

Distribución radical del banano bajo diferentes sistemas de manejo de suelos.

Luis AVILÁN R., Luis MENESES R. y RÓMULO E. SUCRE*

DISTRIBUTION DES RACINES DU BANANIER
SELON DIFFERENTS MODES D'AMENAGEMENT DES SOLS

L. AVILÁN R., L. MENESES R. et RÓMULO E. SUCRE

Fruits, Feb. 1982, vol. 37, n° 2, p. 103-110.

RESUME - Etude du système des racines du bananier dans plusieurs parcelles de terrains soumises à des pratiques agronomiques différentes. Ces essais ont lieu au Vénézuéla en zone de forêt humide, dans deux localités (Vertic Tropaquept et Vertic Tropaquent). La méthode utilisée est d'ouvrir deux ou trois tranchées par plante pour étudier le profil et la distribution des racines. Détermination du poids total des racines, poids et hauteur de la plante, nombre de feuilles et diamètre du pseudo-tronc à 1 mètre au-dessus du sol. Caractéristiques morphologiques des sols ainsi que macro-porosité et densité apparente.

La profondeur du système racinaire est fonction du niveau phréatique et ne dépend pas des pratiques agronomiques.

En forêt humide tropicale, l'augmentation de la profondeur effective du sol par la pratique du billon large permet un meilleur développement de la plante et un notable accroissement du rendement.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la fruticultura nacional, las musaceas constituyen el rubro de producción que presenta la mayor superficie cultivada, ocupando un área de 100.000 ha (19). El cambur (*Musa* spp) ocupa el 50 % de esa superficie y la tendencia actual es la de incorporación y mejoramiento de nuevas áreas de producción (20).

El objetivo del presente estudio, fué el determinar el efecto que ejercen las propiedades físicas y químicas ; así como el manejo de los suelos sobre el crecimiento y distribución del sistema radical del cultivo, puesto que el conocimiento de los hábitos radicales, conlleva a una adecuada selección y uso de las técnicas agronómicas, como son entre

otras, densidad de siembra, manejo del riego, ubicación del fertilizante, etc. y por ende, el hacer uso racional de los suelos e insumos.

REVISIÓN DE LITERATURA

La conformación del sistema radical de una planta depende, en primer lugar de su constitución genética. En condiciones favorables, una planta puede desarrollar su sistema radical característico sin embargo ; en condiciones adversas sufrirá sensibles alteraciones en la manera de distribuirse las raíces. WIERSUN (26), establece que la penetración de un volumen de suelo con una estructura porosa rígida, solo se produce cuando el diámetro de los poros es superior al diámetro de las mismas.

COMERMA y PAREDES (3), entre las principales limita-

* - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias CENIAP
Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias FONAIAP
Ministerio de Agricultura y Cría - Venezuela.

ciones que presentan los suelos venezolanos para su explotación agrícola, señalan la falta de drenaje ; factor que afecta un 18 por ciento del territorio nacional, por cuya causa su uso agrícola esta restringido a una escasa gama de cultivos, de no emplearse adecuadas prácticas de manejo de suelos.

GODEFROY (8) estudiando el sistema radical del plátano en suelos aluviales ; encontró que los mejores enraizamientos se observaron en los perfiles de textura arcillo-arenosa. El buen desarrollo de las raíces hasta una profundidad de 80 a 100 cm, le permitió explicar el porque esos suelos son buenos para el cultivo, a pesar de poseer una baja fertilidad natural. En suelos ferralíticos el enraizamiento estuvo limitado por la presencia de un horizonte de grava y cuarzo. Las raíces del banano son muy sensibles a las condiciones edáficas, constituyendo el nivel de capa freática, uno de los factores que limita la penetración de las raíces en profundidad (8, 13, 16, 17, 21). WATANABE (23) señala que en promedio, las raíces se localizan en profundidad entre los 15 y 75 cm ; y en cuanto a su extensión en un radio de 180 cm de la base.

