

24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESTUDIO EDAFOLOGICO DE UNA HUERTA DE  
AGUACATE EN EL MUNICIPIO DE  
ZITACUARO, MICH.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

P R E S E N T A :

**JAVIER ALEJANDRO MIRANDA SANCHEZ**

**MEXICO, D. F.**

**1986**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	4
ANTECEDENTES	5
El cultivo del aguacate en México	8
Valor nutritivo del aguacate	25
Clasificación	27
Clima	30
Suelo	31
DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	33
Fisiografía	33
Hidrografía	34
Geología	35
Clima	37
Edafología	41
Vegetación	41
METODOLOGIA	47
Análisis Físicos	47
Análisis Químicos	49
RESULTADOS	51
DISCUSION	82
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	98

## INTRODUCCION

La existencia del hombre en la tierra comparada con el tiempo de formación de los recursos naturales es mínima, sin embargo, en este corto lapso y debido a su imprevisión y conducta irracional ha causado tal alteración a su habitat que cabría preguntarse si su existencia sobre la tierra será igualmente corta. Se tienen testimonios de civilizaciones que desaparecieron debido al deterioro del suelo causado por la tala inmoderada de los bosques y el sobrepastoreo, que trajeron como consecuencia la erosión.

La Mesopotamia tuvo auge como civilización gracias a que los cultivadores del suelo comenzaron a obtener grandes cosechas por medio del riego, lo que permitió a algunas gentes dedicarse a otras actividades. La Mesopotamia fue un lugar densamente poblado y de grandes ciudades; Pero todo lo que de ello resta en nuestros días son ruinas. (Stallings, 1979) Se han dado diversas explicaciones de lo que pudo haber ocurrido como por ejemplo que esa nación se desarrolló demasiado y a que vivió bajo la amenaza de incursiones e invasiones por parte de diferentes tribus. Sin embargo, algunos testimonios muestran que ello fue debido a que sus canales se obstruyeron con la arena procedente de las tierras donde fueron talados sus árboles cuya madera fue utilizada para construir las ciudades y donde sus praderas fueron sobrepastoreadas por la necesidad de suministrar carne, leche y lana a la numerosa población.

Los recursos naturales son la base del desarrollo de un país; pero la utilización de ellos debería ir relacionada y acorde a las necesidades a largo plazo, para mantener y renovar estos recursos. Al explotarlos prudentemente quizá no se obtenga un provecho económico directo pero la riqueza de la naturaleza no sólo es económica, sino también social, cultu-

ral, científica y estética.

En México uno de los grandes problemas ha sido la tala de bosques en aras de la agricultura, en algunos casos justificada, pero no así en muchos otros, ya que al paso del tiempo las tierras que fueron desforestadas y que no son adecuadas para el cultivo por encontrarse en grandes pendientes o por tener suelos someros, terminan perdiendo su suelo fértil y quedan como tierras inútiles, a menos que se hagan las obras de conservación de suelos necesarias.

En nuestro país, año con año, se ha incrementado la superficie cultivada con aguacate. Se localizan registros desde 1927, en que se tenían 3,000 Ha de aguacate, cantidad que se incrementó a 54,000 Ha en 1980 sin embargo, el rendimiento por Ha disminuyó de 9,382 Kg en 1927 a 8,100 Kg en 1980, por lo que se infiere un inadecuado manejo de las plantaciones. (NAFINSA, 1981)

El bajo rendimiento por Ha del país es reflejo de lo que ocurre en el Estado de Michoacán, (primer lugar en producción de aguacate debido solo a la gran superficie destinada a dicho cultivo), donde se ha seguido la misma tendencia inadecuada de aumentar la superficie cultivada con aguacate a costa del bosque de pino en Uruápan- sin preocuparse por aumentar el rendimiento por Ha ya que Michoacán ocupa uno de los últimos lugares en este aspecto comparado con las demás entidades en que se cultiva este frutal.

El presente estudio se realizó en Zitácuaro, municipio del Estado de Michoacán que ocupaba hasta 1981 con 368 Ha cosechadas el tercer lugar como productor de aguacate en el Estado, abajo de Uruápan y Tacámbaro con 4,750 y 3,564 Ha cosechadas respectivamente.

El trabajo se centró en una huerta de aproximadamente

8 años de establecida con una superficie de 6.3 Ha cultivadas con las variedades "hass" y "fuerte", predominando la primaera.

## OBJETIVOS

- 1.- Caracterizar taxonómicamente al suelo de la huerta.
- 2.- Evaluar con base en los análisis físico-químicos los pa  
rámetros de fertilidad del suelo.
- 3.- Con base en los resultados obtenidos establecer algunos  
lineamientos para el mejoramiento del cultivo.

## ANTECEDENTES

A diferencia de la piña que se distribuyó por los trópicos en unas cuantas décadas después de su descubrimiento, el aguacate permaneció desconocido fuera del nuevo mundo hasta fines del siglo XIX. Durante los últimos 75 a 100 años ha surgido desde la casi obscuridad para convertirse en el cuarto cultivo tropical no cítrico más importante; sólo el cultivo de plátano, piña y mango le exceden en superficie cultivada y producción.

Cuando los conquistadores españoles invadieron los imperios Azteca e Inca durante la primera parte del siglo XVI, encontraron al aguacate ya en extenso cultivo casero desde México hasta Perú. Popenoe (1935) menciona que varios de los autores españoles (Enciso en 1519; Oviedo en 1524; Cieza de León en 1532-1550; Cervantes de Salazar, en 1554 y Fray Bernardino de Sahagún, 1569), se refirieron a esta fruta como cultivada a lo largo de la costa de Sudamérica, Nicaragua, Noreste y Oeste de Colombia, Perú y México. Estos autores afirmaron que el aguacate no era nativo del Valle Central de México, de Perú o de Venezuela, sino que era nativo del Sur de México, Colombia y Ecuador y que se había llevado a los países anteriormente citados algún tiempo antes de la llegada de los españoles. (Ochse, et al. 1965)

Aparentemente fue llevado por los Incas al Perú desde el Ecuador más o menos en 1450-1465 y hacia el Sur de México por los Aztecas a los Zapotecas y a los Tarascos del Sur y Oeste de México en los siglos XIII, XIV y XV. Los numeroso nombre locales dados al aguacate son también una evidencia de la antigüedad de este cultivo por toda la América  Central.

Se tiene conocimiento que ya desde el Cenolítico Supe

rior que en México abarcó desde los años 7,000 a 5,000 A.C. se cultivaba el aguacate, así como muchas otras plantas que hasta entonces se habían utilizado en su forma silvestre como: tuna, frijol, ciruela, zapote, chile, calabaza, chilacayote, maguey y el zacate temprano (probablemente Setaria macrostachya) que fue en Tehuacán el grano más importante en la dieta, antes del cultivo del maíz.

Martín Fernández de Enciso, en su obra "Suma de Geografía", menciona la existencia del aguacate narrando: "antes de llegar a Santa María está Yaharo que es en las caídas de las Sierras Nevadas; Yaharo es buen puerto y buena tierra y aquí hay heredades de árboles de muchas frutas de comer y entre otras una que parece naranja y cuando está sazónada para comer vuelvese amarilla: lo que tiene dentro es como manteca y es de maravilloso sabor y deja el gusto tan bueno y tan blando que es cosa maravillosa".

Jaime Hubert, en un boletín del Museo Geoldi dice: "todo parece indicar que el aguacate, originalmente de México, ha sido cultivado desde tiempo inmemorial y que desde un principio se extendió a través de la América Central hasta Perú" (Rojas, 1966).

Los nombres de "aguacatero" y "aguacate" con los cuales se designan al árbol y al fruto en muchos países, derivan de deformaciones de vocablos de la antigua lengua Nahuatl, con la que se expresaban los Aztecas de México, los cuales llamaban ahuacacuahuatl al árbol y ahuacatl al fruto. Además los indígenas designaban con los vocablos de tlacozalauacatl y de quilauacatl, respectivamente, las variedades de grandes y pequeñas dimensiones de aguacates. Según lo relata Fray Bernardino de Sahagún "hay árboles que se llaman auacatl, tiene las hojas verde oscuras, el fruto de ellos se llama auacatl, y son negros por fuera y verdes y blancos por dentro, son de la hechura del corazón tienen un hueso dentro de

la misma hechura, hay otros auacatl, que se llaman tlacoza-lauacatl, son grandes, las mujeres que crían no los osan co-mer porque causan cámaras a los niños que maman. Hay otros auacatl que se llaman quilauacatl, la fruta de estos se llama de la misma manera, son verdes por fuera y también muy buenos de comer y preciosos". (Fersini, 1975)

El árbol del aguacate se ha distribuido lentamente debido a que sus semillas conservan su viabilidad solo por un corto período después de que los frutos alcanzan la madurez; las plantas jóvenes, provenientes de semillas, son delicadas y las técnicas de reproducción vegetativa no se habían perfeccionado. Fue introducido a Jamaica más o menos en 1650; a Cuba en el siglo XVII o principios del XVIII y a Hawai poco después de 1800. Se hicieron exportaciones de México hacia el Sur de Europa alrededor de 1600. (Ochse, et al. 1965).

El aguacate se cultiva actualmente en diversos países del mundo y en otros se está introduciendo. Lógicamente se ha desarrollado mucho más en los países con clima tropical y subtropical, tales como Africa del Sur, Camerún, Costa de Marfil, Marruecos, Argelia, Congo, Estados Unidos (principalmente en California y Florida), México, Chile, Venezuela, Brasil, Perú, Cuba, etc., En el cercano oriente se cultiva fundamentalmente en Israel. También muchos países mediterráneos están interesados en su cultivo, tales como España, Grecia, Chipre, Córcega, Turquía y Líbano.

El gran interés en cultivar el aguacate se basa en los beneficios obtenidos por los agricultores en los últimos años. México y Guatemala han hecho exportaciones de plantas a diferentes países, sin embargo, debido a las diferencias climáticas no han adquirido importancia comercial pero han servido como material para hibridación.

## EL CULTIVO DEL AGUACATE EN MEXICO

El cultivo del aguacate en México ha aumentado a través de los años. Se tienen registros por parte de la Dirección General de Economía Agrícola (Cuadro No. 1) donde se muestran varios de los aspectos del desarrollo que ha tenido este cultivo de 1927 a 1980; así tenemos que en 1927 solo se cosechaban 3,000 Ha en todo el país, cifra que fue aumentando paulatinamente hasta llegar al año de 1983 en que se cosecharon 58,000 Ha, desde luego, aunado a este incremento en superficie cosechada el volumen de la producción también fue en aumento, habiendo sido de 27 ton en 1927 hasta llegar a 463,000 ton en 1982, año en que se registró el mayor volumen producido; el valor de la producción en 1983 fue de 16,808 millones de pesos en comparación con los 3 millones de pesos que tuvo el valor de la producción en 1927; sin embargo, un aspecto en el que no se advierte un aumento, sino por el contrario, una disminución, es en el rendimiento por hectárea cosechada, pues en 1927 fue de 9,382 kg por Ha, cifra que varió en el transcurso de los años hasta alcanzar su máximo en el año de 1965 con 13,292 kg por Ha para después disminuir a 7,777 kg por Ha en 1983, cifra que resulta menor que la obtenida hace 58 años. Esto quizá se deba a un mal manejo de las huertas; no obstante que es uno de los cultivos más rentables que existen (Cuadro No. 2) ya que hasta 1981 ocupó el 2º lugar.

El cultivo del aguacate se presenta en mayor o menor proporción en casi todos los Estados de la República como se puede observar en el cuadro No. 3, sin embargo las entidades en que más se ha desarrollado hasta 1981 son: Michoacán con 21,505 Ha cosechadas; Puebla 4,505, Chiapas 3,930, Veracruz 3,737, Jalisco 3,121, Estado de México 2,970, Sinaloa 2,845, Oaxaca 1,977, Nayarit 1,671 y Guanajuato 1,580 Ha cosechadas. En cuanto a volumen de la producción el primer lugar corresponde también a Michoacán con 143,665 ton le siguen

CUADRO No. 1 ASPECTOS ECONÓMICOS DEL CULTIVO DE AGUACATE EN MÉXICO

AÑO	SUPERF. COSECHADA (Miles de Has.)	VOL. DE LA PRODUCCION (Miles de Ton.)	VALOR DE LA PRODUCCION (Millones de Pesos)	RENDIMIENTO Kg/ha Cosechada	RENTABILIDAD Pesos/ha Cosechada
1927	3	27	3	9382	942
1928	3	27	3	9283	883
1929	3	28	3	9331	974
1930	3	30	3	10205	1152
1931	3	32	3	10086	934
1932	3	35	3	7774	754
1933	3	26	2	8356	579
1934	4	30	2	8356	604
1935	4	31	2	8084	715
1936	4	31	3	7578	644
1937	4	29	3	7039	626
1938	5	37	3	7879	721
1939	5	46	6	9981	1338
1940	5	52	7	10536	1498
1941	5	58	9	11836	1756
1942	5	56	10	11355	1996
1943	5	55	17	10965	3348
1944	5	58	22	11328	4410
1945	8	62	27	7085	3418
1946	8	63	32	7788	3949
1947	8	61	36	7538	4480

(Continúa)

AÑO	SUPERF. COSECHADA (Miles de Has.)	VOL. DE LA PRODUCCION (Miles de Ton.)	VALOR DE LA PRODUCCION (Millones de Pesos)	RENDIMIENTO Kg/La Cosechada	RENTABILIDAD Pesos/La Cosechada
1948	8	60	42	7370	5210
1949	8	58	51	7096	6254
1950	8	63	56	7501	6654
1951	8	63	56	7396	6599
1952	9	64	58	7455	6794
1953	9	65	61	7385	6906
1954	6	67	65	11376	11014
1955	7	81	91	11891	13465
1956	8	97	127	12018	15765
1957	8	100	120	12026	14431
1958	8	103	130	12272	15568
1959	9	102	137	11976	15983
1960	8	101	149	12114	17897
1961	9	108	178	12388	20416
1962	9	113	214	12692	24105
1963	10	130	217	13041	21720
1964	10	132	231	13100	22969
1965	12	162	292	13292	23970
1966	14	170	311	12409	22747
1967	15	174	327	11567	21752
1968	16	192	370	11996	23086
1969	17	202	388	11795	22707
1970	19	226	459	11828	24018

(Cont. infra)

AÑO	SUPERF. COSECHADA (Miles de Has.)	VOL. DE LA PRODUCCION (Miles de Ton.)	VALOR DE LA PRODUCCION (Millones de Pesos)	RENDIMIENTO Kg/Ha Cosechada	RENTABILIDAD Pesos/Ha Cosechada
1971	24	237	516	9950	21695
1972	27	234	706	8721	26297
1973	31	286	1173	9145	37449
1974	34	261	1116	7775	33249
1975	37	279	1467	7462	39166
1976	37	280	1736	7591	46987
1977	45	333	2300	7363	50845
1978	51	395	3127	7681	60769
1979	56	459	3697	8191	66049
1980	54	441	5474	8100	86179
1981	55	460	7383	8283	114034
1982*	55	463	8616	7869	128597
1983*	58	450	16808	7771	--

---

\* Datos Preliminares.

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Dirección General de Economía Agrícola.

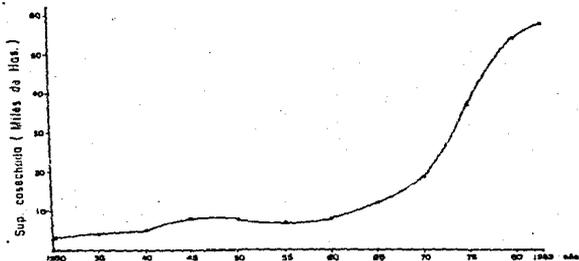


Fig. 1 Superficie cosechada de aguacate en México de 1930 a 1983.

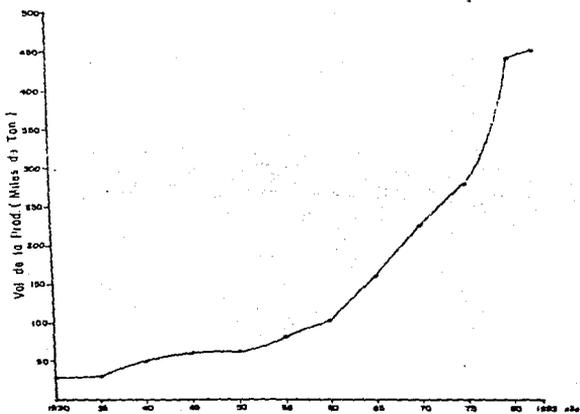


Fig. 2 Volumen de la producción de aguacate en México de 1930 a 1983.

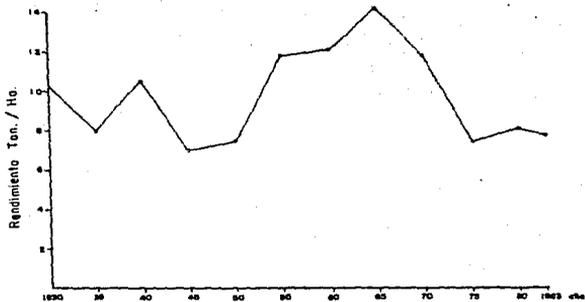


Fig. 3 Rendimiento de las huertas de Aguacate en México de 1930 a 1983.

CUADRO No. 2 RENTABILIDAD DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS 1979-1982  
(PESOS POR HECTAREA COSECHADA)

	1979		1980		1981		1982	
1	Jitomate	139341	Jitomate	119329	Jitomate	133823	Jitomate	241561
2	Aguacate	72208	Aguacate	86179	Aguacate	114034	Papa	180370
3	Chile	56417	Plátano	89869	Papa	107603	Chile	130519
4	Uva	56158	Uva	62054	Chile	90657	Mango	132243
5	Mango	50300	Mango	59038	Mango	83831	Aguacate	128597
6	Papa	41552	Chile	52986	Uva	81789	Uva	113433
7	Tabaco	39326	Papa	46986	Plátano	75378	Algodón fibra	92322
8	Alfalfa	37917	Alfalfa	39462	Tabaco	58857	Plátano	86351
9	Plátano	35278	Tabaco	34481	Alfalfa	41095	Caña de azúcar	64671
10	Algodón fibra	28660	Algodón fibra	29056	Naranja	40920	Naranja	64145

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; Dirección General de Economía Agrícola.

CUADRO No. 3 SUPERFICIE, PRODUCCION Y VALOR DE LAS COSECHAS, DE LOS FRUTALES: AGUACATE  
AÑO AGRICOLA 1981

ENTIDAD	SUPERFICIE SIEMBRA (HA)	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	RENDIMIENTO (TON.)	PRODUCCION (TON.)	VALOR DE LA PRODUCCION MILES
E.U.M.	66 796	55 640	8.283	460 879	7 383 726
AGUASCALIENTES	52	51	9.608	490	9 382
BAJA CALIFORNIA SUR	264	217	1.452	315	5 062
CAMPECHE	264	264	8.000	2 112	12 672
COAHUILA	35	12	5.250	63	958
COLIMA	778	507	4.576	2 320	19 720
CHIAPAS	3 930	3 930	9.373	36 836	272 586
DISTRITO FEDERAL	23	23	4.000	92	1 840
DURANGO	175	175	2.686	470	4 183
GUANAJUATO	1 625	1 580	5.850	10 823	153 654
GUERRERO	1 064	962	7.271	6 995	132 905
HIDALGO	636	495	7.800	3 861	57 344
JALISCO	3 190	3 121	9.114	28 444	634 813
MEXICO	2 970	2 970	8.890	26 404	607 292
MICHOACAN	30 701	21 501	6.682	143 665	2 138 545
MORELOS	1 225	1 216	6.870	8 364	137 412
NAYARIT	1 868	1 671	5.490	9 173	103 679
NUEVO LEON	1 480	1 361	4.435	6 036	111 877
OAXACA	2 101	1 977	19.516	38 584	1 063 155

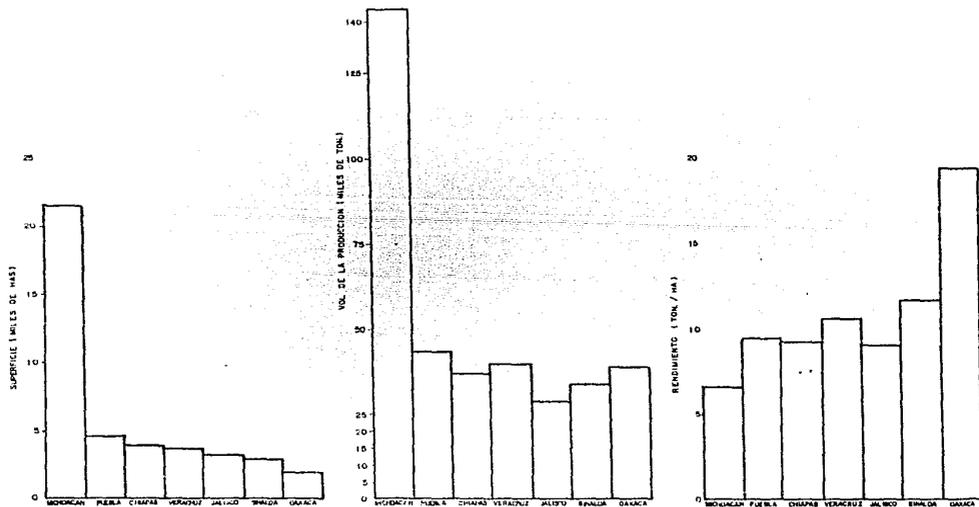
(Continúa)

CUADRO No. 3 SUPERFICIE, PRODUCCION Y VALOR DE LAS COSECHAS, DE LOS FRUTALES: AGUACATE  
AÑO AGRICOLA 1981

ENTIDAD	SUPERFICIE SEBRADA (HA)	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	RENDIMIENTO (TON.)	PRODUCCION (TON.)	VALOR DE LA PRODUCCION MILES
PUEBLA	4 602	4 505	9.529	42 930	749 302
QUERETARO	584	442	8.686	3 826	61 216
QUINTANA ROO	13	2	14.000	28	616
SAN LUIS POTOSI	361	355	5.339	2 002	34 762
SINALOA	2 846	2 846	11.772	33 502	243 370
SONORA	33	33	12.486	402	3 296
TABASCO	310	310	5.000	1 550	9 300
TAMAULIPAS	325	288	7.958	2 292	29 140
TLAXCALA	25	21	6.000	126	3 772
VERACRUZ	3 793	3 737	10.680	39 913	658 766
YUCATAN	1 405	953	9.047	8 622	125 019
ZACATECAS	116	115	5.555	639	9 079

FUENTE: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS; DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA.

