

21-86



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO DE LOS FACTORES CLIMATICOS Y EDAFICOS
EN CULTIVOS DE VAINILLA EN LA ZONA NORTE
DEL ESTADO DE VERACRUZ**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
BIOLOGO**

**P R E S E N T A:
ADRIANA EDITH HERNANDEZ BORBONIO**

MEXICO, D. F.

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUCCION.	1
Areas vainilleras	3
Aspecto económico	4
Producción mundial.	10
II. ANTECEDENTES HISTORICOS	12
Descripción botánica.	18
Condiciones óptimas para su desarrollo.	25
Cultivo.	31
Beneficio	43
III. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	
Aspectos generales.	54
Localización.	56
Geología.	60
Fisiografía	65
Hidrografía	65
Climatología.	66
Vegetación.	74
Suelos.	74
IV. MATERIALES Y METODOS	
Recolección de las muestras	79
Determinaciones físicas	79
Determinaciones químicas.	79
V. RESULTADOS.	81
VI. DISCUSION	96
VII. CONCLUSIONES.	101
VIII. RESUMEN.	102
IX. BIBLIOGRAFIA.	109

INTRODUCCION

El suelo, como cuerpo natural de la superficie terrestre tiene propiedades debidas al efecto de intemperismo, del clima y la materia viviente, los cuales actúan sobre el material de origen, condicionadas por el relieve, a través del tiempo.

Entre las condiciones que requiere un suelo para el desarrollo óptimo de los cultivos, es importante que los nutrientes esenciales se encuentren en cantidades necesarias y en forma disponible para las plantas.

El cultivo de la vainilla es de gran importancia en la economía nacional ya que México, de donde es originaria, es uno de los países de mayor producción mundial y el de la mejor calidad.

Los frutos de la vainilla deben tenerse en cuenta por su valor, en vista de su escaso volumen y altos precios unitarios.

De acuerdo con Rolfe (1856), la vainilla es actualmente uno de los materiales saborizantes más importantes del mundo.

El fruto de la vainilla era usado por los aztecas como saborizante del chocolate. Cuando fue introducida en Europa se usaba principalmente como saborizante del chocolate o para perfumar el tabaco.

La creencia en las propiedades medicinales de la vainilla fue fuerte en el siglo XVI, más tarde, al comienzo

del siglo XVII fue mencionada en la farmacopea alemana y en 1721 en la farmacopea inglesa.

El uso medicinal disminuyó en el siglo XVIII y, al final del siglo XIX se descartó como droga, sin embargo, es usada en alguna forma principalmente como saborizante de algunas soluciones medicinales desagradables.

Por el color café de las vainas de la vainilla, se pensó como posible fuente de tintes, durante el siglo XIX los alemanes hicieron varios experimentos con este propósito. (9).

Es necesario conocer la relativa importancia de la vainilla teniendo en cuenta el volumen total de su consumo. Se ha comprobado que las industrias dedicadas a la elaboración de alimentos y el sector doméstico constituyen los principales utilizadores de vainilla en la elaboración de productos de la industria panadera y otros preparados con miras a la comodidad del consumidor. (48).

Actualmente existe un resurgimiento en la demanda internacional y nacional de la vainilla, dado que el sabor y aroma de los sustitutos son de menor calidad en relación al producto natural. (41).

Se utiliza como saborizante en las industrias de los helados, pasteles, chocolates, refrescos, licores, dulces, flanes y en la fabricación de jabones, perfumes y polvos. También se incluye en la industria de las frutas secas y en la confección de adornos.

En vista de la situación crítica por la que atraviesa el cultivo y la necesidad de promover e incrementar su de-

sarrolló, se pensó en estudiar los factores climáticos y edáficos que influyen en el rendimiento en una zona vainillera.

Áreas vainilleras.- En el año de 1930 se registran vainillales en los Estados de Veracruz, Puebla, Chiapas, Tabasco, Oaxaca y San Luis Potosí. En el período de 1955 a 1961 había cultivos en Veracruz, Puebla y San Luis Potosí, siendo Veracruz el principal productor con más de 200 toneladas anuales. Siguiéndole en importancia el estado de San Luis Potosí, con una producción de 100 toneladas anualmente hasta el año de 1957, ya que en 1958 la producción fue nula, y en los años de 1959-1960 tan sólo fue de 84 kg. A partir de 1962 deja de producir.

Actualmente el Estado de Veracruz ocupa el primer lugar en la República Mexicana, aportando el 95% de la producción total del país. Puebla le sigue en importancia con un 5% de la producción nacional. (38).

Como se podrá observar, el área ocupada por el cultivo ha ido decreciendo progresivamente y con ello el cultivo va perdiendo su importancia en la economía nacional, debido a la falta de garantías individuales.

En 1940 existían alrededor de 34 municipios productores, ocupando una superficie aproximada de 4,634 ha en la actualidad son sólo 8 municipios los de mayor importancia, en una superficie de 1,083 ha (11, 41).

En los municipios de Papantla, Tocolutla, Gutiérrez Zamora y Martínez de la Torre, en el estado de Veracruz, y en San José Acateno, Puebla; se concentró el 72% de la superficie

Figura 1



AREAS VAINILLERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

total cosechada en la República Mexicana.

En Papantla se encuentra el gran mercado regional de la vainilla, con una superficie cosechada de 480 ha, le siguen en importancia Tecolutla con 150 ha, y Gutiérrez Zamora con 60 ha en el estado de Veracruz. (Tablas I y II).

En los municipios de Papantla y Gutiérrez Zamora el 90% de la tierra dedicada al cultivo se localiza en el sector ejidal y sólo un 10% en pequeña propiedad; en Tecolutla la superficie cultivada con vainilla es ejidal. (11).

Aspecto económico. (Tabla III). La tendencia general de la superficie cultivada con vainilla durante el período 1925-1943 fue el de aumentar el rendimiento y la producción para después disminuir en los últimos años de ese período debido a una fuerte sequía en 1938. De los años de 1944 a 1960 se observa otro incremento en la superficie cosechada y una baja en los primeros años, por causa de la inundación que se presentó el 22 de septiembre de 1944 y que en gran parte mermó la producción.

La tendencia negativa de la producción nacional iniciada a partir de 1960 se comprende fácilmente al observar que de 1955 a 1962 se cosechaban anualmente 7,000 ha y la producción era de 1,300 toneladas. En 1963 hubo un descenso a 2,544 ha, siendo para el año de 1974 tan sólo 850 ha de superficie cosechada. En 1978 la superficie disminuyó hasta 378 ha, la más baja registrada en las dos últimas décadas.

Se ha proyectado establecer en 1980 una superficie de 300 ha, en Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Espinal

TABLA I

VERACRUZ: MUNICIPIOS PRODUCTORES DE VAINILLA

1977

MUNICIPIO	SUP. CULTIVADA HECTAREAS	RENDIMIENTO Kg/ha	PRODUCCION TONELADAS
PAPANTLA	480	100	48
TECOLUTLA	150	100	15
GUTIERREZ ZAMORA	60	100	6
MARTINEZ DE LA TORRE	27	100	3
ZOZOCOLCO	20	100	2
COATZINTLA	10	100	1
MISANTLA	10	100	1
TOTAL	757	100	76

Fuente: Dirección General de Economía Agrícola, Delegación Es-
tatal, Xalapa, Ver., S. A. R. H.

TABLA II

MEXICO: SUPERFICIE NACIONAL COSECHADA DE VAINILLA
(HECTAREAS)

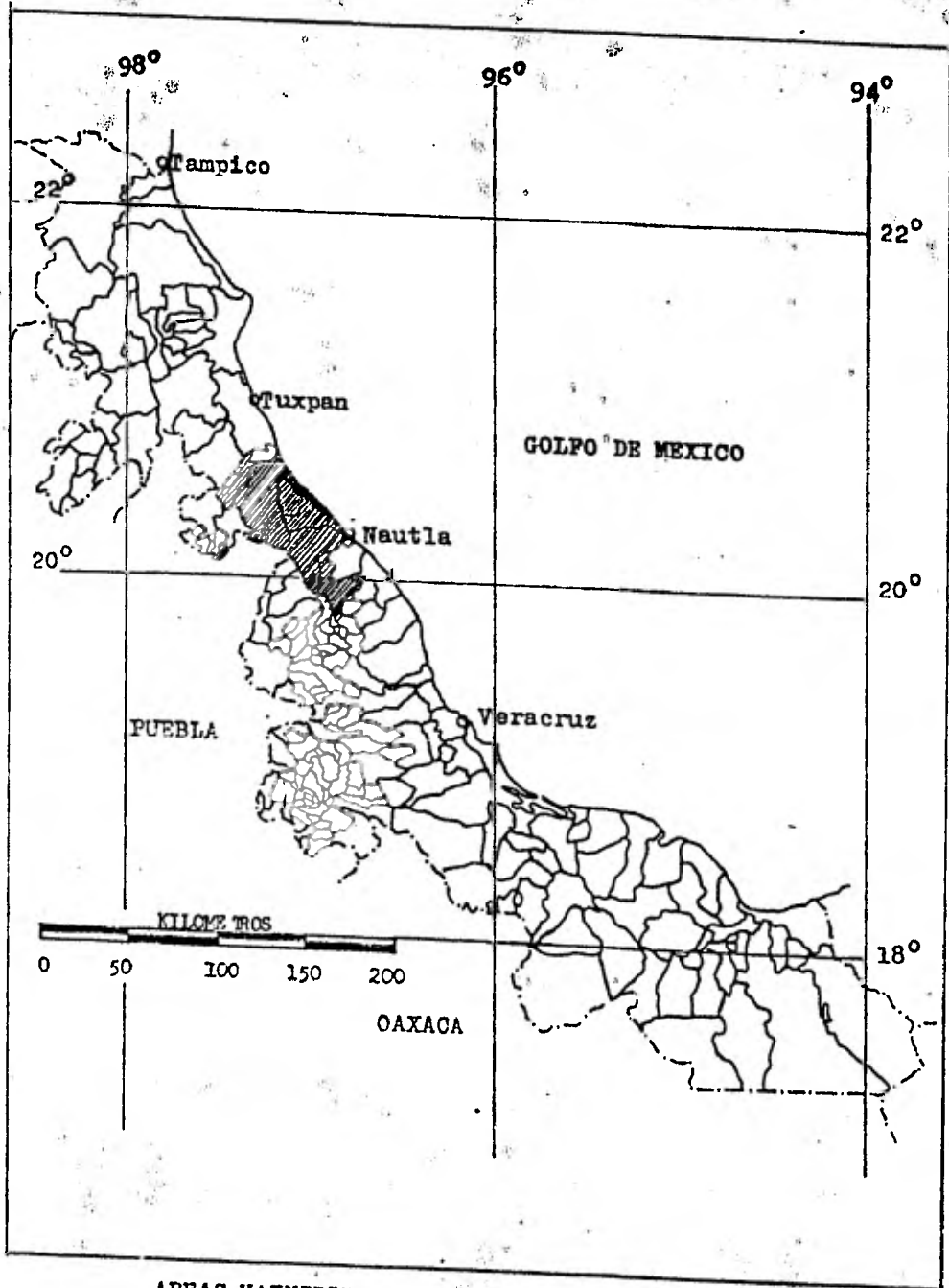
ESTADOS Y MUNICIPIOS	1940	1970	1975
TOTAL NACIONAL	4634	2672	1083
SUBTOTAL VERACRUZ	4107	2646	757
PAPANTLA	1845	1837	400
TECOLUTLA	675	90	150
GUTIERREZ ZAMORA	170	46	60
MARTINEZ DE LA TORRE	185	21	27
ZOZOCOLCO	300	7	20
COATZINTLA	310	255	10
MISANTLA	245	2	10
TIHUATLAN	75	26	-
ESPINAL	75	4	-
TLAPACOYAN	40	-	-
COYUTLA DE SAN ANDRES	38	2	-
CAZONES	24	299	-
TUXPAN	-	38	-
SUBTOTAL PUEBLA	420	-	65
SAN JOSE ACATENO	295	-	65
TENAMPULCO	50	-	-
HUEYTAMALCO	40	-	-
HUEHUETLA	35	-	-
OTROS MUNICIPIOS DISPERSOS	107	26	261

Fuentes: Para 1940, Monografías Comerciales "Vainilla", México 1943.

Para 1970, V Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal, Veracruz DGE.

Para 1975, Consumos Aparentes, Deleg. Est. Xalapa, Ver. DGEA.

Figura 2



AREAS VAINILLERAS DEL ESTADO DE VERACRUZ

y Martínez de la Torre. (42).

La producción en el ciclo 1967-1970 descendió de 67 ton a 49 ton y de 1971 a 1976 de 67 ton a 42 ton. No obstante que en 1977 se observó una recuperación a 75 ton volvió a descender en 1978 a 41 ton.

En 1979 la Coca Cola produjo 10 toneladas de vainilla y para 1983 se espera que sea de 184 ton.

En relación a los rendimientos medios nacionales se encontró un promedio anual de 36 kg por hectárea de vainilla beneficiada, destacando 1970 y 1971 como los de máximo rendimiento (42 y 43 kg/ha respectivamente).

No obstante en el año de 1977 el rendimiento se elevó a 91 kg/ha y en 1978 alcanzó 119 kg/ha, esto podría ser el resultado de la eliminación del cultivo en las áreas marginales o de baja productividad, subsistiendo únicamente las más productivas con altos rendimientos.

La tendencia de los precios de la vainilla es al aumento, por tratarse de un producto de exportación, su precio medio rural ha estado directamente en relación con la variación del mismo en el mercado internacional.

En los años de 1978-1979 el kilogramo de vainilla verde costaba \$125,00 y para 1979-1980 llegó a costar \$311.00 y \$2,000.00 el kilogramo de vainilla beneficiada. (Comunicación personal del Presidente de la Unión de Productores de Vainilla en el estado de Veracruz).

A partir de 1960 la venta de vainilla mexicana al mercado externo inició su caída de 118 ton exportadas en ese

TABLA III
VAINILLA BENEFICIADA

ANO	SUP. COSECHADA HECTAREAS	RENDIMIENTO Kg/Ha	PRODUCCION Kg	PRECIO MEDIO RURAL \$/Kg	EXPORTACION Kg
1960	8289	33.291	275949	70	118276
1961	7130	32.543	232033	93	103019
1962	6286	32.110	201845	104	38898
1963	2544	36.119	91888	108	22255
1964	2580	34.884	90000	109	17400
1965	2601	36.000	93636	110	38605
1966	2650	36.000	95400	110	22196
1967	2404	27.977	67257	100	70314
1968	2193	27.027	59270	110	53571
1969	2060	25.000	51500	110	17921
1970 ^(b)	1167	42.125	49161	121	22660
1971	1573	42.594	67000	150	22626
1972	1577	29.169	46000	213	29195
1973	1460	30.137	44000	196	30777
1974	850	34.118	29000	170	290520
1975	1083	31.394	34000	172	-
1976	1360	30.882	42000	296	-
1977	817	91.799	75000	191	7556
1978	378	119.000	41000	895	211

(b) De 1970-1974 se incluye extracto de vainilla. En los años siguientes la fracción desaparece.

A partir de 1970 el volumen exportado de extracto de vainilla incluye el envase.

Fuente: Consumos Aparentes, Dirección General de Economía Agrícola SARH.

año a 30 ton en 1973 y en 1974 fue de 290 ton, siendo la exportación mayor que la producción debido a que no coincide el ciclo agrícola con el ciclo comercial y se exportan remanentes de cosechas anteriores. En 1975 y 1976 no se registran exportaciones de vainilla.

La vainilla destinada al mercado nacional lo es principalmente para la obtención de extractos de vainilla, que se utiliza en la fabricación de licores, helados, refrescos, chocolates y dulces de alta calidad.

Las importaciones realizadas proceden en su mayoría de los Estados Unidos Americanos, no obstante en 1975 se importaron 31,990 kg desde Singapur. Las empresas extranjeras Herdez, Coca Cola y McCormick, son los principales demandantes del producto en México. Actualmente se encuentran en la región promoviendo la rehabilitación del cultivo.

Antes de 1940 las exportaciones que México hacía eran para Alemania, Francia, Gran Bretaña y otras, suspendiéndose el comercio por causas de la guerra.

Actualmente, la vainilla mexicana es exportada principalmente a E.U.A., en un 78%, siguiendo en importancia el mercado argentino con el 19% y Japón con 2%.

Producción mundial. El cultivo de la vainilla se ha extendido, localizándose en un área de 25° latitud norte y sur del Ecuador, como se verá más tarde la mayor parte de vainilla excepto en México, se produce en islas (6, 9, 30, 32).

En la siguiente figura, tomada de la Estación Experimental Federal de Puerto Rico (1959) (6), se muestra la

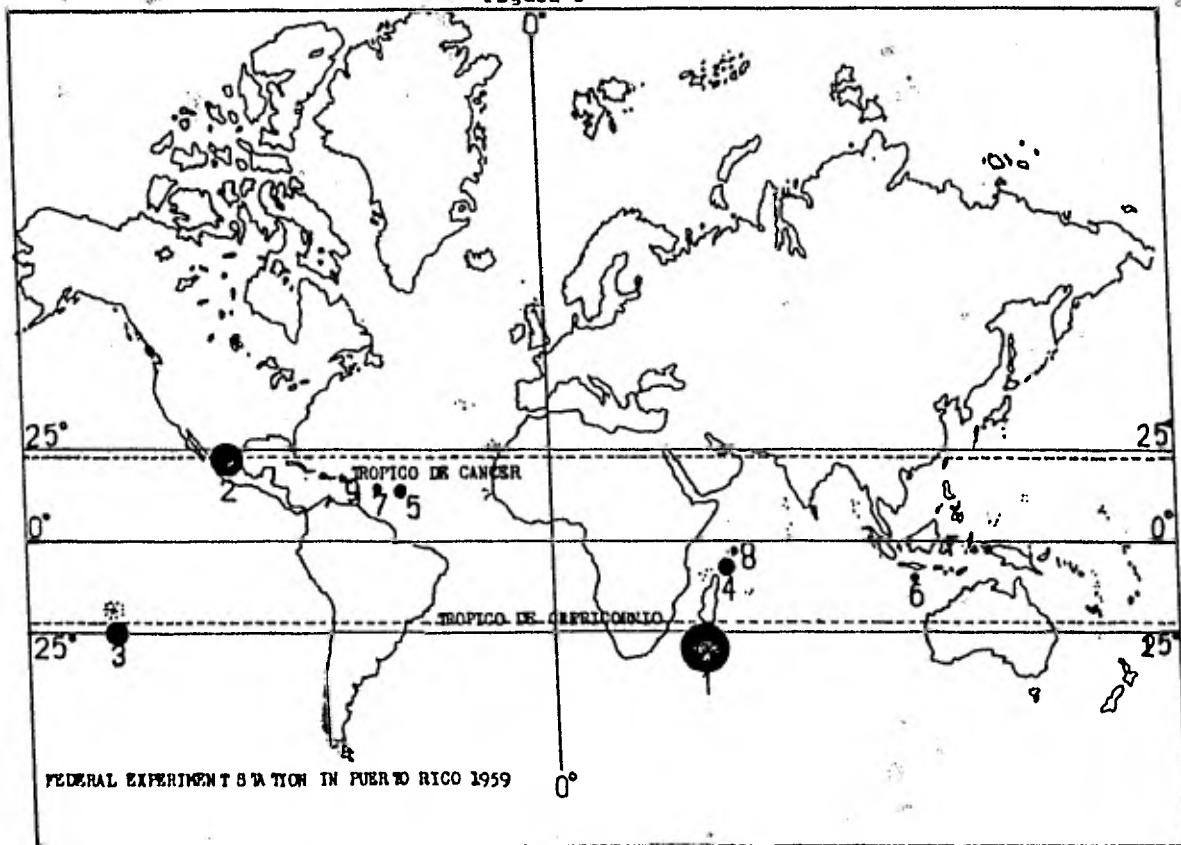
producción relativa de vainilla por país y las regiones donde se produce en orden de importancia, ocupa el 1er. lugar Madagascar, 2° México, 3° Oceanía Francesa, 4° Reunión, 5° Dominicana, 6° Indonesia, 7° Indias Occidentales Francesas, 8° Seychelles y 9° Puerto Rico.

