

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
INGENIERA AGRÍCOLA

T E S I S

FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE CHAYOTE BAJO LAS CONDICIONES
AGROCLIMÁTICAS DE LA REGION DE COSCOMATEPEC, ALPATLÁHUAC Y
HUATUSCO, VERACRUZ.

P R E S E N T A

Salvador Almazán Areli Jazmín

ASESORES

Dr. Gustavo Mercado Mancera

M.C. Víctor Manuel Cisneros Solano

Cuautilán Izcalli, Estado de México 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CONTENIDO

	Página
Índice de Figuras	<i>i</i>
Índice de Tablas	<i>ii</i>
Índice de Anexos	<i>ii</i>
Resumen	<i>iii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	3
1.1.1. Objetivos particulares	3
1.2 Hipótesis	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. El chayote en México	4
2.1.1. Diversidad genotípica del chayote	4
2.2. Descripción general del cultivo de chayote	5
2.2.1. Clasificación taxonómica	5
2.2.2. Características morfológicas	5
2.2.3. Requerimientos climáticos del cultivo de chayote	7
2.3. Proceso de producción del cultivo de chayote	8
2.4. Fenología	12
2.4.1. Antecedentes de fenología del cultivo del chayote	13
2.5. Importancia económica	15
2.5.1. Superficie sembrada, cosechada y producción a nivel nacional	15
2.5.2. Superficie sembrada, cosechada y producción a nivel estatal	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Descripción de la región de estudio	18
3.1.1. Localización del área experimental	20
3.1.2. Geomorfología y tipos de suelos	23
3.2. Metodología	23
3.2.1. Variables a evaluar	24
3.2.2. Tamaño de la muestra	24
3.3. Materiales	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Manejo del cultivo en las parcelas de estudio	26
4.2. Descripción fenológica del cultivo de chayote	31
4.3. Tendencia de las variables climáticas en la zona de estudio	39
4.4. Correlación entre las variables climáticas y el desarrollo fenológico del cultivo	42
V. CONCLUSIONES	45
VI. LITERATURA CITADA	47
ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Variación Genética de <i>Sechium edule</i>	5
Figura 2. Morfología de la planta de chayote	7
Figura 3. Principales enfermedades del chayote y su control (Olguín, 2011)	11
Figura 4. Municipio Alpatláhuac, Ver. (CEIEG, 2013)	18
Figura 5. Municipio de Coscomatepec, Ver. (CEIEG, 2013)	19
Figura 6. Municipio de Huatusco, Ver. (CEIEG, 2013)	20
Figura 7. La Loma Tlamamatla, Alpatláhuac, Ver. (Google Earth, 2013)	21
Figura 8. Predio el Panteón, Tozongo, Coscomatepec, Ver. (Google Earth, 2013)	21
Figura 9. Predio Coscomatepec, Coscomatepec, Ver. (Google Earth, 2013)	22
Figura 10. Huatusco, Huatusco, Ver. (Google Earth, 2013)	22
Figura 11. Instrumental meteorológico instalado dentro del chayotal	25
Figura 12. Cepa de 30 x 30 cm. Tozongo, Ver.	27
Figura 13. Tapanco del cultivo de chayote	28
Figura 14. Guía de chayote sobre tapanco. Tozongo, Ver.	28
Figura 15. Caja con chayote cosechado en la parcela. Alpatláhuac, Ver.	30
Figura 16. Canal de comercialización del cultivo de chayote, Coscomatepec, Ver. (Escamilla <i>et al.</i> , 2014)	30
Figura 17. Fruto de chayote listo para cosechar, Alpatláhuac, Ver.	31
Figura 18. Semillas brotadas de chayote. Coscomatepec, Ver.	32
Figura 19. Siembra de chayote. Tozongo, Ver.	33
Figura 20. Guía de chayote (hojas, zarcillos). Tozongo, Ver.	34
Figura 21. Longitud promedio de la guía de chayote	35
Figura 22. Número de nudos promedio por planta de chayote	35
Figura 23. Floración: a) Flor femenina. b) Flor femenina y flor masculina de chayote. Huatusco, Ver.	36

Figura 24.	Flor femenina abierta y fecundada de chayote. Huatusco, Ver.	37
Figura 25.	Desarrollo del fruto de chayote. Huatusco, Ver.	37
Figura 26.	a) Empaque Individual b) Embalaje en caja de cartón	39
Figura 27.	Tendencia de la temperatura media diaria. Datos de cada parcela	40
Figura 28.	Tendencia de la precipitación diaria. Datos de cada parcela	41
Figura 29.	Tendencia de la humedad ambiental media diaria. Datos de cada parcela	42
Figura 30.	Unidades calor acumuladas a nivel diario. Datos de cada parcela	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Página	
Tabla 1.	Superficie sembrada, cosechada y producción a nivel nacional (SIAP, 2012)	16
Tabla 2.	Estadísticas del cultivo de chayote a nivel estatal (SIAP, 2012)	17
Tabla 3.	Datos geográficos de las parcelas evaluadas	20
Tabla 4.	Longitud de guía y número de nudos por planta promedio	34
Tabla 5.	Unidades calor acumuladas por localidad y periodo de observación	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página	
Anexo 1.	Formato para la toma de datos climáticos mensuales	52
Anexo 2.	Formato para la toma de datos climáticos diarios	53
Anexo 3.	Formato de la encuesta aplicada a los productores de chayote	54

