

Relaciones entre algunas propiedades físicas del suelo y la producción del pimentón (*Capsicum annum L.*)

Relationship between some soil physical properties and pepper (Capsicum annum L.) production

Carlos A. Ohep¹; Felipe Marcano L.¹

¹Departamento de Suelos, Decanato de Agronomía, UCLA. Tarabana, Cabudare, Edo. Lara

RESUMEN

Las propiedades físicas del suelo tienen una importante influencia en el crecimiento y producción de cultivos. Esto se debe fundamentalmente a que ellas afectan al movimiento de agua, aire y nutrimentos en el suelo, los cuales influyen en el desarrollo radical y producción de las plantas. Con la finalidad de estudiar las relaciones entre algunas propiedades físicas y el contenido de humedad en el suelo, así como sus incidencias en el desarrollo radical y el peso de frutos del pimentón (*Capsicum annum*), se condujo un experimento en un suelo Ustollic Camborthids, arcilloso fino, del estado Lara. El análisis de las variables se realizó mediante regresión simple y múltiple, obteniéndose diferentes modelos para las variables dependientes: contenido de humedad del suelo, peso seco de raíces y peso seco de frutos. Al contenido de humedad del suelo lo afectó principalmente la microporosidad, seguido de la macroporosidad y la densidad aparente del suelo. El peso seco de raíces a la profundidad de 0-10 cm, fue afectado fundamentalmente por el tamaño de agregados y la macroporosidad. Esta variable fue afectada a mayores profundidades por la densidad aparente y la macroporosidad. Con respecto al peso seco del fruto por planta, se encontraron relaciones muy similares a las anteriores.

Palabras Clave: propiedades físicas, humedad del suelo, desarrollo radical, producción de pimentón.

ABSTRACT

Soil physical properties have a remarkable influence in crops development. This is so because they condition the movement of water, air and nutrients in the soil, factors which condition root development and plant production. An experiment was conducted on a fine clayey member of the Ustollic Camborthids with the objective of studying some physical properties and their relationship with soil water content as well as their influence on root development and fruit weight of pepper (*Capsicum annum L.*). Simple and multiple regression analysis were used to study such variables, resulting different model for the dependent variables soil water content, root dry weight and fruit. The soil water content was mainly affected by microporosity, followed by macroporosity and bulk density. The root dry weight at depths from 0-10 cm, was highly influenced by aggregate size and macroporosity. Below 10 cm, soil bulk density and macroporosity had a higher influence over root dry weight. Similar responses were found in relationship to fruit dry weight by plant.

Index words: soil physical properties, water content, root development, pepper production.

INTRODUCCIÓN

El suelo además de ser un medio de soporte de las plantas, constituye uno de los factores que afecta de manera importante al desarrollo y producción de muchos cultivos. Esto se debe fundamentalmente al arreglo, tamaño y distribución espacial de partículas y agregados, los cuales definen en gran parte a la proporción de macro y microporos responsables de la aireación, infiltración de agua, retención de humedad y flujo de calor en el suelo (Malagón, 1976). Cuando el suelo posee buenas condiciones físicas permite un adecuado suministro de agua y aire, facilita la absorción de nutrimentos por las plantas y constituye un medio que garantiza el desarrollo de las raíces. Sin embargo, cuando sus condiciones son inadecuadas se presenta como un impedimento mecánico que se resiste a la penetración de las raíces, con baja macroporosidad que conlleva a excesos de humedad y déficit de oxígeno, que afectan al desarrollo y producción de cultivos (Claudharry et al., 1985).

En relación a los efectos de las condiciones físicas en la producción de cultivos hortícolas, Portas (1973), observó que el desarrollo de las raíces de coliflor, cebolla, lechuga y tomate eran un reflejo de las condiciones físicas del suelo. Asimismo, reportaron que los incrementos en densidad aparente limitaron el desarrollo y penetración de las raíces de dichos cultivos. Similares resultados encontraron Hallmark y Barber (1981) en experimentación con soya.

