

# VARIACIONES ESTACIONALES DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DE DOS SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO, NARIÑO, COLOMBIA.

---

OSCAR JURADO MARTINEZ\*

RAUL JURADO MARTINEZ\*

LUCIO LEGARDA BURBANO\*\*

RICARDO GUERRERO RIASCOS\*\*\*

## RESUMEN

En un suelo Tropept y un suelo Andept se estudió la variación estacional de las propiedades físicas mediante observaciones en muestra de suelo seca al aire y a la humedad de campo.

El secamiento al aire de la muestra del suelo afectó la retención de humedad aumentándola. Los efectos del secado se consideran de trascendencia en lo pertinente a la confiabilidad y exactitud del análisis y su magnitud parece estar asociada al régimen de precipitación pluvial previo el muestreo.

En el suelo Andept la precipitación pluvial incrementó en forma lineal la densidad aparente, causando así una caída en la capacidad de campo. Tanto en Andept como en Tropept las variaciones estacionales de las propiedades físicas fueron considerables. A un incremento en el volumen de precipitación pluvial correspondió un incremento en la humedad del suelo.

## ABSTRACT

One es Tropept localised in the Obónuco Experimental Sta-

---

\* Parcial de la Tesis de Grado presentada por los dos primeros autores como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Nariño.

\*\* Decano Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

\*\*\* Asistente Técnico, Monomeros Colombo-Venezolano. A. 17972. Bogotá.

tion in the Pasto Highland, and another the Andept, localised near Chachagüí village. In both places study physical properties of seasonal variations were fulfilled as a result of monthly observations and laboratory determinations in dry sample in open air and in humid state condition.

The drying sample in open air affected moisture retention capacity increasing. Dryness effect were important dealing with reliable and analysis accuracy; In Andept soil, the rainfall increased bulk density in a lineal tendency causing a fall in the field capacity. In Andept as well as in Tropept soil, the seasonal variations of physical properties were considerable.

### INTRODUCCION

Se sabe que el suelo se expande al humedecerse e inversamente, se contrae al secarse. También se conoce que el agua puede sacarse del suelo húmedo por comprensión; el suelo seco ejerce una gran presión se está humedeando. La expansión y contracción de los suelos son dos fenómenos importantes que ocurren en épocas de lluvia y de sequía.

El objetivo de esta investigación fue determinar el influjo de las variaciones estacionales en las propiedades físicas de un suelo Tropept (Obonuco) y un suelo Andept (Chachagüí)

### REVISION DE LITERATURA

Casi simultáneamente con la teoría de la ascensión capilar se plantea un nuevo mecanismo para explicación del fenómeno: el efecto secamiento-rehumedecimiento, hoy conocido en la literatura edafológica como "Efecto Birch" denominación que hace relación al apellido de quien postuló tal mecanismo en base a numerosas investigaciones.

Birch y Friend (2) encontraron inicialmente que cuando un suelo es secado al aire y rehumedecido se produce una apreciable estimulación en la descomposición del humus, en tanto que el secamiento al horno tiene efecto similar pero de mayor magnitud.

El efecto del secamiento sobre algunas propiedades físicas

del suelo ha sido cuidadosamente estudiado, particularmente para el caso de los suelos derivados de cenizas volcánicas, en los cuales la acción del secamiento es acentuada.

Así Forsythe y sus colaboradores (7) al compilar la información existente para suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, encuentran que el principal efecto del secamiento del suelo sobre las características físicas consiste en que genera una contracción que conduce a la formación de agregados. Además, esta contracción ocasiona una disminución irreversible en la retención de humedad.

La contracción por el secado y su efecto irreversible sobre la capacidad de almacenamiento de humedad es un fenómeno que ha sido observado por varios autores en los suelos derivados de cenizas volcánicas, clasificados como Andosoles o Andept (2, 6, 7, 8, 11, 13, 15).

### MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló en dos suelos cuya localización, características generales y datos climáticos se describen en la primera parte del trabajo "variaciones estacionales de algunas propiedades químicas de los suelos del Altiplano de Pasto, Nariño, Colombia", publicado en esta revista en la pág. 81.