RESUMEN

El cultivo del chayote inicio en el municipio de Coscomatepec en 1994 como respuesta a la crisis que enfrentaron sus cultivos básicos. La zona chayotera de Alpatláhuac que se encuentra a mayor altitud que la zona de Huatusco-Coscomatepec, Ver., también se ha convertido en zona productora de este cultivo, por lo cual el objetivo de este trabajo fue describir la fenología del cultivo del chayote bajo las condiciones agroclimáticas de Coscomatepec, Alpatláhuac y Huatusco, Ver. Los parámetros evaluados fueron: de índole climático (temperatura y precipitación) y de índole fenológico (fases y duración de las etapas fenológicas del cultivo), longitud de guía y numero de nudos. Asimismo, se calcularon las unidades calor acumuladas en la etapa vegetativa- reproductiva-cosecha. La longitud promedio de la guía fue de 16.0 m, con 99 nudos en promedio. La floración es escalonada y de manera continua hasta el final de su ciclo biológico, aparecen primero las flores femeninas y luego las masculinas en un mismo nudo. El tamaño comercial del fruto vario entre los 10 y 12 cm, el cual se alcanza entre los 25 a 30 días de haberse realizado la polinización. El mayor desarrollo y crecimiento se observó en Tozongo, zona en que se presento las mejores condiciones climáticas para este cultivo. Los rendimientos oscilaron entre 35 y 54Ton ha⁻¹; las unidades calor acumuladas fueron 535.2 entre los meses de junio a septiembre, tiempo en el cual se presentó la etapa vegetativa, reproductiva y de cosecha de manera simultánea. El conocimiento de la fenología del cultivo de chayote e muy importante la predicción de eventos negativos para el desarrollo del cultivo, de la misma manera, permite la planeación de actividades como fechas de plantación, el desoje, la realización de actividades agronómicas, el numero de cortes de frutos a la semana, entre otros aspectos.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país de gran riqueza biológica con cerca de 22,000 especies vegetales endémicas. Es el centro de origen y domesticación de diversas especies cultivadas, una de ellas es el chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) (Arévalo, 2011), el cual es una hortaliza no tradicional de exportación, que se encuentra arraigada a la cocina mexicana aunque no existen indicios arqueológicos que indiquen la antigüedad del cultivo de *S. edule*. Crónicas de la época de la Conquista indican que, cuando menos en México, el chayote ha sido cultivado desde épocas precolombinas (COVECA, 2010).

Es una especie con amplia variabilidad biológica, misma que desde los años ochentas ha propiciado la formación de colecciones, la principal se encuentra en el municipio de Huatusco, Veracruz, estado que a nivel nacional es principal productor de chayote comercial de la variedad verde liso (Cisneros *et al.*, 2011).

Esta colección ha permitido la realización de diversos estudios referentes a este cultivo, entre los que destacan, su composición nutrimental, características de calidad, morfología y anatomía, estudio de plagas y enfermedades, sin embargo, el estudio fenológico y la relación clima-planta no ha sido abordado con amplitud y la zona de Huatusco-Coscomatepec, en el estado de Veracruz, representa una oportunidad para analizar dicha relación.

El municipio de Coscomatepec se inicia como chayotero a principios de los años noventa como respuesta a la crisis de sus cultivos básicos (maíz, frijol y papa) que enfrentó. Era tal la crisis, que buscaron alternativas y las encontraron en el cultivo de chayote. Huatusco, Totutla, Ixhualán, Chocamán y otros municipios cafetaleros también lo adoptaron aunque en menor medida. Alpatláhuac fue otro municipio también agobiado por la dificultad de los cultivos señalados, el cual está ubicado a mayor altitud y en consecuencia presenta menores temperaturas a lo largo del año e incidencia de heladas tempranas (Cisneros, 2013).

Teóricamente, la situación agroclimática de Alpatláhuac es un elemento que en apariencia hace incosteable el cultivo de chayote dado que: a) deben sembrar después de las heladas de invierno (en febrero-marzo); b) el crecimiento vegetativo de la planta se aletarga y por tanto, el periodo de crecimiento inicia retardado; c) las heladas tempranas de octubre-

noviembre promueven que el periodo de cosecha disminuya de seis a cuatro meses. Todo esto impacta en los costos, pues la inversión para implementar un tapanco –estructura sobre la cual se extiende el cultivo- es casi la misma en los tres municipios, las labores igualmente son similares, pero los rendimientos son menores.

Por lo tanto, se puede deducir que no es costeable el cultivo en ese municipio de mayor altitud. No obstante las localidades han persistido en cultivar el chayote, razón por la cual se hace necesario conocer, el comportamiento fenológico del cultivo a diferentes altitudes; así como de la rentabilidad de este producto para los campesinos de región. Por tal motivo, se plantearon los objetivos siguientes.

1.1. Objetivo general

a) Establecer la fenología del cultivo de chayote bajo las condiciones agroclimáticas de Coscomatepec, Alpatláhuac y Huatusco, en el Estado de Veracruz, como una herramienta que coadyuve a mejorar su manejo agronómico.

1.1.1. Objetivos particulares

a) Describir la fenología del cultivo de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), durante el ciclo 2013, en la zona de trabajo del estado de Veracruz.

b) Determinar los requerimientos térmicos del cultivo de chayote en la zona de trabajo.

c) Analizarla relación de la temperatura, humedad, precipitación y altitud sobre el comportamiento fenológico y rendimiento del cultivo chayote.

1.2. Hipótesis

H_t: Las condiciones climáticas que presenta la zona de Coscomatepec, Alpatláhuac y Huatusco, Ver., no presentan limitaciones para el desarrollo fenológico del cultivo de chayote y por ende en su rendimiento.

H₀: La producción de chayote en la región de Coscomatepec, Alpatláhuac y Huatusco, se ve limitada por las condiciones climáticas que son la principal causa de la disminución de rendimientos.

H_a: La producción de chayote genera ingresos económicos bajo las condiciones climáticas de la zona de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. El chayote en México

En México el chayote es denominado así a partir de una derivación del nombre náhuatl *chayotl* o *chayotli*. Aunque en los países donde se distribuye y cultiva ha adquirido otras denominaciones propias (Cruz, 2001).

El chayote tiene su origen en México desde épocas ancestrales y desde entonces su consumo ha sido cotidiano en la dieta de los mexicanos, sin embargo, los chayotes que se consumen en la zona sur del país son distintos a otras zonas pues la diversidad fenotípica del chayote abarca distintas formas que a continuación se mencionan.

2.1.1. Diversidad fenotípica del chayote

Pocas especies cultivadas despliegan la gran diversidad de formas, tamaños, ornamentación, armadura, indumento y colores (Figura 1) como la que se encuentra en los frutos del chayote. Sin embargo, esta diversidad, presente en las más variadas combinaciones, ha dificultado la definición de cultivares, por lo que al hacerse referencia a los diferentes tipos de chayote más bien se habla de razas o variantes locales. Además de la diversidad morfológica, existen variantes en los períodos de fructificación. Los parientes silvestres más cercanos al chayote son *S. compositum* y *S. hintonii*, cuya área de distribución está en México y Guatemala (COVECA, 2010).

La notable diversidad manejada por los agricultores tradicionales contrasta con la relativa homogeneidad que se observa en los frutos que se producen en plantaciones comerciales. En estos casos, los frutos deben cumplir con las normas de calidad impuestas por el mercado (piriforme, verde claro, liso, más o menos de 15 cm de largo y 450 g de peso), presentación (sin daños físicos o manchas provocadas por patógenos), textura y sabor (suave y agradable).