Existen evidencias (4, 14, 24) que el desarrollo radical en el sentido vertical y horizontal, estan influenciados además de las características físicas y químicas de los suelos ; por las prácticas culturales empleadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó utilizando como material de observación, plantas de algunos tratamientos empleados en ensayos de manejo de suelos pesados, conducidos en las localidades del Centro de Recría de Macapo (Edo. Aragua) y Estación

Experimental de Padrón (Edo. Miranda), por técnicos del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (6, 9, 10).

Los tratamientos considerados dentro de cada uno de los ensayos fueron los indicados en el cuadro más abajo.

El método de estudio radical empleado fué el del «Monolito» descrito por KOLESNIKOV (15). Fueron seleccionados al azar plantas representativas en vigor y tamaño de cada uno de los tratamientos antes citados. Trincheras de 1 m de profundidad por 1,20 m de ancho, fueron ubicadas sobre la hilera de siembra lateralmente a 90 cm de cada una de las plantas a estudiar. Se colectaron entre 2 y 3 perfiles por planta, espaciados lateralmente entre 30 y 45 cm entre si, en función de los diferentes manejos de suelos empleados. Cada perfil colectado, fué fraccionado en monolitos de 40 cm de ancho y entre 30 y 45 cm de largo (dependiendo del número de perfiles muestreados), siendo la altura de los mismos dada por el horizonte de suelo muestreado. Cada monolito fué removido con palas, transferido a sacos plásticos etiquetados, siendo la separación de raíces realizadas a través de cedazos tratados con agua corriente a baja presión y posteriormente las raíces secas, fueron pesadas.

En cada planta muestreada, se tomaron observaciones de altura, peso de la planta, diámetro del pseudotallo a 1 m de altura del suelo, así como también del número de hojas. Para cada perfil de suelo se realizó la descripción morfológica (Cuadro 1) junto con su correspondiente toma de muestras para análisis de laboratorio con fines de fertilidad (Cuadro 2), de acuerdo a los métodos de análisis empleados por el Laboratorio de Suelos del CENIAP (2) ; la macro y microporosidad fué determinada por el método de LEAMER y SHAW (18).

Localidad	Tratamientos (*)	Preparación del terreno
Centro de Recría Macapo (9, 10)	I) Subsulado, sin camellón sin enmienda (cS, sC, sE) II) Subsulado con camellón sin enmienda (cS, cC, sE) III) Subsulado sin camellón con enmienda (cS, sC, cE) IV) Subsulado con camellón con enmienda (cS, cC, cE)	El subsulado se realiza en forma cruzada a una distancia de 60 cm de profundidad aproximadamente, aradura a 25 cm de profundidad. El tratamiento enmienda consistió en la aplicación de materia orgánica en la forma de viruta de madera y aserrín y fosfato diamónico a razón de 31 y 288 kg/parcela respectivamente.
Estación Exp. de Padrón (6)	V) Subsulado, plano (cS, P) VI) Subsulado, bancal (cS, B) VII) Sin subsulado, plano (sS, P) VIII) Sin subsulado bancal (sS, B)	- 2 pases de subsulado - 2 pases de subsulado 3 pases de arado 2 pases de rastra Ningún tratamiento - 3 pases de arado y 2 pases de rastra

(*) - c : con s : sin C : camellón S : subsulado E : enmienda B : bancal P : plano.

Los suelos de los ensayos muestreados son de origen aluvial y clasificados de acuerdo a la 7ª aproximación como Vertic tropaquents, arcilloso ; fino, mixto ácido, isohiper-térmico y caracterizados por una secuencia textural franco-arcillo-limoso y de drenaje externo e interno-lentos, los correspondientes al Centro de Recría de Macapo. Los de la Estación Experimental de Padrón fueron clasificados como Vertic tropaquents, franco fina y caracterizados por una secuencia textural franco arcillosa a franco limosa, de estructura blocosa fuerte en los primeros centímetros de profundidad y sin estructura (masiva) a partir de los 90 cm de profundidad ; con drenaje externo e interno lentos. La descripción morfológica de las mismas se presenta en el cuadro 1.