Actualmente, los países más productores de vainilla son en orden de importancia: Madagascar, Indonesia (Java y Filipinas), Islas Francesas del Pacífico, Comores, México y Reunión.

El volumen mundial de vainilla producido en 1978 totalizó 1644 ton.

Madagascar, actual República de Malagasy, ha sido tradicionalmente el principal país productor, en 1977 produjo el 80% de la producción mundial. Las Islas Reunión y Comores son grandes productores de vainilla, sólo Reunión produjo 13 ton en 1977 y en Comores en 1976, la producción fue de 124 ton, incrementando en 1980 hasta 800 y 200 ton respectivamente. Madagascar en 1980 cosechó de 800 a 1,000 ton, de acuerdo con Vainilla Information Bureau (New York, N.Y.).

Figura 3



PRODUCCION MUNDIAL

ANTECEDENTES HISTORICOS

La vainilla es originaria de México (12, 14), no se sabe cual fue el lugar preciso pero sí que los frutos eran cosechados por los tarascos del estado de Michoacán y los totonacas de Veracruz; también los zapotecas del estado de Oaxaca y los indígenas del noreste de Puebla, quienes pagaban tributo a sus monarcas con la vainilla y otros frutos como el tabaco y el cacao.

De acuerdo con Mallory y col. (1942), los totonacas, una de las tres tribus que cultivaban la vainilla para los aztecas fueron de los primeros que le prometieron lealtad a Cortés y consecuentemente no fueron molestados en la propiedad privada de sus comarcas individuales. Hoy el cultivo de la vainilla se lleva casi exclusivamente dentro de sus tierras. (9).

Es difícil determinar la época en que se inició el cultivo de la vainilla en México, pero en los antiguos archivos de Papantla, Ver., se indica que en 1760 había vainillales en Papantla y Misantla.

Durante la dominación española comenzó su exportación no tanto para satisfacer el consumo de la península ibérica sino para ofrecerla a los mercaderes franceses e ingleses, que fueron los responsables de su propagación en el Viejo Continente.

La vainilla fue de las numerosas plantas tropicales de valor comercial que encontraron los primeros colonizadores del Nuevo Mundo. (6).

Bernal Díaz, oficial español bajo las órdenes de Cortés fue quizá el primer europeo que tomó nota de esta especie, cuando observó que el emperador Moctezuma tomaba chocolate saborizado con vainilla, que los aztecas llamaban "tlilxochitl", derivado de "tlilli" que significa negro y "xochitl" capullo, flor; y ofrecerla a Cortés en copas de oro.

La vainilla se conoció en el Viejo Mundo a raíz del primer embarque que de ella hizo Hernán Cortés en 1519 a España, en donde las fábricas se establecieron en la segunda mitad del siglo XVI, para la manufactura del chocolate saborizado con vainilla. (9).

En "Historia General de las Cosas de Nueva España", publicado en 1829-30, de Bernardino de Sahagún, religioso franciscano que llegó a México en 1529, hace la primera descripción sobre la vainilla, designándola con el nombre mexicano de tlilxochitl.

En su obra "Atrebatis-Exoticorum Libri decem (p. 72), Carolus Clusius (Charles de l'Ecluse) en 1605 hace las primeras observaciones botánicas, designándola el nombre de Lobus oblongus aromaticus a las vainas que había recibido en 1602 de Hugh Morgan, boticario de la reina Isabel, estas vainas eran consideradas frutos de vainilla planifolia.

Francisco Hernández (1651), médico del rey de España en su obra "Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus seu Plantarum, Animalium, Mineralium Mexicanorum Historia" (p. 38), presenta un dibujo de las hojas y dos vainas de la vainilla, describiéndola como Araco aromatico.

En 1658 Willem Piso designa al fruto con el nombre de "vaynilla". Francesco Redi en 1675 estudia algunos frutos secos bajo el microscopio y describe los frutos y semillas.

Dampier, un escritor inglés, en su obra titulada "A new voyage round the World" dio información valiosa de las plantas de vainilla crecidas en 1676 en la Bahía de Campeche, sureste de México y en 1681 en Boca Toro, Costa Rica. Describió el método de curar el fruto.

El nombre genérico Vanilla fue primeramente usado en 1703 (p. 25), cuando Plumier, en su obra "Nova Plantarum Americanarum Genera", enumeró tres especies de las Indias Occidentales, pero fracasó al incluir la Vainilla planifolia.

En 1705, en el libro de Merian, titulado "Metamorphosis Insectis Surinam", se observa la figura de la planta que, según muchos autores, probablemente corresponda a la Vanilla pompona. (9).

El Padre Fray Ignatio de Santa Teresa de Jesús, en 1721 logró cultivar en Cádiz un bejuco de vainilla. El Padre Labat en su obra "Nouveau voyage aux Isles" (1722), hizo la descripción sobre una vainilla silvestre de la Martinica.

Lémery, en su "Dictionnaire universel des drogues simples" publicada en 1733, hace una descripción muy detallada de la vainilla, de sus cualidades terapéuticas y de su empleo en la preparación del chocolate.

Linneo en su obra titulada "Species Plantarum" en 1753 reuno en una las tres clases de vainilla, designándola Epidendrum vanilla.

De acuerdo con Rolfe (1896), el monógrafo del género, la vainilla mexicana fue introducida en París para cultivo, antes de 1739, cuando fue publicada la 2a. edición del "Diccionario de Jardinería" de Miller.

Hacia 1800 el género Vanilla de Plumier fue definitivamente aceptado, cuando Schwartz distinguió 2 especies: Vanilla aromatica y Vanilla claviculata. Es reintroducida por el Marqués de Blandford y floreció y fructificó en la colección del honorable Charles Greville, en los jardines botánicos de Paddington, París, antes de 1807. (6, 9).

Salisbury en 1807 menciona a esta vainilla con el nombre de Myobroma fragans, pero la designación hecha por Plumier prevaleció. Un año más tarde Andrews publicó otra figura como Vanilla planifolia en su "Botanists Repository" (1808) identificando a la planta y relacionándola erróneamente con especies de las Indias Occidentales y fracasaron al reconocer en ella a la verdadera vainilla mexicana del comercio.

Fusée Aublet describe métodos de cultivo y cura o beneficio de la vainilla en su "Histoire des Plantes de la Guiane Françoise" (1775).

Humboldt en su obra "Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne" (1811) escribió datos sobre el cultivo, preparación y usos de la vainilla de Misantla y Colipa, Veracruz.

Por más de 2 siglos, México y otras regiones de donde es originaria la vainilla planifolia fueron las únicas fuentes comerciales de este producto, ya que sólo en éstas era

posible obtener fruto. (9).

En 1836 Charles Morren de Lieja, Bélgica, estableció la identidad de la verdadera vainilla del comercio como Vanilla planifolia y obtuvo dos grandes cosechas de vainilla al polinizar las flores a mano; en 1838 el logro de Morren se repitió por Neumann del Museo de Historia Natural de París, y, en 1841 un ex esclavo llamado Edmond Albius en Reunión descubrió un método práctico de polinización artificial combinado con la propagación de las plantas por medio de cortes o estacas y abrió el camino para su plantación en gran escala en los trópicos del Este. (6, 9).

En 1812 fueron enviadas algunas plantas al Dr. Sommé Director del Jardín Botánico de Amberes, quien en 1819 mandó dos a Buitenzorg en Java, una de las cuales sobrevivió al viaje y llegó a florecer en 1825, pero no fructificó. En 1846 se introdujo su cultivo. (9).

De acuerdo con Ridley (1912), en 1822 fue llevada de Francia a la Isla Reunión en donde se aclimató, floreció y fructificó, pero fue hasta el año de 1850 cuando se inició su cultivo a nivel comercial. (6).

En 1848 el Almirante Hamelin introdujo la vainilla planifolia a Tahití. (9).

En 1835 se introdujo a India pero se le dejó morir después de florecer; años más tarde se reintrodujo y dio frutos pero su cultivo no progresó. Un intento sin éxito fue hecho en 1852 cuando se introdujo en el Congo Francés, fue reintroducida exitosamente en 1873 pero su cultivo no se dise-

minó rápidamente. (9).

De la Isla Reunión llevaron plantas a la Isla de Madagascar en 1840 y en 1880 se introdujo el cultivo a la Isla Mauricio. (6, 9).

Por el año de 1886 se introdujo el cultivo de vainilla a la Isla Seychelles donde gradualmente sustituyó al cultivo de la caña de azúcar.

En 1893 fue llevada a las Islas Almirantes y Comores, y también por M. Pierret a Indochina, en el mismo año. (6).

En 1886 la producción de vainilla fue mayor en las Islas Mascarenas (Reunión, Mauricio y Rodríguez) y Java que en México, según Mallory (1942).

Francia más que ninguna otra nación, fue la que desarrolló la industria de la vainilla en sus posesiones que tenía en ultramar. Un poco después de su introducción en España, la vainilla se reemplazó por la canela como saborizante para el chocolate; sin embargo, en Francia permaneció como favorita y se empezó a usar en perfumes, confitos y helados. (9).

En 1914, antes de la Primera Guerra Mundial, la vainilla se usaba principalmente en los negocios de la panadería pero debido al aumento en los precios en la vainilla pura, la vainilla artificial reemplazó a la vainilla natural; sin embargo, las vainas ya beneficiadas tienen un aroma y un sabor que no han sido duplicados en la vainillina sintética. (6).



Fig.4 Vanilla planifolia. 1, planta(x 1/2); 2, labio, visto de perfil, en posición natural(x1); 3, labio abierto (x 1); 4, columna, vista de perfil (x 2). Dibujo de G. W. Dillon.

DESCRIPCION BOTANICA

La clasificación sistemática de la vainilla es:

División Spermatophyta
Subdivisión Angiospermae
Clase Monocotyledonae
Orden Orchidales
Familia Orchidaceae
Género Vanilla

Las orquídeas son plantas notables por sus flores de formas extrañas y de variados colores. Algunas son epífitas, otras terrestres y otras saprófitas. La vainilla es una orquídea epífita.

Epífitas son las que viven sobre los árboles sin absorber la savia de ellos; es decir, no son parásitas, sino que aprovechan la humedad que hay en las cortezas, al mismo tiempo que se adhieren a las asperezas de éstas, no obstante, en ocasiones no se observan en los árboles sino sobre las rocas expuestas a corrientes de aire húmedo, o sobre fibras de cortezas (maquíque), sobre musgo y en macetas especiales. Cuando se usan cortezas se prefieren las de encino y no resinosas, como las de los pinos. (25).

La vainilla es una planta epífita trepadora, pertenece a la familia de las orquídeas; es carnosa, de tallos largos y delgados, vigorosos, simples y ramificados, con raíces modificadas que se adhieren a los árboles soportes (1, 53), (Figura 11). El diámetro del tallo es de 2 a 4 cm, dependiendo de la variedad.

Las raíces son de dos tipos: a) las primeras se desarrollan desde los 2 meses hasta los 3 años, son subterráneas y se extiende en un radio de 70 a 80 cm, no penetra mucho en el suelo sino que se ramifica en medio de los detritus orgánicos de la superficie, los que le proporcionan los elementos necesarios para su nutrición; b) las segundas son las raíces adventicias, éstas se desarrollan de los 3 a los 4 años generalmente,

nacen a alturas variables, pero siempre próximas al suelo, comienzan a desarrollarse en las axilas de las hojas, en lugares del tallo, próximos a las raíces aéreas modificadas, pero sin que se confundan con éstas; se dirigen hacia abajo hasta tocar el suelo, de donde toman los nutrientes.

Las hojas son carnosas, enteras, unifoliadas, planas, de oblongas ovales a lanceoladas, acuminadas, alternas; nacen en oposición con las raíces aéreas modificadas. Provisitas de un peciolo corto que forma una especie de canaladura y se dirigen generalmente hacia abajo; son paralelinervas y contienen un jugo viscoso igual al del tallo (oxalato de calcio). La longitud de las hojas varía de 9 a 23 cm y el ancho de 2 a 8 cm, dependiendo de la variedad.

Las flores son hermafroditas o perfectas, con ovario ínfero, se presentan en inflorescencias racimosas que nacen de las axilas de las hojas; su color es blanco amarillento, inconspícuas, y se presentan de 10 a 20 flores por racimo.

La longitud de la flor es de 5 a 8 cm. El perianto se compone de seis piezas, tres externos o sépalos y tres internos o pétalos; el tercer pétalo se denomina labio o labelo, tiene una inversión muy grande y está enrollado en forma de embudo, con el borde dentado y unido a la columna o gimnostemio. En su interior se observa un apéndice compuesto de pequeñas laminillas unidas entre sí.

En la columna o gimnostemio se localizan los órganos reproductores; el estigmate está compuesto por dos valvas, oculta la inferior por la superior, ambas superficies en con-

tacto, recubiertas por un líquido azucarado que sirve para retener los granos de polen. Sobre la valva superior o rostelo está la antera, provista de dos polineas o sacos polínicos.

(9).

Como se comprenderá, por la estructura floral, para que se lleve a cabo la polinización, es necesario hacerla artificialmente, siendo la natural difícil y al azar.

La planta tiene por término medio 100 racimos y en cada racimo hay 20 flores; la vida de la flor es de 24 hrs. y la época de floración es en los meses de marzo a mayo, dependiendo del clima.

El fruto es una sílcua lisa, lampiña, carnosa, trilocular casi cilíndrica pues tiene tres caras superficiales apenas perceptibles, algo encorvadas; en un principio es de color verde y después del séptimo u octavo mes, verde amarillento.

Cuando está beneficiado, el fruto es deprímido, de un color café oscuro brillante y surcado longitudinalmente de arrugas. (9).

Las vainas miden de 15 a 25 cm de longitud y el diámetro en su parte media es de 1 a 1.5 cm; una vez beneficiado el tamaño y grosor se reducen, generalmente mucho más el grosor que la longitud. En su interior se encuentran numerosas semillas negras de aproximadamente 0.5 mm de diámetro.

La Vanilla es un género complejo de 50 o más especies, establecidas en los trópicos del mundo (1, 43), de las cuales sólo 3 tienen importancia comercial como fuentes de

vainilla (9), y son:

1. Vanilla planifolia Andrews, Myrobroma fragans Salisbury, Vanilla mexicana Miller, Vanilla fragans Ames.

Es la vainilla natural del comercio y se cultiva en muchas partes tropicales del mundo. (9, 43).

Cápsula de 16 a 25 cm de longitud. Sépalos y pétalos obtusos de 4 a 7 cm de largo por 1 a 1.5 cm de ancho. Labio menor de 7 cm, verrugoso (Correll, 1944).

Se conocen las variedades mansa o fina, mestiza y la de tarro.

Originaria del sureste de México, Guatemala, Indias Occidentales, El Salvador, Panamá, Honduras Británicas, Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Surinam, Guayana Inglesa, Guayana Francesa, Ecuador, Perú y Bolivia (1, 6, 9, 43, 53).

2. Vanilla pompona Schiede, Vanilla pompona Lindley, Vanilla grandiflora Lindley, Vanilla guianensis Splitg., Vanilla luteascens Moq., Vanilla surinamensis Reich.

Es una fuente menos importante de vainilla natural que la Vanilla planifolia Andrews. Se ha encontrado arriba de los 1,000 m sobre el nivel del mar. (1).

Se le conoce también como vainillón de la Guadalupe, vainilla boba o vainilla plátano; es originaria del sureste de México, América Central, Trinidad y norte de Sudamérica.

Es cultivada principalmente en Guadalupe, Dominica y

Martinica. (6, 9).

El tallo es más grueso, el diámetro es aproximadamente de 2.3 cm en la parte inferior, las hojas son más grandes y menos agudas; su fruto tiene una longitud de 20 a 22 cm, y aunque es aromático, no ofrece el bueno y suave perfume de la Vanilla planifolia. (9).

Su principal consumo es en la manufactura de tabacos, perfumes, jabones y para mezclar con el extracto hecho de la V. planifolia. (6).

3. Vanilla tahitensis J. W. Moore, vainilla de Tahiti. (6, 9).

Tallos más delgados, hojas más estrechas, segmentos periantales más largos; tiene un labio menor que los sépalos y vainas, éstas tienen coloración café rojiza, de 11 a 14 cm de largo y 9 mm de ancho (Correll, 1944). Esta especie es nativa de Tahiti y es la fuente de la vainilla tahitiana y proviene de Oceanía Francesa, un grupo de islas del Océano Pacífico. También se cultiva en Hawaí. (9).

Hay poca información sobre otras especies de Vanilla que tengan posibilidades de producir vainilla para el comercio.

De acuerdo con Rolfe, la V. Gardneri Rolfe, es una planta que produce la vainilla en Brasil, se piensa que es la fuente de lo que se conoce en el comercio como "vainilla de América del Sur".

Los frutos de la V. appendiculata Rolfe, de la Guayana Británica retienen un olor distinto durante 25 años o más después de que han sido colectados, y las vainas de la Vanilla

phaentha Reich., cultivada en algunos lugares de las Indias Occidentales poseen algún perfume.

Presl describe la V. odorata del norte de Sudamérica; notó que aun cuando los frutos han sido colectados hace 35 años, retienen su fragancia.

La vainilla de Río es obtenida de la V. palmarum Lindl. en la provincia de Río de Janeiro, Brasil.

La vainilla de Guyana se dice que se obtiene de la Vainilla guianensis Splitgerber, éstos son productos de inferior calidad.

Es muy posible que estas vainillas poco conocidas y de un valor menor sean usadas como adulterantes de la verdadera vainilla mexicana, la Vanilla planifolia; el vainillón, V. pompona es comúnmente usada para este propósito. (9).

CONDICIONES OPTIMAS PARA SU DESARROLLO

El rendimiento de un vainillar depende de factores ambientales, como el clima y el suelo, los cuales están íntimamente relacionados con el desarrollo del cultivo.

Como se dijo antes, con excepción de México, las demás plantaciones de vainilla se encuentran en islas, localizándose en un área de 25° latitud norte y sur del Ecuador. (6).

Por lo que se refiere al clima, el más favorable para la vainilla es el tropical, con lluvias abundantes en las dos o tres cuartas partes del año, con una estación seca para que favorezca el inicio de la floración, pues en regiones donde llueve todo el año, la planta no se desarrolla bien. El promedio de precipitación pluvial debe ser mayor de 1,000 mm.

Requiere una temperatura media anual alrededor de los 25° C y no bajar de los 12 ó 9° C (Dr. Prouss).