#### Determinaciones Físicas.

Las determinaciones físicas se realizaron por duplicado en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Con el objeto de estudiar el efecto del secamiento de muestras sobre las propiedades del suelo, las diferentes determinaciones se hicieron bajo condición de muestra seca al aire (suelo seco) y en la muestra que conservaba la humedad de campo (suelo húmedo)

Las determinaciones con base en el peso, llevando muestras a la estufa (105 -- 110°C) durante 24 horas y se las refirió a porcentaje en base gravimétrica.

La densidad aparente, se determinó mediante el método del

cilindro, utilizando elementos de PVC de 7 cm de altura y 5,5 cm de diámetro, con los cuales se obtuvieron muestras no disturbadas, siguiendo la metodología descrita por Blake.

La capacidad de campo se determinó por el método de las columnas de Colman, descrito por Arias y Guerrero.

Para el Análisis Estadístico se realizaron análisis de regresión y correlación lineal y cuadrática entre las variables físicas del suelo y precipitación mensual.

Las naturalezas de la contracción y consecuente disminución en la capacidad de retención de humedad, como resultado del secamiento no ha sido explicada satisfactoriamente, salvo la reciente evidencia experimental obtenida por Madala y Watkentin (9), quienes demuestran que la disminución irreversible en la capacidad de retención de humedad en los suelos alofánicos se debe a que el secamiento produce una reducción acentuada en el volumen de microporos, causada por su ruptura y/o taponamiento.

El secamiento no solamente afecta las propiedades relacionadas con la porosidad, agregación y retención de humedad sino que también incide sobre otras características físicas. Gradwell y Birrell, citados por Swindale (13) establecieron que el secamiento de las muestras causa una disminución acentuada en los límites de plasticidad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto del secamiento de las muestras sobre las propiedades físicas.

Se considera oportuno tratar en primer lugar el efecto del secamiento al aire de las muestras, pues es evidente que según la revisión de literatura, este efecto en alguna forma relaciona con la fluctuación estacional de la fertilidad.

En las Tablas 1 y 2 y en las figuras 1 y 2 se observa que el efecto del secamiento de las muestras sobre las diferen-

tes propiedades físicas, tanto para el suelo Andept como para el suelo Tropept, fueron dependientes en mayor o menor grado de la condición de humedad del suelo en el momento de realizar el análisis de laboratorio.

La única propiedad física para la cual se evaluó el efecto del secado al aire de la muestra fue la retención de humedad a la capacidad de campo.

La tendencia general observada fue que el secamiento del suelo causó un incremento en la retención de humedad a la capacidad de campo, tanto en el suelo Andept como en el suelo Tropept.

La magnitud del efecto secado no fue constante, sino que varió a lo largo de los meses de observación. Así, en el suelo Tropept los menores incrementos en la retención de humedad, por acción del secamiento, se observaron en los meses de junio, Julio, Agosto y Septiembre, con aumento de 1,74%, 0,18%, 2,5% y 1,67% respectivamente, mientras que los mayores se produjeron en los meses de noviembre, Diciembre, Abril y Mayo, con incrementos de 5,90%, 6,78% y 4,98%.

Es evidente que los menores incrementos se produjeron en los meses de menor precipitación, en tanto que los incrementos de mayor magnitud ocurrieron en los meses húmedos. De otra parte se observa (Tabla 1) que conforme avanza la estación lluviosa desde Octubre a Diciembre los incrementos en la retención de humedad tienden a ser mayores.

Este fenómeno indica que probablemente los cambios físicos que ocurren en el suelo por acción del secamiento al aire dependen del régimen de precipitación reinante en el período de tiempo inmediatamente anterior a la recolección de la muestra y podrían explicarse por los efectos de naturaleza física ocasionados por el régimen hídrico del suelo previo al muestreo.