Climaticamente (7), la localidad de Macapo se encuentra ubicada dentro de la zona de vida de Bosque seco premon-tano, en transición con Bosque muy seco y seco del piso tropical, con una elevación entre 400 y 500 m.s.n.m., siendo la temperatura media anual entre 24 y 26°C y un promedio anual de precipitación entre 800 y 1000 mm. El área de Padrón se localiza en la zona de vida de bosque húmedo tropical, con una precipitación promedio anual de 1900 a 3700 mm, y un promedio anual de biotemperatura que generalmente excede a los 24°C. Ambas localidades están ubicadas en la región central del país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos muestreados, expresados en peso (g) de las raíces secas por horizonte de perfil muestreado y en porcentaje del total de cada uno de ellos.

Se puede apreciar que en relación a la distribución vertical de las raíces en los tratamientos muestreados en la localidad de Macapo, que el 97 % del peso total radical se sitúa en los primeros 60 cms de profundidad ; a excepción del tratamiento III (cS, sC, cE), donde éste se localiza en los primeros 45 cms de profundidad. Lateralmente, se observaron en función de los tratamientos diferencias en cuanto al volumen de suelo explorado por las raíces, siendo en líneas generales en los tratamientos con camellón (cC) donde el mayor peso radical se sitúa lateralmente, localizándose el mismo alrededor de los primeros 30 cms y a una profundidad comprendida entre los 20 y 34 cm ; siendo esto debido a la misma conformación del camellón.

En los tratamientos sin camellón (sC), el mayor peso radical se sitúa lateralmente en los primeros 60 cm y a una profundidad comprendida entre 20 y 34 cm, como la descrita para los tratamientos antes citados.

En la descripción de los suelos (Cuadro 1), se puede apreciar en líneas generales que a partir de los 20 cm de profundidad existe un marcado proceso de gleyzación, lo cual está

estrechamente asociado a la profundidad de penetración del sistema radical antes descrita en los diferentes tratamientos.

En la distribución del sistema radical determinado en los tratamientos muestreados en la localidad de Padrón (Cuadro 2), el mayor porcentaje del peso radical en general, se ubica en los primeros 35 cm de profundidad, observándose que a partir de la misma, los porcentajes determinados son muy bajos. En la descripción de los suelos (Cuadro 1) se señala, que entre los 35 y 60 cm, de profundidad se observa la presencia de un moteado (7,5 YR 5/6) marrón amarillento y (10 YR 6/1) gris oscuro, frecuentes y nítidos que denotan la presencia de un nivel freático estacional y a partir de los 60 cm de profundidad un horizonte (cg) gleyzado, que reflejan las condiciones anaeróbicas a que están sometidos estos suelos.

En relación a la distribución horizontal se determinó, que existen marcadas diferencias dependientes de los tratamientos o manejos de suelo empleados. En la distancia lateral del pseudotallo comprendida entre los 45 y 90 cm, el mayor peso radical determinado correspondió al tratamiento sin subsolar bancal (sS, B) poniéndose de manifiesto, que la práctica del bancal al incrementar la profundidad efectiva de estos suelos ; trae como consecuencia que el «espacio radical» (11) sea mayor, permitiendo un incremento del número de raíces. El tratamiento sin subsolar plano (sS, P) fué el que presentó menor peso radical lateralmente del pseudotallo, a la misma distancia antes mencionada.

Los resultados observados en ambas localidades confirman lo expuesto por LASSOUDIÈRE (17, 18) y GODEFROY (8) y WATANABE (23) en relación a las exigencias de buen drenaje que requieren los suelos para un buen desarrollo del sistema radical del banano. IRIZARRY et al (13) determinaron en plátanos, que la producción por unidad de área se incrementaron notablemente en la medida en que el nivel freático se profundizará, recomendando que el mismo debe estar situado por lo menos a 36 cm de la superficie del suelo.

En el cuadro 3 se presentan los valores de macroporosidad determinados para los diferentes tratamientos muestreados en las dos localidades estudiadas. En Macapo, los valores de macroporosidad en los tratamientos I y II, con subsolado sin camellón y sin enmienda (cS, sC, sE) y con subsolado, con camellón y sin enmienda (cS, cC, cE), respectivamente, presentan valores a las profundidades de 0 a 30 y 30 a 60 cm de 7 % y 5 % respectivamente. En el tratamiento III, con subsolado sin camellón y con enmienda (sS, cC, sE) se determinaron valores de macroporosidad a las profundidades de 0 a 20 y 20 a 40 cm de 6 % y 3 % respectivamente, comprendiendo entre último (3 %) a uno de los más bajos valores determinados en esta localidad, asociándose a las mismas la presencia de raíces deformadas (raíces planas).