La altitud sobre el nivel del mar, recomendable para establecer un cultivo es a 350 m; aunque algunas vainillas crecen a 500 msnm, se dice que no fructifican a más de 450 ni a 250 msnm. (25). Se han encontrado vainillas a 1,000 msnm, en México, (9).

En Puerto Rico, 18° latitud norte, se observó que el crecimiento y producción de las vainas, es inferior en altitudes arriba de los 1,000 msnm, esto se debe, aparentemente a las temperaturas promedio, que son más bajas (Estación Federal Experimental en Puerto Rico, 1959) (6).

Los vientos fuertes afectan al cultivo, sobre todo si

se encuentra fructificando, razón por la cual se recurre a murallas de árboles en torno a los vainillales.

Según Gilbraith (1898), otro factor indispensable es la sombra que le debe proporcionar el árbol tutor. Varios experimentos han demostrado que las vainas que crecen bajo una ligera sombra son más productivas que aquellas que crecen bajo la completa luz del sol o bajo sombra muy densa. Newport (1910), estableció que se debe preferir la sombra ligera a la densa. (6).

Chalot y Bernard (1920), establecieron que el peso y el aroma de las vainas, están influenciadas grandemente por el grado de sombra a la cual están expuestas. Experimentos conducidos por Hernández-Medina en 1943, demostraron que un tercio a un medio de luz, son favorables para el desarrollo de la planta, bajo condiciones de Puerto Rico (Estación Experimental Federal de Puerto Rico) (6).

Las hojas de la vainilla muestran un amarillamiento y quemaduras de sol cuando se exponen a la luz directa del sol; las plantas son más débiles durante los periodos de secas y más susceptibles a la pudrición de las raíces.

Por otro lado, una sombra muy densa ocasiona que los tallos sean más delgados, las hojas pequeñas y los frutos y flores se reduzcan grandemente.

La cantidad de sol que la vainilla puede tolerar parece que depende de la cantidad de agua suministrada a las raíces y también está influenciada por la humedad atmosférica y la irrigación del terreno. Bajo una precipitación y humedad altas, la vainilla parece que resiste más la luz del sol que du-

rante períodos de humedad reducida o sequía. (6).

El suelo debe reunir ciertas propiedades favorables para la mejor producción de vainilla.

El terreno más conveniente para el vainillal debe ser húmedo, no pantanoso, situado en valles o en pendientes ligeras; evitando siempre el estancamiento del agua.

La textura y profundidad del suelo no son limitantes, ya que hay autores que recomiendan terrenos arenosos y arenoso arcilloso, y otros aconsejan que sean arcillosos. En general, la vainilla crece y produce tanto en suelos porosos y ligeros como en terrenos arcillosos y compactos; siempre y cuando se facilite el curso del agua (J. Potier, 1876).

Se requiere de un suelo de poco espesor, de 30 a 40 cm de profundidad, ya que las raíces subterráneas son casi superficiales.

El suelo debe ser rico en materia orgánica y si no, procurar hacerla con hojarasca, fibra de coco, hojas de plátano, etc. (25).

Los valores de pH del suelo son de 6.0 a 7.3; para evitar la acidez provocada por la descomposición de la materia orgánica, se recomienda agregar compuestos de calcio. (33).

Las hojas que caen de los árboles tutores o protectores proporcionan al suelo un abono natural adecuado; sin embargo, para asegurar un buen cultivo es necesario restituirle al terreno, anualmente por lo menos y antes de las lluvias en forma de abonos vegetales, no ácidos, los nutrientes absorbidos por las vainillas, sobre todo en la floración y fecundación, que

es cuando las plantas necesitan más alimento.

Entre los abonos más convenientes están las hojas de los árboles, hojas de plátano y algas. Se puede utilizar estiércol, evitando el contacto directo con las vainillas.

Si el suelo es silicoso y arcillo-silicoso, pero pobre en calcio, la adición de esta sustancia es necesaria, y cuando es pobre en potasio hay que añadirlo en forma de cloruro de potasio. (25).

Se observa que los elementos nutritivos más importantes para las vainillas son el calcio y el potasio, por lo que se requiere que estos elementos estén presentes en el suelo (Grandeau, 1897; Chalot, 1920). (6).

Para prevenir la erosión y evitar la exposición de las raíces de la vainilla al sol, no debe deshierbarse excesivamente, las hierbas son también una fuente anual de hojarasca para la plantación.

Aún cuando mucho esfuerzo se ha puesto sobre los efectos de la hojarasca sobre el desarrollo y producción de la vainilla, pocos datos están disponibles sobre los requerimientos minerales de esta planta. Muchos trabajos empezaron a llevarse a cabo en la Estación Federal Experimental en Puerto Rico en el año de 1945.

Cibas, Childers y Loustalot en el año de 1947 estudiaron la importancia de varios elementos nutritivos en el desarrollo y composición de la planta de vainilla. Una deficiencia de nitrógeno en la solución nutritiva causó una reducción en los pesos fresco y seco de las plantas, en las puntas y

raíces, comparadas con las que tenían deficiencia en potasio o en fósforo; las hojas quedaban pequeñas y de color amarillento, pero el tejido no moría. (6).

Las plantas afectadas por deficiencia en fósforo se veían mejor que aquellas deficientes en nitrógeno. Los síntomas por deficiencia en fósforo aparecían alrededor de unos tres meses, había primero una reducción en el crecimiento y una decoloración en las hojas, seguido de necrosamiento en orillas y ápices. El desarrollo de raíces aéreas fue muy pobre.

En algunos aspectos las plantas deficientes en fósforo se asemejaron moderadamente con algunas afectadas con la enfermedad de la pudrición de la raíz en condiciones de campo.

Los síntomas por deficiencias en potasio fueron claros varias semanas después de aquellos causados por deficiencias de fósforo. Los pesos frescos y secos fueron menores que aquellos obtenidos de plantas crecidas en una solución nutritiva completa, pero fueron más que aquellos para plantas que tenían deficiencias en nitrógeno y fósforo. El tamaño pequeño de las hojas y el poco grosor de los tallos eran síntomas característicos. La intensidad del verde era mayor en las hojas de las plantas que tenían una deficiencia en potasio, no hubo quemadura marginal.

El crecimiento total de las plantas que tenían una deficiencia en calcio fue tan bueno como aquellas que recibieron la solución completa de nutrientes; esto pudo haberse debido a que se encontraron guijarros de caliza en el medio nutriente.

El contenido de ceniza y potasio en plantas con defi-

ciencia en nitrógeno fue mayor que en plantas con otros tratamientos. La cantidad de nitrógeno en las hojas fue menos de una tercera parte que en plantas que recibieron la solución nutritiva completa.

Las plantas con deficiencia en fósforo contenían menos nitrógeno y calcio.

La deficiencia en potasio resultó en algunos contenidos anormales altos de calcio, nitrógeno y magnesio; la carencia de potasio en el medio nutritivo, aparentemente favorecía la absorción de estos elementos. El contenido de fósforo fue casi normal.

La deficiencia de calcio en las hojas fue algo similar a aquellas deficientes en fósforo, ya que produjo un nivel menor de nitrógeno y potasio. El contenido de magnesio fue un poco alto y el de fósforo fue casi normal. (6).

EL CULTIVO DE LA VAINILLA

La propagación de la vainilla se hace por estaca y no por semilla, ya que llevaría demasiado tiempo para su germinación. Las mejores estacas son aquellas que proceden de plantas sanas y vigorosas; los cortes varían en longitud, teniendo una influencia decisiva en el desarrollo de las vainillas (Figura 12).

En México es común usar cortes de 30 cm de largo y algunos de 90 ó de 120 cm. En algunas regiones, han sido plantados cortes de 1.80 m a 3.65 m, así que el extremo libre puede colgar del tutor.

Los cortes más largos, si se plantan en época de lluvia mantienen un crecimiento continuo y dan flores y frutos en uno o dos años. Los cortes más pequeños no dan flores ni frutos sino hasta el tercero o cuarto año.

Se ha demostrado, en algunos experimentos, que el crecimiento de cortes más pequeños es mayor en proporción a aquel que se hace en los cortes más largos. (6).

McClelland (1919) encontró que cortes de 12 meses con dos internudos crecieron 1.4 m; con cuatro internudos 2.3 m; con ocho internudos 3.26 m y con doce 5.1 m. Sin embargo, ya que los cortes mayores dan fruto más rápidamente que los pequeños, es más económico y productivo cuando se tiene material disponible, plantar cortes largos (9), pero por observaciones hechas en la zona de estudio, esto se vuelve limitante ya que el material es escaso y caro, por lo que se aconseja estudiar

más a fondo las formas de propagación de esta planta.

Para el establecimiento de un vainillal se puede elegir un bosque o un terreno descubierto, si es en un bosque se recurre como método de cultivo rudimentario, al usado por los totonacas, sancionado por la experiencia de largos años y que es el generalmente adoptado por los cultivadores (Prof. De Castro, 1924) (46); este método actualmente aceptado, es el de roza, tumba, quema y consiste en desmontar el terreno por medio del machete, quitando arbustos y hierbas y dejándolas en el mismo lugar donde cayeron; esto se hace en los meses de febrero a abril. Posteriormente se tumban los árboles grandes y viejos, conservando aquellos que tengan menos de 10 años y que sirvan de soporte a la vainilla, procurando que haya una distancia de 2 a 4 m entre cada árbol.

La limpia y quema de las hierbas y arbustos se efectúa una vez que han eliminado suficiente humedad; a continuación queman y hacen dos siembras de maíz y dos de frijol, en los meses de junio y diciembre, dejando crecer los retoños del acahual, con una población de 2,000 tutores por hectárea.

Los árboles tutores se desarrollan libremente, sin simetría en el terreno y sin predilección por alguna especie.

Al segundo año de practicado este método, los tutores siguen desarrollándose, y al tercer año, en los meses de marzo a junio (inicio de las lluvias) se siembran las estacas de vainilla, realizando el chapeo en los meses de septiembre y octubre. Al cuarto y quinto años se realiza el acondicionamiento del vainillal y el chapeo a machete, cuidando de no maltratar

las raíces. Al sexto año se deja florecer el vainillal, florece en los meses de abril y mayo. (26).

Cuando en lugar de bosque, el cultivo se hace en terreno descubierto, se tiene la ventaja de escoger el árbol tutor y plantarlo cuando aparezcan las primeras lluvias, a distancias adecuadas para facilitar trabajos posteriores, ya sea en forma de "marco real" o en "tres bolillo", con orientación este-oeste (comunicación personal).

No hay un completo acuerdo entre los cultivadores acerca de cual es el mejor soporte para la vainilla: un árbol vivo, enrejados, celosías, postes, alambres o barras; los postes están sujetos a podrirse, por lo tanto, necesitan reemplazarse constantemente. En el caso de alambres o barras las vainas tiernas se pueden romper con un viento fuerte. (6).

Según opinión de algunos autores, las características que deben reunir los árboles tutores es que no sean productivos, contrario a como algunos aconsejan y otros lo practican con el fin de cosechar a la vez dos frutos distintos, porque de esta manera se agotaría el suelo; que su tallo no tenga espinas; que la corteza no se desprenda periódicamente, pues las raíces aéreas modificadas de la vainilla se encontrarían sin apoyo; que su raíz sea profunda para que no compita con la de la vainilla en la absorción de nutrientes; además, que sea resistente a los vientos. Conviene también que no tiren todas sus hojas a la vez, para que no les falte sombra (Galbraith, 1898) (6); no deberán ser muy altos ya que la vainilla seguiría trepando y se dificultarían la fecundación y cosecha de

los frutos.

Entre los árboles tutores más empleados cabe mencionar los siguientes: el "cojón de gato", Tabernaemontana alba; el "cocuite", Piscidia sp, Gliricidéia sepium Jacq.; el "pichoco" sin espinas, Erythrina sp; laurel, Litsea glaucescens H.B.K.; el "ramón", Trophis racemosa (L.) Urb.; la "chaca", Bursera simaruba (Sw.) Sarg.; también se han utilizado varias especies enanas del género Inga; el piñón, Jatropha curcas L. En las islas Seychelles, Pandanus hornei Balf. y algunas especies de higueras, Ficus sp son comúnmente usadas; algunos cultivadores hacen que el suelo cumpla doble función plantando vainillas sobre árboles de café. (9).

Algunas variedades altas y de crecimiento rápido se usan comúnmente para proporcionar sombra. En México el maíz se utilizaba a menudo para dar sombra a las trepadoras jóvenes, lo cual es muy negativo.

Cualquier árbol fuerte o arbusto pequeño, ampliamente ramificado, resistente al viento, es conveniente para estos propósitos. (9).

Por regla general, los árboles tutores se plantan formando líneas horizontales de este a oeste a distancias de 2.5 m una de otra y, entre cada árbol de 1.5 a 1.8 m dependiendo del número de vainillas que se le vayan a sembrar, éstas pueden ser de una a tres por cada tutor, cuando este último ha alcanzado una altura de 1 a 1.5 m ó 2 m, aproximadamente.

Al pie del árbol tutor se entierran 30 cm del bejuco de vainilla, en surcos de 50 cm de largo por 10 cm de ancho

y 5 cm de profundidad, procurando que cuando menos un nudo quede enterrado; el resto de la planta se sujeta al soporte o tutor.

Posteriormente se deben realizar dos escardaduras anuales, una al principio de las lluvias y otra después.

El riego se llevará a cabo sólo cuando el suelo pierda humedad, cuando la sequía es muy grande. Una instalación permanente, por cañería; manguera; métodos de irrigación por represa o surcos pueden ser usados de acuerdo con las características del terreno. (6, 25).

La poda de los tutores se llevará a cabo cuando sea necesaria, por exceso de follaje. (25).

La dirección de los bejucos será vertical y cuando haya alcanzado cierta altura se orientará su extremo superior en forma horizontal para evitar que la vainilla continúe creciendo, de esta manera se puede efectuar la cosecha sin necesidad de escaleras.

La poda de las vainillas se efectúa a partir del tercer año de plantadas, después de cada cosecha y durante la época de reposo (invierno), suprimiendo las partes que ya fructificaron. (25).

La floración de la vainilla planifolia es una vez al año, en los meses de abril y mayo, mismos en los que se lleva a cabo la fecundación artificial, ya que por la configuración de la flor muchas escaparían a la polinización natural si aquella no se practicara.

Ames (1944) ha establecido que la polinización de las

orquídeas es efectuada por varios grupos de insectos; especies de Lepidoptera (mariposa y polillas), Hymenoptera (abejas y avispas) y Diptera (moscas).

Aun en México, donde se dice que abejas del género Melipona y colibríes son responsables de ciertas cantidades de polinización natural, la polinización realizada a mano se usa actualmente para propósitos comerciales.

No hay una prueba experimental de que la abeja y el colibrí son actualmente efectivos en la polinización de las flores de la vainilla. (6).

Se piensa que familias de extracción francesa que vivieron en Nautla, Veracruz, introdujeron la polinización manual en México, alrededor de 1890 ó 1895 (Mallory, 1942). (9).

En Guadalupe, la vainilla pompona florece dos veces al año, una en julio y otra en los meses de noviembre y diciembre. Algunos años florecen constantemente, siendo muy vigorosas. (6).

La polinización artificial es la misma descrita por Edmond Albius (1816) en Reunión y consiste en detener la flor con los dedos índice y medio de la mano izquierda, colocando el índice detrás del gimnostemio para que sirva de apoyo, mientras que el pulgar levanta y mueve el ápice del estambre aproximando la antera; con un estilete, hierba dura, palillo, astilla, etc., en la mano derecha, se desgarran el labelo o labio para dejar expuestos los órganos reproductores. Posteriormente se introduce la punta del estilete debajo del rostelo para levantarlo y darle una posición recta, la antera que se

ha levantado junto con el rostelo, tiende a recobrar su posición normal inclinándose hacia el estigma y con el dedo pulgar se ayuda a que se toquen los dos órganos y las masas polínicas quedan adheridas al estigma. También se verifica la fecundación removiendo las masas de polen con la punta del estilote a la cual se adhieren y se coloca en el estigma (Figura 13).

El polen queda retenido en la superficie pegajosa del estigma, se deja en libertad el rostelo que, vuelve a su posición original ayudando a presionar el polen contra el estigma.

Hay algunas otras variantes en la forma de fecundar la flor, pero con cualquiera bien practicada se logran buenos resultados.

En México, las miles de flores que abren pueden ser polinizadas en un período de 20 días.

Aunque se obtendrían mejores resultados utilizando el polen de una flor para el estigma de otra, lográndose frutos más finos y más grandes, se tiene el inconveniente de ser más tardado y existe el peligro de tirar el polen al hacer el cambio, además de que es muy delicado.

Es recomendable realizar la polinización artificial en forma moderada para no cargar mucho la planta, además se ha observado que los frutos son mucho más chicos que los de las que llevan pocos y la cosecha resulta insignificante. Se aconseja polinizar de 30-35 flores por planta y de 4 a 5 en cada racimo. Una persona experta puede polinizar más de 800 flores en menos de medio día. (12).

Dado que la vida de la flores de 24 horas, la polinización debe realizarse con cierta rapidez, entre las 5 y 11 hrs. de la mañana y por la tarde cuando ya no hay sol, pero que haya luz todavía. En el pedúnculo floral pueden abrirse sucesivamente hasta 20 flores durante el período de floración por lo que es necesario emplear a varias personas para que efectúen la polinización. Si la polinización resulta mal la flor cae antes del segundo día quedando el ovario sin desarrollo, el cual se torna de color amarillento y posteriormente se desprenderá del pedúnculo.

Quando ha tenido éxito la operación, la flor se marchita poco a poco, se conserva sobre el ovario y éste empieza a crecer, Guignard (1886) y Swamy (1947) estiman que la fertilización de la vainilla ocurre unas cinco semanas después de la polinización, completándose una semana más tarde. Después de que se obtiene el fruto, le lleva de 5 a 6 meses para desarrollarse completamente. (6).

Varias sustancias del crecimiento son utilizadas en las flores de vainilla para producir fruto y, por lo tanto, reducir el costo de la labor y la polinización a mano (Ann. Repts., 1943, 1948). (6). Se encontró que cerca del 75% de las flores fructificaban de esta forma. Las vainas sin semilla se cosecharon y beneficiaron de acuerdo con el método usual.

Las vainas eran de color paja, quebradizas, no tenían aroma y en general no se comparaban favorablemente con las polinizadas a mano. El producto beneficiado fue pobre, lo que in-

dica que las semillas y los tejidos placentales eran de primordial importancia en el desarrollo del aroma y bouquet de la vaina de vainilla beneficiada. (6).