El contenido de humedad de los suelos es un importante factor que afecta al crecimiento y desarrollo de las raíces de los cultivos, así Viets (1967), indicó que las raíces de las plantas se ven incapaces de absorber suficientes nutrimentos en suelos secos, debido a la poca actividad radical y a las bajas tasas de difusión de iones y del movimiento de agua. También los excesos de humedad ocasionan un efecto negativo al desarrollo de las raíces ya que el aire del espacio poroso es desplazado (Benett y Doss, 1960). Cuando se mejora la densidad aparente, la porosidad, el tamaño de agregados y el contenido de humedad del suelo, al usar implementos de labranza profunda (Subsolador), el pimentón puede desarrollar un mayor sistema radical, peso seco de la planta y producción (Ohep, 1987). En este sentido, Castillo (1980), reportó que un aumento en la densidad aparente de los suelos fue la causa del incremento en el contenido de humedad del mismo, lo que ocasionó una disminución del peso seco de la planta y del crecimiento de la raíz de la soya, debido a la falta de oxígeno en el suelo. Igualmente Ferreyra et al (1985), encontraron que contenidos altos de humedad disminuyeron el peso seco de fruto, peso seco de raíces, niveles de nitrógeno y clorofila en la hoja del pimentón.

La explotación continua de cultivos de ciclo corto con excesivo laboreo puede conducir a los suelos al deterioro antes mencionado, sin embargo, las investigaciones en relación al estudio de las relaciones entre las propiedades físicas del suelo con el desarrollo y producción de cultivos hortícolas son escasas. El conocimiento de estas relaciones podrían advertir sobre las potencialidades y limitaciones de determinado suelo para la producción de cultivos. Por estos motivos se realizó este trabajo, con los siguientes objetivos:

Determinar las relaciones que existen entre algunas propiedades físicas del suelo (densidad aparente, macroporosidad, microporosidad, tamaño de agregado) y el contenido volumétrico de humedad del mismo.

Definir las relaciones que existen entre los factores físicos antes mencionados, y el desarrollo radical y la producción de frutos del pimentón.

MATERIALES Y METODOS

Condiciones de la parcela experimental

Ubicación: el experimento se realizó en el Valle del Rio Tocuyo, Municipio Morán, estado Lara, a 09o 48' latitud N y 69o 48' de longitud W, y 630 m.s.n.m.

Clima: Esta información fue tomada de la Estación Experimental del Tocuyo de la UCLA, en donde se obtuvieron valores mensuales promedios de los últimos seis años. La temperatura media fue de 26.18oC; el promedio de precipitación mensual fue de 39.03 mm; el mes de abril presentó la mayor precipitación con 89.6 mm; la evaporación mensual presentó valor promedio de 222.45 mm; la humedad relativa promedio tomada a las 8:00 a.m., fue de 61.67% y 83.0% tomada a las 2:00 p.m. En relación a la insolación media el promedio mensual fue de 7.13 horas/día. Los valores sobre la velocidad del viento fluctuaron entre 1.2 y 2.8 m/seg.

Suelos: El suelo de la Unidad Experimental fue clasificado como Ustollic Camborthids, arcilloso fino, mixto, no ácido, isohipertérmico. Posee una textura franco arcillo limosa en todo el perfil; estructura blocosa subangular de moderado desarrollo en el primer horizonte, a débil en profundidad; consistencia firme en húmedo, y adhesiva y plástica en mojado; permeabilidad moderadamente lenta; fuerte reacción al HCl al 10%; pocas raíces y frecuente actividad biológica; reacción moderadamente alcalina, contenido de materia orgánica, fósforo y potasio medio en la superficie y bajo en los estratos inferiores. Calcio y magnesio con valores muy altos en todo el perfil, y contenidos moderados de sales en todo el perfil.

Características del experimento.

