Edit. Mundi-Prensa; 342 p 1972.
- 11 JENSEN, J. Some studies of root habits of sugar cane in Cuba. Tropical plant research foundation, New York, Scientific Contribution N° 21, 37 p 1931.
- 12 KNAVEL, E. D y MOHR, H Distribution of roots of four different vegetables under paper and polyethylene mulches Proceedings of the American Society for Horticultural Science 91: 589-597, 1967.
13. KOLENSNIKOV, V. The root system of fruit plant Moscow MIR 1971, 269 p
- 14 KONG, I. Effect of soil compaction on the growth of young cane plants Soil and Fertilizer in Taiwan, 1968 pp. 75.
15. KRUTMAN, S. Observaciones de sistema radicular da Cana IANEX 46117 em solo de Baizada (Varsea) Boletim Técnico do Instituto Agronomico do Nordeste (6): 25-31 1959
- 16 LEAMER, R y SHAW, B. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity on an extensive scale. Journal of the American Society of Agronomy 33: 1003-1008 1941.
- 17 MILLER *et al.* Siembra, riego y fertilidad de Caña de Azúcar. Sistema riego. Cojedes-Sanare. Guanare; M.O.P. 1974 50 p
- 18 NOGUEIRA DE CAMARGO, P. Fisiología de Caña de Azúcar ESAIQ-USP, Sao Paulo 1970 38 p
- 19 OLSEN, S.R; BOWMAN, R.A y WATANABE, F.S Comportement du phosphore dans le sol et interaction avec les autres elements nutritifs. Phosphore et Agriculture, N° 70, Número Special, Junio 1977.
- 20 ORTEGA, D; GONZALEZ, V y MANZANO, A Selección de variedades actuales y diseño de variedad óptima para corte mecanizado. *In* Cosecha Mecanizada de la Caña de Azúcar, Seminario Internacional sobre mecanización de la cosecha de Caña de Azúcar, Maracay, 26 de Septiembre a 1° de Octubre de 1976. p. 35-44
- 21 ORTEGA, D. y MONZON, O. Distancias y densidades de siembra más convenientes en 5 variedades de Caña de Azúcar MACCIA, Maracay Boletín Técnico 10. 1962 p 27

22. PATRICK, W J TURNER, F y DELAUNF, R Soil oxygen content and root development of sugar cane Louisiana State University Department of Agronomy Bull N° 641 1969. 20 p.
23. PLA, I y G CAMPERO Algunas propiedades estructurales de suelos de los Llanos Occidentales de Venezuela y su relación con ciertas características. *Agronomía Tropical* 21 (1): 433-447. 1971.
24. PRATT, P. F. Química de solo. Curso intensivo Trad. A. Naseimento e L. Vettoti, Rio Janeiro, Aliança para o Progreso 1966 88 p.
25. RINCONES, L. C. Prueba de variedades de Caña de Azúcar en portuguesa. Período 1971 - 1976. Rev. CIARCO, 1977 (En prensa).
26. ROWE, R y BEARDSSELL, D. Waterlogging of fruit tree *Horticultural Abstracts* 3 (9): 533-548 1973
27. SEGURA, G. y ORTEGA, D. Fertilizantes de Caña de Azúcar, MACCIA, Maracay, Boletín Técnico 69. 1964. 34 p.
28. TROUSE, A Jr Effects of soil compression on the development of sugar cane roots. *In* Procc. Inter Soc. of Sugar cane technologist. 12 Congress. San Juan de Puerto Rico 1965. Elsevier, 1967. pp 137-152. p 137-152.
29. WEAVER, J E y BRUNER, W. Root development of vegetable crops. New York. Mc Graw Hill 1927.
30. WESTIN, C., AVILAN, J y BUSTAMANTE, A. Los principales suelos de Venezuela, Reproducción Univ del Zulia. Fac. de Agronomía, 1970. 171 p.
31. WIND, G. P. Root Growth in acid soil Netherlands *Journal of Agricultura Science*. 15 (4): 259-166 1967
32. YANG, C. Soil hardness in relation to root growth of sugar cane. *Soil and and Fertilizer, Taiwan* 27: 18-29 1970.
33. YANG S. J. Soil Physical Properties and the growth of ratoon cane as influenced by mechanical harvesting. *In* XVI Congress International Society of Sugar Cane Technologist September 9 to 20, 1977 São Paulo, Brasil.

Notas y Comentarios

Plantas e insectos en la sucesión ecológica

La relación entre el número de especies de insectos y el número de especies de plantas en cualquier lugar varía con la edad del sitio, según una reciente investigación. Cuando el lugar es joven, hay números similares de especies de insectos y de plantas. Conforme pasa el tiempo y la flora del lugar cambia, el número de especies de insectos se vuelve más y más estrechamente relacionado a sólo un factor: la complejidad estructural de las plantas (*Biological Journal of the Linnean Society*, vol 12, p. 327).

Suporgamos que se limpia de plantas un sitio. Las plantas retornarán gradualmente si el terreno se deja sin perturbar. Primero vienen las hierbas y después las matas, los arbustos y finalmente los árboles. Los ecólogos llaman "sucesión" a este cambio temporal. Los números y tipos de animales también cambian.

Los ecólogos T.R.E Southwood, V.K. Brown, y P.M. Reader, del Imperial College, de Londres, han examinado la relación entre la forma como cambia el espectro de las especies de insectos y los correspondientes cambios en las plantas sobre las que viven los insectos. Su primer artículo presenta resultados detallados para escarabajos (Coleoptera) y chinches (Heteroptera).

En Silwood Park, en Berskshire, los ecólogos contaron el número de especies de insectos en sitios con tres principales etapas de la sucesión: campo joven (uno o dos años después

del rozo), campo viejo (seis años) y bosque (unos 60 años de edad). Notaron dos importantes propiedades de la flora de la región: el número de especies y el número de estructuras vegetales. En total, los científicos distinguieron 31 clases diferentes de estructura vegetal, tales como yema floral y superficie del haz foliar. El número de diferentes estructuras fue usado como un índice de la complejidad estructural de cada especie vegetal. Los árboles, por ejemplo, tienen más tipos de estructura que los arbustos y las matas, los que a su vez son considerablemente más complejos que las hierbas.

Los investigadores también examinaron la diversidad según la altura, es decir, la variación en densidad de las plantas a diferentes alturas por encima del nivel del suelo. Si hubiese plantas de muchas diferentes alturas, la diversidad de altura sería alta; sería baja para un lugar con plantas de alturas similares.

Un aumento en cualquiera de estas tres clases de diversidad podría proveer una apertura para más especies de insectos. Southwood y sus colegas buscaron las propiedades de la comunidad vegetal que realmente controlan la diversidad de insectos.

Los principales resultados fueron como sigue. En campos jóvenes, hasta 16 meses después del rozo, el número de especies de insectos aumentó a casi exactamente la misma tasa que el número de especies de plantas. En los sitios de más edad, sin embargo, el número de especies vegetales cesa de aumentar, pero las especies de insectos continúan acumulándose. El último incremento en el número de especies de insectos se correlaciona con un aumento en la complejidad estructural de la vegetación.

En las etapas finales de la sucesión, los investigadores podían explicar mejor la diversidad de insectos considerando la diversidad de altura y el número de clases de estructura vegetal, además del número de especies vegetales