Desde luego que este efecto de secamiento no tiene importancia práctica directa sobre los cultivos en el campo, pues la experiencia demuestra que el efecto del secado similar al que se somete a la muestra, nunca ocurre bajo condiciones normales en el campo, pero sí la tiene desde el punto de vista de la determinación de la capacidad de

retención de agua.

Así la diferencia de 5,9% entre la capacidad de campo determinada en húmedo y la determinada en seco, en el mes de oviembre, representa  $84 \text{ m}^3$  de agua por hectárea que pueden tener un significado desde el punto de vista de la precisión en la determinación.

En el suelo Andept (Tabla 2, Figura 2) la acción del secado es similar a la que se presenta en el Tropept, pero tiende a ser de magnitud menor. En este caso, los valores del incremento en la capacidad de campo, causados por el secado del suelo no muestran una tendencia clara con respecto a la precipitación pluvial, pero en el mes más seco (Agosto), cuando la precipitación bajó a 7,80 mm la humedad de campo a 36,4%, el secamiento de la muestra causó un efecto contrario, es decir, disminuyó la capacidad de campo de 52,9% a 48,3%.

Lo anterior supone que la disminución en la capacidad de retención de humedad causada por el secamiento de la muestra, fenómeno observado por varios investigadores (1, 5, 6, 11, 13, 14, 15), solamente se observó en la muestra de suelo Andept, recolectada después de un período acentuadamente seco.

Su posible explicación a la contradicción con otros estudios, consiste en el método que se siguió para determinar la capacidad de campo. Es decir, al introducir las muestras no secadas al aire a las columnas, se produjo cierta compactación que redujo la capacidad de absorción de agua por parte del suelo, lo cual incidió en un menor contenido de humedad a la capacidad de campo.

#### Variación estacional de las características físicas

Las Tablas 1 y 2 muestran la variación mensual de las propiedades estudiadas, determinadas tanto en muestras secas al aire como en muestras húmedas. Los mismos resultados se grafican en las figuras 1 y 2.

#### Humedad de Campo

La humedad de campo sufrió variaciones que en el suelo

Tropept oscilaron entre 29,75% (Agosto) y 53,08% (Junio) y en el Andept entre 36,42% (Agosto) y 49,55% (Octubre). La variación está relacionada con el volumen de precipitación pluvial en forma positiva y significativa ( $P > 0,05$ ), circunstancia que era previsible, ya que en Junio sigue un período semilluvioso y agosto no, que para el caso de los suelos Tropept se explica por el aceptable drenaje interno que los caracteriza. (Fig. 3).

En los meses de mayor precipitación: Octubre, Noviembre, Diciembre, los suelos experimentales se mantuvieron prácticamente a capacidad de campo y aún en los meses más secos la humedad se mantuvo a niveles relativamente altos, lo cual demuestra la capacidad de los suelos en lo referente a la economía y almacenamiento de humedad. A este respecto resalta el hecho a la que el alto contenido de humedad registrado en el mes de diciembre (alta precipitación) continúa manifestándose, con disminuciones relativamente pequeñas, en el mes de enero, mes este que tanto en Chachagüi como en Obonuco resultó ser el más seco.

#### Capacidad de Campo

La capacidad de campo sufrió variaciones apreciables a través de los meses de observación.

En el suelo Tropept, la capacidad de retención de humedad no mostró una asociación estadísticamente significativa con la precipitación pluvial, pero sí mostró una relación de tipo cuadrático ( $P > 0,05$ ) con el contenido de humedad en el momento del muestreo, cuando la determinación se hizo en muestra húmeda. La relación se muestra en la Figura 3 y se verifica en sentido de que conforme la humedad del suelo se incrementa de 30% a 44%, la capacidad de campo se incrementa sobre 44%.

En el suelo Andept la variación en la retención de humedad a la capacidad de campo es más importante que en el Tropept, pues entre los valores extremos observados, la diferencia alcanzó magnitudes al 10% de humedad, lo cual tiene significado práctico. Esta variación en la capacidad de campo estuvo asociada a nivel significativo confiable ( $P > 0,05$ ) con la precipitación pluvial, cuando la determinación se realizó en húmedo. La relación se

ajustó a un modelo cuadrático y se muestra en la figura 4.