Con el fin de lograr valores diferentes en las variables del suelo estudiadas, se prepararon de manera distinta cuatro franjas de terreno. Una con un pase de subsolador más tres pases de rastra, otra con un pase de arado de disco más tres pases de rastra, otra con tres pases de rastra solamente y la última con un pase de rotocultor solamente. Cada franja de terreno tenía 6 hileras del cultivo, con una superficie de aproximadamente 140 m². En cada parcela se seleccionaron ocho plantas al azar de las hileras centrales, para un total de 32 plantas, a las cuales se les realizaron las distintas evaluaciones. En un sitio adyacente a estas plantas, entre surco de riego y camellón, se efectuaron las evaluaciones de las variables del suelo seleccionadas para esta investigación. Estas se realizaron a los 94 días después del trasplante.

Con el fin de determinar la relación que existe entre cada una de las variables de suelo con respecto al contenido de humedad del mismo, peso de la raíz y peso del fruto, se realizaron análisis de regresión simple para cada caso. Para estudiar el efecto en conjunto de las variables independientes sobre las dependientes señaladas anteriormente, se realizaron análisis de regresión múltiple. Cada uno de estos análisis fue efectuado para las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm en el perfil del suelo. Debido a la alta correlación que existe entre las variables independientes (multicolinealidad) el análisis de regresión fue realizado por el método de componentes principales.

Para la determinación de las variables en el cultivo se extrajo la raíz de cada planta hasta una profundidad de 60 cm, y se recolectaron todos los frutos por planta, hasta los 94 días después del trasplante. En ambos casos se determinó el peso seco.

Para las evaluaciones del suelo se emplearon los siguientes métodos: densidad aparente por el método del cilindro Uhland (Pla, 1977); macro y microporosidad por el procedimiento descrito por Hillel (1982), y Pla (1977); análisis de agregado en seco, empleando la media geométrica (Mazurak, 1950), usando la metodología presentada por Malagón (1976), y el contenido volumétrico de humedad (Pla, 1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

La media y rango de valores de cada variable independiente utilizada en los análisis de regresión se presentan en el Cuadro 1, donde se aprecia la magnitud de los cambios causados por la labranza de los suelos sobre los factores físicos de suelo y las variables del cultivo estudiadas.

Los resultados de los análisis de regresión simple a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm, en relación al efecto de las variables del suelo sobre el contenido de humedad del mismo se presentan en el Cuadro 2. En él se muestra que para la profundidad de 0-10 cm, la densidad aparente y microporosidad presentaron un efecto positivo significativo; y la macroporosidad, una relación negativa y significativa, con respecto a la variable dependiente. Al analizar todas las variables independientes de suelo actuando simultáneamente sobre el contenido de humedad, se obtuvo un modelo de regresión múltiple en donde la microporosidad, macroporosidad y densidad aparente son las que poseen mayor efecto sobre el modelo obtenido (Cuadro 3). Este modelo explica el 77.15% del contenido de humedad del suelo.

Para la profundidad de 10-20 cm, el análisis de regresión simple mostró resultados similares al anterior (Cuadro 2), y el análisis de regresión múltiple señala como las variables de mayor influencia en el modelo, a la densidad aparente, tamaño de agregado en seco y microporosidad del suelo (Cuadro 3). El modelo explica el 67.16% de la variable dependiente.

Estos resultados indican que una leve compactación superficial permitiría que se incrementara el contenido de humedad en el estrato superficial del suelo.

En lo que respecta a la profundidad de 20-45 cm, el análisis de regresión simple solo señaló la relación de la microporosidad con el contenido de humedad como estadísticamente significativa (Cuadro 2). El modelo de regresión múltiple para esta profundidad señala a la densidad aparente, tamaño de agregados y microporosidad con relaciones positivas, y a la macroporosidad del suelo con influencia negativa sobre la variable dependiente, mostrando a la microporosidad como la variable de mayor importancia en el modelo (Cuadro 3). Este modelo solo explica un 36.14% del contenido de humedad del suelo.