En Padrón los valores de macroporosidad determinados

CUADRO 1 - Características morfológicas de los perfiles de suelo descritos en los estudios del sistema radical del banano ; bajo diferentes sistemas de manejo de suelo en las localidades de Macapo (1) y Padrón (2)

Tratamientos	Horizonte	Profundidad (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia
			Matiz	Moteado			
I y II	A1p	0-30	10YR 3/3		FAL	Blocosa,d,pq.	fr,peg,pl.
	A12g	30-60	2,5Y 4/2		AL	Blocosa,d,pq.	fr,peq,pl.
	B21	60-80	2,5Y 4/4		AL	Blocosa,f,md	fr,peg,pl.
	B22g	80-100	2,5Y 4/4		AL	Blocosa,f,md	fr,peq,pl.
	B23	100-120+	2,5Y 4/4		AL	Masiva	fr,peq,pl.
III	A1p	0-20	2,5Y 3/2		FAL	Blocosa,f,md	fr,peq,pl.
	A12g	20-40	2,5Y 4/2	10YR 5/6	FAL	Blocosa,f,md,	fr,peg,pl.
	A13g	40-60	2,5Y 4/2	5YR 4/2	FAL	Blocosa,f,md.	fr,peq,pl.
	B21g	60-90	2,5Y 4/2	N 5/0	FAL	Masiva	fr,peg,pl.
	B22g	90-120+	10YR 4/2	N 5/0	FAL	Masiva	fr,peq,pl.
IV	A1p	0-20	2,5Y 4/4		FAL	Disturbada	fr,peg,pl.
	A12	20-50	2,5Y 5/2		FAL	Blocosa,d,pq.	fr,peg,pl.
	B21	50-80	2,5Y 4/4		AL	Blocosa,d,pq.	fr,peq,pl.
	B22g	80-100	2,5Y 4/4	7,5 YR 5/6	AL	Blocosa,d,pq.	fr,peq,pl.
	B23g	100-130	2,5Y 6/6	N 5/0	FAL	Masiva	fr,peq,pl.
V al VIII	A _p	0-35	10YR 4/3		FA	Blocosa,md,m	my,dr,peg,pl.
	B21	35-60	10YR 4/3	7,5YR 5/6			
				10YR 4/3	FA	Blocosa,f,g.	my,dr,peg,pl.
	C1g	60-90	10YR 4/3	7,5YR 5/6			
				10YR 5/6	FA	Masiva	my,dr,peg,pl.
			7,5YR 5/6	FL	Masiva	dr,peg,pl.	
			10YR 6/1				
			10YR 4/3				
			7,5YR 5/6				
			10YR 6/1	FAL	Masiva	dr,peg,pl.	

A : arcillosos F : franco L : limoso d : debil f : fuerte pq : pequeña md : mediana m : media
g : gruesa my : muy dr : dura peg : pegajosa pl : plástico

Tratamientos I al IV, localidad de Macapo (Edo. Aragua) descrita por Ing^o F. GRANADOS (1977)

V al VIII, localidad de Padrón (Edo. Miranda) descrita por Ing^o R. SUCRE (1979).

en general son bajos entre (2,5 % y 4,9 %) a excepción del tratamiento VI, con subsolado bancal (cS, B) que presenta valores comprendido entre 9,5 % y 10,9 %, para las profundidades de 0 a 30 y 30 a 50 cm respectivamente.

En el tratamiento VII sin subsolar plano (sS, P) los bajos valores de macroporosidad, con 3,9 % en los primeros 30 cm y 2,5 % en la capa subyacente se corresponden con los menores pesos del sistema radical obtenido en esta localidad.