#### Densidad Aparente.

Las variaciones en la densidad aparente observadas en el suelo Tropept fueron muy pequeñas y no relacionaron estadísticamente, ni con la precipitación pluvial ni con la humedad de campo, lo cual implica que pueden ser atribuidas a errores en la determinación.

En el suelo Andept, el rango de variación observado fue de 0,5 g/ml. que sigue siendo pequeño, pero en este caso dicha variación estuvo asociada estadísticamente, tanto con la precipitación pluvial como con la humedad de campo.

La relación con la precipitación pluvial fue de tipo lineal positiva y altamente significativa ( $P > 0,01$ ). Los incrementos en la precipitación pluvial causaron aumento en la densidad aparente (Figura 5). Como es sabido, los suelos Andept se caracterizan por una alta capacidad de retención de humedad, lo cual al dejar en secamiento a la estufa la muestra únicamente por 24 horas, se pueden alterar los resultados, especialmente cuando se trató de las muestras no secadas al aire.

### CONCLUSIONES

1. El secamiento al aire de la muestra de suelo causó un incremento en la retención de humedad a la capacidad de campo, tanto en el suelo Andept como en el Tropept y la magnitud del efecto tendió a estar asociada en forma directa con el volumen de lluvia mensual previo al muestreo.
2. La acción negativa del secamiento sobre la retención de humedad observada comúnmente en los suelos alofánicos, solamente se registró en el suelo andept para la muestra colectada después del mes más seco del año.
3. Las variaciones estacionales registradas y las relaciones estadísticas obtenidas, tanto con la precipitación pluvial como en el contenido de humedad del suelo, al momento del muestreo, tienen evidente y significativa importancia agrónoma. El comienzo de la estación lluviosa (octubre, noviembre y diciembre), no solo significó disponibilidad de

suficiente humedad sino también mayor disponibilidad de nutrimentos.

4. La determinación de las propiedades físicas, en muestras a la humedad de campo refleja, hasta cierto punto, mejor el efecto estacional y, por tanto, tienen más validez y confiabilidad que las realizadas en muestras secas al aire.
5. Las variaciones en la densidad aparente tanto en el suelo Tropept como en el suelo Andept fueron mínimas y no presentaron asociación ni con la precipitación pluvial ni con la humedad de campo.

### BIBLIOGRAFIA

1. ARIAS, H. A. y GUERRERO, R.R. Algunas propiedades físicas de dos suelos derivados de cenizas volcánicas de Pasto, Colombia determinadas por diferentes métodos. Turrialba 21 (4): 393-403. 1971.
2. BIRCH, H. F. y FRIEND, M.T. Humus decomposition in East Africa soils, Nature 178: 500 - 501. 1956.
3. BLAKE, G. R. Bulk density, In Black, C. A. et. al. Methods of analysis, Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965, pp. 374-390.
4. COLLINS, J. B., WHITESIDE, E.P. y GRESS, C.E. Seasonal variability of pH and thiem requeriments in several Southern Michigan Soils when mesured in different ways. Soil Science Society of America Proceeding. 34 (1): 56-61.
5. COLMET - DAAGE, F. y CUCALON, F. Caracteres hydriques de certains soils des regions bahanieres d'Equateur, Fruits 20: 19-23. 1965.
6. \_\_\_\_\_, et. al. Caracteristiques de quelques sols d'Equateur derives de cendres volcaniques. 1 ere. partie. Essai de caracterisation de sols des regions tropicales humedes. Cahier, ORSTOM.

Seire *Pedologie*, Vol. V (1): 1969.