Al igual que en los casos anteriores, se muestra que los incrementos en la microporosidad del suelo permiten aumentar su capacidad de retención de humedad, sin embargo esto puede ir en detrimento de la capacidad de aireación causando posiblemente, efectos adversos al cultivo.

Los modelos de las ecuaciones de regresión simple entre las variables del suelo y el peso de raíces a las distintas profundidades se muestra en el Cuadro 4 y los modelos de regresión múltiples, en el Cuadro 5.

Para la profundidad de 0-10 cm el análisis de regresión simple solo mostró relación con el tamaño de agregados, pero cuando estas variables se analizaron en forma simultánea, todas entraron en el modelo, considerando al tamaño de agregados y la macroporosidad como las que ejercieron mayor influencia en el mismo. El análisis de regresión múltiple a esta profundidad señaló un efecto positivo y significativo del contenido de humedad, macroporosidad, tamaño de agregado y microporosidad, y negativo y significativo de la densidad aparente sobre el peso seco de raíces. Este modelo explica el 70.88% de la variación del peso seco de raíces y considera al tamaño de agregados y la macroporosidad como las variables que tuvieron mayor influencia.

Esto se debe posiblemente al efecto de estas variables sobre la facilidad de penetración de las raíces en el suelo.

En la profundidad de 10-20 cm, el análisis de regresión simple expresa las siguientes relaciones: relación negativa y significativa entre contenido de humedad y peso seco de raíces, debido posiblemente al efecto del desplazamiento del aire por el agua en este estrato. Relación negativa y significativa entre la densidad aparente y la variable dependiente, posiblemente por la resistencia que se le ofrece a la penetración radical, para valores altos en la variable independiente, e influencia positiva y significativa entre la macroporosidad y

Cuadro 1. Promedios y rango de valores de las variables de suelo, a tres profundidades y de las variables medidas en el cultivo.

Variables de suelo	Profundidad (cm)		Promedio	Rango
Contenido humedad volumétrico (%)	0-10		26,74	25,15-27,69
-	10-20		27,82	24,25-32,71
-	20-45		28,94	24,16-33,52
Densidad aparente (Mg/m ³)	0-10		1,24	1,22- 1,28
-	10-20		1,46	1,38-1,54
-	20-45		1,44	1,38- 1,55
-				
Microporosidad (%)	0-10		39,48	38,65-40,79
-	10-20		40,2	39,60-41,16
-	20-45		36,09	32,25-37,11
-				
Macroporosidad (%)	0-10		13,52	11,63-15,42
-	10-20		8,91	6,76-11,01
-	20-45		9,13	7,38-12,60
-				
Tamaño de Agregados (mm)	0-10		2,86	1,99- 4,20
-	10-20		4,65	2,69- 5,53
-	20-45		5,26	4,10- 7,39
-				
Variables del cultivo	-		-	-
Peso seco de raíces (gr/planta)			26,04	20,70-38,75
Peso seco de frutos(gr/planta)			47,47	33,50-66,45

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión simple, coeficientes de correlación y pruebas de "t", para las relaciones entre el contenido de humedad y las variables físicas del suelo, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm.

Ecuación de regresión simple	Coeficiente correlación	"t" calculado	Significación coeficiente correlación
Profundidad 0-10 cm			
H= -7.5 + 27.8 Da	0.678	5.052	**
H= 34.46 - 0.57 Mp	-0.835	8.312	**
H= 25.57 + 0.41 Ta	0.343	2.000	N.S
H= -2.481 + 0.74 Mc	0.898	11.179	**
Profundidad 10-20 cm			
H= -18.64 + 32.07 Da	0.626	4.397	**
H= 37.59 - 1.08 Mp	-0.648	4.660	**
H= 26.93 + 0.24 Ta	0.082	0.451	N.S
H= -199.91 + 5.63 Mc	0.963	19.572	**
Profundidad 20-45 cm			
H= 17.44 + 7.97 Da	0.103	0.567	N.S
H= 35.58 - 0.73 Mp	-0.337	1.961	N.S
H= 25.00 + 0.75 Ta	0.252	1.426	N.S
H= -54.83 + 2.32 Mc	0.644	4.611	**