KOPECKY citado por HENIN et al (12) presenta valores de macroporosidad necesarias para asegurar el crecimiento normal de algunos cultivos (Trigo, cebada y gramíneas forrajeras) cuyos valores varían entre 6 % y 20 %. TROUSE (22) para caña de azúcar señala que a valores de macroporosidad menores del 5 % pocas raíces se desarrollan, WEERT (25), en banano, observó que valores menores de 5 % de macroporosidad la penetración radicular se reducía drásticamente. Los resultados del presente trabajo conforman lo expuesto por el citado autor.

Las observaciones realizadas sobre la parte área de las diferentes plantas muestreadas por tratamientos, las cuales se presentan en el cuadro 4, señalan para la localidad de Padrón diferencias marcadas en cuanto al vigor en función de los tratamientos o manejos de suelos empleados.

Los tratamientos VI y VIII con bancal, (subsulado y sin subsulado), presentaron las plantas con mayor vigor en cuanto altura, peso total, número de hojas y diámetro del pseudotallo a 1 m de altura, correspondiendo a estos mismos tratamientos los mayores pesos radicales totales determinados (Cuadro 2).

En relación a la localidad de Macapo, aunque se presentan diferencias en cuanto altura, peso total de la planta y número de hojas, en referencia al diámetro del pseudotallo a 1 m de altura señalado por SIMMONDS (21) como un índice de vigor, no se presentaron diferencias entre ellas.

De acuerdo a los clima-diagramas presentados en los

CUADRO 2 - Distribución lateral y vertical del sistema radical del banano , expresado en peso (g) de raíces secas de las plantas muestreadas por tratamiento en las localidades : Macapo (Edo. Aragua) y Padrón (Edo. Miranda).

Tratamiento (1)	Profundidad (cm)	Distancia lateral (cm)						Total por horizonte	Porcentaje sobre total	
		0-30		30-60		60-90			por horizonte	acumulado
		peso (g)	%	peso (g)	%	peso (g)	%			
I cS, sC, sE	0-20	37	26	87	62	17	12	141	61	61
	20-34	30	55	16	29	10	18	55	24	85
	34-59	12	38	11	34	9	28	32	14	99
	59-80	3	60	1	20	2	40	3	1	100
								233		
II cS, cC, sE	0-20	63	50	62	50			125	52	52
	20-34	60	72	23	28			83	35	87
	34-59	15	63	9	38			24	10	97
	59-80	5	63	3	38			8	3	100
								240		
III cS, sC, cE	0-20	70	38	91	49	23	13	184	84	84
	20-45	14	52	11	41	2	7	27	12	96
	45-70	3	33	4	44	2	22	9	4	100
								220		
IV cS, cC, cE	0-20	51	48	31	29	35	33	107	54	54
	20-34	30	43	33	47	7	1	70	35	89
	34-59	9	53	5	29	3	18	17	9	98
	59-80	1	20	3	60	1	20	5	2	100
								199		
		0-45		45-90						
V cS, P	0-30	243	93	17	7			260	88	88
	30-50	25	71	10	29			35	12	100
								295		
VI cS, B	0-30	465	95	24	5			489	94	94
	30-50	19	66	10	34			29	6	100
								518		
VII sS, P	0-30	207	94	13	6			220	92	92
	30-50	14	70	6	30			20	8	100
								240		
VIII sS, B	0-30	343	91	34	9			377	94	94
	30-50	16	73	6	27			22	6	100
								399		

(1) s : sin, c : con, S : subsolado, C : camellón, E : enmienda, B : bancal (especie de camellón ancho), P : plano. Tratamientos I, II, III, IV, muestreados del ensayo realizado por HADDAD et al (1977), en la localidad de Macapo. Tratamientos V, VI, VII y VIII, muestreados del ensayo realizado por Técnicos de la Estación Experimental de Padrón (1979).

gráficos 1 y 2 respectivamente para las localidades de Macapo y Padrón, se pueden apreciar diferencias acentuadas en cuanto a total y distribución de la precipitación.