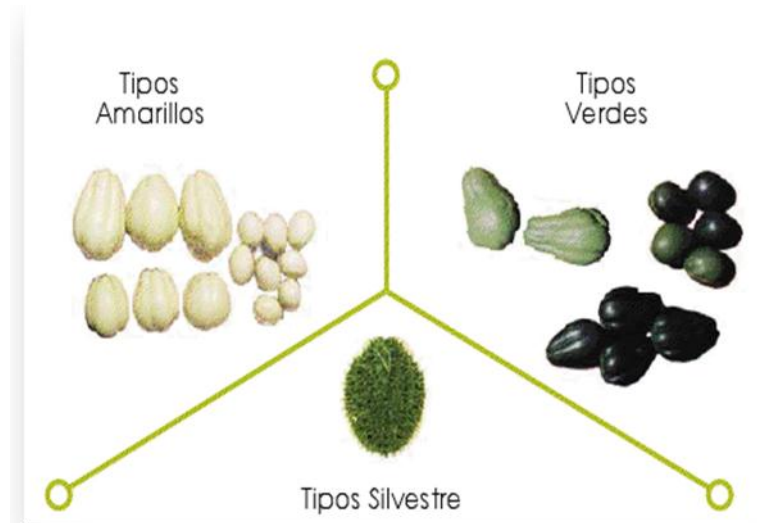


Figura 1. Variación Genética de *Sechium edule* (Las variedades del chayote mexicano, recurso ancestral con potencial de comercialización, 2010).

2.2. Descripción general del cultivo de chayote

A continuación se describen las características generales desde el punto de vista botánico de la planta de chayote.

2.2.1. Clasificación taxonómica

Categoría..... Fanerógama
 Clase..... Angiosperma
 Subclase.....Dicotiledónea
 Orden.....Cucurbitales
 Familia.....Cucurbitáceas
 Genero.....*Sechium*
 Especie.....*edule*

2.2.2. Características morfológicas

Hierba perenne, ascendente, leñosa, provista de zarcillos y con raíces tuberosas. Tallos de varios metros de longitud, ligeramente comprimidos, a veces subterentes y longitudinalmente surcados (5-10) surcos; verdes cuando jóvenes, pardos después de cierto tiempo; superficie ligeramente pubescente; en cada nudo una hoja, una inflorescencia

unisexual y un zarcillo. Zarcillos ramificados en 2-5 zarcillos menores, color verde claro, glabro. Hojas alternas, de peciolo largo, simples palmalobuladas o anguladas; lóbulos agudos o acuminados; base profundamente cortada. Ápice de los lóbulos agudo; ápice de lámina ligeramente dentado, coriáceo, áspero; superficie foliar pubescente, escabrosa con tricomas multicelulares clavados, multicelulares cónicos de base multicelular y multicelulares lineales (Flores 1989).

Venación abierta actinodroma perfectamente reticulada basal, con 5-7 venas mayores. Peciolo succulento, angular o terete, longitudinalmente surcado, de color blanquecino o verdoso, pubescente, encorvado en la base con 5 a 20 cm de longitud. Flores unisexuales; planta monoica inflorescencias axilares pueden encontrarse inflorescencias estaminadas y pistiladas en el mismo nudo o flores de ambos sexos sobre un mismo eje. Flor estaminada con cáliz de 5 sépalos blancuzcos, gamosépalos en la base y adnatos a los pétalos; extremos distales libre triangulares, agudos. Corola subbrotada; pétalos gamopétalos en la base cuculados alternos con los sépalos; hay dos nectarios acojinados en la base de cada pétalo. Estambres 5 monadelfos, anteras retorcidas nitrosas; filamentos formando una columna angosta y labra. Flor pistilada de ovario ínfero carnosu oblongo-ovo-ovoide o piriforme labra o pubescente al cual están fusionados el cáliz y la corola en toda su longitud. Ovario angosto en el extremo distal; estilo libre estigma capitado bi, tri o pentalobudo, hay 2 nectarios cóncavos en la base de cada pétalo. Fruto penduloso, grande ovoide piriforme, con un variable número de depresiones longitudinales, ápice enmarginado, superficie blanca, verde claro u oscura finamente pubescente o con un número variable de espinas (*Ídem*).



Figura 2. Morfología de la planta de chayote.

2.2.3. Requerimientos climáticos del cultivo de chayote

Su cultivo requiere de una temperatura que va desde los 13 hasta 30°C; en temperaturas inferiores a este rango, la planta sufre daños por frío y a temperaturas mayores el crecimiento se limita, provocando su muerte. Crece en cualquier tipo de suelo (Cisneros, 2010).

El chayote se produce mejor entre los 500 y 1,500 msnm. En muchas regiones existen variantes adaptadas al cultivo a nivel del mar (en Rio de Janeiro y Yucatán); en otras se da por encima de los 2,000 msnm (en Bolivia y en México, en Oaxaca y Chihuahua). Los taxa silvestres más cercanos a *S. edule* presentan una distribución de altitudes similar, ya que crecen entre los 50 y 2,100 msnm (COVECA, 2010).

Necesita por lo menos de 2,000 mm de lluvias por año, bien distribuidas, o riego equivalente.

Las condiciones climáticas son muy variadas para este cultivo incluyendo áreas comerciales de huerto familiar. Sin embargo, las áreas netamente comerciales en Veracruz se ubican entre los 225 y 1,850 msnm, cultivándose en todas las áreas aunque puede llegar a afectar invariablemente las características del fruto.

La planta de chayote crece bien en suelos arcillo arenoso, de buen drenaje, de media a buena fertilidad y alto contenido de materia orgánica. Las parcelas de producción deben colocarse en áreas planas o ligeramente onduladas, protegidas de vientos fuertes.