H= Porcentaje de humedad volumétrico; Da= Densidad aparente; Mp= Porcentaje de macroporos

Ta= Tamaño de agregados; Mc= Porcentaje de microporos

** = Significativo al 1%; N.S= No significativo

Cuadro 3. Ecuaciones de regresión múltiple, coeficiente de determinación y pruebas de "t", para la relación entre el contenido de humedad y las variables físicas del suelo, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm

Profundidad muestreo (cm)	Ecuación de regresión múltiple	Coeficiente determinación (R ²) en %	Prueba de "t" para los coeficientes de las variables			
			Da	Mp	Ta	Mc
-	-	-				
0-10	H= 5.3+10.96Da -0.2Mp+0.24Ta+0.26Mc	77.15	7.513	-9.077	2.592	10.530
10-20	H= -60.99+14.82Da -0.51Mp+0.28Ta+1.76Mc	67.16	6.816	-7.458	1.041	7.258
20-45	H= -13.56+0.18Da -0.45Mp+0.83Ta+1.18Mc	36.14	0.418	-4.003	3.550	5.597

el peso de raíces, debido a que poros de mayor tamaño facilitan la penetración de raíces (Cuadro 4). El análisis de regresión múltiple considera como variables independientes de mayor importancia a la densidad aparente y la macroporosidad a esta profundidad (Cuadro 5). Este modelo explica el 57.24% del peso de raíces. Similares resultados fueron reportados por Castillo (1980) en soya, y Ferreyra et al (1985) en pimentón.

Para la profundidad de 20-45 cm, el análisis de regresión simple indicó efectos positivos y significativos entre el peso seco de raíces y la macroporosidad, e igualmente con el tamaño de agregado. El efecto de la variable dependiente y la densidad aparente se mostró negativo y significativo (Cuadro 4). Cuando se realizó el análisis en conjunto se obtuvo un modelo de regresión múltiple que indica que las variables densidad aparente y macroporosidad del suelo fueron los que tuvieron mayor influencia en el peso de raíces a esta profundidad (Cuadro 5). Este modelo explica el 51.16% del peso de raíces. Resultados similares fueron reportados por Portas (1973) en hortalizas. Al igual que en los casos anteriores, estos resultados muestran la importancia de las variables estudiadas en la penetración y desarrollo radical.

En relación al efecto de las variables físicas del suelo y el peso de frutos se encontraron relaciones muy similares a las del caso anterior, ya que la influencia de estos atributos del suelo en el peso de frutos es consecuencia en gran parte del desarrollo radical, el cual es afectado en forma directa por las condiciones físicas del suelo. Los modelos obtenidos entre las variables físicas y el peso de frutos se muestran en los Cuadros 6 y 7. Similares resultados fueron reportados por Ferreyra et al. (1985)

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión simple, coeficientes de correlación y pruebas de "t", para las relaciones entre el peso seco de raíces y las variables físicas del suelo, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm

Ecuación de regresión simple	Coefficiente correlación	"t" calculado	Significación coeficiente correlación
Profundidad 0-10 cm			
Pr= 14.06 + 0.45 H	0.071	0.390	N.S
Pr= 48.18 - 17.85 Da	-0.064	0.351	N.S
Pr= 26 + 0.03 Mp	0.006	0.027	N.S
Pr= 13.55 + 4.36 Ta	0.539	3.505	**
Pr= -9.57 + 0.90 Mc	0.161	0.894	N.S
Profundidad 10-20 cm			
Pr= 47.18 - 0.76 H	-0.373	2.202	*
Pr= 132.28 - 73.04 Da	-0.704	5.429	**
Pr= 5.17 + 2.34 Mp	0.698	5.339	**
Pr= 16.90 + 2.00 Ta	0.340	1.980	N.S
Pr= 194.72 - 4.19 Mc	-0.364	2.073	*
Profundidad 20-45 cm			
Pr= 19.40 + 0.23 H	0.112	0.621	N.S
Pr= 130.08 - 72.08 Da	-0.457	2.814	**
Pr= 6.69 + 2.12 Mp	0.480	2.997	**
Pr= 9.49 + 3.14 Ta	0.517	3.308	**
Pr= 10.35 + 0.43 Mc	0.059	0.323	N.S