Fig. 4 Gráficas que muestran superficie sembrada, volumen de la producción y rendimiento de las huertas de aguacate en 7 Entidades de la República Mexicana en el año de 1981.



Puebla 42,930, Veracruz 39,913, Oaxaca 38,584, Chiapas 36,836, Sinaloa 33,502, Jalisco 28,444, Estado de México 26,404 y Guajalajara 10,823 ton. Michoacán es el principal productor de aguacate en el país, sin embargo esta alta producción se debe solo a la gran superficie cosechada en comparación con los demás Estados y no a la productividad de las huertas pues comparando el rendimiento en ton por Ha en 1981 tenemos lo siguiente:

<u>ENTIDAD</u>	<u>RENDIMIENTO EN TON/HA.</u>
Oaxaca	19.51
Quintana Roo	14.00
Sonora	12.48
Sinaloa	11.77
Veracruz	10.68
Aguascalientes	9.60
Puebla	9.52
Chiapas	9.37
Jalisco	9.11
Yucatán	9.04
Michoacán	6.68

Donde Michoacán aparece con un rendimiento muy bajo

Como ya se dijo, Michoacán tiene una gran superficie destinada a ese frutal por lo que ocupa el primer lugar en cuanto a valor de la producción se refiere con \$2138'545,000, muy por arriba del segundo lugar Oaxaca con \$ 1053'155,000 y del tercer lugar Puebla con \$ 749'302,000.

Michoacán figura en primer lugar en todos los aspectos excepto en el rendimiento por Ha y Oaxaca que está muy por debajo de Michoacán por el número de Ha cosechadas, tiene gran importancia por el alto rendimiento y en consecuencia por la alta producción que lo hacen aparecer como el segundo en importancia por el valor de la misma.

En el Estado de Michoacán el aguacate se cultiva principalmente en 44 municipios de los 113 que componen el Estado, (cuadro No. 4 ) y los primeros lugares por la superficie total cosechada en 1981 fueron:

Uruapan	4,750 Ha
Tacámbaro	3,564 Ha
Zitácuaro	368 Ha
Chilchota	343 Ha

Por el volumen de la producción figuran en este mismo orden.

Uruapan	23,048 ton
Tacámbaro	17,700 ton
Zitácuaro	1,930 ton
Chilchota	1,245 ton

Sin embargo volviendo al aspecto de rendimiento por Ha vemos nuevamente que estos cuatro municipios tienen las más altas cifras de producción solo debido a la mayor superficie cosechada con respecto a los demás municipios y no a los rendimientos pues en este aspecto estos cuatro municipios aparecen muy por debajo de otros, así tenemos lo siguiente:

<u>MUNICIPIO</u>	<u>RENDIMIENTO</u> <u>TON/HA</u>
Nocupétaro	10.0
B. Juárez	8.4
Yurécuaro	7.5
Tarímbaro	7.0
Jungapeo	7.0
Susupuato	6.3
Tiquicheo	6.2
Acuitzio	5.3
Ecuandureo	5.2
Zitácuaro	5.2

Zinapécuaro	5.0
Charo	5.0
Tacámbaro	4.9
Uruapan	4.8
Chilchota	3.6

Donde aparecen los municipios con mayor volumen de producción en el Estado, en los últimos lugares.

Respecto al comercio exterior del aguacate, en el año de 1975 se exportaron a los Estados Unidos y Japón un total de 25.5 ton; en el año de 1976, 7.0 ton a Japón; en 1977 43.0 ton a Alemania Federal, Canadá, Francia y Japón; en 1978, 104.4 ton a la República Federal Alemana, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Países Bajos y Reino Unido; en 1979 se exportaron un total de 154.9 ton a Bélgica-Luxemburgo, Belice, Costa Rica, Estados Unidos, Francia, Japón Países Bajos y Reino Unido.

CUADRO No. 4 SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LAS COSECHAS DE LOS FRUTALES: AGUACATE  
AÑO AGRICOLA 1981

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA (HA.)	SUPERFICIE COSECHADA (HA.)	PRODUCCION TOTAL (TON.)	RENDIMIENTO (TON/HA.)
CHILCHOTA	352.00	343.00	1245	3.6
ECUANDUREO	0.18	0.18	1	5.2
JACONA	24.00	22.00	96	4.3
JIQUILPAN	13.00	13.00	50	3.8
COJUMATLAN	4.00	3.00	11	3.6
SAHUAYO	27.00	26.00	105	4.0
TANGAMANDIPIO	22.00	32.00	125	3.9
TANGANCICUARO	4.00	3.00	11	3.6
TLAZAZALCA	0.30	0.30	1	3.3
ZAMORA	0.70	0.70	2	2.8
BRISEÑAS	0.60	0.60	2	3.3
PANINDICUARO	4.00	3.00	12	4.0
HUANIQUEO	0.60	0.60	2	3.3
JIMENEZ	13.00	13.00	30	2.3
YURECUARO	8.00	8.00	60	7.5
LA PIEDAD	6.00	5.00	8	1.6
ACUITZIO	10.00	9.00	48	5.3

(Continúa)

CUADRO No. 4 SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LAS COSECHAS DE LOS FRUTALES: AGUACATE  
AÑO AGRICOLA 1981

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL SIEMBRA (HA.)	SUPERFICIE COSECHADA (HA.)	PRODUCCION TOTAL (TON.)	RENDIMIENTO (TON/HA.)
CHUCANDIRO	1.00	1.00	4	4.0
HUANDACAREO	5.10	3.00	14	4.6
INDAPARAPEO	1.00	1.00	3	3.0
QUERENDARO	34.00	27.00	128	4.7
ZINAPECUARO	15.00	15.00	75	5.0
CHIARO	2.00	2.00	10	5.0
TZITZIO	1.00	1.00	4	4.0
MADERO	104.00	91.00	420	4.6
IRIMBO	11.00	11.00	28	2.5
MARAVATIO	1.00	1.00	3	3.0
TUXPAN	34.00	34.00	120	3.5
CIUDAD HIDALGO	19.00	6.00	17	2.8
ZITACUARO	398.00	368.00	1930	5.2
JUNGAPEO	70.00	60.00	420	7.0
SUSUPUATO	4.00	3.00	19	6.3
BENITO JUAREZ	20.00	10.00	84	8.4

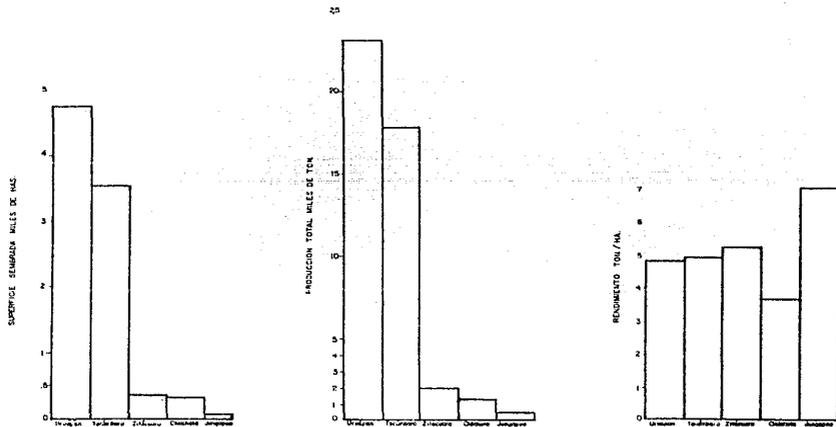
(Continúa)

CUADRO No. 4 SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LAS COSECHAS DE LOS FRUTALES: AGUACATE  
AÑO AGRICOLA 1981

MUNICIPIO	SUPERFICIE TOTAL SEMBRADA (HA.)	SUPERFICIE COSECHADA (HA.)	PRODUCCION TOTAL (TON.)	RENDIMIENTO (TON/HA.)
ERONGARICUARO	7.00	6.00	20	3.3
QUIROGA	4.00	4.00	13	3.2
TZINTZUNTZAN	7.00	6.00	25	4.1
TACAMBARO	3 608.00	3 565.00	17 700	4.9
NOCUJETARO	4.00	3.00	30	10.0
TIQUICHEO	0.80	0.80	5	6.2
PAJACUARAN	15.00	8.00	24	3.0
URIJAPAN	4 906.00	4 750.00	23 048	4.8
MORELIA	13.00	10.00	20	2.0
TARIMBARO	17.00	17.00	120	7.0
COPANDARO	0.90	0.90	3	3.3

FUENTE: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS; DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA.

Fig. 5 Gráficas que muestran superficie sembrada, volumen de la producción y rendimiento de las huertas de aguacate en 5 municipios del Estado de Michoacán en el año de 1981.



## VALOR NUTRITIVO DEL AGUACATE

La composición química del aguacate difiere mucho de la de cualquier otro tipo de fruto para el consumo en fresco, ya que normalmente su contenido en proteínas es aproximadamente tres veces mayor que el de las frutas comunes tales como manzana, pera, papaya, piña, etc. Por lo que se refiere a contenido mineral, es de dos o tres veces más alto que el de éstas; en re<sup>l</sup>ación al de materia seca es también más elevado respecto a cualquier otro fruto, el único que se le aproxima es el del plátano; (Brom, E. y F. Carvalho, 1966).

En cuanto a carbohidratos la situación es opuesta, ya que el promedio en el aguacate es de 4.8% mientras que el de otros frutos frescos varía entre 11 y 16 llegando a ser de 22% en el plátano; (CONAFRUT e INN, 1980).

La mayor parte de las frutas frescas son pobres en contenido de aceites, o bien no los contienen, en cambio el aguacate presenta un porcentaje de 15.6.

Así pues, si guzgamos al aguacate en función de sus contenidos proteínicos, minerales y de grasas es necesario colocarlo en primer lugar de todos los frutos que se conservan frescos; por lo que se refiere a carbohidratos ocupa un lugar intermedio.

Los valores calóricos o energéticos de los frutos comunes, son más bien bajos encontrándose entre los límites de 250-860 cal/kg en tanto que el valor energético del aguacate es de 1520 cal/kg. (CONAFRUT e INN, 1980).

Por otra parte el aguacate además de glucidos, prótidos y lípidos, posee vitaminas como la B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacina, A y vitamina C así como los minerales Ca, P y Fe como puede observar

CUADRO COMPARATIVO DE VALORES NUTRITIVOS POR 100 GRS. DE MUESTRA

FRUTA	CALORIAS (cal)	PROTEINAS (gr.)	GRASAS (gr.)	CARBOHI DRATOS (gr.)	Ca (mg.)	P (mg.)	Fe (mg.)	VIT. B <sub>1</sub> (mg.)	VIT. B <sub>2</sub> (mg.)	NIACINA (mg.)	VIT. C (mg.)	VIT. A (mg.)
AGUACATE	152	1.6	15.6	4.8	24	47	0.53	0.09	0.14	1.9	14	20
DJRAZNO	46	0.9	0.1	11.7	16	27	2.13	0.02	0.04	0.6	19	22
GUAYABA	52	1.1	0.6	12.0	33	39	0.74	0.05	0.04	1.2	150	0
MANGO	46	0.9	0.1	11.7	19	11	1.50	0.06	0.08	0.6	65	208
MANZANA	65	0.3	0.5	16.5	7	5	0.80	0.02	0.01	0.2	10	3
NARANJA	50	1.0	0.7	11.2	46	21	2.52	0.11	0.03	0.4	51	0
PAPAYA	25	0.5	0.1	6.2	23	12	0.46	0.05	0.04	0.3	48	22
PLATANO	86	1.4	0.3	22.0	12	27	1.78	0.09	0.05	0.5	12	63
PERA	61	0.5	0.2	15.9	9	11	1.95	0.03	0.07	0.2	7	1
PIRA	33	0.6	0.1	8.4	35	8	0.46	0.07	0.04	0.2	26	12

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION Y CONAFRUT, 1980

se en el cuadro comparativo de valores nutritivos.

En experimentos de digestibilidad, conducidos por Matell en 1971 se ha llegado a la conclusión de que el coeficiente de digestibilidad del aguacate es idéntico al que presenta la grasa de la leche.

#### CLASIFICACION

Clasificación según Bassey (1915)  
 Clase, Oppositifoliae (Dicotyledoneae)  
 Subclase, Strobiloideae  
 Superorden Apopetalae-Polycarpellatae  
 Orden Ranales  
 Familia Lauraceae  
 Género *Persea*

Bailey (1949) Reconoce la especie *Persea americana*, Mill (=P. *gratissima*, Gaertn.) y la var. *drymifolia*, Blake (=P. *drymifolia*, Schlecht, and Cham.)

Según Fersini (1975) las teorías que prevalecen en la actualidad consideran el aguacate cultivado en dos especies:

*Persea americana*, Miller (=Persea *gratissima*, Gaertn) que comprende dos razas o grupos ecológicos: el guatemalteco y el antillano.

*Persea drymifolia*, Schlecht. y Cham. que comprende el grupo ecológico o raza mexicana.

Según Maximino Martínez (1979) en México existen las siguientes especies cuyo nombre común es "aguacate" o algún derivado y pertenecen a diversos géneros y familias.

CUADRO No. 6 Especies cuyo nombre común es "aguacate" o algún derivado y familia a la que pertenecen

NOMBRE VULGAR	LUGAR	GENERO	FAMILIA
Aguacachile	Morelos (lugares cálidos)	var. de <u>Persea americana</u>	Lauraceae
Aguacate	Veracruz	<u>Nectandra glabrescens</u> <u>N. salicifolia</u>	Lauraceae
Aguacate	Oaxaca-Chiapas	<u>Nectandra sinuata</u>	Lauraceae
Aguacate	Climas cálidos y templados	<u>Persea americana</u>	Lauraceae
Aguacate	Veracruz, Mich., Méx., Oax., Chis.	<u>Persea shiedeana</u>	Lauraceae
Aguacate anís	Tabasco	<u>Persea americana</u> var. <u>drymifolia</u>	Lauraceae
Aguacate cimarrón	Puebla-Chiapas	<u>Persea floccosa</u>	Lauraceae
Aguacate cimarrón	S.L.P. Gto.	<u>Persea pachypoda</u>	Lauraceae
Aguacate de danta	Chiapas	<u>Omphalea oleifera</u>	Euforbiaceae
Aguacate de mico	Chiapas	<u>Beilschmiedia riparia</u>	Lauraceae
Aguacate de mono	Puebla-Chiapas	<u>Calceola mollis</u>	Urticaceae
Aguacate oloroso	Veracruz Hidalgo	<u>Persea americana</u> var. <u>drymifolia</u>	Lauraceae
Aguacate perulero	Oaxaca	<u>Beilschmiedia mexicana</u>	Lauraceae
Aguacatillo	Gto., Dgo., Chis., Nay., Ver.	<u>Cestrum lanatum</u>	Solanaceae
Aguacatillo	Contreras México, D.F.	<u>Clethra lanata</u>	Clethraceae

NOMBRE VULGAR	LUGAR	GENERO	FAMILIA
Aguacatillo	Guerrero y Oaxaca	<u>Licaria cervantessi</u> (H.B.K.) Kost. <u>Misanteca juergenseni</u> Mez.	Lauraceae
Aguacatillo	Sin., Gro., Col., Oax.,	<u>Nectandra globosa</u> (Aubl.) Mez <u>Sassafradium macrophyllum</u> Rose	Lauraceae
Aguacatillo	Mich., Oax., Tab.	<u>Nectandra perduvial</u> Lindell	Lauraceae
Aguacatillo	Gro., Oax., S.L.P., Ver., M�x., Tab., Chis., Yuc., Mich.	<u>Nectandra salicifolia</u> (H.B.K.) <u>N. glabrascens</u> Benth.	Lauraceae
Aguacatillo	Tamps., Tab., Oax.	<u>Nectandra sanguinea</u>	Lauraceae
Aguacatillo	Jal., Gro., Tab.	<u>Nectandra tabascenses</u> Lundell	Lauraceae
Aguacatillo	Tab., Camp.	<u>Coccoloba bernoulliana</u> ; <u>C. cernua</u>	Lauraceae
Aguacatillo	Son., Chih., Sin., Jal., M�x.	<u>Phoebe ehrebergii</u>	Lauraceae
Aguacatillo	Ver., Oax., Chis.	<u>Phoebe mexicana</u>	Lauraceae
Aguacatillo prieto	Mich. y Oaxaca	<u>Quratea mexicana</u>	Ochnaceae
Aguacatillo	Ver., Oax., Chis.	<u>Pithecolobium arboreum</u>	Leguminosae

## CLIMA

El aguacate es un árbol que procede de las regiones calidas y, por lo tanto, es sensible al frío. Su área de cultivo se extiende desde los 32° de latitud norte hasta los 36° de latitud sur.

La sensibilidad al frío varía según la raza y variedad de que se trate, así como del vigor de los árboles y de su edad. Así tenemos que las condiciones óptimas para el desarrollo de las razas mexicanas, guatemaltecas y antillana son:

Raza mexicana.- Las temperaturas medias anuales deben ser entre los 20°C; en el invierno la temperatura no debe descender abajo de -4°C. En cuanto a la humedad, la precipitación debe estar comprendida entre los 800 y 1,000 mm, distribuidos en el verano y otoño, con primavera e invierno secos.

Este grupo prospera mejor a altitudes comprendidas entre los 1,000 y 1,900m de altitud.

Raza guatemalteca.- Las condiciones óptimas para el desarrollo de este grupo son: Altitudes comprendidas entre los 500 y 1,000 m de altitud, temperaturas medias anuales entre 22 y 25°C; temperatura mínima en invierno nunca inferior a 0°C; la precipitación debe ser entre 1,000 y 1,500 mm anuales distribuidos en todo el año.

Raza antillana.- Las altitudes a las que mejor se desarolla son entre 0 y 500 m; temperaturas medias anuales comprendidas entre los 24 y 26°C; con temperatura en invierno que no sea menor a 0°C, y una precipitación entre 1,800 y 2,000 mm distribuidos en todo el año.

## SUELO

Al igual que muchos otros cultivos que pueden adaptarse a varios suelos, el aguacate prospera mejor en donde las condiciones físicas y químicas son las adecuadas para el cultivo, así tenemos que le son favorables suelos profundos, bien drenados y de textura media, no se recomiendan los terrenos con subsuelo rocoso o arcilloso, a menos que se les proporcione un drenaje adecuado, también deberán descartarse los suelos con un nivel freático superficial, dado que una combinación de humedad excesiva y poca aireación producida cerca de las raíces provoca la proliferación del hongo Phytophthora cinnamomi que ocasiona la pudrición de la raíz.

Por otro lado, tampoco son recomendables los suelos muy arenosos, a menos que se siga un programa adecuado de riego y fertilización.

Respecto a la reacción del suelo se recomiendan terrenos con pH neutro o ligeramente ácido.

El desarrollo del aguacate puede ser limitado principalmente por tres factores: la humedad excesiva del suelo, la salinidad y el exceso de  $\text{CaCO}_3$ , pues se ha visto que los cloruros, particularmente los de sodio y magnesio causan graves daños a los árboles. Contenidos de 0.2 a 0.4 gr/lit de NaCl en el agua de riego ocasionan daños particularmente a los de la raza mexicana que es muy sensible a las sales.