7. COLMET, W.M, GAVANDE, S. A. y GONZALEZ, M.A. Propiedades físicas de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas considerando algunos suelos de América Latina. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica, IICA FAO, 1969. pp B. 3.7.
8. LUNA, Z.C , y CARLHOUN, C.P. Suelos derivados de cenizas volcánicas del Departamento de Nariño. Bogotá Instituto Geográfico "Agustin Codazzi", Dirección Agrológica, 1973. 157 p.
9. MAEDA, T. y EATKENTIN, S. P. Void changes in allphase soils determining water retention and transmission. Soil Science Society of America Proceedings (39) (3): 398 - 403. 1975.
10. MARTIN, A.A. y COK, J.E. Nitrogen studies on black soils from the darling dows, Queensland. I. Seasonal variations in moisture and mineral nitrogen fractions. Australian Journal of Agricultural Research 7: 169 - 183. 1956.
11. MULLER, A. y SCHENASS , R.M. Influence of dryng on moisture characteristics on some volcanic ash soils. In Blasco, L.M. y Guerrero R.R. eds. Panel sobre suelos volcánicos de América. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño IICA-OEA, 1972. pp. 439-480.
12. STEPHENS, D. Upward movement of nitrate in a base soil in Uganda. Journal os Soil Science 13 (1): 52-59. 1962.
13. SWINDALE, L.D. Propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas. In Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Turrialba, Costa Rica, IICA - FAC, 1969. pp. B. 10. 1-B. 10.5.
14. WETSELLAR, R. Nitrate distribution in tropical soils II. Extent of capillary accumulation of nitrate during a long dry period. Plant and soil 15 (2):

121-33. 1961.

15. YAMAGAGA, K. Physical properties. In Japan, Ministry of agriculture and Forestry. Volcanic ash soils in Japan, Tokyo. 1964. pp. 69-91.

TABLA I - VARIACION ESTACIONAL DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y COEFICIENTES DE CORRELACION (r) CON HUMEDAD DE CAMPO Y PRECIPITACION MENSUAL

PROPIEDADES	— SUELO —										T R O P E P T —											
	r LINEAL		r CUADRATICA		CONDICION	MESES DE OBSERVACION																
	PREC. PLUV	HUM DE C.	PREC. PLUV	HUM. DE C.		A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	Ju	Ji					
PRECIPITACION					TROPEPT	21.40	50.60	127.60	146.40	140.40	18.80	96.40	207.40	207.40	43.40	21.50	52.10					
TEMPERATURA					TROPEPT	12.96	13.02	12.49	12.83	12.38	12.26	12.42	12.98	13.48	12.71	12.40	11.24					
SENSIBILIDAD APARENTE	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	TROPEPT	0.93	0.93	0.93	0.95	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92	0.93	0.94					
HUMEDAD DE CAMPO (%)	0.69*	N. S.	N. S.	N. S.	HUMEDO	29.75	42.02	50.68	48.77	51.65	48.18	49.95	45.60	44.98	44.18	53.08	46.10					
CAPACIDAD DE CAMPO (%)	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	SECO	7.00	9.04	8.53	12.0	11.99	14.35	8.95	9.69	9.00	8.31	8.93	8.4					
SENSIBILIDAD APARENTE (%)	N. S.	N. S.	N. S.	0.5989*	HUMEDO	49.31	52.72	51.98	50.97	51.40	55.44	53.55	54.0	54.46	54.93	49.63	51.87					
CAPACIDAD DE CAMPO (%)	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	SECO	51.82	54.39	54.49	56.87	58.18	58.96	56.77	57.44	58.64	59.82	51.37	52.05					

\* = Significativo  
 \*\* = No Significativo

TABLA II - VARIACION ESTACIONAL DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y COEFICIENTES DE CORRELACION (r) CON HUMEDAD DE CAMPO Y PRECIPITACION MENSUAL