Pr= Peso seco de raíces ; * = Significativo al 5%

Cuadro 5. Ecuaciones de regresión múltiple, coeficiente de determinación y pruebas de "t", para la relación entre el peso seco de raíces y las variables físicas del suelo, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm.

Profundidad muestreo (cm)	Ecuación de regresión múltiple	Coeficiente determinación (R ²)	Prueba de "t" para los coeficientes de las variables				
			H	Da	Mp	Ta	Mc
0-10	Pr=-88.37+0.10H -6.62Da+0.76Mp+4.87Ta+3.05Mc	70.88	0.328	-1.779	2.621	4.033	2.353
10-20	Pr= 25.55-0.32H -45.28Da+1.57Mp+0.73Ta+Mc	57.24	-1.798	-5.520	5.688	1.391	1.197
20-45	Pr= 72.01+0.31H 59.22Da+1.16Mp+2.20Ta+0.24Mc	51.16	2.65	-16.38	4.463	1.055	0.601

Cuadro 6. Ecuaciones de regresión simple, coeficientes de correlación y pruebas de "t", para las relaciones entre el peso seco de fruto y las variables físicas del suelo, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm

Ecuación de regresión simple	Coefficiente correlación	"t" calculado	Significación coeficiente correlación
Profundidad 0-10 cm			
Pf= -23.64 + 2.66 H	0.160	0.939	N.S
Pf= 68.63 - 17.08 Da	0.026	0.143	N.S
Pf= 51.79 + 0.322 Mp	0.030	0.164	N.S
Pf= 13.27 + 11.94 Ta	0.637	4.526	**
Pf= -43.07 + 2.29 Mc	0.176	0.979	N.S
Profundidad 10-20 cm			
Pf= 124.12 - 2.74 H	-0.351	2.053	*
Pf= 299.79 - 173.48 Da	-0.722	5.716	**
Pf= -2.55 + 5.61 Mp	0.721	5.699	**
Pf= 41.02 + 1.41 Ta	0.103	0.567	N.S
Pf= -144.87 + 5.43 Mc	-0.386	2.292	*
Profundidad 20-45 cm			
Pf= 37.71 + 0.37 H	0.586	3.951	**
Pf= 273.58 - 156.68 Da	-0.429	2.330	*
Pf= -5.25 + 5.71 Mp	0.565	3.751	**
Pf= 20.08 + 5.20 Ta	0.369	2.175	*
Pf= 62.74 + 0.424 Mc	-0.025	0.137	N.S
Pf= Peso seco de fruto	-	-	-

Cuadro 7. Ecuaciones de regresión múltiple, coeficiente de determinación y pruebas de "t", para la relación entre el peso seco de fruto y las variables físicas del suelo, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-45 cm.

Profundidad muestreo (cm)	Ecuación de regresión múltiple	Coeficiente determinación (R^2) en %	Prueba de "t" para los coeficientes de las variables				
			H	Da	Mp	Ta	Mc
-	-	-					
0-10	$Pf = 39.76 + 1.48H - 99.54Da + 0.94Mp + 10.75Ta + 1.22Mc$	40.91	2.256	-2.586	1.699	4.165	2.209
10-20	$Pf = 236.6 - 0.24H - 77.81Da + 2.65Mp + 0.93Ta - 2.41Mc$	57.05	-0.561	-3.759	3.813	0.66	-1.136
20-45	$Pf = 153 + 1.12H - 89.88Da + 3.62Mp + 4.01Ta - 1.73Mc$	43.93	1.513	-1.886	3.523	2.04	-1.068

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones particulares de esta investigación se puede establecer las siguientes conclusiones:

En relación al efecto de las propiedades físicas en el contenido de humedad del suelo a las distintas profundidades se puede indicar que la variable que influye con mayor intensidad es la microporosidad del suelo, seguida de la macroporosidad y la densidad aparente.