Sin embargo al igual que con el clima, la sensibilidad a ciertas condiciones físico-químicas del suelo varía dependiendo de la raza o variedad involucradas, así tenemos que para el grupo o raza mexicana la textura recomendada es de franca a migajones arcillo-limosos, con estructura granular, suave o pulverulenta, buen drenaje, pH de 7 a 7.5; para los

grupos guatemalteco y antillano se recomiendan migajones arenolimosos, estructura pulverulenta, buen drenaje, pH entre 6 y 7; con respecto a la salinidad, los tres grupos son muy sensibles y no la toleran.

Existen algunos aspectos que deben considerarse antes de iniciar una plantación como son: seleccionar las variedades adecuadas al clima y suelo prevaletientes en la zona; tomar en cuenta la densidad de siembra para obtener los máximos beneficios sin interferir en las labores culturales; asegurar la polinización cruzada entre variedades complementarias pertenecientes a los grupos florales A y B para obtener producciones satisfactorias de acuerdo al siguiente esquema.

Flores de tipo A. Un grupo funciona como femenino en la mañana (primera apertura), pero sin emisión de polen; mientras que otro grupo actúa como masculino en la tarde del día siguiente (segunda apertura).

Flores de tipo B. Un grupo funciona como femenino en la tarde (primera apertura); mientras que otro grupo funciona como masculino a la mañana del día siguiente (segunda apertura). (Alvarez de la Peña, 1981)

Es conveniente también seleccionar variedades que sean de fácil propagación, que cuando adultos su altura no sea excesiva, con una producción constante y resistente a las enfermedades; respecto al fruto se deben elegir variedades donde éste sea de forma homogénea, con pulpa consistente y firme, de buena apariencia, buen sabor y que tolere el transporte a grandes distancias sin sufrir daños (Fersini, 1975).

## DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Zitácuaro se encuentra situado en la por  
ción centro este del Estado de Michoacán, comprendido en  
entre los paralelos 19°17' y 19°33' de latitud norte y los me  
ridianos 100°02' y 100°30' de longitud oeste, ocupando una  
extensión de 493.7 km<sup>2</sup>.

Los límites del municipio son al norte con los de Ocampo  
y Tumpan; al sur con el de Benito Juárez, Susupuato y el  
Estado de México; al oeste con Jungapeo y al este con el Es  
tado de México.

La ciudad de Zitácuaro, cabecera municipal, se localiza  
a los 19°26' de latitud norte y 100°23' de longitud oeste, a  
una altura sobre el nivel del mar de 1990 m.

El lugar de muestreo se encuentra a 5 km. al este de la  
ciudad de Zitácuaro en el Valle del Polvorín a una altura de  
2240 m.s.n.m.

## FISIOGRAFIA

Fisiográficamente el municipio de Zitácuaro corresponde  
a la parte central y meridional del Sistema Volcánico Trans  
versal.

Este sistema está constituido por rocas ígneas extru  
sivas provenientes de numerosos volcanes; es generalmente ele  
vado y en el municipio tiene sus partes más altas en el nor  
te, noreste y este, donde las alturas superan los 3,000 me-  
tros.

En el norte del municipio se localiza la Sierra de San  
Cristóbal que limita con el municipio de Ocampo, donde las

elevaciones más importantes son los cerros El Huacal con 3,186 m, Zirahuato con 2,748 m y de La Peña con 2,340 m; en el este y suroeste la Sierra de Zitácuaro, estribación que limita con el Estado de México, las elevaciones más importantes son: los cerros El Picacho con 3,440 m, El Pelado con 3,420 m, el de La Nieve con 3,400 m, El Boludo con 3,336 m y el Cacique con 3,210 m; al oeste de la cabecera se localiza la Sierra de Zacapendo, donde dominan altitudes un poco mayores a los 2,200m; por el sur la Sierra de San Antonio con altitudes similares que limita con el municipio de Benito Juárez.

Las alturas mayores de 2,000 m se localizan desde el centro hacia el este y nortedel municipio y casi ocupan el 50% de su territorio.

Las partes más bajas del municipio se encuentran en el suroeste y son de casi 1,000 m.

La actividad volcánica en las sierras del sistema se hizo patente del Mioceno al Plioceno. En él se presentan valles exorreicos e intermontanos como en el de Zitácuaro y el del Polvorín que siguen las huellas de los ríos San Juan, Herreñas y San Andrés; el del Bosque en el que se enclava la presa del mismo nombre; el de Aputzio, que se localiza hacia el suroeste; el de Ocurío que se localiza al noroeste y otros. La mayor parte de estos valles se localizan alrededor de los 2,000 m de altitud.

#### HIDROGRAFIA

Hidrográficamente los ríos y arroyos que cruzan el municipio corresponden a la cuenca del Río Balsas, Los más importantes y extensos nacen al noreste. El Río San Juan proviene del norte de la localidad de Crecensio Morales y tiene como principales afluentes a los arroyos del Diablo y Macutzio. El Río San Andrés se origina en el este y recibe co

mo afluente a los arroyos Ojo de Agua, Seco y la Ciénega. Donde se unen los Ríos San Juan y San Andrés se forma el Río Zitácuaro que desagua en la Presa del Bosque (presa derivadora de la cual a través de túneles y canales se lleva el agua a la presa de Avándarol).

Con parte del agua que se deriva de esta Presa prosigue el Río de Zitácuaro hacia el suroeste y es uno de los principales afluentes del Río Cutzamala que a su vez confluye en el Río Balsas.

#### GEOLOGIA

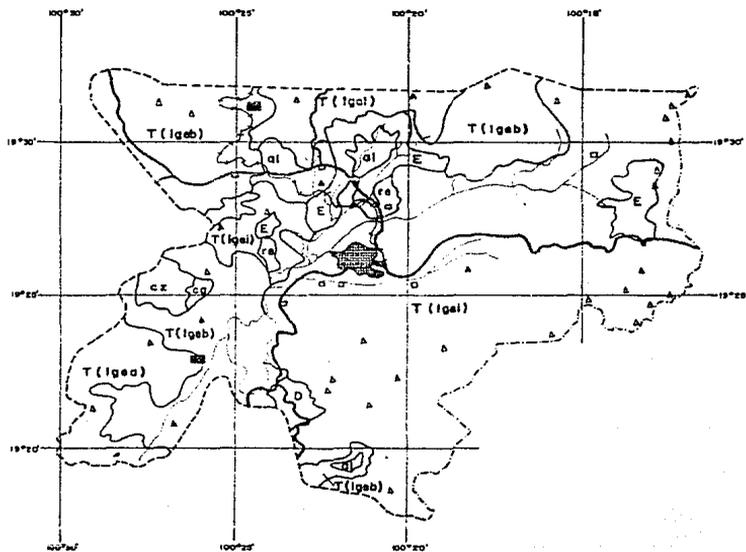
El examen de la composición geológica de este municipio, muestra que existen rocas correspondientes a distintas edades dominando las del Terciario y encontrándose entre ellas formaciones Cuaternarias localizadas en algunos valles, así como del Mesozoico.

Geológicamente dominan las rocas ígneas extrusivas, entre éstas tenemos las intermedias del Terciario, T (Igei) compuestas por adesitas, brechas volcánicas andesíticas y tobas andesíticas; se encuentran también las rocas ígneas extrusivas básicas compuestas por basaltos del Terciario, T (Igeb); las rocas ígneas intrusivas intermedias como las dioritas de la era Mesozoica, M (Igi); las rocas metamórficas del Mesozoico, consistentes en esquistos, M (E); rocas sedimentarias Mesozoicas constituidas por conglomerados, M (Scg). (Fig.6)

Las adesitas tienen color gris o rojizo y son piroxénicas generalmente, aunque también las hay de hornblenda, conteniendo además albita y pequeños cristales de hiperstena, un silicato ferromagnésico.

Fig. 6

## GEOLOGIA EN EL MUNICIPIO DE ZITACUARO, MICHOACAN.



- T(lgeb) Roca ignea extrusiva basica
- T(lgea) Roca ignea extrusiva acida
- T(lgel) Roca ignea extrusiva intermedia
- E Esquistos
- al Aluvial
- re Residual
- D Diorita
- cx Caliza
- cg Conglomerado

Escala 1:257,000

Las dioritas son rocas granuladas, con feldespatos más sódicos que cálcicos y anfíbol. Los feldespatos dan color obsucuro a la roca. El principal de los anfíboles es la hornblenda, silicato ferromagnésico.

## CLIMA

Por la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973) en el municipio se distinguen los siguientes tipos de clima: (Fig. 7)

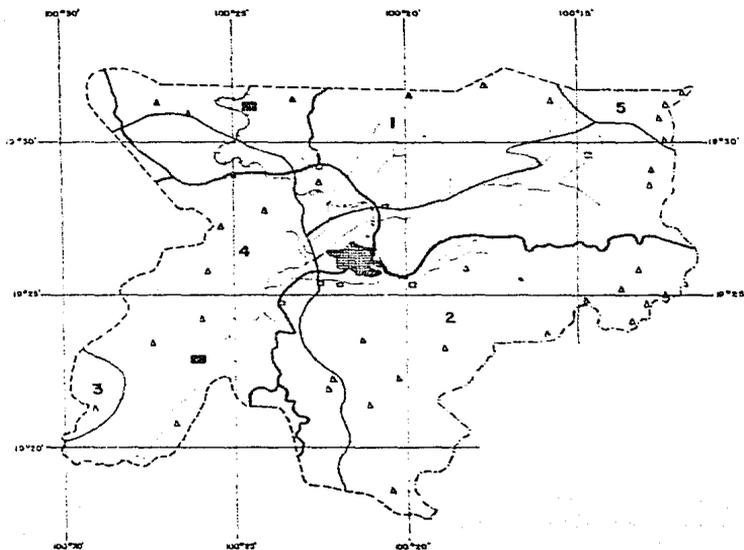
(A) C (w<sup>1</sup>) (w) b (i') g Clima semicálido, el más cálido de los templados C, con temperatura media anual mayor a 18°C y la del mes más frío menor a 18°C con lluvias en verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.3, porcentaje de lluvia invernal menor al 5% de la anual, verano fresco largo, temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C con poca oscilación termica anual (entre 5 y 7°C), marcha de temperatura tipo Ganges.

C (w<sup>2</sup>) (w) b (i') g Clima templado, temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes más frío entre -3 y 18°C, el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, cociente P/T mayor a 55 y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5% de la anual, verano fresco largo, temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C con poca oscilación termica anual (entre 5 y 7°C), marcha de temperatura tipo Ganges.

A (wo) (w) (e) g Clima cálido, temperatura media anual mayor a 22°C y la del mes más frío mayor a 18°C, el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, con un cociente P/T menor de 43.2, porcentaje de lluvia invernal menor a 5% de la anual, extremoso en cuanto a oscilación termica anual (entre 7 y 14°C), marcha de temperatura tipo Ganges.

Fig. 7

### CLIMA EN EL MUNICIPIO DE ZITACUARO, MICHOACAN.

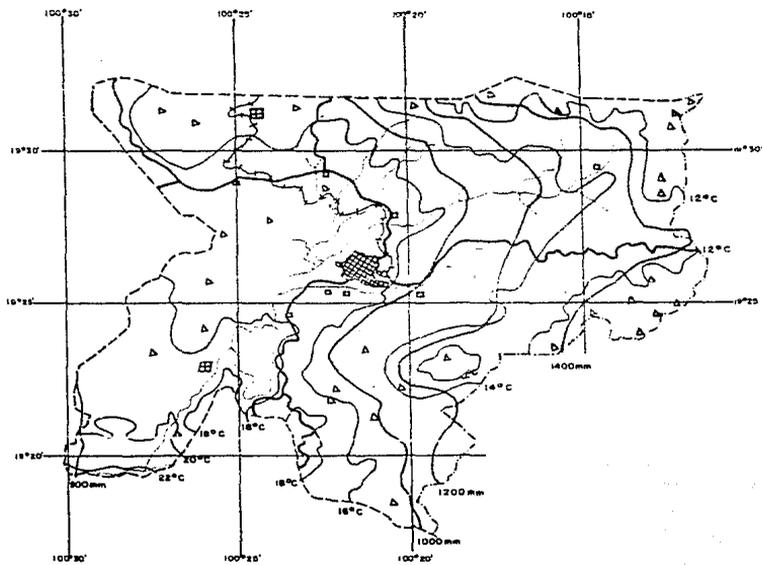


- 1 A(C(w<sup>h</sup>il(w)b(i)g
- 2 C(ws)(w)b(i)g
- 3 A(w)(w)(e)g
- 4 A(C)(w<sup>o</sup>l(w)g
- 5 C(ws)(w)(h)(i)

Escala 1:227,000

Fig. 8

ISOYETAS e ISOTERMAS  
EN EL MUNICIPIO DE ZITACUARO, MICHOACAN.



Escala 1:227,000

A (C) (w<sup>o</sup>) (w) i g Clima semicálido, el más fresco del grupo A, temperatura media anual menor a 22°C y la del mes más frío mayor a 18°C, con lluvias en verano, cociente P/T menor a 43.2, porcentaje de lluvia invernal menor a 5% de la anual, oscilación térmica menor a 5°C y marcha de temperatura tipo Ganges.

C (w2) (w) (b') (i') Clima templado, temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes más frío entre -3 y 18°C el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, cociente P/T mayor a 55 y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5% de la anual, temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C y con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5 y 7°C).

La temperatura media anual entre 18 y 20°C se localiza al sureste del municipio; la de 14 a 18°C en el noroeste, centro y sureste, y la de menos de 14°C, en el noreste y este (a más de 2,800 m de altitud). El régimen térmico cálido se tiene a menos de 1,700 m de altura y el templado a mayor altitud.

La precipitación media anual entre 1,000 y 1,480 mm se localiza al noreste y este a más de 2,000 m de altura. La media anual inferior a 1,000 mm pero superior a 840 mm se tiene en el suroeste a menos de 2,000 m de altitud.

Los vientos dominantes son los del suroeste y contribuyen a mantener en el municipio un clima agradable. En invierno el municipio es ocasionalmente afectado por los vientos del norte, y en otoño por los del este. La intensidad máxima de los vientos del suroeste es de 3, (entre 25.1 y 39.4 Km/h). En verano los gradientes de presión determinan la invasión de vientos monzónicos calientes y húmedos.

La humedad relativa fluctúa entre 48 y 68%, pero tiende

a descender como consecuencia de la inclemente deforestación de que es objeto el municipio.

La temperatura máxima registrada en la ciudad de Zitácuaro es de 31.8°C y la mínima 2.0°C.

#### EDAFOLOGIA

Por la cartografía proporcionada por DETENAL, en el Municipio de Zitácuaro se encuentran representados los siguientes suelos: Andosol húmico, Andosol ortico, Acrisol ortico, Vertisol pelico, Regosol eutrico, Litosol y Feosem haplico. Fig.9

De estos los andosoles son los más abundantes, lo que puede explicarse por ser ésta una zona eminentemente volcánica. El estudio de este grupo de suelos en México, se inició en la zona de los Altos de Jalisco, por Aguilera en 1954, quien continuó con el estudio de los andosoles de la Meseta Tarasca de 1960 a 1965 junto con Moncada, Cervantes, Guajardo y otros. Estudios posteriores fueron realizados en el volcán Popocatepetl por Aguilera en 1967, Vallejo y Aguilera, 1969 y por García, 1970 bajo la dirección de Aguilera. Estudios similares fueron hechos en Cholula, Puebla por Aguilera, Vallejo, Allen de, Nocett y Gama en 1966-1967 y Flores, 1969; en el volcán Pico de Orizaba por Johnson, 1970; en el Nevado de Toluca por Hayama y Aguilera, 1971-1972 y Navarro, 1976; otros trabajos en el Estado de Michoacán son: Reyna, Guillén y Aguilera, 1974 y Guillen, 1971.

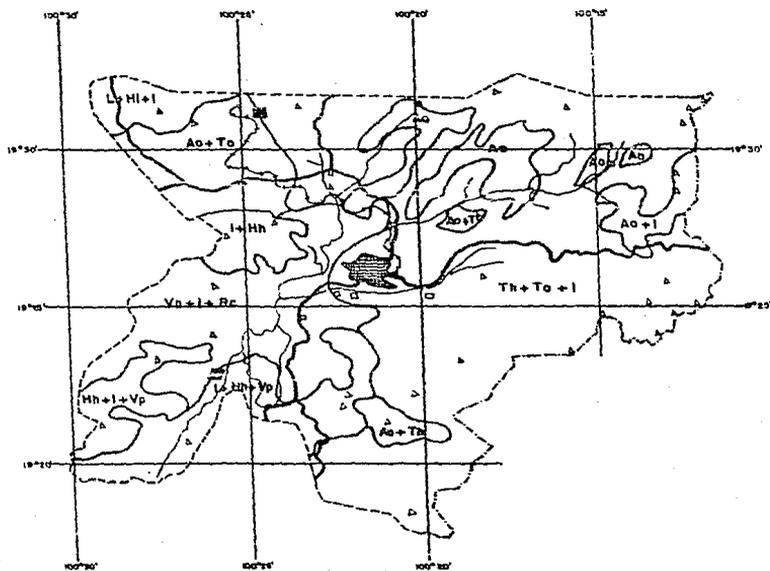
Los andosoles se encuentran ampliamente distribuidos en nuestro país y en muchas otras partes del mundo y probablemente los estudios de suelos que se efectúan con mayor frecuencia sean sobre este Orden (Aguilera, et al. 1954-1979).

#### VEGETACION

En el municipio de Zitácuaro. debido a las diferencias

Fig. 9

## EDAFOLOGIA EN EL MUNICIPIO DE ZITACUARO, MICHOACAN.



L + Hl + I	Luvisol + Feozem húmico + litosol
Ao + To	Acrisol ortico + Andosol húmico
Ao	Acrisol ortico
Ao + Th	Acrisol ortico + Andosol húmico
Ao + I	Acrisol ortico + litosol
Th + To + I	Andosol húmico + Andosol ortico + litosol
I + Ih	litosol + Feozem haplico
Vp + I + Rc	Vertisol pelico + litosol + Regosa calcárica
Hh + I + Vp	Feozem haplico + litosol + Vertisol pelico
I + Hh + Vp	litosol + Feozem haplico + Vertisol pelico

altitudinales ocasionadas por la accidentada topografía del municipio, al clima y diferentes suelos, se encuentran los siguientes tipos de vegetación:\* (Fig. 10)

1) Bosque aciculifolio. Localizado en la zona montañosa al este del municipio en el límite con el Estado de México. Es adyacente a los bosques linearifolio y aciculi-esclerófilo. Las principales especies que se encuentran pertenecen al género Pinus, son el P. leiophylla, P. michoacana y P. montezumae. Aunque también pueden encontrarse el Taxodium mucronatum (sabino) y Cupressus lindleyi (cedro) y en el estrato herbáceo se encuentran las gramíneas Bouteloua hirsuta, Aristida sp., Andropogon myosurus, Muhlenbergia rigida, M. macroura, Eragrostis sp., e Hilaria ciliata.

2) Bosque linearifolio de Abies.- Este tipo de vegetación está formado por un bosque denso, con árboles de porte alto, alturas mayores de 20 m, hojas perennes en forma de agujas cortas y lineares.

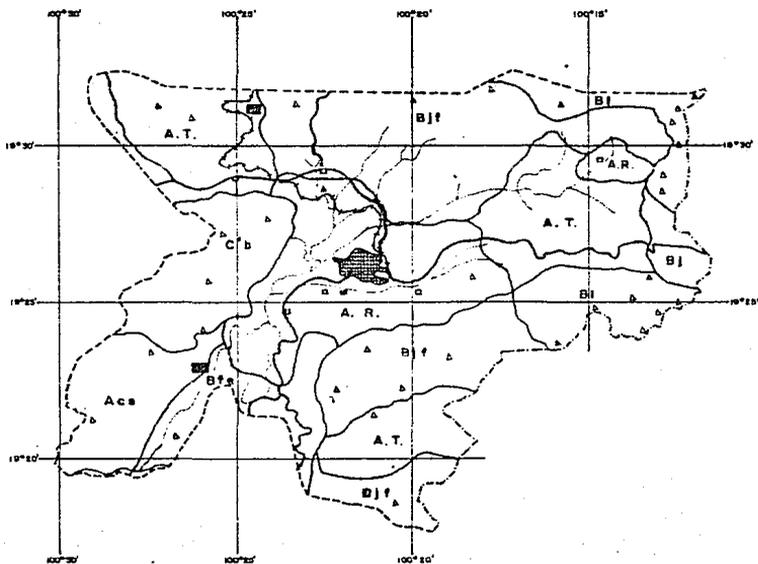
Se localiza en las mayores alturas al este del municipio.