Las plagas y enfermedades constituyen un problema para el cultivo de la vainilla ya que afecta la producción y calidad de la planta. Entre las plagas se mencionan el piojo Spinas floridulus hemíptero que mide de 4 a 5 cm destruye los tejidos de las hojas, tallos y frutos, principalmente en las hojas, notándose pequeñas manchas blanquecinas; la chinche Dydarcus concircus y el Dydarcus obscurate que atacan los retoños y las flores de la planta, impidiendo la fructificación; la chinche esmeralda Nezara smaragula Fabr. (= Nezara viridula S.) hemíptero de color verde que oviposita en las hojas y tallos, al desarrollarse el insecto toma la savia de la planta; el Trioza litseae, chinche destructiva de la vainilla, se registra en Reunión, ataca vástagos y flores agujerándolas y produciendo manchas de decaimiento; el "chivo peludo" Plusia aurifera Hb. (= Autographa orichalcea Fabr.) oruga que se alimenta de las partes tiernas de las plantas, es común en Reunión, Madagascar, Africa Continental, Sta. Elena, Tenerife y sur de Europa; la oruga Conchylia vanillana (= Phalonia) después de la fecundación ataca los frutos jóvenes provocando su caída. El escarabajo Hoplia retusa Klug. agujera la corola; el Cratopus punctum Fabr. gorgojo gris que mordizquea las flores y destruye la columna; Perissoderes ruficollis Waterh. la larva permanece breve tiempo en el interior del tallo, perforándolo, se ha hallado en Madagascar. (M. Bordage, 1900, Ridley, 1912). (9).

Las hormigas afectan los frutos y los moluscos gasterópodos suelen roer la corteza del vainillo, sobre todo en los años secos.

En cuanto a las enfermedades de la vainilla se citan a continuación las más comunes causadas por hongos, los que representan un grave problema pues a causa de ellos se han destruido grandes vainillales. Sin duda la más diseminada y sería enfermedad de la vainilla es la anthracnosa, Calospora vanillae Masee, identificado en vainillales del ejido de Altamirano; ataca hojas, ápice del tallo y raíces aéreas, presentándose manchas numerosas amarillo ocre o pústulas rojas opacas o ambarinas previa decoloración. Se aconseja la supresión y destrucción de los órganos enfermos. Esta enfermedad ha afectado la producción de vainilla en las Mascarenas, Comores, Seychelles, Indias Occidentales, Tahití y Colombia. (9, 12, 25).

Otras especies de hongos se ha observado que atacan a diferentes partes de la vainilla; el Collectotrichum vanillae Scalia ataca a las hojas (Ridley, 1912), presentando manchas oscuras principalmente en el envés, se encuentra en terrenos poco drenados y muy sombreados; el Gloosporium vanillae Cooke el Loestadia Traversi Cav. encontrado en las hojas de la Vanilla planifolia. (9).

Vormicularia vanilla Dlacr. se ha encontrado en Mauricio; la "nogrilla" o "cangreno" Nectria vanillae Zimm., generalmente los tallos afectados son los más viejos y presentan al principio un color moreno pálido hasta volverse casi negro, es

conveniente quitar y quemar los tallos enfermos; la "roya", "chahuixtle" o "herrumbre" Uromyces joffrini Delacr. ataca hojas y frutos, las hojas presentan manchas amarillas; la "pudrición de la raíz" Fusarium sp ataca a toda la planta presentando marchitez gradual, atribuyéndola equivocadamente a la falta de agua en el terreno, posteriormente se presenta pudrición total, Tucker (1927) ha demostrado que la fuente de infección es el suelo y el hongo puede vivir ahí mínimo cuatro años. (6).

Phytophthora parasitica Dast. causa podredumbre del fruto; Glomerella vanillae (Zimm.) Petch. ataca las raíces. (9).

Desde el momento en que aparece el fruto tiene un color verde que conserva hasta una época, próxima a su madurez.

Cuando está maduro y en malas condiciones se torna amarillento; y, cuando está muy avanzada la madurez, se raja y se mancha, lo que reduce el valor comercial del producto. A esta vainilla se le llama "pinta" y "rajada" las que al ser beneficiadas reciben el nombre de "picadura".

Para evitar lo anterior es necesario hacer el corte antes pero sin que éste sea prematuro, la madurez se presenta en los meses de noviembre a febrero.

La cosecha de las vainillas se efectúa cuando sus extremos empiezan a tornarse amarillos o cuando crugen bajo la presión de los dedos.

Cada vaina se recolecta por separado, a mano y sin instrumentos, moviendo el fruto de un lado a otro sin retorcer,

con el fin de obtenerlo completo; de lo contrario, si se arrancara de un tirón, se caería el racimo y se inutilizarían la planta y los frutos aún no maduros.

Por otra parte, la vaina madura se podría romper o quedar sin pedúnculo, lo que posteriormente dificultaría la formación de los paquetes.

B E N E F I C I O

La vaina madura recién cortada no tiene aroma, para que lo adquiera necesita de un proceso o beneficio, llevado a cabo en un lugar o planta beneficiadora. El beneficio consiste en una serie de operaciones que tienen como objetivo la evaporación lenta del agua contenida en las vainas. (6).

Concluida la recolección, las vainas se colocan sobre camillas de madera, donde permanecen 24 hrs. Al día siguiente se asolean en el patio, en petates, extendiéndolas de izquierda a derecha y separadas entre sí. Sobre los petates se colocan cobijas de color oscuro para lograr mayor calor.

Debe procurarse que los pezones o cabezas queden orientados hacia el sur para que reciban directamente los rayos del sol, hasta que adquieran un color pardo; posteriormente se colocan en cajas de madera interiormente cubiertas por trapos oscuros y previamente calentadas al sol, procurando que las cabezas queden hacia adentro.

La vainilla más oscura se coloca al fondo, dejando la verde en la parte superior. Se cubre con la parte sobrante de los trapos, adicionando otros para conservar el calor; a esto se le conoce como operación del "sudor" o "sudado" de las vainas, repitiéndose tantas veces como sea necesario hasta obtener el resultado deseado. (34).

Generalmente son 20 sudadas en 100 días.

Cuando el tiempo es defavorable se hace indispensable recurrir al calor artificial, por medio de un calorífico a una

temperatura de 60 a 65° C durante 40 a 48 hrs. generalmente, dependiendo del grado de madurez de las vainas; por lo que, personas con mucha experiencia son capaces de realizar el beneficio con éxito, tomando en cuenta el color, el grueso y la blandura de la vainilla. (6, 9).

Una vez fuera del calorífico se repiten los procesos de secado y sudado al sol si son necesarios, aprovechando el sol hasta mediados de febrero.

Al término del beneficio el color inicial verde amarillento de las vainas se torna café intenso; de tal forma han sufrido el proceso de desecación que la hace menos fácil a la descomposición y más resistente. También deberán ser lo suficientemente flexibles para enrollarse alrededor de los dedos, sin romperse; la cantidad de humedad de las vainas tiene influencia en su apariencia y flexibilidad y, consecuentemente, en su calidad. Las vainas con un contenido de humedad de 32% tenían un aroma bien definido, suave y con un alto grado de flexibilidad, según Arana y Kevorkian (1943), Arana (1944). (6).

Este método se practica en nuestro país, en Java y en Tahití.

Además del descrito antes, hay otros métodos artificiales empleados en el beneficio de la vainilla. A continuación se mencionan algunos utilizados en diferentes lugares:

El proceso de las Guayanas consiste en cosechar la vainilla en plena madurez, cuando empieza a entreabrirse y se beneficia suspendiéndola por medio de cuerdas finas, en piezas

ventiladas y a la sombra, ligando la extremidad inferior para que no se abra. El beneficio dura de 15 a 20 días, presentando un olor más fuerte y penetrante que el de Reunión.

Según Aublet antes preparaban la vainilla colocándola en ceniza caliente para ennegrecerla y quitarle parte del agua contenida, después la limpiaban, le untaban aceite de olivo y la suspendían en el aire hasta que se secase.

En el proceso peruano las vainas se sumergen en agua hirviendo, se amarran de la punta y se cuelgan al aire libre durante 20 días hasta secarse, se untan con aceite de ricino y ya secas se forman los mazos.

El proceso de agua hirviendo ha dado buenos resultados en la isla Reunión, es semejante al del Perú. Las vainas se colocan en canastos y se sumergen en agua a una temperatura que varía entre los 80 y 90° C durante 15 ó 20 segundos, o bien, se sumergen 2 ó 4 veces durante 3 ó 4 segundos. Después se ponen a secar en petates con mantas oscuras y se introducen al horno a 80° C durante 16 minutos. Se secan al sol y a las tres de la tarde las envuelven y las colocan en cuartos secos, cerrados donde se conserva el calor hasta el día siguiente. Este sudor también lo dan metiéndolas en cajas como en el sistema mexicano.

Posteriormente se trasladan a una casa secadora de techo de lámina con amplias ventanas abiertas al medio día para que circule el aire entre ellas durante un mes. Cuando se secan y han adquirido flexibilidad y color oscuro característico, se van separando; las vainas se ablandan más pasándolas entre los

dedos.

Aunque difieran en la técnica, todos los métodos tienen el mismo propósito, el de obtener tan rápido como sea posible un tratamiento uniforme (Childers y Cibes, 1948). (6).

Después de un mes de observación (46), las vainillas se sacan de las cajas, seleccionándolas de acuerdo a la consistencia, color y longitud; separando la vainilla buena de las que tienen los siguientes defectos (33):

1. Baja de color.
2. Tamaño pequeño.
3. Reseca de alguna parte.
4. Gruesa del cuello.
5. Cueruda.
6. Vana o fofa.
7. Aposcollonada.
8. Manchada.
9. Reventada o rajada.
10. Maleada en general.

De las que se obtiene la vainilla de "picadura" que es mucho más fácil y menos costosa de beneficiar que la vainilla entera, resultando un producto medio de bastante aceptación. (46).

La vainilla buena se agrupa por tamaños, el mecanismo más usual consiste en tomar un puñado de vainillas con las cabezas hacia arriba y sobre una mesa dar ligeros golpes para que se emparejen en la parte en contacto con la superficie.

Se sostienen después con la mano izquierda y con la de-

recha se van sacando las vainas de mayor longitud para dejar las de igual tamaño y así hasta obtener grupos de diferente longitud en cada mazo (Figura 14).

Posteriormente, de acuerdo con información obtenida del presidente de la Unión de Productores de Vainilla en el Estado de Veracruz, las vainas se clasifican en:

- 1a. Extra.
- 2a. Superior.
- 3a. Buena.
- 4a. Mediana.
- 5a. Ordinaria.

Ahora bien, las vainas de vainilla en el mercado mundial se dividen para conveniencia, en cuatro tipos, principalmente, la Mexicana; la Bourbon; la Sudamericana incluyendo el vainillón, la de las Indias Occidentales y la pompona; y, la de Tahití.

La vainilla Mexicana viene de México solamente y es considerada como la mejor, las de Bourbon originariamente de la Isla Reunión, aunque hoy en día se incluyen las crecidas en Madagascar, Comores y Seychelles. La cosecha de Bourbon se manda completamente a Francia. Las vainas de Sudamérica crecen principalmente en las Indias Occidentales Francesas y las vainas de Tahití son vainillas inferiores del grupo francés de la Isla Sociedad. Las cosechas son grandes en Tahití pero las vainas son generalmente desabridas. Las vainas de Java que son consideradas como de quinta clase, pueden crecer en las Indias Holandesas; la mayor parte de la cosecha va a Ho-

landa. (6).

En México, generalmente el empaque de la vainilla se hace a mediados de abril y principios de mayo.

Las vainas se reúnen en paquetes o mazos de 50 a 90 frutos, con un peso entre 350 a 600 gramos. Esta operación requiere destreza porque un paquete bien hecho hace que el fruto tenga un mejor aspecto. Se colocan en el centro del mazo las vainas más rectas y pequeñas, y en torno a ellas las de mayor tamaño y encorvadas, dirigiendo las cabezas hacia el centro. El conjunto es atado con hilo de cáñamo o pita en los extremos y en el centro.

Los mazos se colocan en cajas de hojalata del tamaño de las vainillas, se tapan y se sueldan anotando los datos necesarios como el número que les corresponde, longitud, peso neto, peso bruto, número de mazos y calidad del contenido.

Tres o cuatro de estas cajas se introducen en una de madera, en la que se pone el nombre de la casa exportadora, posteriormente se clavan y se flatan (Figura 15).

Cuando el corte y el beneficio de la vainilla fueron los adecuados, al cabo de algún tiempo se cubren de pequeños cristales aciculares de color blanquecino, que le dan ese olor tan agradable y característico, esta sustancia es la vainillina cuya fórmula condensada es $C_8H_8O_3$ metoxi 3 hidroxí 4 benzaldehído, primeramente aislado de la vainilla por Gobley en 1858, de acuerdo con Arana (1944). (6, 9).

La vainillina libre no se presenta en las vainas recién cosechadas, su desarrollo es el resultado de la acción

enzimática sobre algunos glucósidos durante el proceso de beneficio. Tres glucósidos se han encontrado en las vainas de vainilla: glucovainillina, alcohol glucovainillico (caracterizado por su producto de hidrólisis, el alcohol vainillínico), y un glucósido no aislado que produce en la hidrólisis un éster de aroma suave. Se cree que el alcohol glucovainillico produce la glucovainillina por oxidación y después se hidroliza dando vainillina (Arana, 1944). (6).

Jones y Vicente (1949) trabajando con el sistema enzimático de la vainilla, concluyeron que la parte principal de la hidrólisis de la glucovainillina ocurre durante las dos primeras semanas de beneficio pero que alguna hidrólisis tiene lugar durante la parte temprana del acondicionamiento. (6).

De acuerdo con Denium (1949), el porcentaje de vainilla en las vainas varía según el lugar de procedencia, por ejemplo de: 1.169 a 1.88% en la vainilla mexicana, la vainilla de Bourbon contiene de 1.91 a 2.90%, la vainilla tahitiana 1.50 a 2.02%, la de Ceilán 1.48% y la javanesa 2.75% (32).

El porcentaje de vainillina no es necesariamente proporcional a la calidad de las vainas y no determina su valor final, ni son las vainas más fuertemente aromáticas las que tienen un contenido más alto de vainillina. En efecto, Balls y Arana (1941) concluyeron en sus trabajos que otros compuestos fenólicos no tanto como la vainillina, contribúan al sabor y aroma del producto. (6).

Existen varios métodos para la preparación del extracto de vainilla, pero el proceso de percolación es el más usa-

do.

Las vainas primero son finamente picadas y se colocan en un percolador, después se agrega solución de alcohol etílico al 35 a 65%. Una vez que empieza a percolar se satura con el mismo líquido extraído, varias veces hasta que se remueva el máximo de vainillina. Se pone a añejar antes de salir al mercado.

Otro método que es esencialmente el mismo, pero más moderno y mecánico, tiene que ver con una percolación circulatoria, por medio de la cual el disolvente se bombea desde la parte inferior del tanque y se permite una repercolación. Esta circulación regular del solvente a través de las vainas se continúa hasta que la extracción de la vainillina es la misma en la parte de arriba y de abajo del tanque que es cuando el líquido se saca y está listo para ser vendido.

Según las Leyes de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de América, el extracto de vainilla es aquel saborizante preparado en las vainas de vainilla con o sin azúcar o glicerina y contiene, en 100 centímetros cúbicos, la materia soluble de no más de 10 gramos de la vaina. Basados en esta medida se llevan 378 gramos de vainas para hacer aproximadamente 3.75 litros de un extracto ya terminado. (9).

FALSIFICACIONES

Siendo un producto de gran valor la vainilla es frecuentemente falsificada. La falsificación más corriente es extraer por medio del alcohol la vainillina, cubriendo luego los frutos con bálsamo del Perú para imitar el aroma. Otro fraude consiste en recubrirlas con ácido benzoico, pero se reconocen en que las agujas de éstos son largas y paralelas a la superficie de la vainilla, mientras que los cristales de ésta son más pequeños, delgados y perpendiculares a la superficie; además el ácido benzoico se funde a los 120° y se sublima sin descomponerse a los 240° C, y la vainillina funde entre los 80° y 85° C.

En ocasiones la vainillina es reemplazada por la cumarina pero ésta funde a los 66° ó 67° C, mientras que la vainillina resiste más.

También se falsifica por la adición de acetanilida; para poner el fraude en evidencia se calienta a ebullición por 15 minutos con potasa alcohólica. La acetanilida es desdoblada en anilina y acetato de potasio. La adición de cloroformo a una mezcla enfriada dará, en tal caso, un olor repugnante de fenil carbilamina. Un producto puro no da esta reacción.

VAINILLINA ARTIFICIAL

El vegetal más ampliamente utilizado como sustituto y adulterante más notorio de la vainilla es la tonka Dipteryx odorata (Aubl.) Willd., un árbol leguminoso nativo del norte de Sudamérica y Trinidad. Contiene un porcentaje alto de cumarina y se usa principalmente en la manufactura del tabaco y en perfumes, y en menor grado en saborizante de licores.

Otra vaina de tonka, la Dipteryx oppositifolia Willd. cuyo olor se le atribuye a una gran cantidad de cumarina, si se toma en gran cantidad se dice que produce efectos venenosos, unos 0.9 a 3.9 gramos son suficientes para causar náuseas, depresión y somnolencia (Ferguson, 1889). (9).

El principal competidor de la vainillina natural es la vainillina sintética o artificial.

Un número de sintéticos químicos es usado, pero no igualan en calidad al extracto natural.

Los químicos alemanes fueron los primeros en poner la vainillina sintética en el mercado, primero producida en 1874 por Tieman, a través de un proceso de oxidación con el ácido crómico del glucósido coniferina o jugo extraído de los pinos.

Más tarde, en 1891, el químico francés De Taire, extrajo la vainillina del eugenol, obtenido por destilación fraccionada del aceite de clavo, éste es todavía la fuente primaria de la vainilla comercial. Hace poco tiempo la vainillina había sido producida en grandes cantidades de la pulpa de la madera. (6).

Una pequeña cantidad de vainilla pura, alrededor de un 10%, aumenta grandemente el sabor de estos extractos artificiales. (6).

Aún cuando la ciencia ha inventado sustitutos de este material saborizante popular, la vainilla, como muchos otros productos naturales que han sido sintetizados, debe sobrevivir a estas intrusiones.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Aspectos generales.- La zona de estudio abarca los municipios de Papantla, Gutiérrez Zamora y Tecolutla, en el norte del Estado de Veracruz.

El Municipio de Papantla tiene una superficie de 1,199 km² y su población es de 15,000 habitantes. Se encuentra a una distancia de 317 km de la Ciudad de México, con la que se comunica con la carretera que va a los puertos de Tecolutla y Nautla. Tiene 127 localidades. Limita al norte con los Municipios de Cazones, Poza Rica y Coatzintla; al sur con Martínez de la Torre y el Estado de Puebla; hacia el este se encuentra Tecolutla y Gutiérrez Zamora; y, al oeste El Espinal. Su territorio es irregular con lomeríos, cañadas y valles; lo riegan afluentes de los ríos Cazones, Tecolutla y algunos arroyos que van directamente al mar. Tiene comercio muy activo. Es muy favorecida por el turismo; la zona arqueológica del Tajín es de suma importancia. Se cría ganado vacuno y porcino.

Produce plátano, naranja, maíz, chile, anona, papaya, tabaco, limón, frijol, pimienta gorda y sobre todo la vainilla que se cultiva para exportación.

El Municipio de Gutiérrez Zamora, cuya superficie es de 234 km² tiene una población de 21,550 habitantes. Dista 346 km de la Ciudad de México, con la que está comunicada por una carretera que pasa por Papantla y Poza Rica y llega a la "barrera" de Nautla. Limita con los Municipios de Papantla y Tecolutla.

Lo riega el río Tecolutla, a 11 km de su desembocadura.

Es centro comercial de una zona productora de naranja, pomelo, plátano; también se cultivan mandarina, maíz, chile, frijol, limón, tabaco, pimienta gorda y vainilla.