Las relaciones de la microporosidad y la densidad aparente con el contenido de humedad son positivas, en contraste con la macroporosidad que tiene una influencia negativa con la variable dependiente.

El efecto de los factores físicos del suelo en el desarrollo radical del pimentón y el peso del fruto es diferente para cada profundidad de suelo considerada. Así se tiene que a la profundidad de 0-10 cm, es más importante el tamaño de agregado del suelo. En este caso las relaciones entre el peso de raíces con el tamaño de agregado, microporosidad, macroporosidad y contenido de humedad son positivas, mientras que con la densidad aparente es negativa.

En la profundidad de 0-20 cm donde las condiciones del suelo son más limitantes (alta densidad aparente y baja macroporosidad), son la macroporosidad y la densidad aparente las que ejercieron mayor influencia en el comportamiento del peso de raíces. A esta profundidad y debido a las condiciones particulares del experimento, el contenido de humedad del suelo presenta una relación negativa con el peso de raíces.

A la profundidad de 20-45 cm, las variables más importantes en el modelo que explican el peso de raíces son densidad aparente y macroporosidad. La densidad aparente es la única variable que manifiesta un efecto negativo en relación al peso de raíces.

Con respecto al efecto de las propiedades físicas del suelo sobre el peso de fruto, se presentan las mismas relaciones que en el caso anterior.

Estas relaciones deben ser consideradas cuando se realicen labores de mecanización en el suelo que puedan llegar en algunos casos a reducir la porosidad, lo que posiblemente restringe el contenido de agua y aire en el suelo; así mismo puede aumentar la resistencia que éste ofrece a la penetración de raíces, lo que afecta negativamente la producción de frutos en los cultivos.

LITERATURA CITADA

- BENNETT, D. y B. DOSS. 1960. Effect of soil moisture level on root distribution of cool-season forage species. *Agrom. J.* 52: 204-207
- CASTILLO, M. 1980. Efectos de la compactación de suelos y stress mecánico sobre el desarrollo foliar y radicular, rendimiento en grano y toma de nutrientes. VI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Resúmenes de trabajos. Guanare. pp. 150-184
- CLAUDHARRY, M., P. GARY, S. PHIHAR y R. KHERA. 1985. Effect of deep tillage on soil physical properties and maize yields on coarse textural soils. *Soil and Tillage Research.* 6: 31-44
- FERREYRA, E., S. SELLESVAN y T. TOSSO. 1985. Effect of different water levels on pepper. Influence of excess humidity. *Agricultura técnica* 45(1): 47-51
- HALLMARK, W. y S. BARBER. 1981. Root growth and morphology, nutrient uptake and nutrient status of soybeans affected by K and density. *Agron. J.* 71(5): 779-782
- HILLEL, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Press. New York, USA. pp. 200-207
- MALAGON, D. 1976. Propiedades físicas de los suelos. IGAC. Vol. XII. N° 7. Bogotá, Colombia. 622p.
- OHEP, C. 1987. Efecto del laboreo sobre características físicas y químicas del suelo y su incidencia sobre el comportamiento del cultivo pimentón (*Capsicum annum L.*). Tesis maestría. CIDIAT-ULA. Mérida, Venezuela. 113p.
- PLA, I. 1977. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Fac. Agron. Instituto de Edafología. U.C.V. Maracay, Venezuela. 112p.
- PORTAS, C. 1973. Development of root systems during the growth of some vegetable crops. *Plant and Soil.* 39(3): 307-318
- VIETS, F. 1967. Nutrient availability in relation to soil water. *Amer. Soc. Agron.* 11: 458-471