PROPIEDADES	— SUELO —										A N D E P T —											
	r LINEAL		r CUADRATICA		CONDICION	MESES DE OBSERVACION																
	PREC. PLUV	HUM DE C.	PREC. PLUV	HUM. DE C.		A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	Ju	Ji					
PRECIPITACION					A N D E P T	7.50	12.29	213.30	172.00	139.20	17.70	18.00	61.00	100.00	23.70	115.10	84.80					
TEMPERATURA					A N D E P T	18.90	19.11	17.40	17.20	17.50	8.60	16.00	19.00	19.40	18.80	19.30	19.60					
SENSIBILIDAD APARENTE	0.89**	0.73**	N. S.	N. S.	A N D E P T	0.85	0.88	0.90	0.90	0.89	0.86	0.89	0.86	0.87	0.87	0.86	0.85					
HUMEDAD DE CAMPO (%)	0.66*	N. S.	N. S.	N. S.	HUMEDO	36.42	47.33	49.55	45.85	45.40	40.70	42.19	40.98	49.50	45.70	40.85	34.66					
CAPACIDAD DE CAMPO (%)	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	SECO	10.61	13.47	10.01	13.01	12.87	12.19	16.14	8.35	9.10	9.84	9.65	9.12					
SENSIBILIDAD APARENTE (%)	-0.82**	-0.68*	0.7055*	N. S.	HUMEDO	52.58	49.28	44.45	45.93	45.98	52.49	48.88	51.04	49.77	61.50	51.83	52.06					
CAPACIDAD DE CAMPO (%)	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	SECO	48.33	51.79	46.59	47.13	49.87	55.24	53.48	55.11	52.14	57.12	53.30	55.18					

\* = Significativo  
 \*\* = altamente Significativo  
 N.S. = No significativo

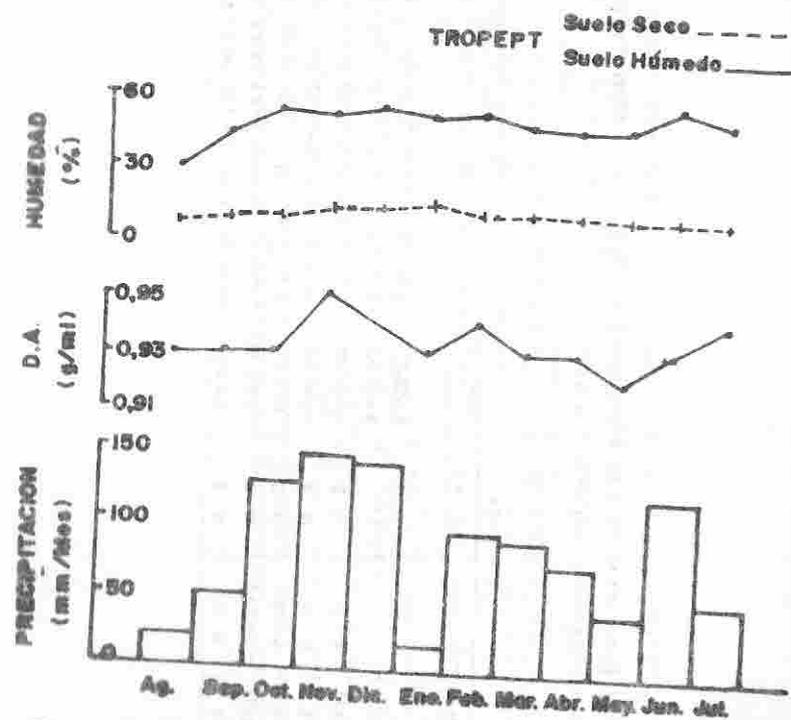


Fig. 1 RELACION ENTRE LA PRECIPITACION PLUVIAL MENSUAL Y ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO DE OBONUCO (TROPEPT)