El Municipio de Tecolutla tiene una extensión de 471 km², con una población de 16,000 habitantes. Está a una distancia de 359 km de la Ciudad de México. Limita al norte con el Municipio de Papantla; al sur con Martínez de la Torre; hacia el este con el Golfo de México y al oeste con Gutiérrez Zamora y Papantla. Produce naranja, plátano, mandarina, coco, papaya, maíz, sandía, pomelo, frijol, limón, mango, yuca, toronja y vainilla.

Localización. El área de estudio se encuentra en la zona norte del Estado de Veracruz, entre 20°24' y 20°36' latitud norte del Ecuador y 97°00' y 97°22' longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

En esta zona se hicieron 14 pozos en los siguientes lugares de muestreo:

Pozo No. 1. Se localiza en el rancho "Plovera", Congregación de Cruz Verde, Municipio de Papantla, sobre terreno plano, a 30 km al noreste de Papantla.

Pozo No. 2. Localizado en el rancho "Plovera", Municipio de Papantla, sobre una ligera pendiente, a 30.50 km al noreste de Papantla.

Pozo No. 3. Se localiza en el rancho "Plovera", a 30.3 km al noreste de Papantla.

Pozo No. 4. Se encuentra en el rancho El Juguete, Con-

gregación de Santa Agueda, Municipio de Papantla, a 30 km al norte de Papantla.

Pozo No. 5. En Rodolfo Curti, perteneciente al Municipio de Papantla, a 15 km al sureste de Papantla.

Pozo No. 6. Localizado en Rodolfo Curti, Papantla, a 50 m del pozo anterior.

Pozo No. 7. Se localiza en Ensenada El Cepillo, Gutiérrez Zamora, a 12 km al oeste de este Municipio.

Pozo No. 8. Se localiza en una ligera pendiente del rancho Xanatlán, Congregación de Arroyo Grande, Gutiérrez Zamora, a una distancia de 8 km al noroeste de este último.

Pozo No. 9. Localizado en el rancho Arroyo Grande, Gutiérrez Zamora.

Pozo No. 10. En el rancho Arroyo Grande, Gutiérrez Zamora.

Pozo No. 11. También se localiza en el rancho Arroyo Grande, Gutiérrez Zamora.

Pozo No. 12. Se localiza a orillas del río Tecolutla, en el Municipio de Gutiérrez Zamora.

Pozo No. 13. Localizado en el rancho Cruz de los Esteros, Tecolutla, a 15 km de Gutiérrez Zamora.

Pozo No. 14. Se localiza en el rancho Cruz de los Esteros a 30 m del pozo anterior.

El criterio que se siguió para la localización y muestreo fue el de escoger cultivos típicos de la zona vainillera, en buenas condiciones y, plantíos, en donde no se tiene un manejo adecuado del vainillal, así como también, lugares en don-

de no hay cultivo de vainilla, con el fin de relacionar las características del suelo con el establecimiento del vainillal.

A continuación se da una descripción general de los lugares de muestreo:

Al vainillal en el rancho Piovera, Congregación Cruz Verde, Municipio de Papantla, Veracruz; corresponden los pozos 1, 2 y 3. Este cultivo se localiza a 30 km al noreste del poblado de Papantla. Se encuentra a una altitud de 22 msnm; constituido por materiales sedimentarios de arenisca, calizas y lutitas. Tiene un clima Aw_1 "(e).

El cultivo tiene una superficie de 40 ha establecidas en diferentes estados de desarrollo vegetativo, equidistantes a 2.50 m en "marco real", con tres esquejes por árbol tutor; sembrados en el mes de marzo de 1979. El tamaño de los bejucos para la siembra es de 80 cm de longitud. El árbol tutor empleado es el pichoco sin espinas, Erythrina sp. Tienen riegos de auxilio mediante dos cañones, por aspersión. El tipo de fertilizante utilizado tiene la fórmula (18 46 00), colocando 500 g de fertilizante por vainilla, y se evita el contacto directo con las raíces de la planta.

Se espera obtener una producción de 4 toneladas de vainilla verde, resultando 1 ton beneficiada por ha, si se cosecha en enero.

El vainillal del rancho El Juguete, Santa Aguada, Papantla, Ver., localizado a 3 km del rancho Piovera. Tiene una superficie de 10 ha, sembrando dos esquejes por árbol tutor.

Utilizan dos tipos de árboles tutores, cocuito, Pisci-

dia sp. y chaca, Bursera simaruba, alternados a equidistancias de 2 m en "marco real" y asociado con cultivo de papaya. A 500 m del cultivo tienen un vivero, de donde se tomaron las muestras de suelo del pozo 4.

En la Congregación de Rodolfo Curti, Municipio de Papantla, Ver., se hicieron los pozos 5 y 6, a 15 km al sureste del poblado de Papantla; tiene 5,000 m², la vegetación es de acahual, no hay simetría en el terreno, ni predilección por alguna especie de árbol tutor; siembran dos esquejes por árbol. No utilizan fertilizante. En 1979 se obtuvo una producción de 100 kg de vainilla verde. Es un cultivo tradicional rudimentario.

En Ensenada El Cepillo, Municipio de Gutiérrez Zamora, Ver., a 12 km al oeste del poblado de Gutiérrez Zamora, se hizo el pozo 7. El clima es Aw₂(e).

Tiene una superficie de aproximadamente 1 ha. Utilizan distintos árboles tutores. Como el anterior, también es un cultivo tradicional.

Al cultivo del rancho Xanatlán, Congregación de Arroyo Grande, del Municipio de Gutiérrez Zamora, Ver., corresponden los pozos del 8 al 11. Localizado a 8 km al noroeste del poblado de Gutiérrez Zamora. Clima Am(e).

El cultivo tiene una superficie de 3 ha, establecido desde marzo de 1977 en árboles tutores de chaca y laurel.

El fertilizante es el completo, cuya fórmula se desconoce. La producción es de 1,000kg de vainilla verde.

El pozo 12, se hizo cerca del río Tecolutla en el

Municipio de Gutiérrez Zamora, Ver., y de un cultivo de naranja. En éste no hay cultivo de vainilla.

En el rancho Cruz de los Esteros, Municipio de Tecolutla, Ver., se muestrearon los pozos 13 y 14. Este vainillal se localiza a 15 km del poblado de Gutiérrez Zamora, Ver. Es una zona plana, a una altitud de 3 msnm, constituida por materiales sedimentarios de arcillas, arenas, gravas y aluviones, en discordancia con sedimentos más antiguos. Su clima es Am(e).

El cultivo tiene una superficie de 2 ha con aproximadamente 7,000 esquejes, equidistantes a 2.5 m, sembradas con cocuite como árbol tutor, un esqueje por tutor. Con una producción de 400 kg de vainilla verde por ha.

Geología.— Las características geológicas del Estado de Veracruz, están directamente relacionadas con los fenómenos tectónicos que provocan su formación a fines de la Era Cenozoica. Estos fenómenos son principalmente los levantamientos y plegamientos de las Sierras Madre Oriental y del norte de Chiapas, así como las emisiones de lava que originaron la Sierra Neovolcánica y los Tuxtlas.

Las rocas predominantes son sedimentarias y en menor proporción ígneas y metamórficas. Las rocas sedimentarias están representadas principalmente por pizarras, calizas, areniscas, lutitas, margas y conglomerados, todas con edad que va del Paleozoico Superior al Reciente. Las rocas sedimentarias del Cenozoico son las que predominan dentro del Estado, están representadas por afloramientos de calizas, lutitas, areniscas, conglomerados y margas; sus colores son grises y crema;

y generalmente están depositados en lechos horizontales. Se encuentran distribuidas en todo el Estado, principalmente en la Planicie Costera del Golfo, en discordancia con rocas más antiguas. (38).

La zona de estudio corresponde a la Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla. El Mioceno Inferior está representado por la Formación Tuxpan, constituida por capas de arenisca, de arenisca calcárea, de caliza arenosa y de lutita más o menos arenosa, con predominio de estas últimas; localmente se aprecian algunos conglomerados, particularmente hacia la base de la formación. Los sedimentos fueron depositados durante una transgresión de aguas someras, seguidas por una regresión hasta alcanzar su posición actual en el Golfo de México. Descansa en discordancia sobre las formaciones oligocénicas Escolín, Coatzintla, Mesón, Alazán y Palma Real. (23).

La Formación Tuxpan, expuesta a lo largo de la costa del Golfo de México desde el noreste de Cerro Azul, Veracruz, hasta unos 20 km al sur del río Tecolutla, está cubierta en partes por sedimentos costeros y aluviales más jóvenes que el Mioceno, no diferenciados que pueden corresponder desde el Plioceno hasta el Reciente.

En esta formación se localizan los pozos no. 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10 y 11.

Entre sus fósiles característicos se cuentan foraminíferos, equinodermos y moluscos. (23).

Las formaciones sedimentarias del Pleistoceno y Reciente están representadas por arcillas, arenas, gravas y alu-

viones depositados en lechos horizontales distribuidos principalmente en la Planicie Costera del Golfo, en discordancia con sedimentos más antiguos (38), en ésta se encuentran los pozos no. 5, 6, 7, 12, 13 y 14.

La zona de estudio se encuentra comprendida entre el Oligoceno Superior del Cenozoico Terciario y el Reciente del Cuaternario. (23).

MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

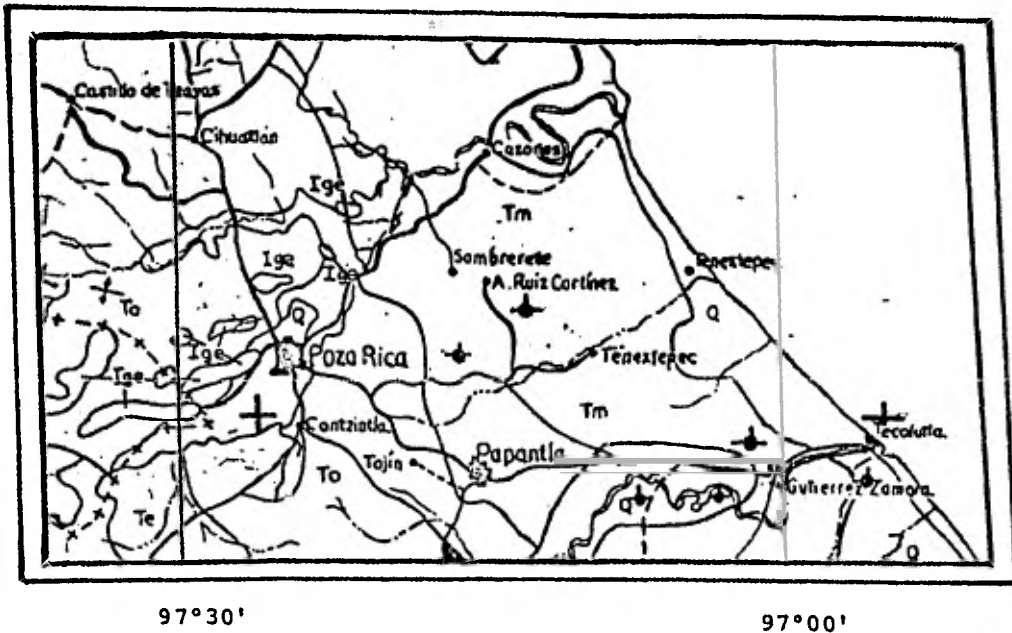


Figura 6

LEYENDA

IGE	Igneo Extrusivo
Q	Pleistoceno
Tm	Mioceno
To	Oligoceno
Tp	Paleoceno

SIMBOLOS

—	Contacto geológico
+	Poblado
—	Carretera
+	Anticlinal
+	Muestreo
—	Corriente permanente
- - -	Corriente intermitente

Fuente: Instituto de Geología, UNAM

Material: Carta Geológica de Veracruz

Fisiografía.- Se presentan tres tipos fisiográficos en este Estado, uno puede apreciarse en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental en el lugar de origen de los grandes ríos; el segundo en la llanura costera del Golfo de México, donde la pendiente se suaviza para dar lugar a ríos de corrientes menos rápidas y a suaves pendientes, por último, el tercero se observa en los ríos cuando adquieren un carácter meándrico en las llanuras próximas a su desembocadura, como es el caso de los ríos Pánuco, Tamuín, Tuxpan y Tecolutla.

Las zonas que abarcan mayor extensión son las llanuras y se caracterizan por presentar áreas planas y ligeramente onduladas que se extienden principalmente de norte a sur. Ocasionalmente existen lomeríos cuyas alturas no afectan el relieve general de esta geoforma. (38).

Los sitios de muestreo se encuentran en la llanura costera del Golfo de México, en la parte norte del Estado de Veracruz.

Hidrografía.- El Estado de Veracruz está drenado en su mayor parte por siete grandes ríos; con sus numerosas corrientes tributarias. La región de Ebano Pánuco, surcada por los ríos Tamesí llamado Guayalejo aguas arriba atraviesa toda la Cuenca de Magiscatzín (Tamaulipas) y el río Pánuco está formado por tres ríos tributarios, el Moctezuma, el Tamuín y el Tempoal; entre ríos menores pueden mencionarse los de San Rafael, Barbera, Esteros, Topila, Cucharas, Tancochín y Temapacha, que se encuentran entre el río Pánuco y el río Tuxpan.

Los ríos Tuxpan y Cazones se encuentran al norte de Po-

za Rica y tienen numerosos afluentes.

Una de las corrientes más caudalosas es la del río Tecolutla, que desemboca en la población del mismo nombre y finalmente, deben citarse los ríos Nautla y Misantla, en el extremo sur de la región.

Todas estas corrientes tienen carácter consecuente y siguen en términos generales la inclinación regional de las formaciones hacia el este. Ocasionalmente se desvía el curso de algunos ríos por el efecto de masas o rocas ígneas o de algunos cerros formados casi exclusivamente por calizas. Estos ríos tienen casi siempre drenaje dendrítico, cambiando su aspecto cuando cortan distintas clases de rocas. (23).

En la zona de muestreo se encuentran principalmente los ríos Cazonas y Tecolutla.

Climatología.- Debido a su latitud la insolación se distribuye casi uniformemente durante todo el año, ya que la máxima diferencia en duración entre el día y la noche es menor de dos horas en el extremo norte. Sin embargo, la gran nubosidad que caracteriza al Estado impide el paso de toda la radiación solar que debería llegar a la superficie. Bajo este aspecto es interesante hacer notar que la costa del Pacífico a igual latitud es considerablemente más caliente que la del Golfo de México.

El gradiente térmico varía con la posición de los lugares, así, la porción situada al norte del paralelo 20° N, expuesta más directamente a los vientos frescos del mar, tiene un gradiente de 0.5° C por cada 100 m de aumento en altitud.

El mínimo principal de temperatura se presenta en enero debido a la mayor frecuencia de los nortes en esta época del año, y el más caliente en junio en toda la porción situada al norte de las Sierras de Teziutlán y Zacapoaxtla.

El efecto de la altitud es considerablemente más notable que el de la latitud en la distribución de la temperatura; así a lo largo de la costa la temperatura media anual es casi igualmente alta en el norte que en el sur y en cambio disminuye rápidamente hacia el oeste al aumentar la altitud de la sierra. Por la disminución de la temperatura con la altitud los climas del Estado varían de muy cálidos a muy fríos.

La cantidad de vapor de agua que los vientos transportan en las diferentes épocas del año y el efecto de la orografía son muy importantes desde el punto de vista de la distribución y cantidad de precipitación. La gran diversidad de agentes físicos origina diferencias notables en la cantidad de lluvia aún en distancias relativamente cortas.

Los principales vientos responsables de la precipitación que priva en el verano son los alisios. La lluvia veraniega es considerablemente aumentada por la influencia de los ciclones tropicales, perturbaciones que son más frecuentes a fines del verano y principios de otoño. Los lugares que tienen influencia de ciclones presentan su máximo de precipitación precisamente en el mes de septiembre.

Durante el invierno los Alisios decrecen pero se presentan en las invasiones de aire polar continental o "nortes" procedentes del norte de E.U.A. y sur de Canadá que al recoger

humedad del Golfo de México aumentan la cantidad de lluvia invernal en las zonas más directamente expuestas a ellas. (15).

De acuerdo a la clasificación hecha por Köppen y modificada por Enriqueta García (15), los lugares de muestreo pertenecen a tres tipos de clima:

1. Am(e) pertenece al grupo de climas cálido húmedo con lluvias en verano; por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual; precipitación del mes más seco menor de 60 mm.

Extremoso, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7° y 14° C. Este clima es muy característico de los lugares lluviosos que se encuentran al sur del Trópico de Cáncer, se localiza sobre las laderas de la Sierra Madre Oriental comprendidas entre los paralelos 20°00' y 21°30' N a altitudes de 400 a 600 m aproximadamente; comprende parte de las Huastecas y es transición hacia arriba con los climas semicálidos húmedos y hacia abajo con los cálidos subhúmedos Aw.

Este clima se presenta en los pozos del no. 8 al 14.

2. Aw₁"(e) pertenece al grupo de climas cálido subhúmedo, con lluvias en verano. Intermedio en cuanto al grado de humedad entre el Aw₀ y el Aw₂; con un cociente P/T entre 43.2 y 55.3; precipitación del mes más seco menor de 60 mm; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual. Temperatura media del mes más frío mayor de 18° C; temperatura media anual entre 22° y 26° C. Extremoso, oscilación anual de la temperatura media mensual entre 7° y 14° C. Las causas de

TABLA IV.- Datos de temperatura y precipitación de las Estaciones consideradas en el estudio.

Gutiérrez Zamora, Ver. Altitud 3 msnm. Coordenadas 20°29', 97°06'. Clima Am(e).													PROME- DIO
Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T 12	20.6	22.3	22.9	25.6	27.7	28.6	28.2	28.6	28.0	26.1	22.8	20.8	25.2
P 13	50.7	41.1	53.5	46.8	111.2	117.3	162.3	149.8	284.7	312.7	116.0	56.9	1503.0

Papantla, Ver. Altitud 298 msnm. Coordenadas 20°27', 97°19'. Clima Aw ₁ '(e).													PROME- DIO
Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T 31	18.9	20.2	22.5	25.3	27.3	27.6	27.1	27.5	26.5	24.7	21.3	19.2	24.0
P 31	44.4	32.3	37.0	48.5	71.2	127.9	124.8	107.3	265.8	161.7	87.6	61.4	1169.9

Tecolutla, Ver. Altitud 3 msnm. Coordenadas 20°30', 97°01'. Clima Am(e).													PROME- DIO
Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
T 9	19.0	20.0	22.0	24.9	26.6	27.4	26.6	27.5	26.3	24.4	21.3	19.9	23.8
P 9	37.9	49.4	48.2	63.5	69.4	109.7	177.4	121.2	464.8	336.4	160.1	68.6	1706.6



TABLA V.- Resumen de los datos climáticos de las Estaciones consideradas en el estudio.