La principal especie es el oyamel Abies religiosa, en contrándose también otras como Pinus patula, P. leiophylla, P. hartwegii, P. michoacana, P. ayacahuite, P. herrerae, P. pseudostrobus, P. lawsonii, P. douglasiana, P. montezumae, encinos Quercus spp., madroño Arbutus glandulosa, A. jalapensis, fresno Fraxinus anomala, limoncillo Baccharis conferta, tejocote Crataegus mexicana, mora de la sierra Carpinus sp., cedro Juniperus deppeana, J. flaccida, y cedro Cupressus lindleyi, por lo que respecta a gramíneas, las principales son Piptochaetium fimbriatum, Bromus carinatus, Muhlenbergia repens, Stipa tenuissima, Poa sp., Agrostis sp., Muhlenbergia racemosa, Festuca viridula y Aristida orcuttiana.

\*COTECOCA.- SARH.

Fig. 10

### VEGETACION EN EL MUNICIPIO DE ZITACUARO, MICHOACAN.



B.f - BOSQUE ACICULI-ESCLEROFILO  
A.T - AGRICULTURA DE TEMPORAL  
BI - BOSQUE LINEARFOLIO DE *Abies*  
BJ - BOSQUE ACICULIFOLIO  
A.R - AGRICULTURA DE RIEGO  
C.b - PASTIZAL INDUCIDO  
Aca - SELVA BAJA CADUCIFOLIA  
B.f.s - BOSQUE LATIFOLIADO  
ESCLEROFILO CADUCIFOLIO

Escala 1:227,000

3) Bosque aciculí-esclerófilo.- Se localiza al norte y sur del municipio.

Este tipo de vegetación está formado por la asociación de árboles de los géneros Pinus y Quercus, de 15 a 20 m de altura, los primeros son especies de hoja acicular perenne, monopódicos y con ramificación abundante en la parte superior. Las especies del género Quercus se caracterizan por tener hojas esclerosas, caedizas en la época seca.

Los principales componentes arbóreos son: Pinus pseudostrobus, P. rudis, P. montezumae, Quercus hartwegii, Q. macrophylla, Q. candicans, Abies religiosa, Alnus jorullensis, capulin Prunus capuli y tepozán Buddleia cordata. En el estrato herbáceo se encuentra Muhlenbergia macroura, Bromus carinatus, Andropogon barbinodis y Bouteloua hirsuta.

4) Bosque latifoliado esclerófilo caducifolio.- Esta comunidad vegetal se caracteriza por estar constituida por árboles medianos, de 8 a 15 m de altura, con hojas planas, esclerosas que se caen en la época seca del año.

Se localiza al sur del municipio. Los elementos que lo constituyen, son: encino prieto Quercus hartwegii, Q. macrophylla, Q. candicans, Q. uruapensis, Q. peduncularis, Q. obtusata, Q. circinata, Q. reticulata, Q. crassipes, Q. excelsa, Q. texcocana, madroño Arbutus gladiosa, A. xalapensis, tejocote Crataegus mexicana, chagungo Byrsonima crassifolia. En el estrato herbáceo se encuentra a las gramíneas siguientes: Bouteloua curtipendula, B. filiformis, B. hirsuta, Hilaria cenchroides, Aristida orcuttiana, Andropogon barbinodis, Stipa leucotricha, Paspalum notatum, Muhlenbergia macroura y Bromus carinatus.

5) Selva baja caducifolia.- Este tipo de vegetación se caracteriza por estar formado por árboles bajos, de 8 a 12

m de altura, con hojas laminares anchas, compuestas y abundantes, que en la época seca del año se caen.

Se localiza hacia el suroeste del municipio en el límite con el municipio de Jungapeo.

Los componentes principales son: granadillo Piscidia communis, cueramo Cordia eleagnoides, tepehuaje Lysolima acapulcensis, guaje Leucaena glauca, copal Bursera excelsa, huizache Acacia farnesiana, e hincha huevos Pseudosmodium perniciosum. Las gramíneas más abundantes son: Bouteloua filiformis, navajita Bouteloua hirsuta, banderilla B. curtipendula, Hilaria cenchroides, Aristida sp., Eragrostis sp., Panicum sp., Paspalum sp., zacate colorado Heteropogon contortus, teozintle Zea mexicana, Leptochloa sp. y Chloris virgata.

## METODOLOGIA

El muestreo se llevó a cabo en una huerta de aguacate de 6,3 Ha, de estas aproximadamente 5 corresponden a la parte alta y el resto a la parte baja. La parte alta presenta árboles de diferente aspecto, algunos muy bien desarrollados, con abundante follaje, de buen color y buena fructificación y otros de menos desarrollo, escaso follaje, cloróticos y fructificación deficiente. La parte baja tiene pocos árboles y estos presentan poco desarrollo y baja fructificación.

Se hicieron 3 pozos por cada Ha con el objeto de conocer la fertilidad del suelo y dos perfiles con el fin de clasificarlo, uno en la parte baja y otro en la parte alta. Los pozos fueron hechos a una profundidad de 80 cm tomando muestra cada 20 cm, dichos pozos se distribuyeron de manera que estuvieran representadas las diferentes zonas y tratando de abarcar la mayor parte del terreno. Los perfiles se hicieron uno en la parte alta del terreno y otro en la parte baja, ésta de menor extensión que la primera pero donde los árboles presentaban el problema de crecimiento deficiente, estos perfiles se hicieron a una profundidad de dos metros muestreando cada 10 cm.

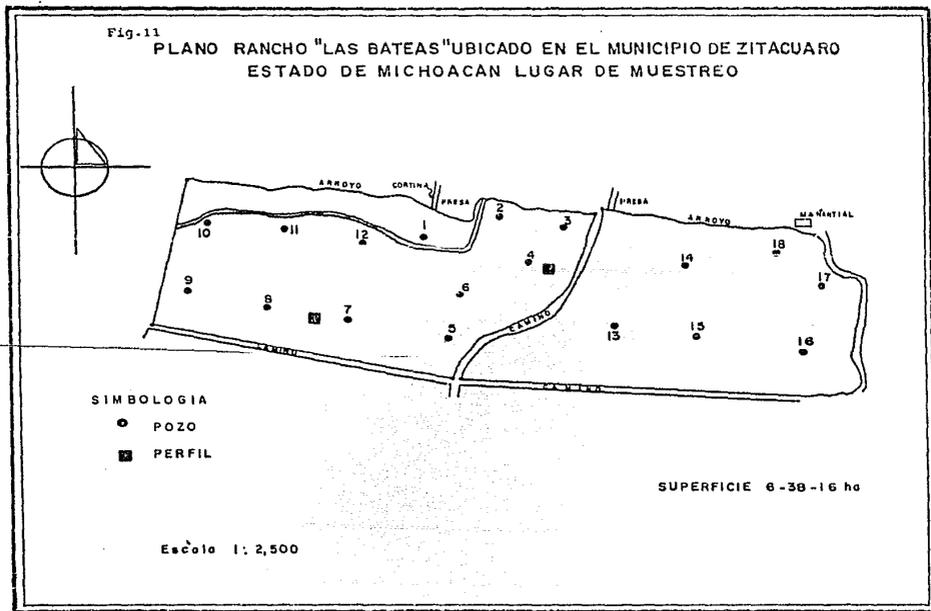
Una vez realizado el muestreo se procedió al secado de las muestras al aire y a su tamizado con un tamiz de malla 10 con aberturas de 2 mm para posteriormente hacer los análisis respectivos.

## ANALISIS FISICOS

- a) Se determinó el color en seco y en húmedo, por comparación con las tablas Munsell (1954)
- b) La determinación de la densidad aparente fue por el

Fig. 11

PLANO RANCHO "LAS BATEAS" UBICADO EN EL MUNICIPIO DE ZITACUARO  
ESTADO DE MICHOACÁN LUGAR DE MUESTREO



método de la probeta.

- c) La determinación de la densidad real fue por el método del picnómetro
- d) La determinación del espacio poroso se hizo por medio de la relación densidad aparente/densidad real.
- e) La textura se determinó por el método de Boyoucos (1963)

#### ANALISIS QUIMICOS

- a) El pH se determinó con un potenciómetro con electrodo de vidrio en solución acuosa de relación 1:2.5 y en solución salina con KCl en relación 1:2.5
- b) La materia orgánica se determinó por el método de Walkley y Black (1947) modificado por Walkley.
- c) La capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T) se determinó por el método de la centrifugación de la muestra saturada con cloruro de calcio 1N a pH 7, posteriormente lavándola con alcohol etílico y eluyendo el calcio con cloruro de sodio 1 N a pH 7, la titulación se hace por el método del versenato 0.02N (Jackson, 1964).
- d) El calcio y el magnesio intercambiables se determinaron por centrifugación de la muestra saturada con acetato de amonio 1 N a pH 7 como agente extractor y titulando por el método del versenato.
- e) El potasio y el sodio intercambiables se determinaron por centrifugación de la muestra saturada con acetato de amonio 1 N a pH 7, del extracto obtenido se tomó la lectura con un flamómetro.

- f) El fósforo asimilable se determinó por el método de Bray I, dado que los suelos presentaron un pH ácido la lectura del extracto se hizo por medio de un colorímetro.
- g) Los nitratos se determinaron por el método del ácido fenoldisulfónico y por colorimetría (Jackson, 1964)
- h) El alopino se determinó por el método del Fieldes y Perrot, (1966) que es un método semicuantitativo, utilizando floruro de sodio como extrayente y fenof-taleína como indicador.

## RESULTADOS

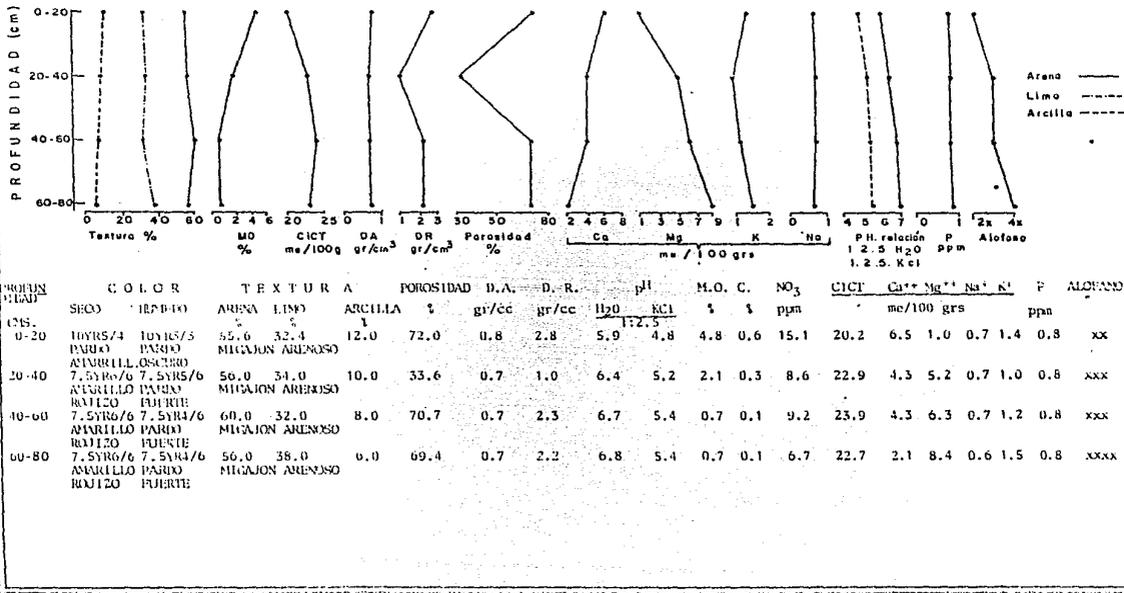
POZO 1. El color en seco varía de pardo amarillento 10 YR 5/4 en la capa 0-20 a amarillo rojizo 7.5 YR 6/6 en las tres siguientes; la textura es de migajón arenoso en todo el pozo con cantidades de arcilla que van de 12% en la superficie y disminuye a 6% en la capa más profunda; la densidad aparente se mantiene en 0,7 gr/cc en todo el pozo excepto en la capa 0-20 que llega a 0.8 gr/cc; el pH en solución acuosa va de 5.9 en la capa superficial a 6.8 en la capa más profunda; la materia orgánica disminuye al aumentar la profundidad de 4.8% a 0.7%; la C.I.C.T. se mantiene en valores alrededor de 22 me/100g el fósforo es bajo manteniéndose en valores de 0.8 ppm mientras que el a lofano aumenta de 2 x (medio) en la superficie a 4 x (muy alto) en la capa más profunda.

POZO 2. El color en seco varía de pardo amarillento 10 YR 5/4 en la superficie a pardo grisáceo 10 YR 5/2 en la capa 20-40 cm, gris 10 YR 6/1 en la capa 50-60 y blanco 10 YR 8/1 en la capa más profunda; la textura varía de franco en todo el pozo a migajón arenoso en la capa más profunda, con cantidades de arcilla que aumentan de 12% en la superficie a 20% en las máximas profundidades; la densidad aparente aumenta de 0.8 gr/cc en la superficie a 1.0 en la capa blanca del fondo; el pH asciende de 6.1 en la superficie a 6.7 en la capa más profunda; la materia orgánica disminuye de 6.1% en la superficie a 0.4% en la capa más profunda; por tanto la C.I.C.T. también disminuye de 22 me/100g en la superficie a 1.2 me/100g en la profundidad del pozo; el fósforo aumenta con la profundidad de 3.1 ppm a 11 ppm mientras que el a lofano disminuye en el mismo sentido de 4 x (muy alto) a trazas.

POZO 3. El color en seco va de pardo amarillento bri-

POZO 1

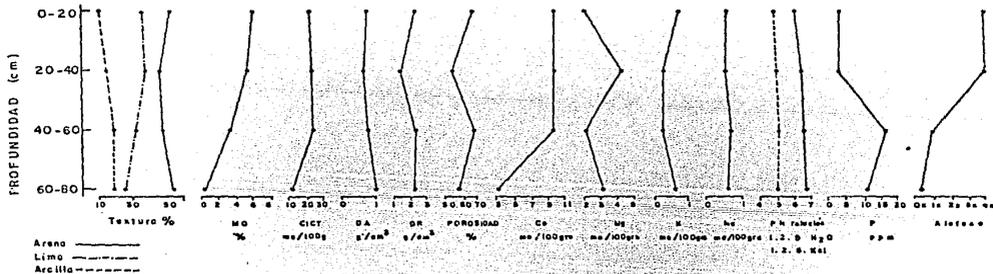
Cuadro 7 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		TEXTURA		POROSIDAD		D.A. - D.R.		pH		M.O. C.		NO <sub>3</sub>	CICT	Ca**	Mg**	Na+	K+	P	ALOFOSFO
	SECO	HEMBIDO	ARENA %	LIHO %	ARCILLA %	%	gr/cc	gr/cc	H <sub>2</sub> O	KCl	%	%								
0-20	HOYOS/4 PARDO	HOYOS/5 PARDO	55.6	32.4	12.0	72.0	0.8	2.8	5.9	4.8	4.8	0.6	15.1	20.2	6.5	1.0	0.7	1.4	0.8	XX
20-40	7.5YR6/6 AMARILLO PARDOS	7.5YR5/6 PARDO	56.0	34.0	10.0	33.6	0.7	1.0	6.4	5.2	2.1	0.3	8.6	22.9	4.3	5.2	0.7	1.0	0.8	XXX
40-60	7.5YR6/6 AMARILLO PARDOS	7.5YR4/6 FUERTE	60.0	32.0	8.0	70.7	0.7	2.3	6.7	5.4	0.7	0.1	9.2	23.9	4.3	6.3	0.7	1.2	0.8	XXX
60-80	7.5YR6/6 AMARILLO PARDOS	7.5YR4/6 FUERTE	56.0	38.0	6.0	69.4	0.7	2.2	6.8	5.4	0.7	0.1	6.7	22.7	2.1	8.4	0.6	1.5	0.8	XXXX

POZO 2

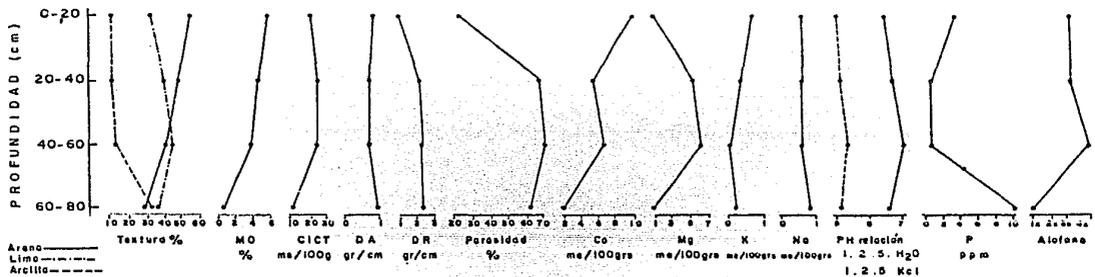
Cuadro 8 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos.



PROFUNDIDAD	COLOR	TEXTURA	POROSIDAD	D. A.	D. R.	pH	M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	ALOFAN		
CM.	SECO	ARENA	ARCILLA	%	gr/cc	gr/cc	%	%	ppm	mg/100gr	mg/100gr	mg/100gr	mg/100gr	ppm	ppm			
0-20	10YR5/4 PAREDO AMARILL.	10YR5/2 PAREDO GRISACERO MUY OSCU RO	52.0 36.0 12.0	66.2	0.8	2.3	6.1	4.9	6.1	0.8	18.1	22.3	9.7	2.1	0.6	0.7	3.1	xxxx
20-40	10YR5/2 PAREDO GRI SACRO	10YR5/1 GRIS MUY OSCURO	46.0 38.0 16.0	55.5	0.7	1.5	6.5	5.0	5.4	0.7	23.9	22.9	9.7	4.2	0.6	0.3	3.1	xxxx
40-60	10YR6/1 GRIS	10YR2/1 NEGRO FRANCO	49.0 32.0 20.0	66.8	0.8	2.4	6.6	5.1	3.5	0.4	23.9	23.9	9.7	2.1	0.7	0.3	16.8	x
60-80	10YR5/1 BLANCO	10YR6/2 GRIS PAR DIS. BRILL.	54.0 26.0 20.0	57.9	1.0	2.3	6.7	5.0	0.4	0.0	22.0	11.2	3.2	3.1	0.6	0.6	11.1	Trazas

POZO 3

Cuadro 9 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



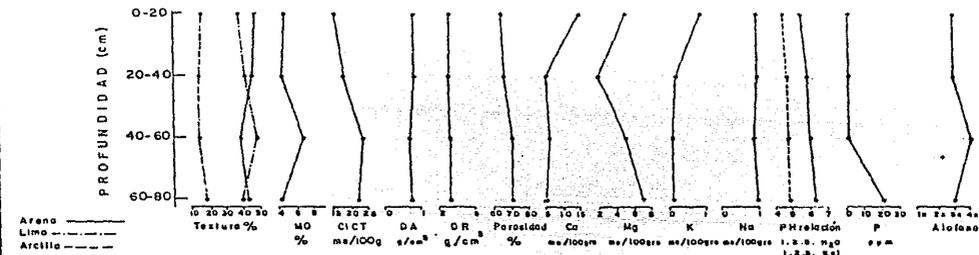
PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		TEXTURA				POROSIDAD	D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	pH		M.O. %	C. %	NO <sub>3</sub> ppm	CICT me/100 grs	Ca <sup>++</sup> me/100 grs	Mg <sup>++</sup> me/100 grs	Na <sup>+</sup> me/100 grs	K <sup>+</sup> me/100 grs	P ppm	ALOXANA ppm
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LILO %	ARCILLA %	IND				H <sub>2</sub> O	KCl										
0-20	10YR6/4 PARDOS AMARILL. BRILLAN.	10YR3/3 PARDOS OSCUROS	54.0	34.0	12.0	24.5	0.8	1.0	6.4	5.1	1:2.5	5.4	0.7	18.5	21.5	9.7	1.0	0.6	0.7	3.1	xxx
20-40	10YR5/4 PARDOS AMARILL. RILL. OSC.	10YR3/4 PARDOS AMARILL. RILL. OSC.	48.0	40.0	12.0	66.9	0.7	2.1	6.6	5.2		4.6	0.6	18.5	25.0	5.4	5.2	0.6	0.4	0.8	xxx
40-60	10YR6/4 PARDOS RILL. BRT.	10YR3/4 PARDOS RILL. OSC.	42.0	44.0	14.0	70.3	0.7	2.3	6.9	5.4		3.7	0.5	18.5	24.1	6.5	6.3	0.6	0.1	0.8	xxxx
60-80	10YR8/2 BLANCO	10YR7/4 PARDOS PALIDOS	30.0	36.0	34.0	62.1	0.9	2.3	6.5	5.2		0.6	0.0	18.1	12.0	2.1	1.0	0.8	0.2	9.9	x

llante 10 YR 6/4 en la superficie a blanco 10 YR 8/2 en la capa profunda; la textura varía de migajón arenoso en la superficie a franco y migajón arcilloso en el fondo; las cantidades de arcilla aumentan de 12% a 34%; la densidad aparente va de 0.8 gr/cc en la superficie a 0.7 gr/cc en las dos siguientes y 0.9 gr/cc en la capa más profunda; el pH con agua aumenta de 6.4 en la superficie a 6.9 en la capa 40-60 cm y luego disminuye a 6.5; la materia orgánica baja al aumentar la profundidad de 5.4% a 0.6% y la C.I.C.T. desciende en el mismo sentido de 21.5 me/100g a 12.0 me/100g; el fósforo varía de 3.1 ppm a 0.8 en las dos capas intermedias y luego aumenta a 9.9 ppm, en tanto que el alofano aumenta de 3 x en las dos primeras capas a 4x en la siguiente y 1x en la capa más profunda.