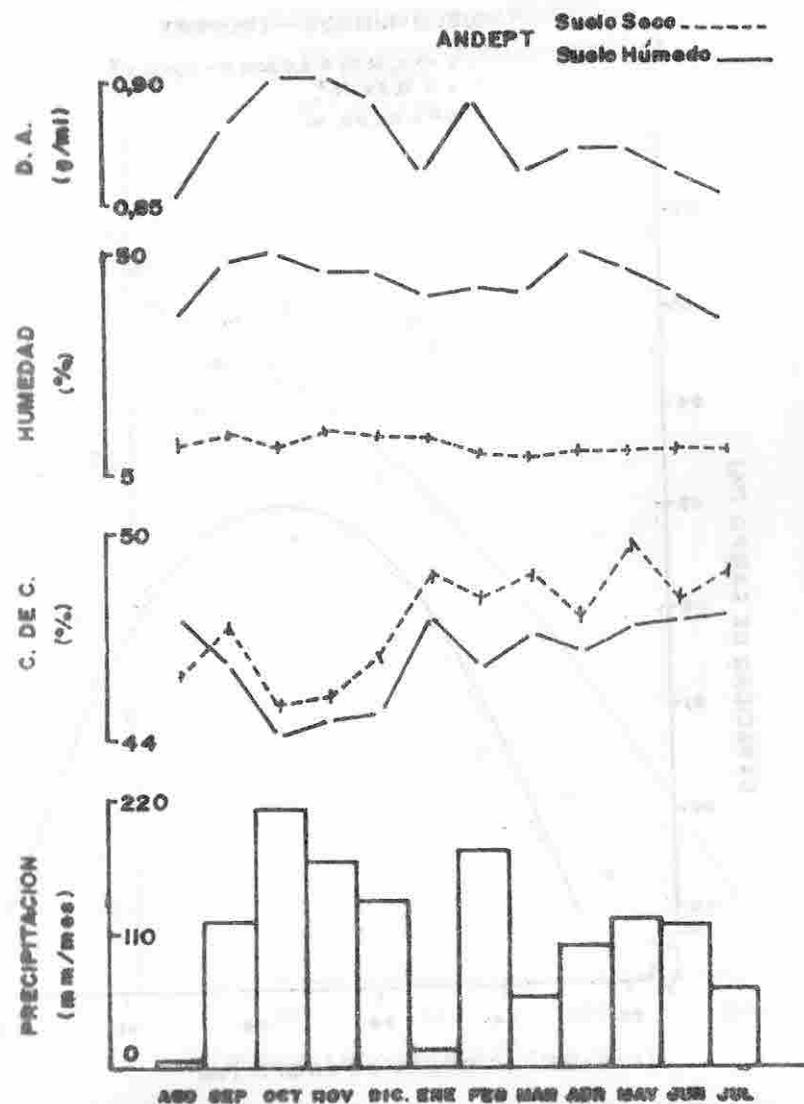


Fig. 2 RELACION ENTRE LA PRECIPITACION PLUVIAL MENSUAL Y ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS EN EL SUELO DE CHACHAGUÍ (ANDEPT)