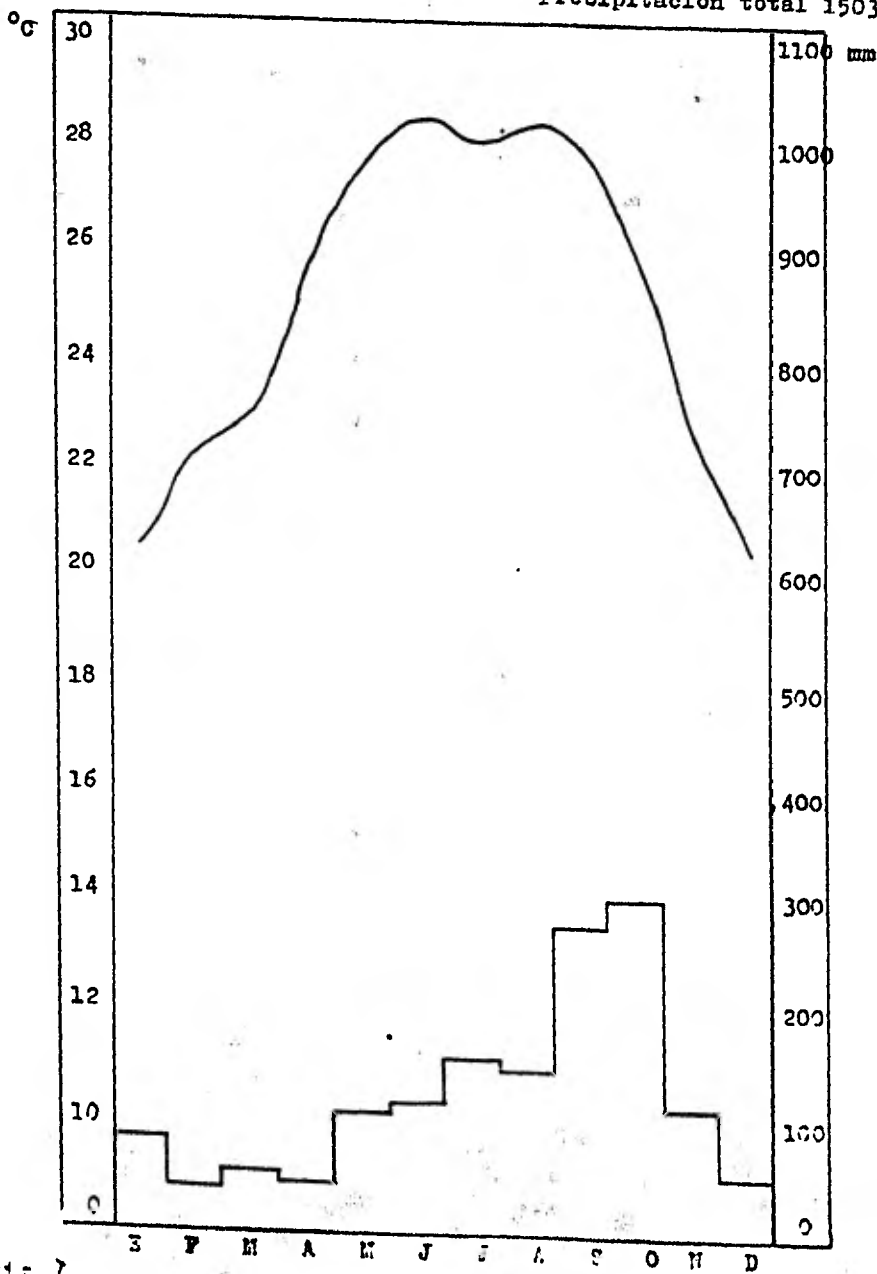
Datos climáticos	Gutiérrez Z.	Papantla.	Tecolutia
Temperatura del mes más frío	20.6 Enero	18.9 Enero	19.0 Enero
Temperatura del mes más caliente	28.6 Junio	27.6 Junio	27.5 Agosto
Precipitación del mes más seco	41.1 Febrero	32.3 Febrero	37.9 Enero
Precipitación del mes más húmedo	312.7 Octubre	265.8 Sept.	464.8 Septiembre
Régimen de lluvia de invierno	entre 5 y 10% de la anual		
Cociente P/T de lluvia en verano	59.6	48.7	71.7
Literal para régimen de lluvia	m	w"	m
Fórmula de clima húmedo o seco	Am	Aw"	Am
Sequía o humedad	húmedo	subhúmedo	húmedo
Grupo de clima por la temperatura	cálido	cálido	cálido
Símbolo (condiciones de temperatura)	A	A	A
Oscilación térmica anual	entre 7 y 14° C		
Símbolo y/o literal	(e)	(e)	(e)
Marcha anual de la temperatura	extremoso	extremoso	extremoso
Tipo de clima	Am(e)	Aw ₁ "(e)	Am(e)

TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LA ESTACION

METEOROLOGICA DE GUTIERREZ ZAMORA, VER.

71.

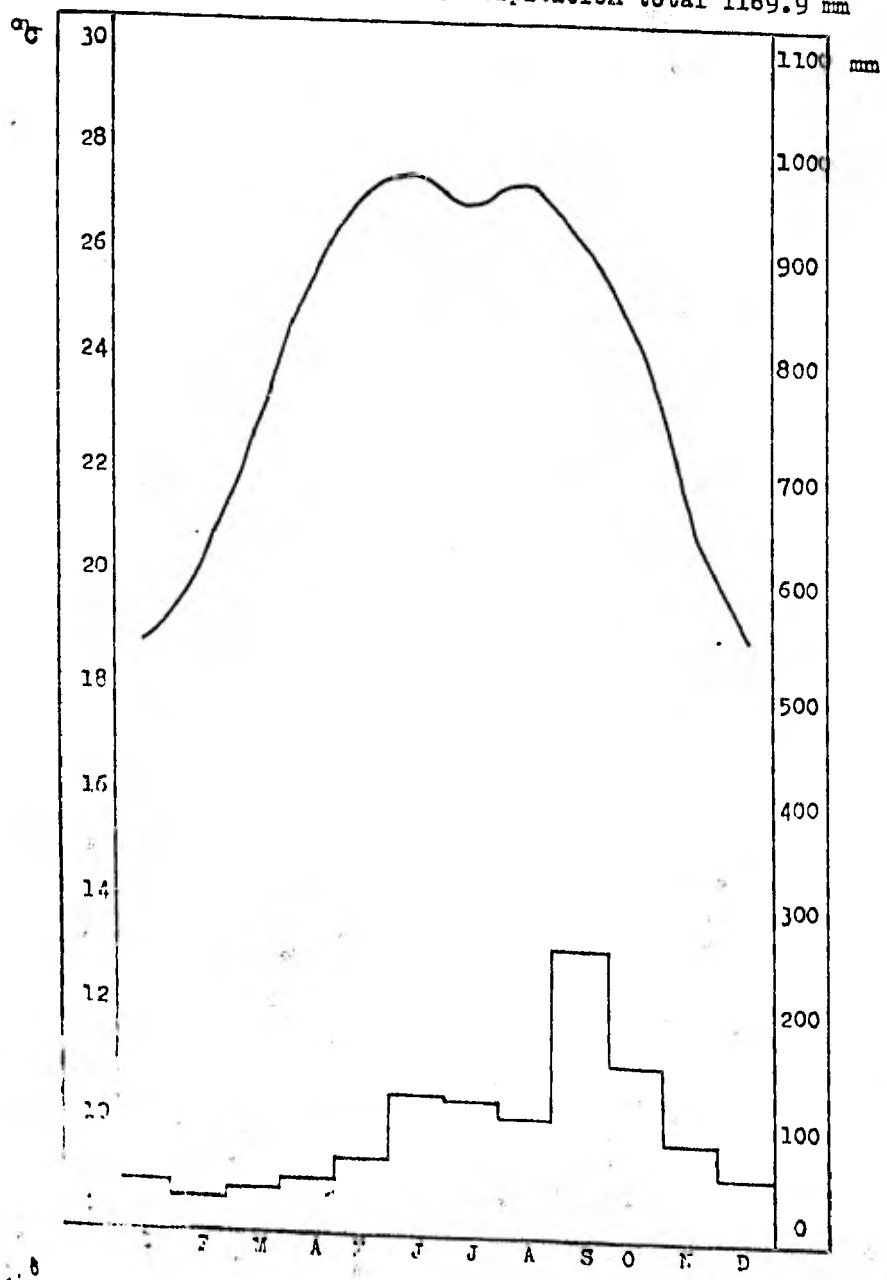
Temperatura 
Precipitación 
Precipitación total 1503.0 mm



TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LA ESTACION

METEOROLOGICA DE PAPANOLA, VER.

Temperatura \curvearrowright
Precipitación Π
Precipitación total 1169.9 mm



TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LA ESTACION
METEOROLOGICA DE TECOLOTLA, VER.

73.

Temperatura \curvearrowright
Precipitación \square
Precipitación total 1706.6 mm

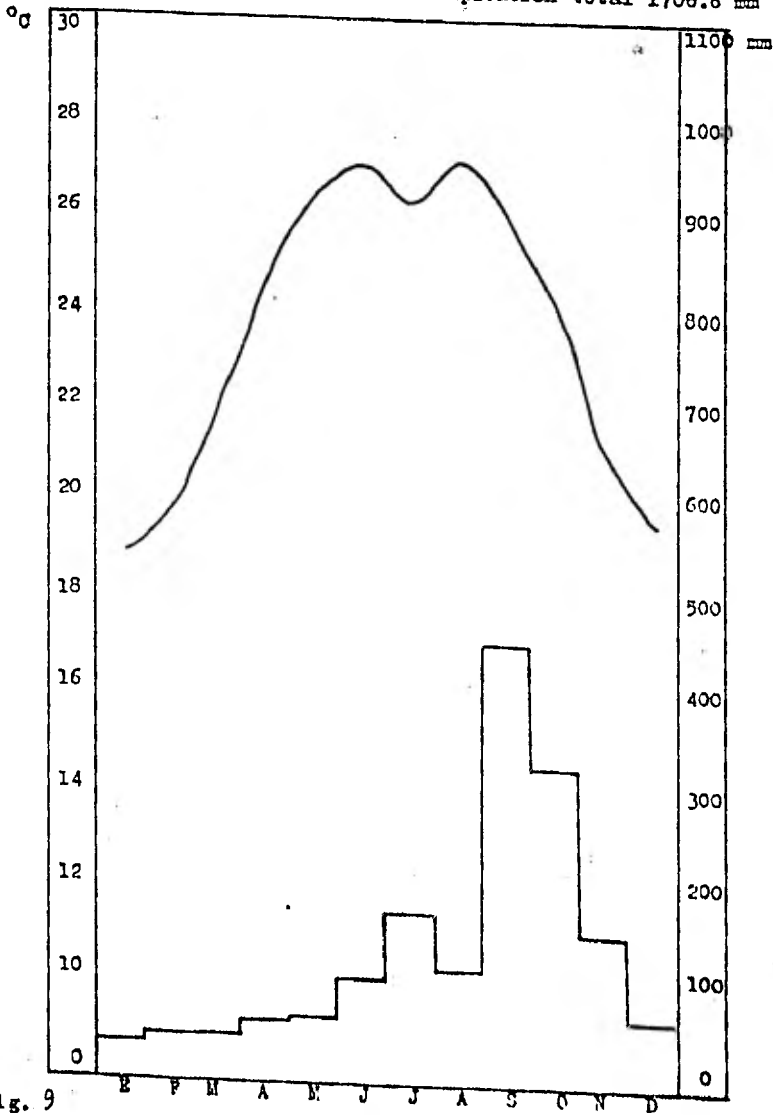


Fig. 9

La existencia de este régimen pluviométrico son las mismas que originan al Aw sólo que en Aw la precipitación es menos abundante. Se presenta en las zonas de transición entre las afectadas directamente por los Nortes y las aisladas de su influencia.

Este tipo de clima se presenta en los pozos del no. 1 al 6.

3.- $Aw_2(e)$, clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor de 60 mm; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual. El más húmedo de los cálidos subhúmedos, cociente P/T mayor que 55.3. Extremoso, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7° y 14° C. Dentro de esta zona de clima Aw_2 se encuentra un pequeño manchón de clima Aw_1 , en la región de Papantla y Poza Rica. (15, 16).

Este clima se presenta en el pozo no. 7.

Vegetación.- En la zona de muestreo se localizan los tipos de vegetación de selva alta perennifolia propia de los climas cálidos húmedos; selva baja de clima cálido subhúmedo y selva alta o mediana subperennifolia y sabanas encontradas en ambos tipos de clima.

Suelos.- En contraste con el conocimiento de los climas, los suelos de Veracruz son muy poco conocidos. Sin embargo, existen algunos estudios aislados de suelos que pueden ser bastante útiles para entender la variación del suelo en el Estado. (18).

Los suelos que presenta el Estado de Veracruz son:

Litsoles, Regosoles, Dunas, Gleisoles, Aluviales (Fluviales), Rendzinas negras y rojas, Vertisoles, Hidromórficos, Oxisoles (Lateríticos), derivados de cenizas volcánicas, Andosoles, Halomórficos y Brunizems. (17).

De acuerdo con la Unidad de Clasificación de la FAO (1972) los lugares de muestreo presentan suelos de tipo Feozem calcárico vértico, se caracteriza por presentar horizonte A mólico con estructura en bloques angulares, subangulares y granulares bien desarrollado y con una consistencia en seco ligeramente dura, en los terrones del suelo se observan cromas en húmedo menores de 3.5 y en seco menores de 5.5 predominando los colores pardo grisáceo a pardo grisáceos muy oscuros; además su saturación con bases es mayor de 50% en relación a la capacidad de intercambio catiónico la cual varía de media a alta, tiene un contenido mayor de 1% de materia orgánica en los primeros 30 cm y su espesor promedio en la zona es mayor de 25 cm; su contenido en fósforo es bajo en la mayoría de los horizontes A de estos perfiles. Presentan un horizonte B cámbico el cual se identificó como un horizonte alterado con estructura de suelo, presencia de minerales intemperizados, evidencias de alteración por oxidación, iluviación de arcillas y carbonatos y presencia de películas arcillosas dobladas discontinuas y orientadas únicamente de manera vertical.

Actualmente estos suelos están situados sobre la llanura costera, su topografía es uniforme y plana, su profundidad efectiva del suelo es mayor de 100 cm, no presentan obstrucciones ni procesos de hidromorfismo, salinidad o sodicidad;

su drenaje interno es eficiente no así su drenaje externo ya que durante los meses de julio y agosto algunos de estos perfiles se inundan durante un mes o dos.

Estos suelos presentan un uso agrícola cuyas clases se consideran como clase 1 y clase 2, caracterizando a la clase 1 por soportar agricultura mecanizada, de tracción animal y manual en forma continua que asegura el uso permanente del terreno y que es apto para la siembra de la mayoría de los cultivos típicos de la región, en este caso cultivos tropicales; la clase 2 está limitada en función de la topografía levemente ondulada e inundaciones estacionarias, sin embargo se permite una agricultura continua.

Estos suelos permiten la explotación de manera eficiente de la vainilla y sus factores limitantes son tan ligeros que se pudieran considerar como clase 1 específicamente para el desarrollo de este cultivo.

El suelo presenta además una gran cantidad de inclusiones de origen animal recientes cuyas características estructurales del exoesqueleto proporcionan al suelo un gran aporte de carbonato de calcio. La presencia de estas inclusiones animales se genera en cada uno de los ciclos anuales de inundación de los suelos, que ya sea a través de corrientes laminares de agua o a través de métodos coluvio-aluviales se deposita como sedimentos que aportan una cantidad muy considerable de calcio; de hecho, estos suelos dado el clima, el régimen de humedad y temperatura predominantes, estarían casi absolutamente desbasificados, por lo cual como se observa en los añ-

lisis de los cuadros, los contenidos altos en carbonato de calcio pueden ser explicados en estos suelos como una causa directa de la presencia de estos organismos, además de la geología de la zona. Estos suelos se caracterizan principalmente por presentar de manera muy acentuada el proceso de melanización y en algunos casos argilización. (13, 31, 50).

MATERIALES Y METODOS

Recolección de las muestras.- Se realizaron 14 pozos y en 13 de ellos se tomaron las muestras de suelo cada 10 cm a diferentes profundidades, según las características del terreno, la máxima profundidad fue de 30 cm; en uno de los pozos se muestreó aproximadamente cada 30 cm hasta llegar a los 90 cm de profundidad; con un peso aproximado de 1 kg por cada muestra, siendo en total 36. Posteriormente se secaron al aire y se tamizaron con la malla no. 10 que tiene una abertura de 1.91 mm, con el fin de separar las gravas del suelo.

Determinaciones físicas.- Se realizaron las siguientes:

Color: Se determinó en seco y húmedo con las tablas de colores Munsell. (29).

Densidad Aparente: Se usó el método de la probeta, compactando el suelo con golpes ligeros. (49).

Densidad Real: Por el método del matraz aforado de 100 ml. (49).

Porosidad: Utilizando las Densidades Aparente y Real.

Textura: Se utilizó calgón como defloculante, se utilizó el método modificado por Villegas y colaboradores. (51).

Determinaciones químicas: Se realizaron los siguientes análisis:

Conductividad: Se determinó por medio del puente de conductividad, en una relación suelo-agua de 1:2.5.

pH: Con un potenciómetro marca Beckman Zeromatic,

con electrodos de vidrio y calomel, usando una relación suelo-agua 1:2.5. (20).

Porcentaje y materia orgánica: Empleando el método de Walkley y Black. (52).

Capacidad de Intercambio Catiónico Total: Por el método de percolación, utilizando Acetato de Amonio 1.0 N a pH 7 y titulando con Acido Sulfúrico 0.10N. (20).

Determinación de Calcio y Magnesio Intercambiables: Al extracto obtenido por el método de percolación con acetato de amonio 1.0 N, pH 7 se le determinó la cantidad de Calcio y Magnesio intercambiables por complejometría vía EDTA. (10).

Determinación de Sodio y Potasio Intercambiables: Con el extracto de intercambio se determina el Sodio y Potasio intercambiables por flamometría.

Nitrógeno Total: Se empleó el método de Kjeldal modificado. (20).

Fósforo aprovechable: Se determinó el fósforo aprovechable empleando la solución extractora propuesta por Bray (P_1) y cuantificando con el azul de molibdeno . (4).

Carbonato de Calcio: Se determinaron los carbonatos totales del suelo por neutralización con un exceso de HCl valorado y titulando por medio de solución valorada de NaOH. (49).

RESULTADOS

Cabe mencionar que, aunque no fue uno de los objetivos, se trajeron bejucos de vainilla, unos se sembraron directamente y otros, previo tratamiento con ácido indolacético, las que, posteriormente se plantaron también en el invernadero.

Hasta la fecha, hace aproximadamente año y medio, las vainillas se han adaptado, observándose crecimiento, aunque no se ven brotes florales.

Los resultados de los análisis físicos y químicos realizados a las muestras de suelo se pueden observar en los cuadros siguientes, correspondiendo el cuadro no. 1 al pozo 1, el no. 2 al pozo 2 y así sucesivamente hasta el cuadro no. 14, que corresponde al pozo del mismo número.