2.3. Proceso productivo del cultivo de chayote

Tradicionalmente el chayote ha sido cultivado en áreas de traspatio; los primeros huertos fuera de esta condición para la región Veracruzana, datan de aproximadamente 95 años para la región de Cuautlapan, e Ixtaczoquitlán y su cultivo se realizó en el suelo a semejanza del cultivo de calabaza sin usar estructura alguna de soporte para la planta. El producto final era chayote “recio” (fisiológicamente maduro), cuyo destino fue la Ciudad de México y el Puerto de Veracruz. El aumento en la demanda nacional trajo consigo ciertos cambios en la preferencia del consumidor hacia chayote “tierno” (madurez hortícola) sin contacto con el suelo para reducir daños mecánicos y mejorar su sanidad. Para lograr lo anterior, se generó el uso del tapanco o tarima. Este sistema es relativamente reciente, su uso data de aproximadamente 80 años para la región de Orizaba, 35 para Huatusco-Coscomatepec y no más de 65 años para la región de Actopan. En la actualidad, el sistema de tapanco se ha modificado en cuanto al tipo de materiales de amarre y sostén, pasando del uso de madera rústica a guisa de techo, a la combinación de madera con bejucos, y de ésta, al uso de postes, alambres de púa y galvanizado, llegando inclusive al empleo de postes de concreto y varilla (Cadena *et al.*, 2010).

Entre las principales labores culturales que se realizan al cultivo de chayote se encuentran las siguientes:

- a) Preparación del terreno: consiste en la limpieza de la parcela mediante chapeo y eliminación del material resultante. Posteriormente, se debe labrar el área donde se depositarán las semillas.
- b) Barbecho: Se realiza generalmente con yunta o con tractor se dan dos pasos conociendo esta labor como barbecho y doble (Martínez *et al.*, 1987).

c) Cuadrado: En el perímetro del terreno se colocan postes a una distancia que va desde los 2 a los 3 m; sobre el terreno se traza una cuadrícula con hilo y con la yunta a una distancia que va de de 6 x 6 m a 10 x 10 m (*Ídem*).

d) Cepa: Junto a cada poste se hace una cepa de 0.6 a 1 m de profundidad el cual se rellena con abono orgánico por lo general de origen animal como lo puede ser estiércol de vaca o gallina o bien vegetal de cachaza.

e) Almacigo: Una vez seleccionado el material se prepara en el mismo terreno por lo general un almacigo, aflojando y desmoronando la tierra del lugar, sombreado y de humedad constante; sobre este suelo se colocan los frutos para que germinen o revienten tomando este proceso de 8 a 15 días, alcanzando una guía una altura de 15-25 cm y la raíz de 10 a 15 cm (*Op Cit*).

f) Siembra: Este cultivo se puede reproducir por esquejes, acodos y semillas (EPASA 20013). Por lo general para la región de estudio se realiza la selección a partir de frutos con características de buena forma, sanos y duros. Se colocan dos frutos por cepa para asegurar el establecimiento de al menos una planta (Martínez *et al.*, 1987). Cuando se utilizan semillas, usualmente se colocan de una a tres semillas por golpe, en un ángulo de 45 grados, separadas a 25 cm, cubriéndolas con una fina capa de tierra para protegerlas del sol. Las recomendaciones para las distancias de siembra varían de acuerdo al sistema de tutorado utilizado, oscilando de 4 x 4 m hasta 10 x 10 m entre plantas e hileras y además de la fertilidad del suelo (EPASA, 2013).

Durante el desarrollo de las matas puede eliminarse una o si es fértil el terreno se dejan las dos (Martínez *et al.*, 1987). Alcanza su etapa reproductiva entre los 5 y 6 meses después de sembrada, produciendo de 6 a 7 meses después, de forma continua (Cisneros, 2010).

g) Replantación: En los chayotales viejos se siembra nuevas plantas intercalando la siembra entre las filas de la matas viejas o sembrando en el centro de los cuadros. Esta replantación se hace un mes antes de tirar las plantas viejas o sembrando en el centro de los cuadros (Martínez *et al.*, 1987).

h) Establecimiento del Tapanco: El tapanco se construye algunos meses antes de la siembra para lo cual se tiende una red de alambre que se sujeta a los postes de carga que previamente se colocaron y posteriormente conforme va creciendo el cultivo se colocan los postes puntales por lo general 800 puntales por hectárea (Martínez *et al.*, 1987).

Esta actividad es una de las más importantes en el cultivo, de ella depende en gran parte el éxito del cultivo, si no se realiza adecuadamente puede caerse, debido a que es ahí donde descansa el peso de la plantación, consecuentemente la producción puede perderse (*Ídem*).

Los materiales utilizados para el establecimiento del tapanco son postes, retrancas y puntales de madera pues son los más resistentes y fáciles de conseguir, además se utiliza alambre galvanizado liso y/o de púas (*Op Cit*).

Una hectárea de terreno requiere un promedio de 200 postes para el cerco (periferia del terreno), los cuales miden por lo menos 3m. Además se requiere de 200 trancas, una por cada poste del cerco, comúnmente estas son más pequeñas (2.5 m) que los postes y más delgadas.

Asimismo se requiere aproximadamente 700 puntales para levantar la red de alambre, los cuales miden por los menos 2 m, y son delgados pero resistentes. Para una hectárea se requiere de 300 kg de alambre delgado del número 18 (Ojeda, 1990).

i) Fertilización: Las cantidades y fuentes de fertilización usados varían de un agricultor a otro. Todos los productores realizan de 3 a 4 aplicaciones de abono orgánico por año utilizando en su mayoría gallinaza, estiércol de bovino y algunos de ovino. La primera aplicación la realizan al momento de la siembra usando de 20 a 40 kg de abono orgánico mezclado con 5 a 20 kg de cal. En las aplicaciones posteriores, durante el desarrollo de producción del cultivo utilizan de 1 a 4 bultos de estiércol por mata, distribuido alrededor de la campana. Las aplicaciones varían mucho de un productor a otro, unos aplican cantidades muy altas o muy bajas y utilizan fuentes diferentes (Reyes, 2002).

j) Control de malezas: Es necesario controlar las malezas sólo en los primeros meses, cuando la luz del sol llega al suelo del área plantada. Esto se hace manualmente, con machete o azadón, o con aplicación de herbicida.

k) Control de plagas: En la Figura 3 se presenta el tipo de control de las principales plagas del cultivo de chayote.