POZO 4. El color en seco varía de amarillo pardusco 10 YR 6/6 a pardo amarillento 10 YR 5/4 en las dos siguientes y gris pardusco brillante 10 YR 6/2 en la capa profunda; la textura es franca en todo el pozo donde las cantidades de arcilla oscilan alrededor de 14%; la densidad aparente es de 0.8 gr/cc en las dos primeras capas y 0.7 gr/cc en las dos más profundas; el pH con agua aumenta de 5.5 en la superficie a 6.2 en la parte profunda del pozo, mientras que la materia orgánica oscila en valores alrededor de 4%; la C.I.C.T. aumenta de 15.8 me/100g en la superficie a 22.2 me/100g en la capa más profunda; el fósforo sufre una gran variación de 0.8 ppm en casi todo el pozo de 20.2 ppm en la capa más profunda; el alofano se mantiene entre 3x y 4x.

POZO 5. El color en seco es amarillo pardusco 10 YR 6/6, 7/6 y 7/8 en todo el pozo; la textura es migajón arenoso en todo el pozo excepto en la superficie que es franco con cantidades de arcilla que van de 8.4 a 4.4%; la densidad aparente es de 0.7 gr/cc en todo pozo exceptuando la capa superficial donde es de 0.6 gr/cc; el pH varía de 6.1 a 6.3 en solución acuosa mientras que la materia orgánica dis

POZO 4 Cuadro 10 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	TEXTURA			POROSIDAD %	D.A gr/cc	D.R gr/cc	pH		M.O. %	C. %	NO <sub>3</sub> ppm	CICT	P				ALUMINIO ppm	
			ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				H <sub>2</sub> O	KCl					Ca**	Mg**	Ni*	K*		
0-20	10YR6/6 AMARILLO PARRUSCO	10YR3/4 PARDO AMARILLO OSCURO	46.0	37.6	16.4	65.4	0.8	2.3	5.5	4.5	4.7	0.6	22.3	15.8	14.7	5.0	1.0	0.9	0.8	xxx
20-40	10YR5/4 PARDO AMARILLO	10YR4/3 PARDO OSCURO	44.0	41.6	14.4	66.4	0.8	2.3	5.8	4.7	4.4	0.6	7.0	18.2	5.2	2.0	1.0	0.2	0.8	xxx
40-60	10YR5/4 PARDO AMARILLO	10YR3/5 PARDO OSCURO	39.0	47.4	14.4	70.7	0.7	2.3	5.9	4.7	6.0	0.9	8.6	23.8	6.3	5.0	0.9	0.1	0.8	xxxx
60-80	10YR6/2 GRIS PARRUSCO BRILLANTE	10YR3/1 GRIS MUY OSCURO	42.0	39.6	18.4	70.7	0.7	2.3	6.2	4.8	4.2	0.5	8.6	22.2	6.3	7.1	1.0	0.1	20.2	xxx



minuye de 2,8 a 1.1%; la C.I.C.T. oscila en valores alrededor de 26 me/100g; el fósforo se mantiene en valores de 0.8 ppm, así mismo, el alofano permanece en 3x.

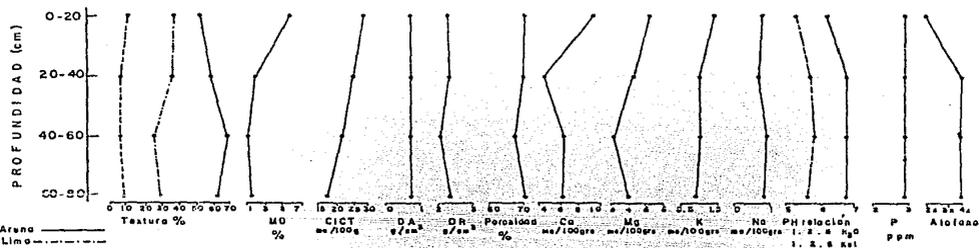
POZO 6. El color en seco es de pardo amarillento 10 YR 5/4 en la superficie y de amarillo 10 YR 8/6 y 8/8 en el resto del pozo; la textura es de migajón arenoso en todo el pozo excepto en la capa superficial en que es franco, los valores de arcilla son de 10% en la superficie y 8% en el fondo; la densidad aparente es de 0.7 gr/cc en todo el pozo; el pH va de 6.2 en la superficie de 6.7 en el resto del pozo; la materia orgánica disminuye de 5.8% en la capa 0-20 cm a 1.3% en la de 60-80 cm; la C.I.C.T. desciende de 28 me/100g a 18 me/100g en la profundidad; el fósforo se mantiene en el valor de 2.9 ppm mientras que el alofano aumenta de 2x a 4x.

POZO 7. El color en seco va de pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 en la capa superficial a amarillo 10 YR 8/8 y 8/6 en las dos siguientes y pardo muy pálido 10 YR 7/4 en la capa más profunda; la textura es franca en la superficie y migajón arenoso en el resto del pozo, los valores de arcilla disminuyen al aumentar la profundidad de 10.4 a 6.4%; la densidad aparente disminuye de 0.7 gr/cc en la superficie a 0.6 en el resto del pozo; la materia orgánica baja de 4.8% en la superficie a 0.3% en la profundidad máxima mientras que la C.I.C.T. aumenta de 23.8 me/100g; en la superficie a 30.5 me/100g y disminuye en la última profundidad a 22.1 me/100g en tanto que el fósforo se mantiene en valores de 2.9 ppm y el alofano en 4x.

POZO 8. El color en seco es de pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 en la superficie y amarillo en el resto del pozo 10 YR 8/6; la textura varía con la profundidad entre franco, migajón limoso y migajón arenoso con valores de arcilla que van de 14.4% en la superficie, aumentan a 18.4% y disminuyen al final a 8.4%; la densidad aparente es de 0.7

POZO 6

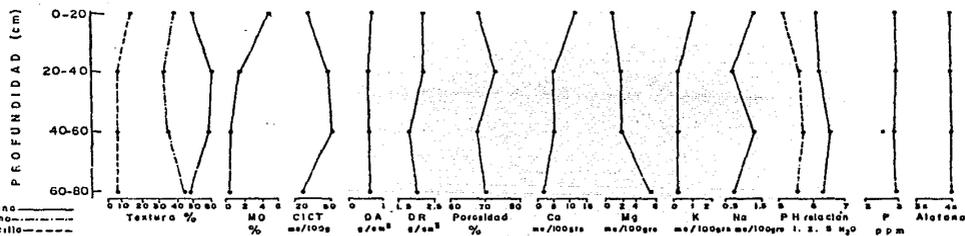
Cuadro 12 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos.



PROFUND (HUM)	SECO	COLOR	TEXTURA			POROSIDAD	D.A.	D.R.	pH		M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ni <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	P	ALOFANO
CMs.		IRIBIDO	ARENA	LIMO	ARCILLA	%	gr/cc	gr/cc	H <sub>2</sub> O	KCl	%	%	ppm	me/100grs	me/100grs	me/100grs	me/100grs	ppm	ppm	ppm
0-20	10YR5/4 PARDO AMARILL.	10YR3/4 PARDO AMARILL.	52.4	37.6	10.0	70.2	0.7	2.3	6.2	5.3	5.8	0.8	26.9	28.0	9.7	5.2	0.8	1.4	2.9	xx
20-40	10YR8/6 AMARILLO	10YR1/6 PARDO AMARILL. OSCURO	58.4	35.6	6.0	69.6	0.7	2.3	6.7	5.7	1.9	0.2	18.1	25.4	4.5	4.2	0.7	1.0	2.9	xxxx
10-60	10YR7/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILL. OSCURO	68.4	25.6	6.0	67.1	0.7	2.1	6.7	5.8	1.2	0.1	20.0	22.4	6.5	3.1	0.9	1.0	2.9	xxxx
60-80	10YR8/8 AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILL.	62.4	29.6	8.0	69.6	0.7	2.3	6.7	5.6	1.3	0.1	20.0	18.0	6.5	3.9	0.8	0.9	2.9	xxxx

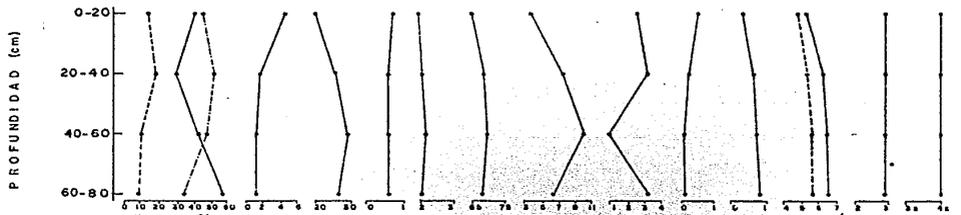
POZO 7

Cuadro 13 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	COLOR	IRRIDIO	ARENA %	TEXTURA LIMO %	ARCILLA %	POROSIDAD %	D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	H <sub>2</sub> O %	pH	M.O. %	C. %	NO <sub>3</sub> ppm	CICT mg/100grs	Ca <sup>++</sup> mg/100grs	Mg <sup>++</sup> mg/100grs	Na <sup>+</sup> mg/100grs	K <sup>+</sup> mg/100grs	P ppm	ALOTENO ppm	
0-20	10YR/6/4 PARDO	10YR/4/4 PARDO	50.0	39.6	10.4	68.9	0.7	2.2	112.5	6.1	5.2	4.8	0.6	25.4	23.8	11.6	1.0	1.3	1.1	2.9	xxxx
20-40	10YR/8/8 BRILLANTE	10YR/1/6 OSCURO	60.0	33.6	6.4	73.6	0.6	2.2	6.2	5.6	1.4	0.1	18.5	29.0	5.4	2.1	0.7	0.3	2.9	xxxx	
40-60	10YR/6/6 AMARILLO	10YR/5/6 PARDO	58.0	35.6	6.4	68.3	0.6	1.8	6.5	5.7	0.3	0.0	18.9	30.5	5.4	2.1	1.3	0.2	2.9	xxxx	
60-80	10YR/7/4 PARDO	10YR/6/6 PARDO	48.0	45.6	6.4	70.5	0.6	2.0	6.3	5.5	0.3	0.0	18.1	22.1	2.1	5.2	0.7	0.2	2.9	xxxx	

POZO 8 Cuadro 14 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	SECO	COLOR	TEXTURA	POROSIDAD	D.A.	D.R.	PH	M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	ALOFANO	
CM.			ARENA LIMO ARCILLA	%	gr/cc	gr/cc	H <sub>2</sub> O KCl	%	%	ppm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	ppm	ppm		
0-20	10YR6/4 PARDO AMARILLO BRILLANTE	10YR3/4 PARDO AMARILLO OSCURO	45.0 14.4	65.0	0.7	2.0	4.8	4.4	0.6	33.4	20.2	3.9	2.5	0.3	0.5	2.9	XXXX	
20-40	10YR8/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILLO	30.0 51.6 18.4 MIGAJON LIMOSO	68.4	0.6	2.1	6.2	5.3	1.6	0.2	18.1	26.6	7.5	3.1	0.6	0.2	2.9	XXXX
40-60	10YR8/8 AMARILLO	10YR5/8 PARDO AMARILLO	42.4 47.2 10.4 FRANCO	69.7	0.6	2.2	6.4	5.5	1.2	0.1	21.6	28.2	9.7	1.0	0.7	0.1	2.9	XXXX
60-80	10YR8/6 AMARILLO	10YR6/8 AMARILLO PARISCO	56.4 35.2 8.4 MIGAJON ARENOSO	68.4	0.6	2.1	6.5	5.6	1.0	0.1	18.5	26.8	6.5	3.1	0.8	0.1	2.9	XXXX

gr/cc en la superficie y de 0.6 gr/cc en el resto del pozo el pH aumenta con la profundidad de 2.2 a 6.5 mientras que la materia orgánica disminuye en el mismo sentido de 4.4% a 1.0%; la C.I.C.T. oscila en valores alrededor de 26 me/100g; el fósforo se mantiene en 2.9 ppm así como el alofano en 4x.

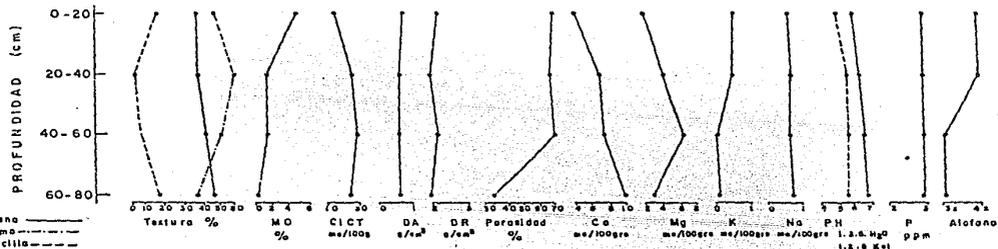
POZO 9. El color en seco es pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 en la superficie y amarillo 10 YR 7/6 en el resto del pozo; la textura es franca en la superficie y en el fondo, y de migajón limoso en las capas intermedias; la densidad aparente es constante en 0.6 gr/cc excepto en la superficie que es de 0.7 gr/cc; el pH con agua aumenta con la profundidad de 5.8 a 6.7 y la materia orgánica disminuye de 4.6% a 0.3%; la C.I.C.T. oscila alrededor de 26 me/100g; el fósforo es constante en 2.9 ppm y el alofano va de 4x a 3x.

POZO 10. El color en seco varía de pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 a amarillo 10 YR 8/6; la textura es de migajón arenoso en todo el pozo excepto en la superficie en que es franca; la densidad aparente es constante en 0.7 gr/cc; el pH aumenta de 6.0 a 7.1 y la materia orgánica disminuye de 2.8% a 1.1%; la C.I.C.T. aumenta con la profundidad de 24 me/100g; a 33 me/100g; y luego disminuye a 26.5 me/100g; por su parte el fósforo es de 2.9 ppm en todo el pozo y el alofano disminuye de 4x en la superficie a 3x en el resto del pozo.

POZO 11. El color en seco es amarillo 10 YR 8/6 y 7/6 en todo el pozo, así mismo la textura es migajón arenoso en todo el pozo; la densidad aparente oscila entre 0.7 y 0.8 gr/cc; el pH con agua aumenta de 6.8 en la capa superficial a 7.2 en la profunda y la materia orgánica disminuye de 1.2% a 0.4%; mientras que la C.I.C.T. disminuye de 24.6 me/100g; a 16.1 me/100g; el fósforo se mantiene en 2.9 ppm y el alofano oscila entre 3x y 4x.

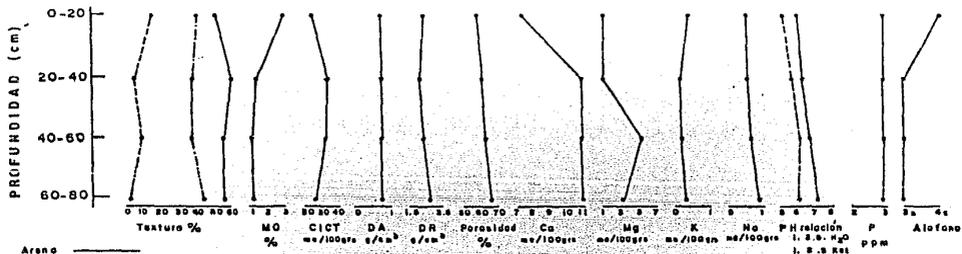
POZO 9

Cuadro 15 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	TIPO DE SUELO	COLOR	TEXTURA	POROSIDAD	D.A.	D.R.	pH	M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	ALOFANO	
																		ARENAS
0-20	10YR6/4 PARDO AMARILLO BRILLANTE	10YR5/6 PARDO AMARILLO	38.0 47.6 14.4	69.3	0.7	2.2	5.8	4.9	4.6	0.6	21.6	22.8	4.3	2.1	0.6	0.5	2.9	xxxx
20-40	10YR7/6 PARDO AMARILLO	10YR5/8 PARDO MIGAJON LIMOSO	38.0 59.6 2.4	67.1	0.6	2.0	6.3	5.4	1.3	0.1	20.0	26.2	6.5	4.2	0.7	0.5	2.9	xxxx
40-60	10YR7/6 PARDO AMARILLO	10YR5/6 PARDO MIGAJON LIMOSO	42.4 51.6 6.0	70.0	0.6	2.2	6.5	5.5	1.4	0.2	19.3	28.8	7.5	6.3	0.6	0.1	2.9	xxx
60-80	10YR8/6 PARDO AMARILLO	10YR5/8 PARDO MIGAJON LIMOSO	46.0 38.0 16.0	35.9	0.6	2.0	6.7	5.5	0.3	0.0	18.5	26.6	9.7	3.1	0.7	0.1	2.9	xxx

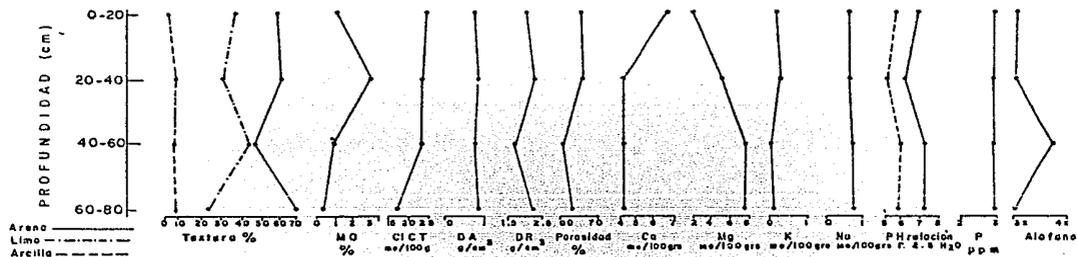
POZO 10 Cuadro 16 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD	COLOR			TEXTURA			POROSIDAD	D.A.	D.R.	pH		M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	ALOXANO
	SFCO	IRMELO	ARENILLA	ARENILLA	LIMO	ARCILLA				gr/cc	gr/cc										
0-20	10YR6/4 CAFE AMARILLO BRILLO	10YR3/6 CAFE AMARILLO OSCURO	50.0	39.6	10.4		59.9	0.7	1.9	6.0	5.2	2.8	0.4	20.4	24.8	7.5	1.0	0.6	0.4	2.9	XXXX
20-40	10YR7/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILLO LLENTO	58.4	37.2	4.4		61.7	0.7	1.8	6.3	5.7	1.4	0.1	18.9	33.4	10.8	1.0	0.6	0.2	2.9	XXX
40-60	10YR6/6 AMARILLO PARANUSCO	10YR3/6 PARDO AMARILLO OSCURO	54.4	37.2	8.4		63.3	0.7	1.9	6.7	6.2	1.1	0.2	18.1	33.0	10.8	5.2	0.7	0.2	2.9	XXX
60-80	10YR7/6 AMARILLO	10YR1/6 PARDO AMARILLO	54.4	43.2	2.4		66.3	0.7	2.1	7.1	6.1	1.1	0.1	18.9	26.5	10.8	3.1	0.9	0.3	2.9	XXX

POZO II

Cuadro 17 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	C O L O R		T E X T U R A			POROSIDAD %	D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	pH		M.O. %	C. %	NO <sub>3</sub> ppm	CICT me/100grs	Ca <sup>++</sup> me/100grs	Mg <sup>++</sup> grs	Na <sup>+</sup> ppm	K <sup>+</sup> ppm	P ppm	ALOFENO
	SECO	HEMO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				H <sub>2</sub> O	KCl										
0-20	10YR5/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO	60.0	37.6	2.4	65.5	0.7	2.1	6.8	5.7	1.2	0.1	18.1	24.6	6.5	2.1	0.6	0.2	2.9	xxxx
20-40	10YR7/6 AMARILLO	10YR7/6 PARDO	62.0	51.6	6.4	66.0	0.8	2.3	6.2	5.2	2.9	0.4	20.4	23.7	4.3	5.2	0.6	0.3	2.9	xxxx
40-60	10YR7/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO	48.4	45.6	6.0	60.8	0.7	1.8	7.2	5.9	1.0	0.1	17.7	23.5	4.3	7.3	0.7	0.1	2.9	xxxx
60-80	10YR7/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO	70.0	23.6	6.4	63.1	0.8	2.3	7.2	5.8	0.4	0.0	18.5	16.8	4.3	7.3	0.7	0.1	2.9	xxxx

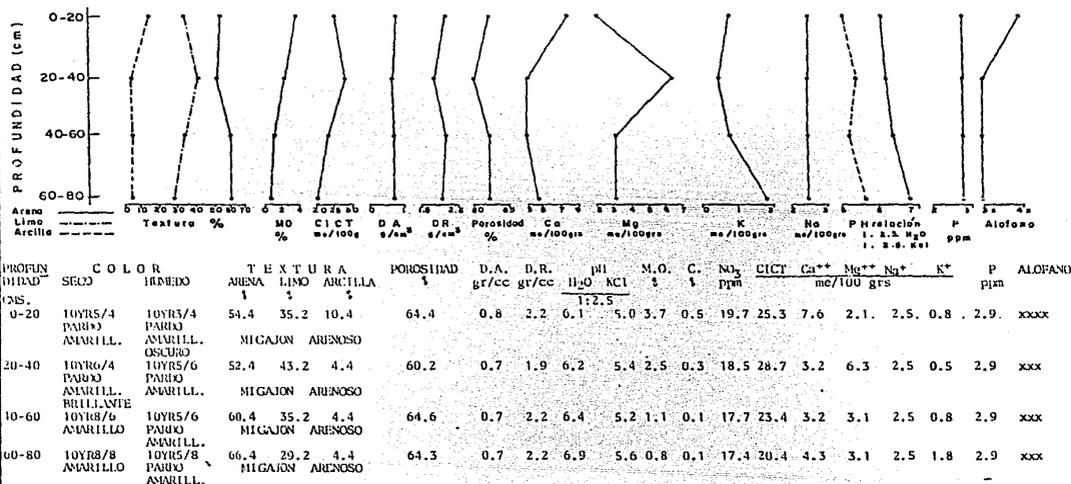
POZO 12. El color en seco varía de pardo amarillento 10 YR 5/4 a amarillo 10 YR 8/8; la textura continúa siendo migajón arenoso en todo el pozo y los valores de arcilla disminuyen de 10.4 a 4.4% en el fondo del pozo; la densidad aparente es de 0.8 gr/cc en la superficie y de 0.7 gr/cc en el resto del pozo; el pH aumenta con la profundidad de 6.1 a 6.9 y la materia orgánica disminuye en el mismo sentido de 3.7 % a 0.8%; la C.I.C.T. oscila alrededor de 25 me/100g; el fósforo continúa siendo de 2.9 ppm y el alofano 3x excepto en la capa superficial en que es de 4x.