El clima-diagrama de Padrón (gráfico 1) nos señala que los suelos están sometidos durante el año, de 8 a 9 meses a

excesos de agua : presentándose un corto período de un mes aproximadamente con déficit. Esta situación explicaría el comportamiento o respuesta favorable de las plantas a la práctica del bancal, el cual eleva la superficie de los suelos en relación al resto del área circunvecina, incrementando la profundidad efectiva de los mismos, y conjuntamente mejo-

CUADRO 3 - Resultados promedios de las determinaciones de la Porosidad (Macro y micro) y densidad aparente efectuadas en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Profundidad (cm)	Porosidad (%)			densidad aparente
		macro	micro	total	
I y II	0-30	7,22	34,40	41,62	1,48
	30-60	5,06	36,57	41,63	1,51
III	0-20	6,98	35,06	42,32	1,45
	20-40	3,86	37,41	41,27	1,47
V	0-30	4,9	56,3	61,2	1,02
	30-50	3,9	53,4	56,2	1,31
VI	0-30	9,5	48,8	58,3	1,01
	30-50	10,9	48,6	59,5	1,31
VII	0-30	3,9	57,8	61,7	1,17
	30-50	2,5	51,4	53,9	1,43
VIII	0-30	4,8	41,3	46,1	1,05
	30-50	3,7	42,0	45,7	1,07

Cuadro 4 - Características de la parte área de las plantas de banano muestreadas en los diferentes tratamientos

Nº tratamientos	altura planta (m)	Peso planta (kg)	Número hojas	diámetro pseudotallo à 1 m (cm)
I cS,sC,sE	2,20	52	17	21
II cS, cC, sE	1,90	39	8	20
III cS, sC, cE	1,90	43	11	20
IV cS, cC, cE	1,70	40	12	20
V cS, P	1,90	25	6	14
VI cS, B	2,80	63	13	20
VII sS, P	1,85	22	9	14
VIII sS, B	2,20	37	11	17

rando el drenaje superficial. El subsolado bajo estas condiciones de suelos al no influir sobre la profundidad de la mesa de agua ajerce poca influencia en el desarrollo de las plantas.

En relación a la localidad de Macapo, el clima-diagrama, señala que la zona presenta exesos de aguas por un periodo de 5 meses, presentando un déficit de 3 meses (gráfico 2).

Comparando los resultados obtenidos en esta localidad con los de Padrón, en relación al vigor de la planta como repuesta favorable a las prácticas de manejo empleadas, con especial énfasis al camellón, no se evidenció un efecto significativamente beneficioso del mismo, ya que bajo estas condiciones climáticas y de suelo, no existe la limitante del nivel freático superficial; es decir, no se justifica un aumento de la profundidad efectiva del suelo mediante la práctica del camellón.

La Estación Experimental de Cauagua (5,6), reporta con

respecto a la producción de racimos a los 15 meses de sembrado el ensayo, que los tratamientos más efectivos resultaron ser: bancal y subsolado bancal con 34.000 y 33.000 kg/Ha respectivamente.

Mierras que muy por debajo con una producción de 5.900 y 2.256 kg/Ha, respectivamente, han sido los resultados de los tratamientos sin subsolar-plano y subsolado plano.

En Macapo en relación a los rendimientos HADDAD et al (9, 10), reportan una tendencia beneficiosa del subsolado, especialmente cuando se uso el camellón. El rendimiento para el tratamiento subsolado con camellón fué de 69.800 kg/ha, el del subsolado sin camellón de 68.600 kg/ha.