Nombre y agente causal	Síntoma en la planta		Imagen	Control recomendado
Amarillamiento y marchitez de la planta por <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Fusarium sambucinum</i> y <i>Phytophthora capsici</i>				BACTIVA TM NP SERENADE MAX CAPTAN [®] 50 PH TALONIL [®] 720
Necrosis de guías <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>				PREVICUR [®] N RIDOMIL ALIETTE WDG RANMAN
Ahogamiento de guías <i>Alternaria alternata</i>				SERENADE MAX CUPRAVIT [®] TALONIL [®] 720 CAPTAN [®] 50 PH FOLPAN [®] 80 PH CABRIO C
Cenicilla <i>Gyalvomyces cichoraceorum</i>				SERENADE MAX CABRIO C STROBY DF PROCURE 50 PH TALONIL [®] 720 CUPRAVIT [®]
Mildiu <i>Pseudoperonospora cubensis</i>				HARPON ALIETTE WDG CABRIO C CUPRAVIT [®]

Figura 3. Principales enfermedades del chayote y su control (Olgún, 2011).

n) Poda: Se realizan podas constantes después del segundo mes de la siembra (poda ligera). Esta se hace eliminando las guías que no tienen buen desarrollo, o las que se pasan las calles entre espalderas. También, se deben eliminar los frutos, hojas y guías enfermas o con ataque de plagas.

En el caso de plantas muy afectadas por enfermedades, se recomienda la poda drástica, que consiste en la poda de toda la planta, cortándola a 10-15 cm del suelo.

o) Cosecha: Desde los tres a cinco meses de la siembra se inicia la producción de frutos, hasta la muerte de la planta que es aproximadamente a los nueve meses.

La cosecha debe hacerse manualmente con una tijera de podar para no maltratar el fruto al arrancarlo del pedúnculo. La misma debe hacerse cada cuatro o cinco días. Se debe evitar lastimar los frutos. Por esto deben colocarse en cajas o canastas forradas con papel periódico. Se estima que una planta de chayote en buen estado, produce cerca de 250 frutos por año. Si se tienen 550 plantas por hectáreas, significa que la producción por hectáreas sería de unos 137,000 frutos (EPASA, 2013).

2.4. Fenología

El clima y la variabilidad del tiempo atmosférico desempeñan una función preponderante en la cantidad de productividad física de los cultivos agrícolas, ganadería y bosques, así como en el riesgo de disminuir la productividad. En general, la variabilidad meteorológica y el clima influyen en prácticamente todos los aspectos de la agricultura y deben, por tanto estudiarse detenidamente en cada una de las fases por las que pasa todo proyecto de inversión y desarrollo agrícola: planeación, evaluación, implementación, manejo u operación y valoración y revisión de logros alcanzados (Campos, 2005).

La palabra "fenología" es de origen griego. "*Phaino*" significa "mostrar, aparecer" y "*logos*" significa "ciencia" (Todorov, 1985)

El término fenología se cree tuvo su primer uso por el botánico belga Charles Morren en 1958, sin embargo, la observación de eventos fenológicos data de varios siglos atrás en la antigua China, quienes desarrollaron calendarios fenológicos, siglos antes de Jesucristo. En el transcurso de la historia, el hombre ha utilizado su conocimiento sobre los eventos fenológicos en la agricultura. La fenología, la cual fue una parte integral de las antiguas prácticas agrícolas, aún mantiene una muy cercana relación con la agricultura moderna a través de sus valiosas contribuciones (INFOAGRO, 2013).

Existen diferentes definiciones entre las cuales se tienen:

- a) La fenología es la rama de la ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y su relación con las condiciones ambientales tales como la temperatura, luz y humedad (De Fina y Ravelo, 1979).
- b) La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales como luz temperatura y humedad (Torres, 1995).

El conocimiento de las particularidades biológicas del cultivo del chayote, es básico para aumentar su eficiencia económica y productiva; la fenología contribuye a conocer los cambios en los patrones de desarrollo y crecimiento de la planta de chayote, en relación con las condiciones de clima, manejo y otros aspectos del ambiente. En este sentido, las investigaciones dirigidas al análisis de las características fenológicas del cultivo del chayote son fundamentales por su importancia técnica y científica. Además son necesarias para efectuar un adecuado manejo agronómico con base en las características de los diferentes tipos de chayote (Gamboa, 2005).

2.4.1. Antecedentes de fenología del cultivo del chayote

Gamboa (2005) sugirió la siguiente descripción fenológica para el cultivo del chayote basado en sus observaciones efectuadas en Costa Rica, que de manera general se describen.

- a) Germinación: El chayote se caracteriza por tener una germinación hipogea endocarpica y vivipara. Una vez que la semilla dispone de condiciones adecuadas de humedad y temperatura empieza el proceso de germinación. Inicialmente, emerge la radícula poco después el hipocótilo, posteriormente surgen la bases cotiledonares que con la influencia de la luz se tornan de color verde. La germinación de la semilla de chayote en los frutos fisiológicamente maduros acontece en un periodo de diez a quince días, la primera que emergió fue la radícula en un lapso de ocho a diez días y el hipocótilo ya desarrollado se observa de dos a cinco días después.

b) Formación de los brotes: En la reproducción sexual la primera brotación sale de la base del tallo principal, ya con los zarcillos y las hojas constituidas, del mismo modo se observa esta peculiaridad en los nudos de las yemas axilares. Estos brotes empiezan su desarrollo a partir de los 16 días después de la siembra del cotiledón de chayote y alrededor de los 45 días presentan un tamaño comercial.

c) Crecimiento de los brotes: Los brotes empiezan a desarrollarse rápidamente hasta convertirse en los tallos (guías), los cuales crecen verticalmente con ayuda de los tutores, hasta alcanzar la enramada, estos tallos duran en llegar a esta estructura de 50 a 60 días después de la siembra en campo.

d) Ramificación de los tallos: Una de las características biológicas de la planta de chayote es su ramificación constante durante todo su ciclo. Los tallos principales se ramifican para formar los tallos secundarios, estos originan los terciarios y así repetidamente. Para beneficiar la producción es importante acelerar el proceso de ramificación por medio del despunte de guías principales.

e) Floración: La floración del chayote es continua y escalonada. En cada nudo del tallo se encuentra una flor femenina y una inflorescencia masculina con un promedio de diez flores. La primera floración ocurre en el tallo principal, el resto comienza con el último nudo y continúa con su posición ascendente. Esto asegura que conforme crece el tallo la producción de las flores es interrumpida. En el cultivo de chayote ocurre un proceso morfofisiológico denominado *Protoginia*, en la cual el estigma está listo para la polinización antes de que las anteras de la flor masculina se abran (Faegri and Van der Pijil, 1979). La antesis, en ambas flores, sucedió entre las 7:00 am y las 10:00 hrs. Los botones florales, inicialmente de color verde se tornan de color amarillo días después. Una vez acontecida la fecundación del ovulo, la corola se marchita y el estigma se vuelve de color café (Gamboa, 2005).

f) Fructificación: La posición del fruto en el tallo es igual a la descrita para la flor. Escalonamiento de la floración permite encontrar en una planta de chayote frutos con diferentes tamaños, los cuales varían desde unos milímetros hasta encontrarse completamente desarrollados. El fruto alcanza un tamaño comercial de 30 a 35 días después

de la fecundación de la flor y de 20 a 25 días más tarde se obtiene la maduración fisiológica.