POZO 13. El color seco va de pardo amarillento 10 YR 5/6 a amarillo pardusco 10 YR 6/6; por su parte la textura es de migajón arenoso en el pozo, excepto la capa 0-20 cm que es franco, la arcilla disminuye de 12.4% a 4%; la densidad aparente es de 0.7 gr/cc; el pH con agua aumenta de 6.2 en la superficie a 6.6 en el resto del pozo; la materia orgánica disminuye al aumentar la profundidad de 3.2% a 1.3; la C.I.C.T. asciende de 21.5 me/100g en la superficie a 29.5 en la capa siguiente y después disminuye hasta 20 me/100g en la capa profunda; el fósforo es de 2.9 ppm en todo el pozo y el alofano de 3x.

POZO 14. El color en seco va de pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 en la superficie a pardo amarillento 10 YR 5/8 en la siguiente y amarillo 10 YR 7/6 en las dos últimas; la textura es franca en la capa superficial y de migajón arenoso en las tres siguientes; la arcilla disminuye de 10% en la superficie a 6% en la capa profunda; la densidad aparente es de 0.8 gr/cc en la capa 0-20 cm y 0.7 gr/cc en el resto del pozo; el pH con agua aumenta de 6.4 en la capa superficial a 6.8 en las tres siguientes mientras que la materia orgánica disminuye de 2.9 a 1.1%; la C.I.C.T. asciende de 22.7 a 29.1 me/100g; el fósforo es de 2.9 ppm en todo el pozo en tanto que el alofano es de 3x.

POZO 12

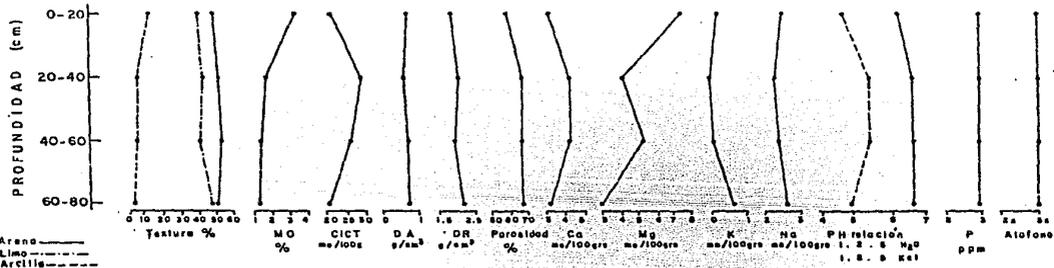
Cuadro 18 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUN DIDAD (CM)	SECO	COLOR HUMEDO	TEXTURA ARENA % LIMO % ARCILLA %	MO %	CICT mg/100g	POROSIDAD %	D.A. g/100g	D.R. g/cc	Porosidad %	Ca mg/100g	Mg mg/100g	C %	N <sub>2</sub> ppm	CICT mg/100g	Ca <sup>++</sup> me/100 grs	Mg <sup>++</sup> me/100 grs	Na <sup>+</sup> me/100 grs	K <sup>+</sup> me/100 grs	P ppm	ALOFANO
0-20	10YR5/4 PARDO AMARILLO	10YR3/4 PARDO AMARILLO	54.4 35.2 10.4	64.4	0.8	3.2	6.1	5.0	3.7	0.5	19.7	25.3	7.6	2.1	2.5	0.8	2.9	xxxx		
20-40	10YR6/4 PARDO AMARILLO BRILLANTE	10YR5/6 PARDO AMARILLO	52.4 43.2 4.4	60.2	0.7	1.9	6.2	5.4	2.5	0.3	18.5	28.7	3.2	6.3	2.5	0.5	2.9	xxx		
40-60	10YR6/6 PARDO AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILLO	60.4 35.2 4.4	64.6	0.7	2.2	6.4	5.2	1.1	0.1	17.7	23.4	3.2	3.1	2.5	0.8	2.9	xxx		
60-80	10YR8/8 PARDO AMARILLO	10YR5/8 PARDO AMARILLO	66.4 29.2 4.4	64.3	0.7	2.2	6.9	5.6	0.8	0.1	17.4	20.4	4.3	3.1	2.5	1.8	2.9	xxx		

POZO 13

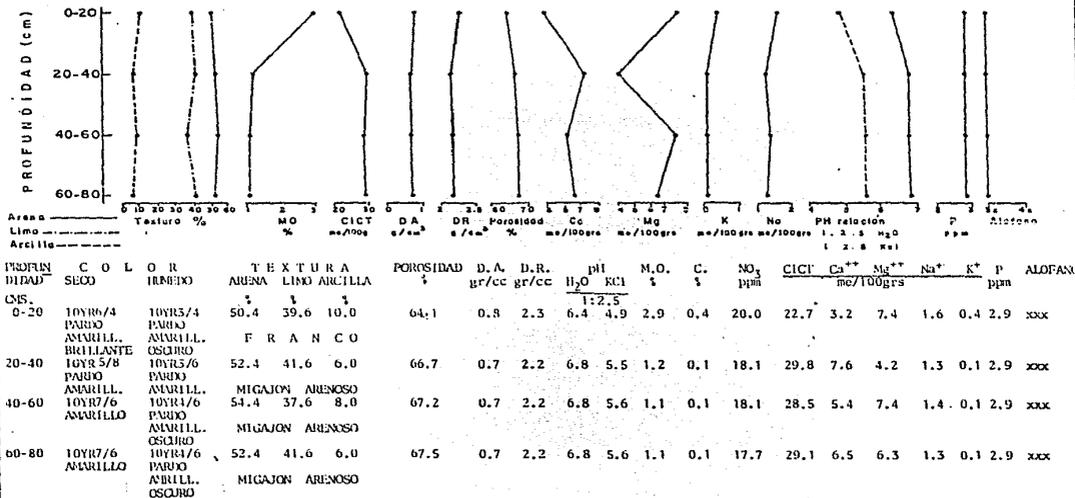
Cuadro 19 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUN (DMS.)	C O L O R SECO	C O L O R HUMEDO	TEXTURA ARENA % LIMO % ARCILLA %	MO %	CICT me/100g	D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Ca me/100grs	Mg me/100grs	K <sup>+</sup> me/100grs	Na me/100grs	PH relacion 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	P ppm	Alofano ppm				
									N H <sub>2</sub> O KCl 1:2.5		M.O. %	C. %	NO <sub>3</sub> ppm	Ca <sup>++</sup> me/100 grs	Mg <sup>++</sup> me/100 grs	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Alofano
0-20	10YR5/6 PARDO AMARILLO	10YR3/4 PARDO AMARILLO	48.0 39.6 12.4 FRANCO			59.6	0.7	1.9	6.2 4.7	3.2	0.4	21.2	21.5	3.2	7.4	2.5	0.2	2.9	xxx
20-40	10YR6/4 PARDO AMARILLO BRILLANTE	10YR5/6 PARDO AMARILLO	50.4 43.2 6.4 MIGAJON ARENOSO			67.9	0.6	2.1	6.6 5.4	1.7	0.2	18.5	29.5	4.3	4.2	2.3	0.0	2.9	xxx
10-60	10YR6/6 AMARILLO PARNUSCO	10YR5/6 AMARILLO PARNUSCO	52.4 41.6 6.0 MIGAJON ARENOSO			66.1	0.7	2.0	6.6 5.4	1.4	0.2	18.1	26.1	4.3	5.3	2.4	0.1	2.9	xxx
60-80	10YR6/6 AMARILLO PARNUSCO	10YR4/4 PARDO AMARILLO OSCURO	48.4 47.6 4.0 MIGAJON ARENOSO			66.6	0.7	2.2	6.6 4.9	1.3	0.1	18.1	20.4	3.2	3.1	2.6	0.6	2.9	xxx

POZO 14

Cuadro 20 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



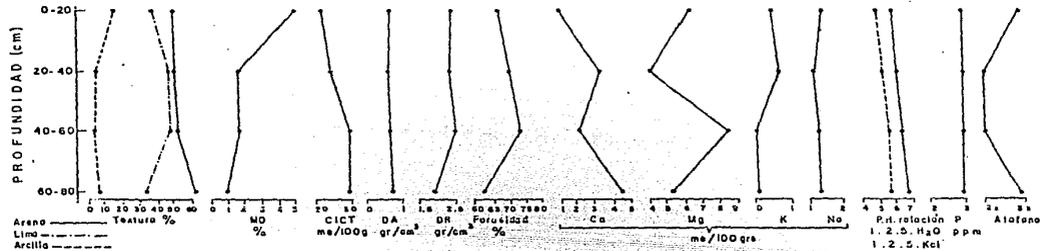
POZO 15. El color en seco varía de pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 a amarillo 10 YR 8/8; la textura es franca en la superficie y de migajón arenoso en el resto del pozo, las cantidades de arcilla varían de 14.4% a 6.4%, la densidad aparente es de 0.7 gr/cc y de 0.6 gr/cc, mientras que el pH con agua asciende de 5.8 a 6.6 y la materia orgánica disminuye con la profundidad de 4.8% a 0.9%; la C.I.C.T. aumenta de 21.9 me/100g a 29.6 me/100g; el fósforo sigue siendo de 2.9 ppm y el alofano de 3x y de 2x.

POZO 16. En seco el color es pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 en la superficie, pardo muy pálido 10 YR 7/4 en la siguiente, amarillo 10 YR 8/6 en la capa 40-60 cm y nuevamente pardo muy pálido en la última; la textura es franca en las dos primeras capas y de migajón arenoso en las dos últimas, el porcentaje de arcilla disminuye de 14.4% en la superficie de 2.4% en las dos capas más profundas; la densidad aparente es de 0.7 gr/cc en todo el pozo y el pH aumenta de 6.0 a 7.0 mientras que la materia orgánica disminuye con la profundidad de 4.2% a 1.0%, a su vez, la C.I.C.T. disminuye de 22.7 a 20.3 me/100g; el fósforo sufre variación respecto a los pozos anteriores y prestan valores de 3.3 ppm en la capa superficial y 2.1 en las tres siguientes, mientras que el alofano disminuye de 4x a 3x.

POZO 17. En seco la capa superficial presenta un color pardo amarillento brillante 10 YR 6/4 y amarillo 10 YR 7/6 en las tres siguientes; la textura es de migajón arenoso en todo el pozo; la densidad aparente es de 0.8 gr/cc y de 0.7 gr/cc; el pH con agua es mayor al aumentar la profundidad de 6.3 a 7.0 en tanto que la materia orgánica disminuye de 3.2% a 0.7%; la C.I.C.T. varía de 22.2 me/100g en la superficie a 21.6 en la capa profunda; el fósforo es igual que en el anterior pozo de 2.1 ppm y el alofano va de 4x en la capa 0-20 cm a 3x en el resto del pozo.

POZO 15

Cuadro 21 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos

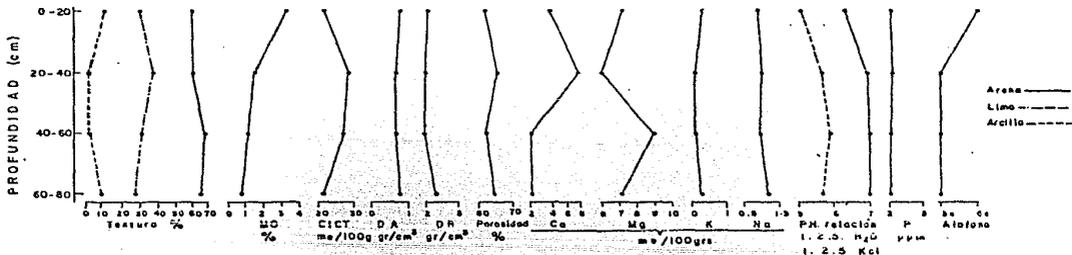


PROFUNDIDAD	SECO	COLOR	TEXTURA	POROSIDAD	D.A.	D.R.	pH	M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P	ALOFANO
OS.			ARENA LIMO ARCILLA	%	gr/cc	gr/cc	H <sub>2</sub> O NCl	%	%	ppm	me/100g	me/100g	me/100g	ppm	ppm	ppm	ppm
			‡ ‡ ‡				1,2,5										
0-20	10YR6/4 PARDO AMARILL. BRILLANTE	10YR3/6 PARDO AMARILL. OSCURO	48.0 37.6 14.4	67.9	0.7	2.4	5.8 4.9	4.8	0.6	27.7 21.9	1.0	6.3	1.4	0.5	2.9	xxx	
20-40	10YR7/6 AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILL.	48.0 47.6 4.4	70.8	0.6	2.3	6.0 5.2	1.7	0.2	18.1 24.9	3.2	4.2	1.2	0.7	2.9	xx	
40-60	10YR8/6 AMARILLO	10YR1/6 PARDO AMARILL.	50.0 47.6 2.4	75.3	0.6	2.5	6.3 5.6	1.6	0.2	17.7 29.6	2.1	8.4	1.3	0.1	2.9	xx	
60-80	10YR8/8 AMARILLO	10YR5/6 PARDO AMARILL.	60.0 35.6 6.4	65.1	0.7	1.9	6.6 5.7	0.9	0.1	18.1 29.6	4.3	5.3	1.3	0.1	2.9	xxx	



POZO 17

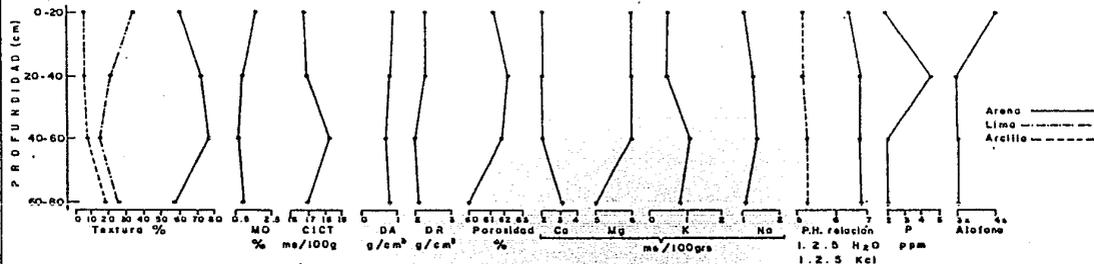
Cuadro 23 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFUNDIDAD (cm)	SECO	COLORES	HUMEDOS	TEXTURA			POROSIDAD	D.A.	D.R.	pH	M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	C.I.C.T.	Ca**	Mg**	Na*	K*	P	ALOFANO
cm	%			ARENA	LIMO	ARCILLA	%	gr/cc	gr/cc	H <sub>2</sub> O	KCl	%	ppm	mg/100	gms	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
cm				%	%	%				T:2,5										
0-20	10YR6/4 PAREDO AMARILLO BRILLANTE	10YR4/4 PAREDO AMARILLO	60.0	30.0	10.0	62.1	0.8	2.1	6.3	5.1	3.2	0.4	18.1	22.2	4.2	7.1	0.9	0.3	2.1	XXXX
20-40	10YR7/6 AMARILLO	10YR5/8 PAREDO AMARILLO	60.4	37.6	2.0	65.1	0.7	2.0	6.9	5.7	1.5	0.2	18.1	28.7	7.3	6.0	1.0	0.1	2.1	XXX
40-60	10YR8/6 AMARILLO	10YR6/8 PAREDO AMARILLO	66.4	31.6	2.0	62.9	0.7	2.0	7.0	5.9	1.1	0.1	18.1	26.6	2.1	9.1	1.0	0.1	2.1	XXX
60-80	10YR7/6 AMARILLO	10YR7/8 PAREDO AMARILLO	64.4	27.6	8.0	64.5	0.8	2.3	7.0	5.8	0.7	0.1	18.1	21.6	2.1	7.1	1.2	0.3	2.1	XXX

POZO 18

Cuadro 24 Gráficas y resultados de los análisis físico-químicos



PROFIL METRO	SECO	C O L O R		T E X T U R A			POROSIDAD	D.A.	D.R.	pH	M.O.	C.	NO <sub>3</sub>	CICT	Ca**	Mg**	Na*	K*	P	ALOFANO
CM.		TIENDE	ARENA	LIMO	ARCILLA	%	gr/cc	gr/cc	H <sub>2</sub> O	KCl	%	%	ppm	me/100grs	me/100grs	me/100grs	me/100grs	ppm		
0-20	10YR7/4 PARIJO	10YR3/6 PARIJO	60.0	33.6	6.4	61.4	0.9	2.3	6.5	5.2	2.1	0.2	10.5	16.8	2.1	6.0	1.1	0.5	2.1	xxxx
20-40	10YR8/6 AMARILLO PALIDO	10YR9/8 AMARILLO OSCURO	72.0	21.6	6.1	62.2	0.8	2.3	6.8	5.2	0.7	0.1	11.6	17.0	2.1	6.0	1.3	0.5	4.5	xxx
40-60	10YR8/8 AMARILLO	10YR7/8 AMARILLO	76.0	15.6	8.1	61.9	0.7	2.0	6.8	5.3	0.6	0.0	9.2	18.2	2.1	6.0	1.4	1.1	2.1	xxx
60-80	10YR8/6 AMARILLO	10YR5/8 PARIJO AMARILLO	56.4	25.6	18.0	60.0	0.8	2.1	6.8	5.3	0.7	0.1	10.1	17.0	3.1	5.0	1.1	0.8	2.1	xxx

POZO 18. En seco el color es pardo muy pálido 10 YR 7/4 en la capa 0-20 cm y amarillo 10 YR 8/6 en el resto del pozo; la textura es de migajón arenoso en todas las capas con un aumento de arcilla de 6.4% a 18%; la densidad aparente es entre 0.8 gr/cc y 0.7 gr/cc; el pH con agua aumenta de 6.5 en la superficie a 6.8 en las capas más profundas, en tanto que la materia orgánica desciende al aumentar la profundidad de 2.1% a 0.1% y la C.I.C.T. va de 16.8 a 17.0 me/100g mientras que el fósforo es de 2.1ppm en todo el pozo excepto en la capa 20-40 cm en que es de 4.5 ppm y el alofano va de 4x a 3x en las capas profundas.