## SUELO HUMEDO - TROPEPT

$$Y = 2,6133 + 2,6275 X - 0,031 X^2$$

$$r = 0,5989^2$$

$$R^2 = 35,86 \%$$

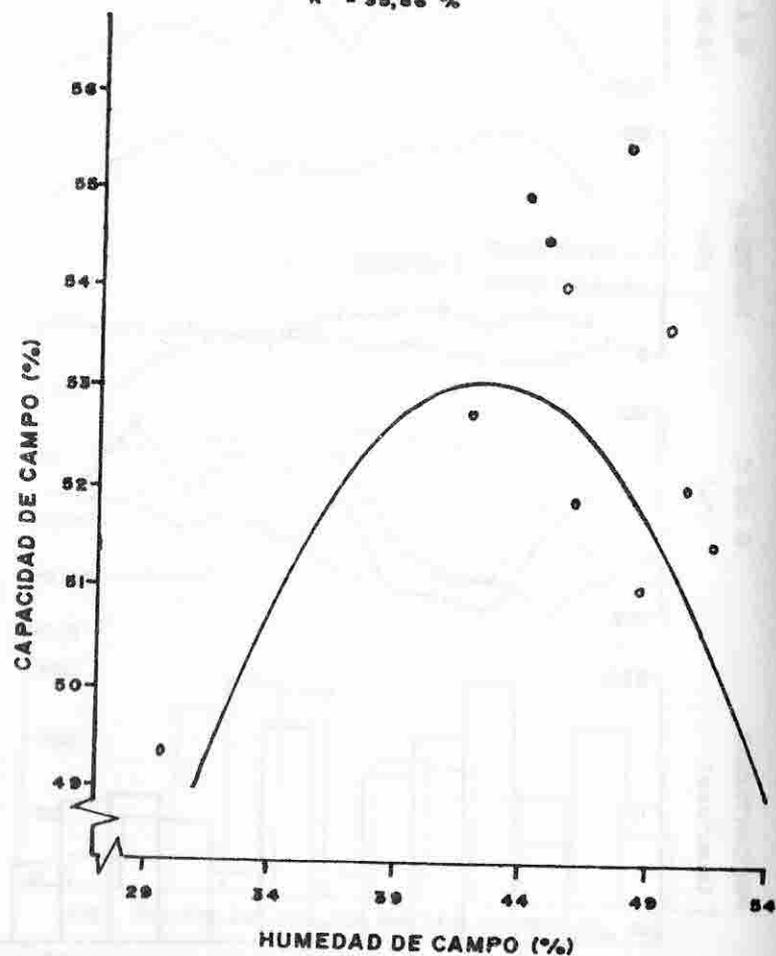


FIG 3 RELACION ENTRE % DE HUMEDAD DE CAMPO Y % DE CAPACIDAD DE CAMPO PARA EL SUELO DE OBONUCO (TROPEPT)

## SUELO HUMEDO - ANDEPT

$$Y = 52,2522 - 0,0102 X - 0,0001 X^2$$

$$r = 0,7058^2$$

$$R^2 = 49,77 \%$$

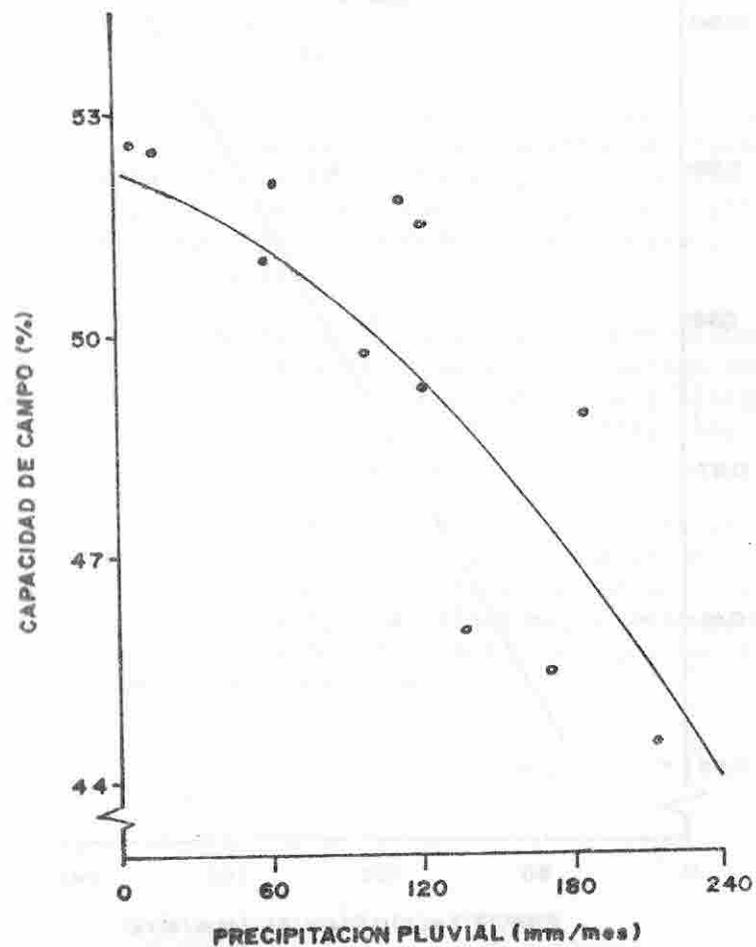


FIG 4 RELACION ENTRE PRECIPITACION PLUVIAL Y % DE CAPACIDAD DE CAMPO PARA EL SUELO DE CHACHAGÜI (ANDEPT)