2.5. Importancia económica

México ocupa el primer lugar en producción y exportación de chayote verde liso a nivel mundial con el 53 % de mercado seguido de Costa Rica. Otros países productores como Guatemala, Brasil, Puerto Rico, Argelia, India, Nueva Zelanda y Australia canalizan la mayor parte de su producción para su auto consumo (Avendaño *et al.*, 2010). Sin embargo, el ITESM (2012) ubicó a Costa Rica como el primer exportador de chayote en el mundo y desde el año 2007, ha surtido al menos el 82 % de las importaciones de chayote de Estados Unidos.

2.5.1 Superficie sembrada, cosechada y producción a nivel nacional

En México, son nueve los Estados que tienen una producción importante para el mercado, la producción en los estados de Chiapas, Michoacán, Estado de México, Nayarit, Jalisco y Veracruz, este último es el principal productor nacional con una superficie aproximada de 2,500 ha anuales que aportan el 87 % del volumen, este estado produce todo el año, ya que ha ampliado el corredor de cultivo en tres regiones agroclimáticas. La primera se ubica en la zona del bosque mesófilo de montaña en el centro del estado en altitudes de 1,580 a 1,150 m. En ésta se encuentran los municipios de Coscomatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Chocamán, Orizaba, Tlilapan, Orizaba y Rafael Delgado, cultivos bajo condiciones de temporal. La segunda región se localiza en áreas de vegetación de selva mediana perennifolia, en altitudes de 1,100 a 780 m, que agrupa al municipio de Amatlán de los Reyes, Cuichapan e Ixtaczoquitlán, cultivos bajo condiciones de riego y temporal. La tercera región se ubica en áreas de selva baja caducifolia en altitudes de 300 a 210 m en los municipios de Actopan y Emiliano Zapata bajo condiciones de riego (SINAREFI, 2014).

En la Tabla 1 se presentan los valores reportados para la superficie sembrada, cosechada y el total de la producción para chayote en México durante el 2012. La mayor producción se registró en el estado de Veracruz.

Tabla 1. Superficie sembrada, cosechada y producción a nivel nacional (SIAP, 2012).

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
GUANAJUATO	5	5	50	10	3,500.00	175
JALISCO	242	242	9,011.00	37.24	3,661.82	32,996.64
MEXICO	50	50	925	18.5	4,120.00	3,811.00
MICHOACAN	244	244	19,402.21	79.52	2,050.19	39,778.15
MORELOS	4	4	36	9	5,800.00	208.8
NAYARIT	1.5	1.5	14.1	9.4	2,241.14	31.6
PUEBLA	23.7	23.7	20.42	0.86	3,788.98	77.37
SAN LUIS POTOSI	75	75	1,125.00	15	2,683.34	3,018.76
TABASCO	6	6	56.41	9.4	1,724.13	97.26
VERACRUZ	2,032.00	2,032.00	131,636.72	64.78	2,435.94	320,659.32
YUCATAN	24.42	22.42	578.2	25.79	4,119.59	2,381.95
	2,707.62	2,705.62	162,855.06	60.19	2,476.04	403,235.85

2.5.2 Superficie sembrada, cosechada y producción a nivel estatal

Trece de los municipios de Veracruz, se dedican a la producción del cultivo del chayote con una superficie sembrada de 2,032.00 ha de los cuales destaca la participación de Ixtaczoquitlán, Coscomatepec y Actopan en primero segundo y tercer lugar, respectivamente. Sin embargo, Alpatláhuac también se enlista entre los municipios productores de chayote aunque de menor importancia que Coscomatepec el principal municipio de esta región con una superficie sembrada y cosechada de 480 ha (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticas del cultivo de chayote a nivel estatal (SIAP, 2012).

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 ACTOPAN	420	420	27,300.00	65	2,645.05	72,209.86
2 ALPATLAHUAC	115	115	7,015.00	61	2,054.34	14,411.20
3 CALCAHUALCO	105	105	6,405.00	61	2,045.24	13,099.76
4 CHOCAMAN	75	75	4,650.00	62	2,520.00	11,718.00
5 COSCOMATEPEC EMILIANO	480	480	34,560.00	72	2,083.33	71,999.88
6 ZAPATA	40	40	1,200.00	30	3,000.00	3,600.00
7 FORTIN	68	68	4,080.00	60	2,691.18	10,980.01
8 HUATUSCO IXHUATLAN DEL	45	45	2,745.00	61	2,111.11	5,795.00
9 CAFÉ	100	100	7,100.00	71	2,050.00	14,555.00
10 IXTACZOQUITLAN	543	543	34,209.00	63	2,790.06	95,445.16
11 MAGDALENA RAFAEL	2	2	92	46	2,000.00	184
12 DELGADO	35	35	2,100.00	60	3,000.00	6,300.00
13 ZONGOLICA	4	4	180.72	45.18	2,000.00	361.44
	2,032.00	2,032.00	1	15,251.14	30,990.31	

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la región de estudio

El estado de Veracruz es la única entidad en la República Mexicana que cultiva chayote para mercado nacional y de exportación todo el año. Representa hasta 70 % de la producción nacional gracias a la adaptación de la especie a las condiciones agroclimáticas regionales (ITESM, 2012). Los municipios de Alpatláhuac, Coscomatepec y Huatusco lugares donde se realizó el presente trabajo, presenta características propicias para el cultivo de chayote. A continuación, se describen las características generales de estos municipios.

a) **Alpatláhuac:** se ubica entre los paralelos 19°04' y 19°08' de latitud norte; los meridianos 97°04' y 97°12' de longitud oeste; a una altitud entre 1,600 y 3,400 msnm. Municipalmente colinda al norte con el municipio de Calchahuaco; al este con los municipios de Calchahuaco y Coscomatepec; al sur con los municipios de Coscomatepec y Calchahuaco; al oeste con el municipio de Calchahuaco (Figura 4).

El clima es templado húmedo ocupa un 83% del área municipal; y el semicálido húmedo en un 17 %. La temperatura varía entre los 14 y 20 °C; mientras que la precipitación oscila entre los 1,400 y 1,600 mm anuales (CEIEG, 2013).