CONCLUSIONES

La profundidad del nivel freático limitó la penetración del

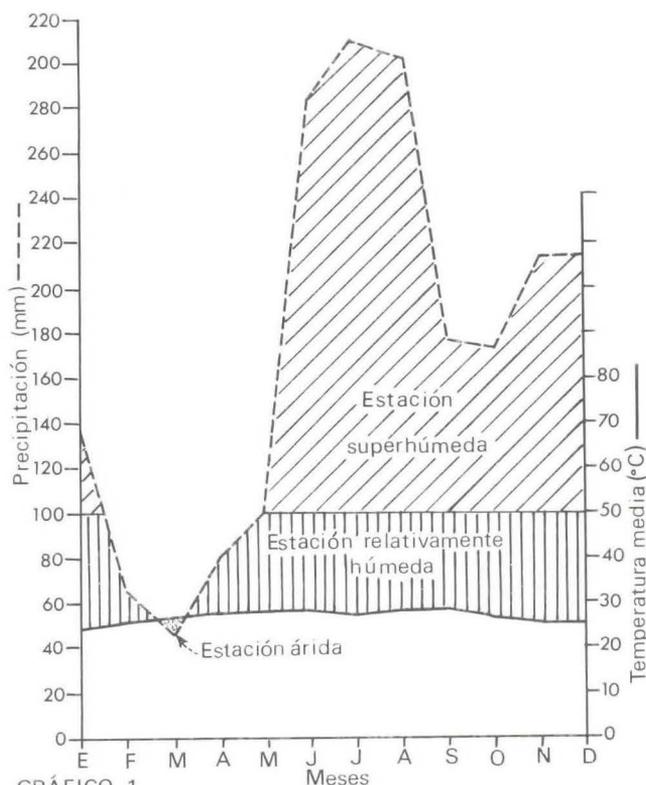


GRÁFICO 1
CLIMADIAGRAMA (Gaussen) PARA LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CAUCAGUA, ESTADO MIRANDA (1972-1976).

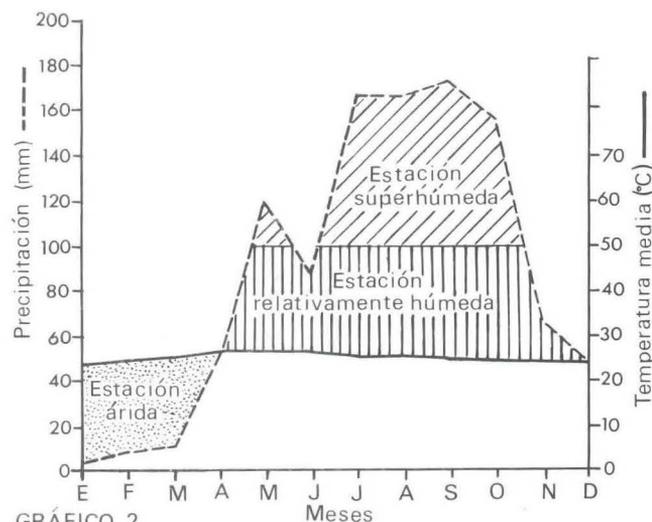


GRÁFICO 2
CLIMADIAGRAMA (Gaussen) PARA EL CASERIO MACAPO, EDO. CARABOBO (1972-1976).

sistema radical del banano en las 2 condiciones de suelo estudiadas.

A valores de macroporosidad entre 5 % y 3 % se observó una deformación de las raíces y su penetración es limitada.

El manejo de los suelos influye sobre el peso total radical y vigor de la parte aérea. El camellón ancho ó bancal incrementa la profundidad efectiva de los suelos y mejora el drenaje superficial.

BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- AVILÁN (L.), MENESES (L.), GRANADOS (F.) y HADDAD (O.).
Estudio del sistema radical del Banano «Dwarf Cavendish», bajo dos sistemas de siembra.
En Resúmenes, V Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, Barquisimeto, Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo, p. 18.
- CHIRINOS (A.V.).
Análisis rápidos en suelos con fines de fertilidad.
En Curso Análisis Químicos de Suelos, Maracay. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo, 1972, 43 p.
- COMERMA (J.) y PARADES.
Principales limitaciones y potencial agrícola de las tierras en Venezuela.
Agronomía tropical, 28 (2), 71-85, 1978.
- DE ROO (H.) Tillage and root growth.
En Root Growth. W.J. Whittington (Editor), London, Butterworths, 1969, p. 339-357.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CAUCAGUA.
Informe Anual 1977.
En Centro de Investigaciones Agropecuarias. Informe Anual 1977. Maracay, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1978, p. IX-7.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CAUCAGUA.
Informe Anual 1978.
En Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Informe Anual 1978, Maracay, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1979, p. 36.
- EWEL (L.) y MADRIZ (A.).
Zona de vida de Venezuela.
Memoria explicativa sobre mapa ecológico, Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, 1968, 265 p.
- GODEFROY (J.).
Le développement des racines de bananier dans divers sols. Relation avec la fertilité.
Fruits, 24 (2), 101-104. 1969.
- HADDAD (G.), SURGA (G.) y WAGNER (M.).
Influencia del subsolado camellonado y uso de enmiendas sobre el comportamiento del cambur Dwarf Cavendish (Musa AAA) en suelos pesados. I, primer ciclo.
En Compendio, IX Jornadas Agronómicas, Maracay, Sociedad Venezolana de Ingenieros Agronomos, 1977.
- HADDAD (O.) et al.
Comportamiento del cambur Dwarf Cavendish en suelos pesados con relación de ciertas prácticas Agronómicas.
En Compendio, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Fondo Nacional de Investigaciones, 1979.
- HARDY (F.).
Root room.
Tropical Agriculture (Trin.), 51 (2) 272-278, 1974.
- HENIN (S.), GRAS (R.) y MONNIER (G.).
El perfil cultural ; el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas.