CUADRO No. 1

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 30</u>	<u>30 - 60</u>	<u>60 - 90</u>
		10YR 4/1	10YR 4/2	10YR 5/2
Color en seco		gris osc.	pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo
		10YR 3/1	10YR 3/2	10YR 4/2
Color en húmedo		gris muy oscuro	pardo grisáceo muy osc.	pardo grisáceo Osc.
Densidad Aparente	g/cc.	1.050	1.024	1.134
Densidad Real	g/cc.	2.38	2.38	2.38
Porosidad	%	55.88	57.05	52.35
Arcilla	%	15.8	16.4	16.6
Limo	%	46.2	46.0	52.2
Arena	%	38.0	37.6	31.2
Textura		Franco	Franco	Migajón limoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.19	0.21	0.14
pH H ₂ O 1:2.5.		8.0	7.9	8.2
Materia orgánica	%	3.69	2.39	1.02
Carbono	%	2.145	1.390	0.593
Nitrógeno	%	0.200	0.116	0.044
C/N		10.73	11.90	13.47
Fósforo	Kg/Ha	31.47	19.58	7.69
C.I.C.T.	meq/100 g	23.038	30.940	14.661
Calcio	meq/100 g	70.03	60.84	73.32
Magnesio	meq/100 g	3.12	2.94	5.88
Sodio	meq/100 g	2.152	1.630	1.108
Potasio	meq/100 g	0.153	0.230	0.307
CaCO ₃	eq. en %	12.41	12.10	22.05

CUADRO No. 2

<u>DETERMINACIONES</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>	
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>
		10YR 5/2	10YR 5/2
Color en seco		pardo grisá- ceo	pardo grisá- ceo
		10YR 3/2	10YR 4/2
Color en húmedo		pardo grisá- ceo muy osc.	pardo grisá- oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.981	0.992
Densidad Real	g/cc	2.38	2.27
Porosidad	%	58.78	56.29
Arcilla	%	10.4	12.0
Limo	%	63.2	58.0
Arena	%	26.4	30.0
Textura		Migajón li- moso	Migajón limo- so
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.32	0.29
pH H ₂ O 1:2.5		7.8	8.0
Materia orgánica	%	4.58	2.38
Carbono	%	2.663	1.907
Nitrógeno	%	0.305	0.219
C/N		8.73	8.71
Fósforo	Kg/Ha	6.29	2.79
C.I.C.T.	meq/100 g	29.036	24.276
Calcio	meq/100 g	79.56	81.90
Magnesio	meq/100 g	8.82	10.29
Sodio	meq/100 g	0.826	0.826
Potasio	meq/100 g	0.307	0.320
CaCO ₃	eq en %	25.12	35.62

CUADRO No. 3

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10-20</u>	<u>20-30</u>
		<u>10YR 5/2</u>	<u>10YR 5/2</u>	<u>10YR 6/2</u>
Color en seco		pardo grisáceo	pardo grisáceo	gris pardo claro
		10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 4/2
Color en húmedo		pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo osc.
Densidad Aparente	g/cc	1.032	1.009	1.072
Densidad Real	g/cc	2.17	2.38	2.50
Porosidad	%	52.44	57.60	57.12
Arcilla	%	5.2	7.6	12.6
Limo	%	49.6	49.2	47.0
Arena	%	45.2	43.2	40.4
Textura		Franco	Franco	Franco
Conductividad	mmhos/cm	0.25	0.25	0.20
	1:2.5			
pH H ₂ O	1:2.5.	7.9	7.8	8.0
Materia orgánica	%	2.39	2.32	1.81
Carbono	%	1.390	1.349	1.052
Nitrógeno	%	0.114	0.100	0.086
C/N		12.19	13.49	12.23
Fósforo	Kg/Ha	6.29	6.29	5.59
C.I.C.T.	meq/100 g	14.470	14.375	13.614
Calcio	meq/100 g	74.10	84.24	81.90
Magnesio	meq/100 g	5.88	3.67	7.35
Sodio	meq/100 g	0.543	0.543	0.695
Potasio	meq/100 g	0.320	0.307	0.320
CaCO ₃	eq en %	18.19	19.78	19.90

CUADRO No. 4

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>	<u>20 - 30</u>
		10YR 3/1	10YR 3/1	10YR 4/1
Color en seco		gris muy oscuro	gris muy oscuro	gris oscuro
		10YR 3/1	10YR 3/1	10YR 3/2
Color en húmedo		gris muy oscuro	gris muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	1.042	1.039	1.107
Densidad Real	g/cc	2.50	2.50	2.50
Porosidad	%	58.32	58.44	55.72
Arcilla	%	10.8	14.4	17.8
Límo	%	39.4	31.0	28.2
Arena	%	49.8	54.6	54.0
Textura		Frango	Migajón arenoso	Migajón arenoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.30	0.22	0.21
pH H ₂ O 1:2.5		7.8	8.0	8.1
Materia orgánica	%	4.16	2.80	1.77
Carbono	%	2.419	1.628	1.029
Nitrógeno	%	0.227	0.183	0.108
C/N		10.66	8.90	9.53
Fósforo	Kg/Ha	33.57	12.59	9.79
C.I.C.T.	meq/100 g	19.516	20.278	16.565
Calcio	meq/100 g	81.12	85.02	74.10
Magnesio	meq/100 g	5.14	3.67	5.14
Sodio	meq/100 g	1.804	1.630	0.956
Potasio	meq/100 g	0.320	0.320	0.320
CaCO ₃	eq en %	19.85	23.32	19.81

CUADRO No. 5

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>	
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>
		<u>10YR 4/2</u>	<u>10YR 5/2</u>
Color en seco		pardo grisá- ceo oscuro	pardo grisáceo
		<u>10YR 3/1</u>	<u>10YR 3/1</u>
Color en húmedo		gris muy oscuro	gris muy oscu- ro
Densidad Aparente	g/cc	1.016	1.016
Densidad Real	g/cc	2.00	2.50
Porosidad	%	49.20	59.36
Arcilla	%	2.0	9.2
Limo	%	42.4	31.8
Arena	%	55.6	59.0
Textura		Migajón arenoso	Migajón arenoso
Conductividad 1:2.5.	mmhos/cm	0.32	0.27
pH H ₂ O 1:2.5		7.7	7.9
Materia orgánica	%	6.08	4.57
Carbono	%	3.534	2.657
Nitrógeno	%	0.413	0.366
C/N		8.56	7.26
Fósforo	Kg/Ha	4.20	1.40
C.I.C.T.	meq/100 g	25.038	26.730
Calcio	meq/100 g	77.22	80.50
Magnesio	meq/100 g	3.67	3.90
Sodio	meq/100 g	0.826	0.543
Potasio	meq/100 g	0.320	0.320
CaCO ₃	eq en %	32.81	32.98

CUADRO No. 6

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>
		<u>0 - 10</u> 10YR 3/1 10YR 2/1
Color en seco		gris muy oscuro
Color en húmedo		negro
Densidad Aparente	g/cc	0.964
Densidad Real	g/cc	2.17
Porosidad	%	55.57
Arcilla	%	5.2
Limo	%	44.6
Arena	%	50.2
Textura		Migajón arenoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.37
pH H ₂ O 1:2.5		7.7
Materia orgánica	%	9.52
Carbono	%	5.535
Nitrógeno	%	0.563
C/N		9.83
Fósforo	Kg/Ha	5.60
C.I.C.T.	meq/100 g	40.887
Calcio	meq/100 g	74.10
Magnesio	meq/100 g	4.41
Sodio	meq/100 g	1.282
Potasio	meq/100 g	0.230
HCO ₃	eq. en %	14.10

CUADRO No. 7

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>	<u>20 - 30</u>
		<u>10YR 5/2</u>	<u>10YR 5/2</u>	<u>10YR 5/2</u>
Color en seco		pardo gris.	pardo gris.	pardo gris.
		10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 4/2
Color en húmedo		pardo gris- sáceo muy oscuro	pardo gris- sáceo muy oscuro	pardo gris- sáceo osc.
Densidad Aparente	g/cc	1.093	0.971	0.991
Densidad Real	g/cc	1.66	2.27	2.27
Porosidad	%	34.15	57.22	56.34
Arcilla	%	10.8	12.8	23.2
Limo	%	65.0	74.4	60.2
Arena	%	24.2	12.8	16.6
Textura		-	Migajón límoso	Migajón límoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.40	0.27	0.22
pH H ₂ O 1:2.5		7.7	7.9	7.9
Materia orgánica	%	11.66	5.53	3.27
Carbono	%	6.779	3.215	1.901
Nitrógeno	%	0.430	0.319	0.222
C/N		15.77	10.08	8.56
Fósforo	Kg/Ha	4.90	3.50	2.80
C. I. C. T.	meq/100 g	36.730	40.887	30.690
Calcio	meq/100 g	83.46	72.54	70.98
Magnesio	meq/100 g	3.67	8.08	2.94
Sodio	meq/100 g	1.804	1.282	1.282
Potasio	meq/100 g	0.307	0.230	0.307
CaCO ₃	eq. en %	21.73	23.12	25.88

CUADRO N.º. 8

DETERMINACION	UNIDADES	PROFUNDIDAD cm		
		0 - 10	10 - 20	20 - 30
		10YR 4/2	10YR 4/2	10YR 5/2
Color en seco		pardo gri- sáceo osc.	pardo gri- sáceo osc.	pardo gri- sáceo
		10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 3/2
Color en húmedo		pardo gri- sáceo muy oscuro	pardo gri- sáceo muy oscuro	pardo gri- sáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.997	1.013	0.952
Densidad Real	g/cc	2.17	2.38	2.50
Porosidad	%	54.05	57.43	61.92
Arcilla	%	15.0	19.6	8.8
Limo	%	51.2	52.8	63.2
Arena	%	33.8	27.6	28.0
Textura		Migajón límoso	Migajón límoso	Migajón límoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.30	0.26	0.22
pH H ₂ O 1:2.5		7.9	7.8	7.9
Materia orgánica	%	7.51	5.87	3.96
Carbono	%	4.366	3.297	2.302
Nitrógeno	%	0.513	0.308	0.222
C/N		8.51	10.70	10.37
Fósforo	Kg/Ha	7.00	2.10	1.40
C.I.C.T.	meq/100 g	43.659	33.165	25.704
Calcio	meq/100 g	103.74	88.92	74.88
Magnesio	meq/100 g	2.94	5.88	5.88
Sodio	meq/100 g	1.108	0.695	0.543
Potasio	meq/100 g	0.307	0.230	0.307
CaCO ₃	eq. en %	39.39	40.09	41.86

CUADRO No. 9

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>	<u>20 - 30</u>
		10YR 4/1	10YR 4/2	10YR 4/2
Color en seco		pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo osc.
		10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 3/2
Color en húmedo		pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.991	1.030	0.984
Densidad Real	g/cc	2.27	2.50	2.50
Porosidad	%	56.34	58.80	60.64
Arcilla	%	13.6	15.6	13.6
Limo	%	36.8	37.6	34.4
Arena	%	49.6	46.8	52.0
Textura		Franco	Franco	Franco
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.18	0.19	0.16
pH H ₂ O 1:2.5		8.0	8.0	8.1
Materia orgánica	%	3.31	2.59	2.19
Carbono	%	1.924	1.506	1.273
Nitrógeno	%	0.161	0.144	0.119
C/N		11.95	10.46	10.70
Fósforo	Kg/Ha	2.80	2.80	2.80
C.I.C.T.	meq/100 g	19.802	28.215	20.394
Calcio	meq/100 g	54.60	70.20	71.76
Magnesio	meq/100 g	8.08	0.73	3.67
Sodio	meq/100 g	0.543	0.413	0.543
Potasio	meq/100 g	0.307	0.230	0.307
CaCO ₃	eq. en %	26.61	28.39	26.42

CUADRO No. 10

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>	<u>20 - 30</u>
		10YR 4/2	10YR 4/2	10YR 4/2
Color en seco		pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo osc.
		10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 3/2
Color en húmedo		pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.901	0.964	0.995
Densidad Real	g/cc	2.00	2.50	2.50
Porosidad	%	54.95	61.44	60.20
Arcilla	%	13.2	10.0	19.6
Limo	%	62.0	60.4	49.2
Arena	%	24.8	29.6	31.2
Textura		Migajón limoso	Migajón limoso	Franco
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.36	0.27	0.24
pH H ₂ O 1:2.5		7.7	7.8	7.9
Materia orgánica	%	9.79	6.55	4.58
Carbono	%	5.692	3.808	2.663
Nitrógeno	%	0.427	0.363	0.302
C/N		13.33	10.49	8.82
Fósforo	Kg/Ha	41.96	55.24	20.28
C.I.C.T.	meq/100 g	41.283	35.838	31.791
Calcio	meq/100 g	82.68	83.72	100.62
Magnesio	meq/100 g	6.61	4.68	5.88
Sodio	meq/100 g	2.847	1.804	1.804
Potasio	meq/100 g	0.307	0.307	0.320
CaCO ₃	eq. en %	26.22	24.44	25.32

CUADRO No. 11

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>	<u>20 - 30</u>
		10YR 4/2	10YR 4/2	10YR 4/2
Color en seco		pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo osc.	pardo grisáceo osc.
		10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 3/2
Color en húmedo		pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.953	1.041	1.053
Densidad Real	g/cc	2.00	2.27	2.50
Porosidad	%	52.35	54.14	57.88
Arcilla	%	13.2	2.4	11.6
Limo	%	35.6	46.6	36.4
Arena	%	51.2	51.0	52.0
Textura		Franco	Migajón arenoso	Migajón arenoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.26	0.25	0.20
pH H ₂ O 1:2.5		7.8	7.8	7.9
Materia orgánica	%	5.53	3.62	3.00
Carbono	%	3.215	2.105	1.744
Nitrógeno	%	0.347	0.236	0.200
C/N		9.27	8.92	8.72
Fósforo	Kg/Ha	30.07	13.29	9.79
C.I.C.T.	meq/100 g	25.44	24.16	22.37
Calcio	meq/100 g	76.47	73.32	74.88
Magnesio	meq/100 g	4.68	7.35	5.88
Sodio	meq/100 g	0.956	0.826	0.543
Potasio	meq/100 g	0.320	0.307	0.307
CaCO ₃	eq. en %	22.14	24.17	23.09

CUADRO No. 12

DETERMINACION	UNIDADES	PROFUNDIDAD cm
		<u>0 - 10</u>
		10YR 5/2
Color en seco		pardo grisáceo
		10YR 3/2
Color en húmedo		pardo grisáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	1.113
Densidad Real	g/cc	2.63
Porosidad	%	57.68
Arcilla	%	5.0
Limo	%	24.2
Arena	%	70.8
Textura		Migajón arenoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.23
pH H ₂ O 1:2.5		7.8
Materia orgánica	%	1.66
Carbono	%	0.965
Nitrógeno	%	0.147
C/N		6.56
Fósforo	Kg/Ha	50.35
C.I.C.T.	meq/100 g	14.949
Calcio	meq/100 g	50.70
Magnesio	meq/100 g	3.67
Sodio	meq/100 g	1.630
Potasio	meq/100 g	0.307
CaCO ₃	eq. en %	13.19

CUADRO No. 13

DETERMINACION	UNIDADES	PROFUNDIDAD cm		
		0 - 10	10 - 20	20 - 30
		1OYR 4/1	1OYR 4/1	1OYR 6/1
Color en seco		gris oscuro	gris oscuro	gris claro
		1OYR 3/1	1OYR 3/1	1OYR 3/1
Color en húmedo		gris muy oscuro	gris muy oscuro	gris muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.865	0.938	1.142
Densidad Real	g/cc	2.17	2.17	2.50
Porosidad	%	60.13	56.77	54.32
Arcilla	%	15.8	14.4	14.4
Limo	%	42.6	46.0	46.0
Arena	%	41.6	39.6	39.6
Textura		Franco	Franco	Franco
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.19	0.14	0.17
pH H ₂ O 1:2.5		6.6	6.7	6.6
Materia orgánica	%	5.60	4.23	4.09
Carbono	%	3.256	2.459	2.378
Nitrógeno	%	0.302	0.186	0.177
C/N		10.78	13.22	13.44
Fósforo	Kg/Ha	7.69	4.20	3.50
C.I.C.T.	meq/100 g	32.670	26.334	28.908
Calcio	meq/100 g	32.76	24.95	33.00
Magnesio	meq/100 g	11.76	7.02	8.97
Sodio	meq/100 g	0.826	0.543	0.695
Potasio	meq/100 g	0.320	0.320	0.538
CaCO ₃	eq. en %	2.85	1.00	1.44

CUADRO No. 14

<u>DETERMINACION</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>PROFUNDIDAD cm</u>		
		<u>0 - 10</u>	<u>10 - 20</u>	<u>20 - 30</u>
		1OYR 5/1	1OYR 5/1	1OYR 5/2
Color en seco		gris	gris	pardo grisáceo
		1OYR 3/1	1OYR 3/1	1OYR 3/2
Color en húmedo		gris muy oscuro	gris muy oscuro	pardo grisáceo muy oscuro
Densidad Aparente	g/cc	0.926	0.916	1.029
Densidad Real	g/cc	2.00	2.00	1.92
Porosidad	%	53.70	54.20	46.40
Arcilla	%	22.0	22.0	26.4
Límo	%	36.0	36.4	26.6
Arena	%	42.0	41.6	47.0
Textura		Franco	Franco	Migajón arcillo-arenoso
Conductividad 1:2.5	mmhos/cm	0.17	0.13	0.16
pH H ₂ O 1:2.5		6.5	6.1	6.1
Materia orgánica	%	3.81	3.14	3.07
Carbono	%	2.215	1.826	1.785
Nitrógeno	%	0.194	0.122	0.069
C/N		11.42	14.97	25.87
Fósforo	Kg/Ha	6.99	6.29	1.40
C.I.C.T.	meq/100 g	18.710	21.991	28.908
Calcio	meq/100 g	28.08	23.34	38.22
Magnesio	meq/100 g	11.76	7.80	2.20
Sodio	meq/100 g	1.282	0.826	0.956
Potasio	meq/100 g	0.320	0.320	0.538
CaCO ₃	eq. en %	1.14	1.21	1.46

D I S C U S I O N

El color del suelo es el resultado de la luz reflejada por el mismo, este carácter sirve como auxiliar en la clasificación del suelo. Está generalmente en relación con la constitución mineralógica del suelo y los procesos de pedogénesis o con uno de los factores de ese fenómeno.

Las principales sustancias que dan al suelo su color son, el humus y compuestos minerales tales como óxidos, sulfuros, sulfatos y carbonatos, que intervienen como pigmentos minerales. El color oscuro de un suelo generalmente se debe a la materia orgánica (M.O.) muy descompuesta que contiene, aunque se habla de suelos negros no hay ninguno que sea verdaderamente negro. La M.O. imprime un color gris, gris oscuro o pardo oscuro a los suelos, a menos que otros constituyentes tales como el óxido de hierro y la acumulación de sales o carbonato de calcio, modifiquen el color. Los colores predominantes en los pozos son pardos grisáceos a pardos muy oscuros, debido al gran porcentaje de M.O. y carbonatos de calcio, originando los procesos de melanización y pardización.

La densidad aparente del suelo es el peso seco por unidad de volumen total que tiene en cuenta los vacíos existentes entre esos elementos y que cambia según el grado de agrietamiento o de apelmazado. En las muestras estudiadas se tiene un valor promedio de 1 g/cc.

La densidad real o de las partículas del suelo se considera a las partículas sólidas únicamente y que es cons-

tante, varía evidentemente, con la proporción de los elementos constituyentes, una fuerte proporción de caliza la reduce un poco y la M.O. tiende a hacerla bajar sensiblemente. La densidad real en los pozos es de 1.66 a 2.63 g/cc, el pozo 12 alcanza el valor más alto.

El porcentaje de espacio poroso varía entre 34.15 y 61.44%.