Figura 4. Municipio Alpatláhuac, Ver. (CEIEG, 2013).

b) **Coscomatepec:** Se ubica entre los paralelos 18°59' y 19°08' de latitud norte; los meridianos 97°00' y 97°12' de longitud oeste; a una altitud entre 1,300 y 3,300 msnm. Colinda municipalmente al norte con los municipios de Alpatláhuac, Calchahuaco, el estado de Puebla y el municipio de Huatusco; al este con los municipios de Huatusco, Ixhuatlán del Café, Tomatlán y Chocamán; al sur con los municipios de Chocamán, Atzacan y La Perla; al oeste con los municipios de La Perla, Calchahuaco y Alpatláhuac (Figura 5).

Su clima es templado húmedo con abundantes lluvias en verano (64 %) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (36 %). La temperatura varía entre los 12 y 20 °C. La precipitación entre los 1,400 y 1,600 mm anuales (CEIEG. 2013).

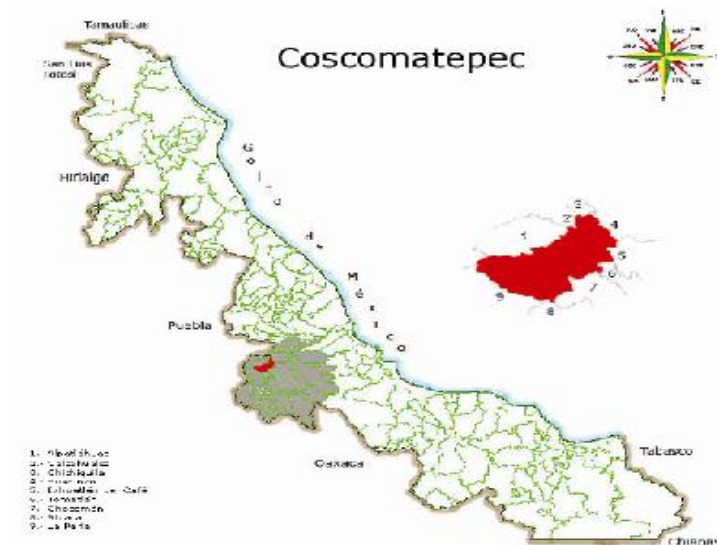


Figura 5. Municipio de Coscomatepec, Ver. (CEIEG, 2013).

c) **Huatusco:** Se ubica entre los paralelos 19°04' y 19°13' de latitud norte; los meridianos 96°41' y 97°04' de longitud oeste; a una altitud entre 400 y 2,000 msnm. Municipalmente colinda al norte con el estado de Puebla y los municipios de Totutla, Sochiapa y Comapa; al este con los municipios de Comapa y Zentla; al sur con los municipios de Zentla, Tepatlaxco, Ixhuatlán del Café y Coscomatepec; al oeste con el municipio de Coscomatepec y el estado de Puebla (Figura 6).

Posee varios tipos de climas Semicálido húmedo con lluvias todo el año (48 %), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (42 %), cálido subhúmedo con lluvias en verano,

de humedad media (6 %) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (4 %) (CEIEG. 2013).

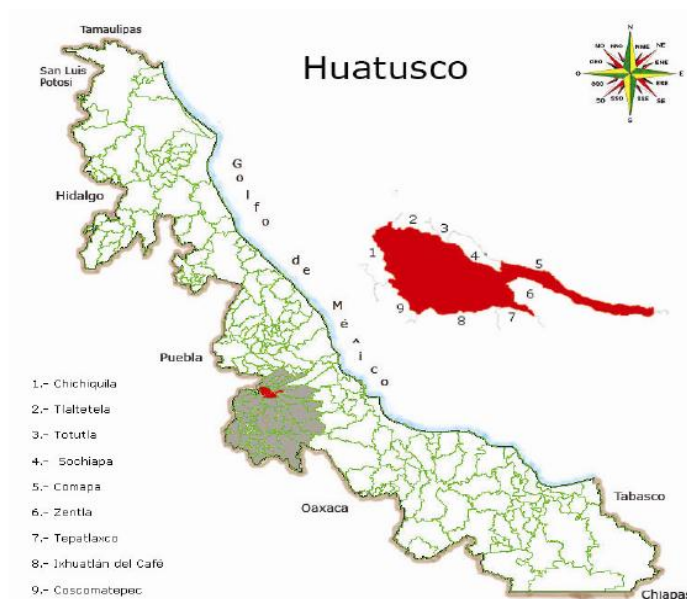


Figura 6. Municipio de Huatusco, Ver. (CEIEG, 2013).

3.1.1. Localización del área experimental

La presente investigación abarcó el área geográfica de los municipios de Alpatláhuac, Coscomatepec y Huatusco en la región central del estado de Veracruz, los cuales se encuentran a diferentes altitudes (Tabla 3) y por ende se pudo plantear que existía un efecto térmico sobre la fenología del cultivo. Las cuatro parcelas de este estudio se muestran a continuación (Figura 7-10).

Tabla 3. Datos geográficos de las parcelas evaluadas.

Municipio	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud N	Longitud W
Alpatláhuac	Loma Tlamamatla	1,745	19.10685	97.06909
Coscomatepec	Tozongo	1,666	19.10138	97.05594
Coscomatepec	Coscomatepec	1,513	19.06355	97.04210
Huatusco	Huatusco	1,340	19.146666	97.950000

Fuente: Datos de campo (2013).



Figura 7. La Loma Tlamamatla, Alpatláhuac, Ver. (Google Earth, 2013).



Figura 8. Predio el Panteón, Tozongo, Coscomatepec, Ver. (Google Earth, 2013).



Figura 9. Predio Coscomatepec, Coscomatepec, Ver. (Google Earth, 2013).



Figura 10. Huatusco, Huatusco, Ver. (Google Earth, 2013).

3.1.2. Geomorfología y tipos de suelos

El conjunto de municipios forma parte del complejo montañoso central del estado de Veracruz. Geomorfológicamente, ahí se distinguen lomeríos y planos inclinados, lomeríos y planicies, lomeríos y cerros pronunciados, cerros de laderas accidentadas, mesetas, y serranías; lo cual habla de una diversidad de formas a partir de la influencia de la geología local (Cisneros, 2013).