- Trad. C. Roqueso de Labara, Madrid Edit. Mundi Prensa, 1972, 342 p.*
13. IRIZARRY, HEBER, SILVA (S.) y VICENTE-CHANDLER (J.)
Effect of water table level on yield and root system of plantains.
The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico,
64 (1), 33-36, 1968.
14. KNAVEL (E.) and MORH (H.).
Distribution of roots of four different variables under polyethylene mulches.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 91, 589-597, 1976
15. KOLESNIKOV (V.).
The root system of fruit plant. Moscow.
MIR, 1971, 269 p.
16. LASSOUDIÈRE (A.).
La croissance des racines du bananier.
Fruits, 26 (7-8), 501-512, 1971.
17. LASSOUDIÈRE (A.).
Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier Poyo en Côte d'Ivoire. II.- Le système radical.
Fruits, 1978, 33 (5) 314-338.
18. LEAMER (R.) and SHAW (B.).
A simple apparatus for measuring non capillary porosity and extensive scale.
J. Amer. Soc. Agron., 1941, 33, 1003-1008.
19. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA.
Memoria y Cuenta, Año. 1978.
20. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA.
Plan operativo del sector Agrícola, Caracas, Dirección de Planificación, Tomo I, 1977.
21. SIMMONDS (N.).
Bananas.
London, Longmans, 466 p., 1959.
22. TROUSE (A.). Jr.
Effect of soil compression on the development of sugar cane roots.
In Proc. Intern. Soc. of Sugar cane Technologist,
12 Congress, San Juan de Puerto Rico, 1965, Elsevier, 1967,
p. 137-152.
23. WATANABE (R.).
The rote of soils in banana production.
En 4th Annual Conference, Proceedings Hawai Banana Industry Association, University of Hawai, Miscellaneous Publication,
109, 28-32, 1972.
24. WEAVER (J.) and BRUMER (W.).
Root development of vegetable crops.
New York, Mc Graw Hill, 1927.
25. WIERSUN (L.K.).
The relationship of the size and structural rigidity of flores to their penetration by roots.
Plant and Soil, 9 (1), 75-85, 1957.
26. VAN DER WEERT (R.).
Influence of machinical forest clearing on soil condition and the resulting effects on root growth.
Tropical Agriculture (Trinidad), 51 (2), 325-331, 1974.



DARBONNE
SOCIÉTÉ CIVILE DARBONNE

Siège social : 6, boulevard JOFFRE
91490 MILLY-LA-FORET B.P. 8
Tél. (6) 498.95.95 --- Téléx 690373

PLANTS de FRAISIERS

Tous nos pieds-mères sont issus de méristèmes

PLANTS de FRAMBOISIERS

GRIFFES d'ASPERGES

Sélection DARBONNE n°4
Sélection DARBONNE n°3
Nouveauté: Hybride de clones
DARBONNE n°231
La gamme complète
des nouveaux hybrides INRA

Pour toutes informations sur nos productions
DEMANDER NOTRE CATALOGUE GRATUIT

... Une visite en vaut la peine