La textura en los pozos es en general de ligera a mediana, siendo franca, migajón limoso y migajón arcillo-arenoso. Se observa un mayor contenido de arenas y limos que de arcillas y emigración de las últimas en la mayoría de los pozos.

La conductividad eléctrica (C.E.) es de 0.13 a 0.40 mmhos/cm lo que indica que los suelos tienen baja cantidad de sales y prosperan todos los cultivos.

El pH o potencial de Hidrógeno en la solución del suelo de las diferentes muestras se encuentra entre medianamente alcalino a medianamente ácido, con valores de 8.2 a 6.1. Los pozos 1 al 12 son de ligero a medianamente alcalinos y los pozos 13 y 14 de muy ligero a medianamente ácidos; se observa que en estos últimos hay mayor precipitación pluvial.

En general, los suelos son ricos en M.O., el pozo 7 presenta el porcentaje más elevado, con 11.66% y el 12 con 1.66% que corresponde al porcentaje menor, siendo medianamente pobre.

El carbono tomado por las plantas, ya sea por el bióxido de carbono de la atmósfera o por el contenido en la so-

lución del suelo proporcionado por la M.O., que según Walkley y Black (52) el 58% de ésta es carbono. En las muestras de suelo la proporción de carbono va de 0.593 a 6.779%.

El nitrógeno total varía entre 0.044 y 0.563%, observándose que el contenido de nitrógeno disminuye conforme aumenta la profundidad de la muestra, al igual que en el caso de la M.O.

La relación C/N encontrada en las muestras del suelo está dentro de un intervalo de 8.51 y 15.77, lo cual indica que hay desde una baja a una alta relación de carbono-nitrógeno, encontrando que la humificación se desenvuelve en buenas condiciones cuando la relación es igual a 10 o se acerca a este valor (de 8 a 12).

Es baja en los pozos 1, 5, 6, 8, 11 y 12, o sea que contiene más N que el que los microorganismos necesitan y el exceso será liberado en una forma aprovechable.

En el pozo 7 la relación C/N es alta, es decir, la humificación encuentra dificultades y la vida microbiana del suelo queda moderada, al no encontrar bastante nitrógeno en el material de la planta, usarán el N de otras fuentes en el suelo para satisfacer sus necesidades. Esto da como resultado que el N temporalmente queda fijado, hasta que el tejido microbiano sea descompuesto.

La capacidad de intercambio total de cationes (C.I.C.T.) es una expresión del número de sitios de adsorción de cationes por unidad de peso del suelo y es la suma total de cargas positivas intercambiables adsorbidos por los coloides

minerales y orgánicos, expresados en miliequivalentes por 100 g de suelo seco. La C.I.C.T. en las muestras de suelo va de moderada a alta, 13.614 a 43.659 meq/100 g.

En cuanto a las bases intercambiables, tenemos que el calcio es el catión intercambiable más abundante en la mayoría de los suelos. El contenido de calcio depende del material parental y del grado de evolución del suelo.

La caliza en el suelo es la fuente más frecuente del calcio, pero éste está casi siempre presente bajo la forma de ion adsorbido sobre el complejo de intercambio, aunque el terreno esté desprovisto de caliza. La caliza puede encontrarse en el suelo en estado de fragmentos de dimensiones variables, desde rocas, gravas y guijarros hasta bajo la forma de un polvo muy fino mezclado al lote de los coloides minerales. Puede ocurrir también que la caliza del suelo tenga un origen biológico y que esté constituida, parcial o totalmente por cascarones de gasterópodos (helícidos). Se puede dar igualmente el que la caliza no exista primitivamente en los horizontes derivados de la roca madre (roca madre no caliza), pero que ha sido aportada en el perfil sea en la superficie por coaluvionamiento o depósitos eoliano, o en profundidad por precipitación del bicarbonato de calcio disuelto en la capa freática cuando va en aumento la estación húmeda y alcanza los horizontes del subsuelo.

Los suelos estudiados presentan altos contenidos de calcio, encontrando los contenidos más bajos de 23 a 38 meq/100 g en los pozos 13 y 14, donde la precipitación plu-

vial es mayor y se observa un pH ligeramente ácido, como se dijo antes.

Dado el clima, estos suelos estarían desbasificados, pero como se observó en los resultados, los contenidos altos en carbonato de calcio pueden ser explicados como una consecuencia de la presencia de las inclusiones animales, ricas en carbonato de calcio, y la geología del lugar.

El magnesio se encuentra junto al calcio, en el complejo de intercambio. Los valores obtenidos en los análisis son irregulares, de 0.73 a 11.76 meq/100 g.

El sodio va de 0.543 a 2.847 meq/100 g lo que indica que no hay problema.

Se encontraron suficientes contenidos de potasio, de 0.153 a 0.538 meq/100 g.

El contenido de fósforo es en general de muy bajo a alto, varía entre 1.40 y 55.24 Kg/ha.

Existe poca literatura en el aspecto de fertilizantes de este cultivo y se menciona el uso de materiales orgánicos, desechos vegetales principalmente, como fuentes de nutrientes. No obstante, por su bajo contenido de nitrógeno en algunos de estos suelos, es probable encontrar respuestas a fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, ya que los contenidos de estos nutrientes son bajos; no así en lo que respecta al potasio, ya que este elemento se encuentra en cantidades suficientes para el cultivo.

Por lo que respecta al calcio, en la mayoría de los suelos se observaron inclusiones de animales.

CONCLUSIONES

Se observa que aunque en la zona de estudio, las altitudes son menores de las que se dicen recomendables para el cultivo de la vainilla, ésta prospera en condiciones favorables.

El clima de la zona es cálido húmedo, con lluvias en verano con el máximo de precipitación en el mes de septiembre, debido a la influencia de los ciclones tropicales que aumentan considerablemente la lluvia veraniega; el promedio de la precipitación pluvial es mayor de los 1,000 mm. En general, la temperatura media anual es alrededor de los 25° C y la media del mes más frío, 19° C, apropiado para la vainilla.

Los suelos reúnen las características físicas y químicas que garantizan la producción de la vainilla, mientras se mantenga el nivel de fertilidad natural que se complementa con fertilizantes.

Se puede concluir que dadas las condiciones de clima y suelo, la zona es adecuada para el desarrollo de la vainilla, si el manejo de la planta y del suelo se realizan adecuadamente.

En base a lo anterior se recomienda la ampliación de la zona de cultivo, así como la apertura de zonas nuevas potencialmente aptas para el desarrollo del mismo, lo que sería un ingreso muy importante para la economía nacional.

R E S U M E N

Se estudiaron 14 pozos de suelos de una zona vainillera, en los Municipios de Papantla, Tecolutla y Gutiérrez Zamora, en la parte norte del Estado de Veracruz, Se colectaron un total de 36 muestras a las que se practicaron las siguientes determinaciones físicas y químicas: color, densidad aparente y real, porosidad, textura, conductividad eléctrica, pH, capacidad de intercambio catiónico total, materia orgánica; calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables, nitrógeno total, fósforo aprovechable y carbonatos de calcio.

El área de estudio se localiza entre los 20°24' y 20°36' latitud norte y 97°00' y 97°22' longitud oeste. El clima es cálido sub-húmedo con lluvias en verano; con una temperatura media entre 7° y 14° C, por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual, precipitación total mayor de 1,000 mm.

Presenta una topografía plana, ligeramente ondulada, ocasionalmente existen lomeríos cuyas alturas no afectan al relieve de la zona. Lo riegan los ríos Cazones y Tecolutla.

Los suelos se originan de calizas, lutitas, areniscas, conglomerados, margas y aluviones antiguos, cubiertos en partes por sedimentos costeros y aluviales más jóvenes que el Mioceno, no diferenciados que pueden corresponder desde el Plioceno al Reciente.

El suelo presenta una gran cantidad de inclusiones

de origen animal recientes, proporcionándole un gran aporte de carbonatos de calcio.

Las características de los suelos estudiados presentan ligeras variaciones en cuanto a las propiedades físicas y químicas; el color que predomina es el pardo grisáceo, debido al gran aporte de humus y carbonato de calcio.

La densidad aparente y la materia orgánica influyen en la porosidad total, no así el contenido de arcilla, que fue bajo.

El porcentaje de porosidad total de los suelos es alto con mayor proporción de macroporos que indican buenas condiciones de a reacción.

En general, la textura es de ligera a mediana y tienen buen drenaje interno, lo que permite el desarrollo del cultivo.

La conductividad eléctrica de estos suelos es baja lo que quiere decir que no hay problema de salinidad y prosperan casi todos los cultivos tropicales.

El pH es cercano a la neutralidad, o sea que tiene valores óptimos para el desarrollo de las plantas de vainilla.

Son suelos ricos en materia orgánica que imparten colores pardos oscuros o negruscos, favoreciendo la formación de agregados, aumenta la capacidad de retención de agua, y la capacidad de intercambio catiónico, lo que favorece la estabilidad del pH.

Se observa que el contenido de nitrógeno es bajo en

los pozos 3, 4, 9, 12 y 14 por lo que sería recomendable mantener el aporte de este elemento con fertilizantes orgánicos para poder establecer un vainilla. En los demás pozos el contenido de nitrógeno es adecuado.

La C.I.T.C. es alta, dependiendo en gran parte del contenido de calcio y humus.

Los suelos estudiados son ricos en calcio debido a inclusiones animales y a la geología del lugar.

El magnesio es bajo por la alta precipitación pluvial de la zona.

El contenido de sodio bajo, indica que no hay problema para el cultivo de vainilla.

El potasio se encuentra en cantidades suficientes para el cultivo.

El contenido de fósforo es bajo en la mayoría de los suelos estudiados por lo que se sugiere la aplicación de fertilizantes fosfatados.

Estos suelos, dadas las condiciones climáticas y edáficas, permitan la explotación de manera eficiente del cultivo de la vainilla, si el manejo del suelo y el cultivo son adecuados.



Figura 11.- Planta de vainilla (Vanilla planifolia Andrews) de Santa Agueda, Papantla, Veracruz; en el árbol tutor "chaca" Bursera simaruba (Sw.) Sarg.



Figura 12.- Vanilla planifolia variedad mestiza,
en el vivero de Santa Agueda, Pa-
pantla, Veracruz.

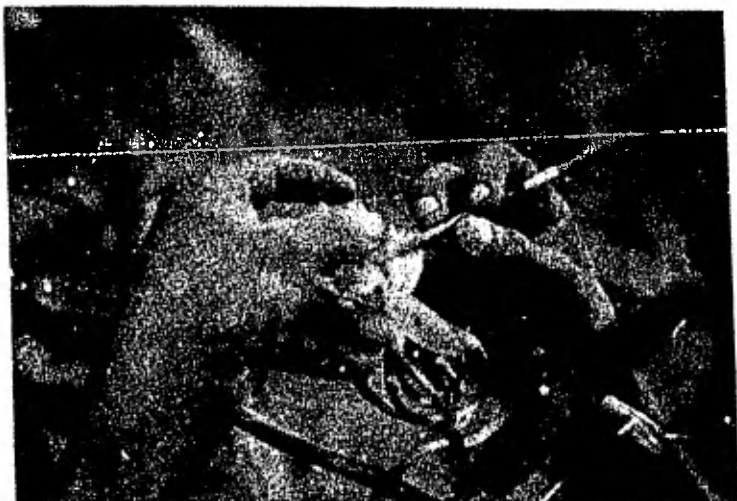


Figura 13.- Fecundación de la flor de la vainilla en Rodolfo Curti, Papantla, Veracruz.



Figura 14.- Arreglo de las vainas en una casa beneficiadora, en Gutiérrez Zamora, Veracruz.



Figura 15.- Empaque de la vainilla para exportación.

BIBLIOGRAFIA

1. Ames, O. and Correll, D.S. 1952. Orchids of Guatemala. Fieldiana: Botany, august 29; 26 (1): 54-60.
2. Banó, E. 1911. Varias plantas tropicales y su cultivo en México. Imprenta y fototipia de la Sría. de Pomanto, México, 31-35 p.
3. Bouyoucos, G.J., 1963. Directions for Markin Mechanical Analysis of Soil By Hidrometer Method. Soil Science 42: 25-30.
4. Bray and Kurtz. 1945. Soil Science. 59: 39.
5. Chapman, H.D.; Pratt, P.F., 1979. Métodos de análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Ed Trillas, México, 195 p.
6. Childers, N.F.; Cibes, H.R.; Hernández-Medina, E., 1959. Vanilla- The Orchid of Commerce. Chronica Botanica New Series of Plant Science books. Wittner, C. The Orchids a Scientific survey. The Ronald Press Company New York. No. 32: 477-508.
7. Colección de Estudios Económicos Regionales. 1975. La economía del Estado de Veracruz. Investigación del Sistema Bancos de Comercio, México, 110 p.
8. Convención Nacional de Vainilleros 1a. celebrada del 25 al 29 de abril de 1945 en Gutiérrez, Zamora, Veracruz.
9. Correll, D.S. 1944. Vanilla: Its History, Cultivation and Importance. Lloydia A quarterly Journal of Biological Science 7 (1-4): 236-264.

10. Diehl, H.; Goetz, C.A.; Hach, C.C. 1950. The Versenate Titration for Total Hardness. Amer. Water Works Assoc. Jour 42: 40-43.
11. Dirección General de Estadística. 1975. V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970. Veracruz, México.
12. Douglas, J.S. 1971. Producing Vanilla Beans. The Flavour Industry. July, 2 (7): 405, 407.
13. F.A.O. 1972. Definiciones de las Unidades de Suelos según el Sistema de Clasificación. Ens. Rústica. Vol. II, enero 27.
14. Flavour Ind. 1972. Vanilla Bean Production in the Malagasy Republic. Flavour Industry, June 3 (6): 307-309.
15. García, E. 1970. Los climas del Estado de Veracruz. Ann. Inst. Biol. U.N.A.M., 41, Ser. Botánica (1): 1-42.
16. García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). Inst. de Geografía, U.N.A.M., 246 p.
17. García, M.E.; Falcón, G.Z. 1977. Nuevo Atlas de la República Mexicana. Ed. Porrúa, Méx. 1a. edición.
18. Gómez, P.A. 1980. Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz. I.N.I.R.E.B., A.C. Xalapa, Ver.; Ed. CECSA Méx. 91 p.
19. Hawkes, A.D. 1965. Encyclopaedia of Cultivated Orchids. Faber and Faber limited 24 Russell Square, London. 488-490.

20. Jackson, L.M. 1976. Análisis Químico de Suelos. Ed. Omega, S.A. Barcelona. 3a. edición. 662 p.
21. Lanverde, A. 1941. Diez cultivos tropicales. 207-213 p.
22. López y Parra, R. 1911. La vainilla, su cultivo y beneficio en la República Mexicana y en el extranjero y algunas consideraciones sobre el perfeccionamiento de este rico producto agrícola. Secretaría del Fomento. 78 p.
23. López-Ramos, E. 1979. Geología de México. Tomo II y III. Ed. México. 344-397 p.
24. Marín, L. 1929. Breves apuntes sobre el cultivo de la vainilla. Mimeógrafo. 15 p.
25. Martínez, M. 1959. Plantas Útiles de la Flora Mexicana. Ed. Botas, Méx. 441-445, 579-585 p.
26. Montoya, H.F., 1945. Vainilla Shanat. Tesis. E.N.A. Méx. 86 p.
27. Montoya, H.F., 1963. Tecnología en el cultivo de la vainilla. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Agricultura. 35 p.
28. Moreno, D.R., 1970. Clasificación tentativa propuesta por el autor. INIA. SAG. Depto. de Suelos.
29. Munsell, 1975. Soil color Charts. Munsell color. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation. Baltimore. Maryland, U.S.A.
30. Nicholls, A.H.A., 1910. Manual de Agricultura Tropical. Freburgo de Brisgovia (Alemania), 186-192 p.

31. O.R.S.T.O.M. 1967. Clasificación francesa de suelos. Comisión de Cartografía de Suelos basadas en Aubert y Douchafour (1956), París, Francia.
32. Ochse, S. Jr.; Dykman; Wehlburg. 1972. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Ed. Limusa W., S.A. México. 860-863 p.
33. Ortiz, L.O. 1945. El cultivo de la vainilla. Tesis. Chapingo, México. 90 p.
34. Osorio, A.S. 1932. La vainilla. Apuntes sobre su cultivo. Tesis. Chapingo, México. 40 p.
35. Programa Coordinado de Asistencia Técnica. 1976. Agenda Técnica Agrícola Veracruz, D.G.E.A. Banco Nacional de Crédito Rural, S.A., S.A.G.
36. S.A.G./D.G.E.A. 1969-70. Boletín mensual No. 536-560 1a. edición 1974. Dirección General de Economía Agrícola. Secretaría de Agricultura y Ganadería.
37. S.A.R.H. D.G.E.A. 1977. Anuario estadístico de la producción agrícola de los E.U.M., Méx. 291 p.
38. S.A.R.H. 1977. Perspectivas del Desarrollo Agroeconómico del Estado de Veracruz. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estudios. Dirección de Agrología. México. 116 p.
39. S.A.R.H. D.G.E.A. 1978. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los E.U.M. 263 p.
40. S.A.R.H. 1979. Consumos Aparentes de Productos Agrícolas 1925-1978. Econotecnia Agrícola. Subsecretaría de Agricultura y Operación. D.G.E.A. sep. Vol. III (9): 142.

41. S.A.R.H. 1979. La vainilla en México, Producción, Industrialización y Comercialización. Econotecnia Agrícola. Subsecretaría de Agricultura y Operación. D.G.E.A. Junio, Vol. III (6): 29.
42. S.A.R.H. 1980-82. Estado de Veracruz. Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal. Tomo X: 94-103.
43. S.C.O.P. 1964. Estudio del Estado de Veracruz. Dirección General de Planificación del Programa. 175 p.
44. S.I.C. 1971. IX Censo General de Población 28 de enero de 1970. Estado de Veracruz. Dir. Gral. de Estadística, México. 1122 p.
45. S.P.P. 1977. Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los E.U.M. Coord. Gral. del Sist. Nal. de Información.
46. Salas, G.L. 1979. Juu Papantlán (Apuntes para la historia de Papantla). Ed. Mexicana. México, D.F. 297-299, 309-324 p.
47. Sierra, M. R. 1971. La variabilidad de la lluvia y su relación con la actividad agrícola en el Estado de Veracruz. Bol. del Inst. de Geografía, U.N.A.M. Vol. IV: 50-77.
48. U.N.C.T.A.D. / G.A.T.T. 1970. El mercado de especies en Norteamérica, Europa Occidental y Japón. Centro de Comercio Internacional. Ginebra.
49. U.S.D.A. 1980. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Ed. Lumusa. México. 3a. reimpresión. 172 p.

50. U.S.D.A. 1975. Soil Taxonomy. U.S.D.A. E.U.A. 753 p.
51. Villegas, S.M.; Aguilera, H.N.; Flores, D.L. 1978. Método Simplificado de Análisis para la Clasificación Granulométrica de los Minerales del Suelo. U.N.A.M. Inst. de Geología. 2(2): 188-193.
52. Walckley, A.; Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for Determining soil organic matter, and a proposed Modification of the Chromic Acid titration Method. Soil Science 37: 29-38.
53. Williams, L.O. 1951. The Orchidaceae of México. Ceiba June 20; 2(1): 34, 35.