PERFIL I. El color en seco varía de amarillo pardusco 10 YR 6/6 y 7/6 de la profundidad 0-60 cm a amarillo 10 YR 8/6 y 8/8 de 60 a 170 cm para después volver al amarillo pardusco y por último tenemos el pardo amarillento brillante 10 YR 6/4; la textura solo en las profundidades de 0-20 y 190-200 cm es franco pues en casi todo el perfil es de migajón arenoso, con variaciones de arcilla que van de 10% en la superficie, disminuye a 4% en la parte media del perfil, vuelve a aumentar hasta llegar a 20% en las capas más profundas; la densidad aparente en todo el perfil está entre 0.7 y 0.6 gr/cc característico de suelos derivados de cenizas volcánicas; el pH con agua relación 1:2.5 aumenta de valores ligeramente ácidos de 5.6 a neutros y muy cercanos a la neutralidad en todo el perfil; la materia orgánica se observa que disminuye al aumentar la profundidad y los valores son de 5% en la superficie y 0.3% en la capa más profunda; la C.I.C.T. primero aumenta de 23.9 a 31.3 me/100g en la profundidad de 0-70 cm y a partir de ese valor comienza a descender paulatinamente al aumentar la profundidad hasta llegar a 17.6 me/100g en la última capa; el calcio es de 6.6 me/100g en la superficie, después aumenta a 8.8 me/100g en las cuatro siguientes profundidades y de ahí en adelante se mantiene en valores de 3 y 4 me/100g hasta la capa 170-180 cm en que aumenta a 7.3 me/100g y termina siendo de 9.4 me/100g en la última capa; el magnesio se en-

cuentra en valores alrededor de 2 me/100g llegando a ser los más altos de 4 y 6 me/100g a la profundidad de 70-100 cm; el sodio se mantiene en casi todo el perfil en valores de 0.5 y 0.6 me/100g aumentando en las tres capas más profundas a 1.6 y 1.7 me/100g; el potasio varía de 0.7 me/100g en la capa superficial y disminuye hasta valores de 0.2 y 0.1me/100g en casi todo el perfil para finalmente aumentar hasta 1.5 y 1.3 me/100g en las dos capas más profundas; el fósforo en todo el perfil se sitúa en valores de 2.9 ppm excepto en la última profundidad en que aumenta a 5.1 ppm; por su parte el alofano es de 4x desde la superficie hasta los 90 cm, de 3x de los 90 a 170 cm y después disminuye a 2x y 1x en las dos capas más profundas.

PERFIL II. En seco el color es pardo amarillento 10 YR 5/4 en las dos primeras capas, varía después a pardo amarillento oscuro 10 YR 4/4 , pardo oscuro 10 YR 6/3 y pardo 10 YR 5/3 que coincide en los valores altos de materia orgánica y de C.I.C.T.; de los 60 a los 90 cm es una capa de transición y los colores son entre pardo amarillento 10 YR 5/4 y pardo pálido 10 YR 6/3, para después cambiar a color blanco 10 YR 8/1 y 8/2 desde los 100 cm hasta los 190 cm y en la última capa es pardo muy pálido 10 YR 8/3; la textura es franca en la primera mitad del perfil y de migajón arenoso en la segunda mitad, las cantidades de arcilla aumentan de 12.4% en la superficie a 20.4% a los 80 cm y después disminuye hasta llegar a ser de 8.4% en la capa más profunda; la densidad aparente es de 0.8 a 0.7 gr/cc hasta la profundidad de 100 cm y después aumenta a 1.1 y 1.2 gr/cc en el resto del perfil; el pH aumenta paulatinamente de 5.8 en las tres capas superficiales a 7.0 y 7.2 en las dos más profundas; la materia orgánica aumenta de 5.9% en la capa superficial a 7.2 y 6.6 % en las profundidades de 40 y 50 cm respectivamente para de ahí en adelante disminuir hasta llegar a ser de 0.1% en las tres capas más profundas; la C.I.C.T. aumenta de 17.2 me/100g en la superficie a 27.2 me/100g; en la profundidad de 50 cm

y después disminuye gradualmente hasta 8.2 me/100g en la capa más profunda; el calcio aumenta de 4 y 3 me/100g en las tres capas superficiales hasta 11, 13 y 14 me/100g en las siguientes capas hasta una profundidad de 90 cm y después disminuye hasta 2.6 me/100g para aumentar finalmente en las tres últimas profundidades a 6.3 y 7.3 me/100g; el magnesio se mantiene en valores alrededor de 3 me/100g siendo los menores de 1.0 me/100g y los mayores de 5 me/100g; el sodio se mantiene entre 0.6 y 0.7 me/100g hasta la profundidad de 90 cm, aumenta a 1.4 me/100g en las dos siguientes y después disminuye a 0.4 me/100g hasta los 170 cm y por último aumenta a 1.5 y 1.3 me/100g en las tres capas más profundas; el potasio disminuye de 0.9 me/100g en las dos capas superficiales hasta valores entre 0.1 y 0.3 me/100g en todo el perfil; el fósforo sufre variaciones considerables pues de 4.5 ppm en la superficie disminuye a 2.1 ppm hasta llegar a la profundidad de 90 cm en que aumenta a 5.6 ppm y de ahí en adelante continúa subiendo hasta llegar a ser de 52.5 ppm en la máxima profundidad; por el contrario el a lofano se encuentra entre 3x (alto) y 4x (muy alto) hasta los 80 cm para de ahí en adelante disminuir a 2x y 1x hasta encontrarse solo trazas del mismo.

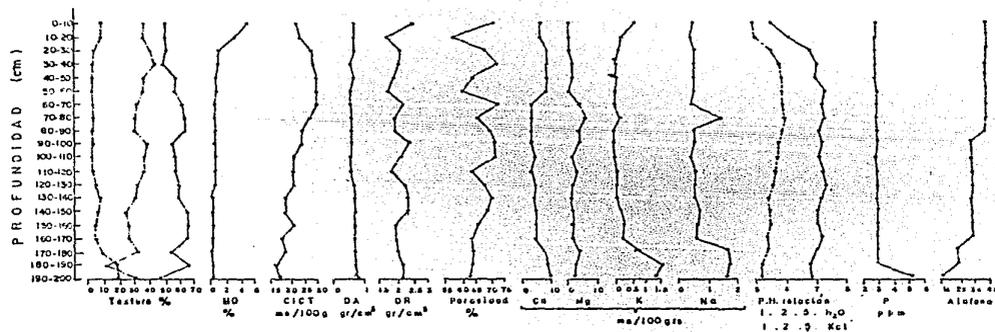
CUADRO No. 25 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS, PARTI. No. 1

FECHA DIA/MES	COLOR		TEXTURA	FORMASION	D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	pH	H.O.	C.	S <sub>02</sub> ppm	ClO <sub>2</sub> mg/100 grs	Ca** mg/100 grs	Mg** mg/100 grs	Na*	K*	P ppm	Al-FANCO	
	SECO	HUMEDO																
09-13	10/25/76	10/25/76	52,0 38,0 10,0	71,9	0,7	2,6	5,0	5,0	5,0	0,7	26,5	23,9	6,6	1,0	0,6	0,7	2,9	XXXX
19-23	10/25/76	10/25/76	52,0 38,0 10,0	58,9	0,7	1,8	6,1	5,1	3,6	0,5	13,5	25,2	6,6	1,0	0,5	0,3	2,9	XXXX
20-31	10/25/76	10/25/76	52,3 31,6 6,0	68,9	0,7	2,2	6,8	5,6	1,4	0,1	10,9	28,7	8,3	1,0	0,5	0,2	2,9	XXXX
29-30	10/25/76	10/25/76	50,1 45,6 1,0	72,9	0,6	2,2	7,1	5,8	1,2	0,1	9,7	29,1	8,4	2,0	0,0	0,1	2,9	XXXX
30-30	10/25/76	10/25/76	58,1 37,0 4,0	65,0	0,7	2,0	7,0	5,9	1,0	0,1	7,4	30,1	8,3	2,0	0,6	0,1	2,9	XXXX
09-30	10/25/76	10/25/76	59,4 37,0 4,0	62,1	0,6	1,8	7,3	5,9	1,0	0,1	7,4	31,3	8,3	1,0	0,6	0,1	2,9	XXXX
09-30	10/25/76	10/25/76	62,1 33,0 1,0	73,7	0,6	2,3	7,2	5,9	0,8	0,1		30,3	3,3	4,1	0,5	0,0	2,9	XXXX
10-30	10/25/76	10/25/76	64,1 31,6 4,0	66,6	0,6	2,0	7,3	6,0	0,7	0,1		27,8	3,3	6,0	1,5	0,2	2,9	XXXX
29-30	10/25/76	10/25/76	62,0 31,6 4,4	70,1	0,6	2,0	7,1	5,9	0,8	0,1		25,2	2,2	4,1	0,6	0,0	2,9	XXXX
09-30	10/25/76	10/25/76	56,0 31,6 4,4	72,2	0,6	2,5	7,2	5,8	0,8	0,1		25,0	3,3	4,1	1,6	0,0	2,9	XXX
10-11-10	10/27/76	10/27/76	58,0 37,6 4,1	62,3	0,6	2,2	7,1	5,8	0,8	0,1		22,9	4,3	2,0	0,5	0,0	2,9	XXX
10-11-23	10/27/76	10/27/76	58,0 37,6 4,1	75,1	0,6	1,9	7,2	5,7	0,8	0,1		21,1	3,3	3,1	0,6	0,1	2,9	XXX
12-0-13	10/27/76	10/27/76	66,0 33,6 6,1	68,5	0,7	2,3	7,3	5,6	0,7	0,1		22,3	4,4	2,0	0,6	0,1	2,0	XXX
13-0-13	10/28/76	10/28/76	60,0 31,6 8,1	70,9	0,7	2,4	7,2	5,5	0,5	0,0		19,6	4,1	1,0	0,6	0,1	2,9	XXX
14-0-13	10/28/76	10/28/76	66,0 27,0 8,4	69,1	0,7	2,4	7,0	5,5	0,4	0,0		19,6	4,1	2,0	0,9	0,2	2,9	XXX
15-0-16	10/28/76	10/28/76	65,0 28,0 6,4	66,5	0,7	2,0	7,0	5,5	0,4	0,0		22,3	4,1	2,8	0,7	0,3	2,9	XXX
16-0-19	10/28/76	10/28/76	65,0 28,0 6,4	61,4	0,7	2,0	7,2	5,4	0,4	0,0		18,7	4,1	2,0	0,7	0,3	2,9	XXX
17-0-16	10/29/76	10/29/76	56,0 33,0 10,4	63,6	0,7	2,1	7,0	5,4	0,4	0,0		19,3	7,3	4,0	1,0	0,8	2,9	XX
18-0-19	10/29/76	10/29/76	66,0 33,0 10,4	64,4	0,7	2,2	6,8	5,2	0,3	0,0		16,4	8,4	3,0	1,7	1,5	2,9	X
19-0-20	10/29/76	10/29/76	48,0 31,6 20,4	63,5	0,8	2,2	6,8	5,2	0,3	0,0		17,6	9,4	2,0	1,0	1,3	3,1	X

Fig. 12

PERFIL I

GRÁFICAS DE LOS RESULTADOS



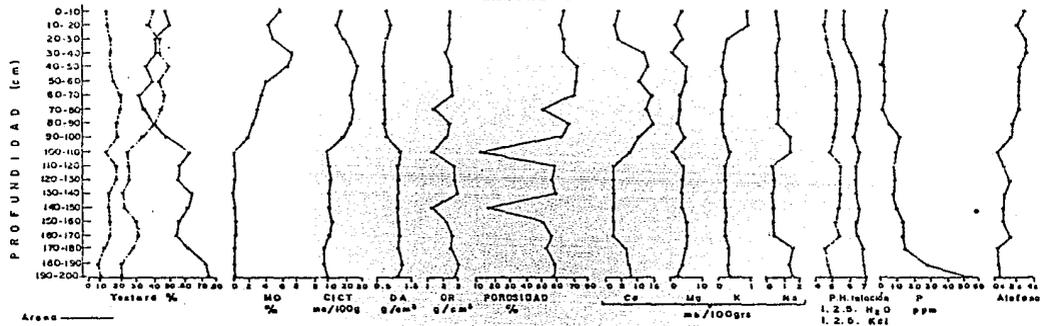
Arena —————  
 Limo - - - - -  
 Arcilla - - - - -

GRUPO No. 26 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS. PERFIL No. 2

PUNTO LEJOS	COLOR		TEXTURA AREN. LIND. ARCILLA	POROSIDAD	D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	H <sub>2</sub> O KCl	H <sub>2</sub> O C.	N <sub>2</sub>	CICL mg/100	Ca <sup>++</sup> mg/100	Mg <sup>++</sup> ppm	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P ppm	ALATANO
	S E C O	U H E D O														
0-10	10183/1	10183/3	47,6 40,0 12,4	65,6	0,8	2,5	5,0 4,7 5,9	0,8 23,9	17,2 4,3	4,2	0,6 0,9	4,5	XXXX			
10-20	10183/4	10183/5	59,0 32,6 12,4	62,2	0,9	2,4	5,8 4,6 4,5	0,6 18,1	15,0 3,2	2,1	0,7 0,9	2,1	XXX			
20-30	10183/1	10183/2	42,0 43,6 14,4	65,2	0,8	2,4	5,8 4,7 5,2	0,7 24,7	19,0 4,3	4,2	0,7 0,3	2,1	XXXX			
30-40	10183/3	10183/2	42,0 43,6 14,4	65,8	0,7	2,2	6,1 4,9 7,2	1,0 12,4	24,2 11,9	1,2	0,6 0,2	2,1	XXXX			
40-50	10183/4	10183/2	36,0 49,6 14,4	72,5	0,7	2,5	6,5 5,2 6,8	0,9 10,5	27,2 13,2	5,0	0,6 0,1	2,1	XXX			
50-60	10183/5	10183/4	40,0 43,6 16,4	72,2	0,7	2,5	6,7 5,3 4,2	0,5 10,5	24,4 10,8	5,2	0,6 0,2	2,1	XXX			
60-70	10183/1	10183/4	34,0 47,6 20,4	71,9	0,7	2,6	6,7 5,3 3,7	0,5	23,4 14,1	3,1	0,7 0,2	2,1	XXX			
70-80	10183/3	10183/1	51,4 45,2 20,4	51,6	0,7	1,5	6,7 5,3 3,1	0,4	24,4 13,0	3,1	0,7 0,1	2,1	XXX			
80-90	10183/1	10183/2	49,1 41,2 18,4	67,8	0,7	2,4	6,5 5,2 2,5	0,3	22,4 14,5	2,5	0,7 0,1	5,0	XX			
90-100	10183/1	10183/5	46,4 33,2 16,4	62,2	0,8	2,2	6,4 5,1 1,8	0,2	13,8 10,5	5,0	1,4 0,2	11,5	XX			
100-110	10183/1	10183/2	62,4 25,2 12,4	13,5	1,2	1,3	6,7 4,9 0,2	0,0	8,4 7,3	1,0	1,4 0,3	9,2	Tratado			
110-120	10183/1	10183/2	56,4 25,6 18,4	58,2	1,1	2,7	6,5 5,5 0,2	0,0	0,7* 2,0*	2,7	0,4 0,2	8,0	X			
120-130	10183/1	10183/2	50,4 20,0 13,4	56,1	1,1	2,7	6,5 5,5 0,2	0,0	10,7 2,6	3,7	0,4 0,2	9,2	XX			
130-140	10183/1	10183/2	64,1 21,6 14,0	59,7	1,1	2,9	6,5 5,5 0,0	0,0	9,5 2,6	3,7	0,3 0,2	8,0	X			
140-150	10183/1	10183/2	62,4 23,0 11,0	17,8	1,1	1,3	6,6 5,4 0,2	0,0	10,2 2,6	3,7	0,4 0,2	9,2	X			
150-160	10183/1	10183/2	50,4 20,0 11,0	50,9	1,1	2,2	6,6 5,3 0,2	0,0	11,2 2,6	5,0	0,4 0,2	13,8	X			
160-170	10183/1	10183/2	51,1 31,6 14,0	56,4	1,1	2,5	6,6 5,5 0,2	0,0	9,5 2,6	5,0	0,4 0,2	13,8	XX			
170-180	10183/1	10183/2	62,4 27,2 10,4	53,7	1,1	2,5	6,9 4,6 0,1	0,0	6,4 0,3	5,0	1,5 0,3	15,0	Tratado			
180-190	10183/2	10183/2	72,4 21,2 6,4	59,3	1,2	2,9	7,0 4,8 0,1	0,0	6,2 7,3		1,3 0,3	27,9	Tratado			
190-200	10183/3	10183/2	70,4 21,2 8,4	56,9	1,1	2,7	7,7 5,0 0,1	0,0	8,2 7,3	1,0	1,5 0,3	52,5	Tratado			

Fig. 13 PERFIL II

GRAFICAS DE LOS RESULTADOS



## DISCUSION

## COLOR

Los colores predominantes en todos los pozos son el pardo amarillento y el amarillo, siempre más oscuro en la capa superficial debido a la mayor cantidad de materia orgánica que existe en la misma. Por el color amarillento se puede deducir que el buen drenaje permite la aireación, que junto con una humedad y temperatura adecuadas favorecen la oxidación del hierro contenido en los minerales dando lugar a dicho color. Solo dos pozos son diferentes, el 2 y el 3, donde de pardo amarillento en la superficie cambian a blanco en la capa 60-80, este es un cambio gradual en el pozo 2, donde primero es gris y finalmente blanco, y muy abrupto en el pozo 3, donde pasa de pardo amarillento brillante a blanco; esta capa de color blanco puede corresponder a cenizas volcánicas pues se sabe que los colores grises están influenciados por cenizas no muy alteradas, encontrándose además fragmentos de rocas andesíticas y cuarzo. Esta es una capa muy endurecida que impide que los aguacateros se desarrollen normalmente, pues la raíz de este frutal puede alcanzar profundidades que superan los 4 metros (Fersini, 1980), por otro lado quizá sea la causante de que el terreno se inunde al no permitir que el agua drene. Esta zona de la huerta por tanto no es adecuada para el cultivo del aguacate pues se mencionó con anterioridad que deberían descartarse los suelos con subsuelo rocoso o arcilloso a menos que se les proporcionara un drenaje adecuado, ya que la consecuencia de un drenaje deficiente es la asfixia de las raíces.

## .TEXTURA

La textura en la mayor parte de los pozos es migajónareno, con cantidades de arena que varían de 50 a 70%; sin

embargo, en los pozos 2, 3 y 4 el porcentaje de arena disminuye hasta valores que van de 30 a 40% y el de arcilla aumenta pues en la mayoría de los pozos las cantidades se encuentran entre 2 y 10% mientras que en los pozos 2, 3 y 4 van de 12 a 20 y 34% respectivamente.

Se puede decir que por la textura este suelo es adecuado para el aguacate pues como se mencionó con anterioridad para este cultivo se recomiendan suelos ligeros, es decir que no contengan grandes cantidades de arcilla, aunque tampoco sean recomendables los suelos demasiado arenosos para evitar pérdida de elementos por lixiviación.

Para el grupo guatemalteco en particular se recomiendan migajones arenosos o limosos. La variedad predominante en la huerta es Hass que pertenece al grupo guatemalteco por lo que la textura del suelo de la huerta sí es adecuada.

#### POROSIDAD

La porosidad en casi todos los pozos está entre 60 y 70%, la cual considero adecuada para el aguacate pues ya se mencionó que este árbol no tolera la excesiva humedad y la poca aireación que pueden ocasionar la proliferación de hongos principalmente Phytophthora cinnamomi Rands. causante de grandes pérdidas en todo el mundo. En un suelo con ese alto porcentaje de porosidad esta asegurada una buena permeabilidad, además se sabe que en los suelos arenosos el tamaño del poro es más grande que en los suelos arcillosos, y entre más grande sea el tamaño del poro mejor serán los movimientos del agua y del aire.

#### EL pH

En todos los pozos varía de moderadamente ácido o ligeramente ácido en la superficie a casi neutro en las capas más

profundas. Para el aguacate se dijo que se recomendaban sue los con reacción ligeramente ácida, de tal manera que en es te aspecto no existe problema, sin embargo, se mencionó tam bién que para los aguacateros de la raza mexicana el pH de bería ser entre 7 y 7.5. De las variedades de aguacate cul tivas en esta huerta Hass pertenece a la raza guatemalteca, para la cual se recomienda pH entre 6 y 7 y la otra (Fuer- te) es un híbrido de las razas mexicanas con guatemalteca.

#### MATERIA ORGANICA

La materia orgánica tiene valores altos solo en la ca pa 0-20 cm ya que en casi todos los pozos disminuye con siderablemente a partir de los 20 cm llegando a valores con siderados como pobres y muy pobres, excepto en los pozos 2,3 y 4 donde los valores altos de materia orgánica se ma ntienen hasta los 60 y 80 cm que se correlaciona con los tonos m ás oscuros y la cantidad de arcilla que también aumenta en com paración con los demás pozos como se explicó al hablar de la textura.

La cantidad de materia orgánica existente es adecuada ( 3 - 6% ) para un cultivo de raíces no muy profundas, pero no para un cultivo como el aguacate, árbol cuya zona ra dicular alcanza hasta los 4 metros de profundidad.

El único pozo en que el valor de la materia orgánica en la capa superficial se considera pobre es el número 11.

#### CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL

La C.I.C.T. varía en casi todos los pozos entre 20 y 30 me por 100 gr. de suelo, lo que representa un valor no muy alto pues para muchos suelos de zonas templadas la capa cidad de intercambio catiónico promedio de la fracción arci llosa oscila en general alrededor de los 50 me/100g de sue

lo (Millar, 1980) sin embargo debemos considerar que la C.I. C.T. es mayor en suelos de textura fina y menor en arenosos; en los resultados se puede ver que la textura dominante en casi todos los pozos es de migajón arenoso, como se sabe, las arenas y los franco-arenosos son pobres en arcilla coloidal y casi siempre deficientes en humus, contrario a los suelos pesados.

Hay una tendencia en el suelo de la huerta a perder calcio pues según los resultados y comparando con los cuadros de clasificaciones tentativas del INIA 1970, en la mayoría de los pozos el nivel de Ca es de pobre a medianamente pobre excepto en los pozos 1, 2, 3 y 4 localizados en la parte baja del terreno donde el nivel va de mediano a extra rico.

En todos los pozos el magnesio se encuentra en cantidades que varían de medianamente rico a extra rico.

El potasio en casi todos los pozos tiene un nivel considerado de mediano a extra rico excepto el pozo 11 donde es pobre.

El fósforo en todos los pozos es pobre.

El nitrógeno se calculó con base en la materia orgánica tomando en cuenta que aproximadamente el 5% de la misma es nitrógeno, de tal manera que el nivel de este elemento en el suelo de la huerta se considera de medianamente rico a extremadamente rico en la capa superficial y el nivel descende al aumentar la profundidad hasta valores muy pobres coincidiendo con el descenso en el porcentaje de materia orgánica, el único pozo en que el nivel se considera pobre en la superficie es el número 11.

#### ALOFANO

En cuanto al alofano se puede ver que en general las can

tidades son altas en todos los pozos, excepto en el 2 y 3 donde disminuye de 4x (muy altos) a 3x (altos) en la superficie a trazas y una x respectivamente al aumentar la profundidad lo que podría deberse a que la ceniza aún no está lo suficientemente intemperizada para producir grandes cantidades de alofano.

## Cuadro No. 27 Descripción del Perfil I

Sitio: Rancho "Las Bateas" Prop. del Sr. Raúl Guerrero  
 Localización: 5 Km. antes de la ciudad de Zitácuaro por la  
 carretera México-Morelia.

Utilización: Cultivo de aguacate

Pluviometría media anual: 950.2 mm

Temperatura media anual: 17.4°C

Clima: C (w2) (w) b (i') g

Forma del terreno: planos ondulados

Drenaje superficial: Eficiente

Altitud: 2240 m.s.n.m.

Material parental: Ceniza volcánica

Clasificación: Orden: Inceptisol; Suborden: Andept; Gran grupo: Ocrandept; Subgrupo: Tipic.

- 
- |     |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A   | 0-30 cm  | Horizonte de color amarillo pardusco en <u>se</u> co y pardo amarillento oscuro en húmedo, textura franca, muy ligeramente adhesivo y muy poco plástico en húmedo, muy blando en seco y muy friable en húmedo; estructura en bloques subangulares y angulares de tamaño fino, débilmente desarrollados; con porosidad fina muy abundante; drenaje interno eficiente, sin reacción al HCl; y reacción fuerte para la identificación de alofano; presenta escasas raíces medias y finas. |
| A-B | 30-60 cm | Horizonte transicional de color amarillo pardusco en seco más claro que el <u>horizon</u> te que le sobreyace y pardo amarillento en húmedo, textura de migajón arenoso, poco adhesivo y poco plástico en húmedo, blando en seco y muy friable en húmedo; <u>estructu</u> ra en bloques angulares y subangulares <u>fi</u>                                                                                                                                                             |

nos y medios débilmente desarrollados; porosidad fina muy abundante drenaje interno eficiente; sin reacción al HCl y reacción fuerte para la identificación de alófanos; raíces finas muy escasas.

(B) 60-150 cm

Horizonte B muy incipiente, de color amarillo en seco y amarillo pardusco en húmedo, textura de migajón arenoso, poco adhesivo y poco plástico; ligeramente duro en seco y ligeramente firme en húmedo, estructura en bloques angulares y subangulares finos y medios, moderadamente desarrollados; porosidad fina y media muy abundante se presenta esqueleto constituido por escasas gravillas y gravas de naturaleza félica, muy escasas raíces finas, sin reacción al HCl; en este horizonte se observó que existe una fuerte acumulación de humedad que se incrementa con la profundidad.

C<sub>b</sub> 150-200 cm

Horizonte de color amarillo pardusco en seco y pardo amarillento oscuro en húmedo, de textura migajón arenoso, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico; blando en seco, y friable en húmedo, estructura en bloques angulares y subangulares de tamaño fino y medio.

## Cuadro No. 23 Descripción del Perfil No. II

---

Sitio: Rancho "Las Bateas". Prop. del Sr. Raúl Guerrero.  
 Localización: 5 Km antes de la ciudad de Zitácuaro por la  
 carretera México-Morelia.  
 Utilización: Cultivo de aguacate.  
 Pluviometría media anual: 950.2 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Clima: C (w2) (w) b (i') g  
 Forma del terreno: Planos ondulados  
 Drenaje superficial: Eficiente  
 Altitud: 2240 m.s.n.m.  
 Material parental: Ceniza volcánica  
 Clasificación: Orden: Inceptisol; Suborden: Andept, Gran Grupo:  
 Umbrandept; Subgrupo: Típic.

---

A 11 0-60 cm Horizonte de color pardo amarillo en seco y pardo oscuro en húmedo, de textura franca muy ligeramente adhesivo y poco plástico en húmedo, blando en seco, y friable en húmedo, estructura en bloques subangulares de tamaño fino, débilmente desarrollados, poros finos y medios muy abundantes, drenaje interno eficiente a la prueba de alofano; sin reacción al HCl y fuerte reacción a la prueba de alofano; presenta raíces finas y medias en cantidad moderada, presenta humedad en toda su profundidad.

A12 60-100 cm Color pardo amarillento en seco y pardo amarillento en húmedo; de textura franca, ligeramente plástico, friable en húmedo y blando en seco; estructura en bloques subangulares y angulares de tamaño fino y medio, débilmente desarrollados; poros finos y medios en can

tividad moderada a abundante; sin reacción al HCl y fuerte reacción a la prueba de alofan; raíces medias en cantidad moderada, moteado de forma irregular de color ocre, se observan gravas de formas angulares y subangulares poco intemperizadas.

Csim 100-200 cm Horizonte de color blanco en seco y gris pardusco en húmedo de textura migajón arenoso, no adhesivo, no plástico, dureza en seco que varía de duro a muy duro y de firme a muy firme en húmedo, estructura masiva que rompe en bloques angulares de tamaño fino, medio y grueso, este horizonte presenta en su matriz un esqueleto constituido por gravillas, gravas y algunas piedras de forma angular; se presenta cimentación en grado fuerte, probablemente por Si, porosidad media y gruesa, drenaje interno de lento a deficiente; este horizonte se considera como limitante física para el crecimiento radicular.

La definición de andosoles de FAO-UNESCO, dice: "Son sue los minerales en los cuales la fracción activa está dominada por material amorfo (50% como mínimo), tiene una gran capacidad de sorción, un horizonte A relativamente grueso, oscuro, relativamente friable, rico en materia orgánica, baja densidad aparente y no son muy pegajosos, pueden tener un horizonte B y no mostrar un movimiento significativo de arcillas, se encuentran bajo condiciones de climas húmedos y subhúmedos.

"De acuerdo con esto los perfiles I y II se clasifican como Andosoles; el perfil I pertenece al orden Inceptisol; Suborden Andept; gran grupo Ocrandept; Subgrupo Tipic. Este suelo presenta un horizonte A ocrico definido así por el color y por saturación de bases menor a 50%. El perfil II localizado en la parte baja del terreno queda dentro del orden Incepti-

sol; Suborden Andept; gran grupo Umbrandept; Subgrupo Típico este suelo presenta un horizonte A umbrico por el bajo porcentaje de saturación de bases.

Los colores amarillo parduscos predominantes en el perfil I están de acuerdo a lo que resumió Wright en 1964 respecto a las características comunes de los suelos ricos en alofano y formados con materiales volcánicos vítreos donde se dice que los colores predominantes del subsuelo son pardo amarillento. Para el perfil II, los colores son pardo amarillento y pardo oscuro hasta una profundidad de 100 cm, las tonalidades obscuras están directamente relacionadas a los altos contenidos de materia orgánica y alofano; a partir de los 100 cm el color es blanco en seco y gris pardusco brillante en húmedo; estos colores están influenciados por ceniza no muy alterada.

Las texturas franco y migajones arenosos de los dos perfiles con predominancia de arenas y limos sobre las arcillas nos dice que estos suelos son jóvenes, pues se sabe que en suelos maduros del grupo ando que se encuentran altamente intemperizados el contenido de arcilla alcanza a menudo la mi tad de la masa total del suelo, la densidad aparente baja y la porosidad alta en los dos perfiles es característica de los andosoles donde la fase sólida ocupa entre el 20 y 30% del vol. total, consecuentemente la densidad aparente es ba ja y la porosidad alta.

El pH en los dos perfiles está de acuerdo a lo reportado por Egawa (1980) quien dice que en términos generales los suelos del grupo ando muestran una reacción ácida en los ho rizontes superficiales con la tendencia de un incremento en el pH en los horizontes inferiores; en los dos perfiles el pH varía de medianamente ácido a neutro y muy ligeramente al calino, pero como también dice Egawa la acidez en los sue los del grupo ando se origina principalmente de los sitios de

intercambio de tipo orgánico y no de los sitios de tipo inorgánico, debido a que el alofano es un ácido muy débil, por lo que los suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas son usualmente neutros. En el perfil I los pH medianamente ácidos en las capas superiores concuerdan con una cantidad alta de materia orgánica pero al aumentar la profundidad y descender el porcentaje de materia orgánica el pH sube a neutro y muy ligeramente alcalino, en cambio en el perfil II donde los valores altos de materia orgánica se mantienen a una mayor profundidad, el pH se mantiene de medianamente ácido a ligeramente ácido, llegando solo a la neutralidad de las máximas profundidades donde los porcentajes de materia orgánica son mínimos.

Según Egawa en los suelos del grupo ando la C.I.C.T. reside principalmente en el alofano y la materia orgánica, de acuerdo a esto en el perfil I los valores de C.I.C.T. varían de 16 a 30 me por 100 gr de suelo coincidiendo con altas cantidades de alofano en todo el perfil; en el perfil II los valores fluctúan entre 6 y 27 me/100g, notándose que las mayores cantidades se presentan de la superficie a los 90 cm de profundidad coincidiendo con altas cantidades de materia orgánica y de alofano, los valores más bajos se presentan después de los 90 cm donde también disminuyen las cantidades de materia orgánica y de alofano. En términos generales según Egawa los valores de C.I.C.T. son mayores en el horizonte superficial que en el subsuelo, característica observada en los dos perfiles.

Respecto a los cationes intercambiables se tiene que para estos suelos se presenta lo reportado para andosoles donde el calcio generalmente es el más abundante, siguiéndole el magnesio y después el K y Na.

El fósforo en el perfil I tiene valores muy bajos, correlacionados con altas cantidades de alofano, en el perfil

II los valores de fósforo son pobres y los de a lofano altos hasta una profundidad de 80 cm, a partir de ahí al aumentar la profundidad disminuye considerablemente el a lofano y aumenta el fósforo. Como se sabe los andosoles se caracterizan por su capacidad de reaccionar rápidamente con grandes cantidades de fósforo. Consecuentemente la disponibilidad de fósforo de los fertilizantes fosfatados solubles es fuertemente reducida, y solo alrededor del 10% del fósforo aplicado suele ser aprovechado por los cultivos (Egawa) y la gran afinidad de los andosoles por el fósforo es una consecuencia del a lofano que ellos contienen. Wadas (1959) encontró que el fosfato de amonio reaccionan con el a lofano formando un fosfato insoluble.

## CONCLUSIONES

A pesar de ser una huerta relativamente pequeña, las variaciones en el suelo son evidentes, de tal manera que tenemos representados dos suelos, un Umbrandept y un Ocrandept, los dos pertenecientes al orden Inceptisol, suborden Adept.

Por las propiedades físicas y químicas del suelo y en relación a las necesidades del aguacate, se puede decir que por la topografía de las dos zonas (alta y baja), solo la alta es apta para el cultivo de dicho frutal, ya que en la parte baja el factor limitante es la presencia del subsuelo rocoso que impide el buen desarrollo de las raíces y ocasiona inundaciones.

Respecto a la parte alta, en términos generales el suelo cumple con varios de los requisitos para el buen desarrollo del aguacate como son: textura media, pH ligeramente ácido o neutro, porosidad adecuada, buen drenaje y profundidad adecuada.

Los niveles de magnesio, potasio, materia orgánica y nitrógeno se consideran adecuados, en tanto que los de calcio y fósforo son deficientes, en especial este último elemento en contraste con grandes cantidades de alofano.

De lo anterior puede pensarse que la huerta se encontraría en una situación de bonanza con solo agregar los elementos que se hayan deficientes, sin embargo, y aunque no era uno de los objetivos principales de este trabajo, deben considerarse otros aspectos que integralmente conducen al objetivo de una plantación que es una buena producción mantenida por largo tiempo.

Entre los aspectos que afectan la producción, están: un

espaciamiento excesivo entre los árboles que implica un desperdicio de terreno; el haber plantado aguacateros en la parte baja de la huerta que es inadecuada para ello; la presencia de algunas plagas principalmente la "araña roja", así como probablemente un programa de fertilización inadecuado que se manifiesta en el diferente desarrollo de los aguacateros en distintas partes de la huerta y la marcada diferencia en producción.

Respecto al desperdicio de terreno los aguacateros fueron plantados por el método llamado de "marco real" a una distancia de 9 x 9 lo que nos dá la cantidad de 123 árboles por Ha quedando corredores de aproximadamente 5 metros. Si se hubieran plantado por el método del "hexágono" o " tresbolillo" en la misma superficie hubieran cabido 142 árboles por Ha; pero si la distancia entre un árbol y otro hubiera sido de 7 x 7 por el método del "hexágono" tendríamos 235 árboles por Ha dando un total de 1480 árboles en las 6.3 Has. a diferencia de los 774 que hay actualmente y quedarían corredores de 3 metros que son suficientes para desarrollar las actividades culturales. Así pues, se pone de manifiesto que por falta de estudios edafológicos y de manejo de cultivo, así como por las características de la huerta, la producción no es la óptima.

El problema de mala planeación de las huertas así como la falta de estudios de fertilidad creo que son generalizados en todo el Estado, tomando como base el pobre rendimiento en Ton por Ha.

De acuerdo a Gallegos (1983) el aumento en la superficie sembrada con aguacate en Michoacán es de aproximadamente cinco mil Ha al año, lo que demuestra que los productores en su afán de obtener mayores ganancias con la menor inversión se olvidan de optimizar la producción de las huertas ya establecidas y siguen abriendo más terrenos a ese cultivo, a costa de las áreas boscosas de pino, encino y otras, que se locali

zan tanto en este municipio como en otros de la misma entidad.

## RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer estudios de fertilidad para encontrar un programa de fertilización adecuado a las diferentes partes de la huerta, así como la incorporación al suelo de materiales orgánicos como abonos, compostas, etc; también deberían realizarse estudios en relación al fósforo; sería conveniente muestrear otras huertas en el municipio para comparar y tratar de detectar otros problemas.

La parte baja de la huerta deberá destinarse a otros cultivos cuya raíz no sea muy profunda y deberá ponerse atención a plagas y enfermedades que atacan a los aguacateros.

No sería conveniente seguir abriendo al cultivo terrenos forestales.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H.N. 1963. Algunas consideraciones, características genesis y clasificación de los suelos de Ando. Memorias del Primer Congreso Nacional de Ciencias del Suelo.
- \_\_\_\_\_. 1965. Suelos de Ando. Genesis, Morfología y Clasificación. Serie de Investigación No. 6 Colección de Potsgrados. E.N.A. Chapingo, México.
- \_\_\_\_\_. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de México. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica.
- \_\_\_\_\_. 1977. Mapa de Distribución de Grandes Grupos de Suelos. Citado por García, M.E. y Z. Falcón. Atlas de la República Mexicana. 3a. Ed. Editorial Porrúa. México.
- Alvarez de la Peña, F. 1981. El aguacate. Ministerio de Agricultura. Publicaciones de Extensión Agraria. 3a. Ed. Madrid, España.
- Anónimo. Apuntes de Edafología. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" . División de Ingeniería. Departamento de Suelos. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Anónimo. 1951. Soil Survey Manual. U.S.D.A. Washington D. C. U.S.A.
- Anónimo. 1975. Soil Clasification, a Comprehensive System, 7 th approximation U.S.D.A. Washington, D.C., U.S.A.
- Anónimo. 1975-1979. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D. F.
- Anónimo. 1979. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Memoria Michoacán-Colima. COTECOCA. México, D.F.

- Anónimo. 1980. Cuadro de valores nutritivos de los alimentos. CONAFRUT e INN, México, D.F.
- Anónimo. 1981. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Dirección General de la Economía Agrícola. México, D.F.
- Anónimo. 1981-1984. La Economía Mexicana en Cifras, Nacional Financiera, S. A. México, D. F.
- Bailey, L.H. 1977. Manual of Cultivated Plants. Mac Millan publ. Co. Inc. New York, E.U.A.
- Bear, F.E. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Brom, E. 1970. El aguacate. CONAFRUT-SAG.
- \_\_\_\_\_ y Carvalho F. 1966. El aguacate. Editor Juan Lozoya Dá vila. México.
- Buckman, H.O. & N.C. Brady. 1977. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Ed. Montaner y Simón. Barcelona, España.
- Boul, S.W. et al. 1981. Genesis y Clasificación de Suelos. Ed. Trillas. México.
- Correa, P.G. 1968. Monografía del Municipio de Zitácuaro, Mich. Tesis Maestría. Fac. de Filosofía y Letras. U.N.A.M.
- \_\_\_\_\_ 1974. Geografía del Estado de Michoacán I. Geografía Física. Gobierno del Estado. Morelia, Mich.
- \_\_\_\_\_ 1979. Atlas Geográfico del Estado de Michoacán, Gobierno del Estado. Morelia, Mich.
- Chapman, H.D. & P. F. Pratt. 1979. Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Ed. Trillas. México.
- Dominguez, I. 1975. Estudios Ecológicos del volcán Popocatepetl. Edo. de México. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, U.N.A.M.
- Eyre, S.R. 1963. Vegetation and Soils. Aldine Publishing Co. Chicago, E.U.A.
- Fernández de Oviedo G. 1979. Sumario de la Natural Historia de las Indias. Fondo de Cultura Económica. Primera Reimpresión. México.

- Fersini, A. 1975. El Cultivo del Aguacate. Ed. Diana. México.
- Gallegos, E.R. 1983. Algunos Aspectos del Aguacate y su producción en Michoacán. UACH, Chapingo, México.
- Ishizuka, Y. & C.A. Black. 1980. Suelos derivados de Cenizas Volcánicas en Japón. CIMMYT, México.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis Químico de Suelos. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Lawrence, G.H.M. 1951. Taxonomy of Vascular Plants. MacMillan Publ. Co. Inc. New York, E.U.A.
- López, R.J. & M.J. López. 1978. El Diagnóstico de Suelos y Plantas (Metodos de Campo y Laboratorio) 3a. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Primera Ed. Fondo de Cultura Económica. México.
- Millar, C.E. et al. 1980. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Compañía Editorial Continental. México.
- Moreno, D.R. 1970. Cuadro de Clasificaciones Tentativas. INIA-SARH. Departamento de Suelos.
- Munsell, Soil Chart. 1954. Edition Munsell Color Co. Baltimore, Maryland, E.U.A.
- Ochse, J.J. et al. 1965. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales I. Limusa-Wiley. México.
- Ortiz, V.B. 1977. Fertilidad de Suelos. UACH. Chapingo, México.
- Ortiz, V.B. & S.C.A. Ortiz 1980. Edafología. UACH. Chapingo, México.
- Owen, O.S. 1977. Conservación de Recursos Naturales. Ed. Pax-México.
- Ramos, H. S. 1979. Estudios Edafológicos de una Zona Cafetalera del Soconusco, Chiapas. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, U.N.A.M.

- Reyna, T.T. 1973. Algunos aspectos climáticos sobre el cultivo del aguacate (Persea spp.) Memorias del VI Congreso Nacional de Geografía. Gobierno del Estado de Michoacán. Morelia, Mich.
- Solares, M. 1976. Cultivo Moderno y Rentable del Aguacate. Primera Ed. Editores Unidos Mexicanos. México
- Stallings, J.H. 1979. El Suelo, Su Uso y su Mejoramiento. Compañía Editorial Continental. México.
- Tauscher, H. & Adler, R. 1980. El Suelo y su Fertilidad. Compañía Editorial Continental. México.