La zona de estudio pertenece a la llamada Región de las Altas Montañas, donde los suelos varían entre los de tipo cambisol y luvisol, caracterizados el primero por presentaren el subsuelo aspecto de roca y susceptibilidad a la erosión, el segundo presenta acumulación de arcilla en el subsuelo y alta susceptibilidad a la erosión. Además, los suelos son de origen in-situ, coluvial y volcánico de profundidad somera, media y profunda, de textura franca, franco-arenosa, franco-arcillosa y arenosa; con tonalidades café y gris oscuro, y a mayores altitudes de color café rojizo (INAFED, 2010).

3.2. Metodología

En la presente investigación se consideraron dos parámetros: uno de índole climático y el otro referente a la fenología del cultivo de chayote. Enseguida se destacan las particularidades cada uno de ellos.

a) Parámetro climático: se tomaron los datos de temperatura, precipitación, humedad ambiental, en cada una de las parcelas seleccionadas. Para ello, se instaló un higrotermómetro digital y un pluviómetro en cada parcela de estudio. El registro de los datos meteorológicos, se efectuaron diariamente (Anexo 2), a las 8 horas, con el apoyo de personal que fue capacitado para dicha labor, sin embargo, las actividades y disponibilidad de tiempo del personal (trabajadores en las parcelas), limitó en algunos periodos de tiempo, contar con el registro continuo de datos; estos datos se correlacionaron con el crecimiento y desarrollo del cultivo del chayote.

b) Parámetro fenológico del cultivo de chayote: se realizaron observaciones fenológicas con una frecuencia quincenal y/o mensual en el cultivo de chayote (Anexo 1), en cuatro

parcelas ubicadas en Alpatláhuac, Tozongo, Coscomatepec y Huatusco, estado de Veracruz.

Tomando como base los planteamientos de Gamboa (2005), se consideraron las fases y duración de las etapas fenológicas del cultivo. Las observaciones de cada parcela fueron en cinco plantas, las cuales representaron cada una de ellas, las repeticiones en cada parcela.

3.2.1. Variables a evaluar

Con base a lo anterior se consideraron las siguientes variables:

- a) Manejo del cultivo en las parcelas de estudio
- b) Descripción fenológica del cultivo de chayote.
- c) Tendencia de las variables climáticas en la zona de estudio.
- d) Correlación entre las variables climáticas y el desarrollo fenológico del cultivo.

3.2.2. Tamaño de muestra

Se realizaron las observaciones fenológicas en cuatro parcelas comerciales de cuatro localidades (Huatusco, Alpatláhuac, Tozongo y Coscomatepec). Cada parcela tuvo dimensiones diferentes pues se trataron de sitios ya establecidos por sus propietarios. Respectivamente las dimensiones aproximadas fueron de 10,500 m², 10,724 m², 26,419 m² y 19,468 m².

En cada una de ellas, se seleccionaron cinco plantas a través del método de números aleatorios, con competencia completa, en algunos casos, tomando como base dos guías o una, según su existencia.

3.3. Materiales

- Tablas de registro diario de variables climáticas.
- Tablas de registro fenológico.
- Higrotermómetro marca TFA Modelo (30.5000/30.5002).
- Pluviómetro de plástico marca TFA.
- Cinta métrica.
- Etiquetas.
- Marcadores.
- Computadora.
- Lápices, hojas.
- Cámara fotográfica.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo de campo inició en el mes de marzo del 2013 para contactar a los productores y ubicar las zonas de trabajo. Durante el mes de junio se instaló el equipo meteorológico y se recabó la información de fecha de plantación y brotación a través de entrevistas con el dueño de cada parcela evaluada (Figura 11). Los resultados obtenidos en campo se describen a continuación.



Figura 11. Instrumental meteorológico instalado dentro del chayotal.

4.1. Manejo del cultivo en las parcelas de estudio

El manejo del cultivo inició con la brotación de los frutos y esta ocurrió durante el mes de octubre del 2012. Los entrevistados (Anexo 3) coincidieron que la brotación ocurre entre los 15 y 20 días después de que los frutos “recios” fueron puestos a germinar.

Una vez brotado el fruto y con una longitud de guía aproximada de 20 a 40 cm, se planta en el terreno definitivo bajo un marco de plantación que oscila entre 8 x 8 m a 10 x 10 m. Este último dato correspondió a la parcela ubicada en Coscomatepec. La plantación se realiza con dos frutos brotados por cepa (Figura 12) con la finalidad de asegurar el establecimiento

de la plantación y a los 30 días después de ésta se realiza el aclareo para dejar una sola planta, con dos o tres guías por planta.

Es recomendable contar con plantas brotadas para reponer aquellas matas que no prosperan en la parcela.



Figura 12. Cepa de 30 x 30 cm. Tozongo, Ver.

Al momento de muestrear y considerar las plantas para el presente estudio, se eligieron aleatoriamente plantas con dos guías y que tuvieran competencia completa.

Las guías son tutoradas para que escalen sobre una estructura llamada “tapanco”, que consiste en un soporte de alambre sobrepuesto a postes de madera con distancia entre ellos de 4 x 4 m, a dos metros de altura en promedio (Figura 13).



Figura 13. Tapanco del cultivo de chayote.

Las guías alcanzan el tapanco en aproximadamente dos meses (Figura 14), tiempo en el cual a las plantas se les incorpora abono orgánico y además fertilizante químico (N-P-K) a razón de 2 kg por mata, tanto del abono como de la mezcla de fertilizantes. Se aplica subsecuentemente cada dos meses fertilizante, y la cantidad varía, a consideración del dueño de la parcela.



Figura 14. Guía de chayote sobre tapanco. Tozongo, Ver.

Cuando el crecimiento vegetativo empieza a ser abundante se lleva a cabo el deshoje, que consiste en eliminar las hojas viejas y guías necesarias (tallos aéreos), así como aclareo de ellas. Dependiendo de la velocidad de su crecimiento, esta labor se realiza cada 8-15 días con un máximo de cada 30 días, usando para el caso gran cantidad de mano de obra.

El control de maleza se realiza en forma manual (con machete) o mediante uso de herbicida, por ejemplo Glifosato. El control de plagas y enfermedades se lleva a cabo en función de su aparición, las cuales están íntimamente relacionadas con las condiciones ambientales. La araña roja y cenicilla en la hoja, son los mayores problemas que enfrentan los productores de esta región; así como pudrición de raíz (bacteriosis) y de fruto (que inicia con fungosis ligeras que se tornan en graves), con pérdidas económicas importantes. En el fruto y guías también se presentan barrenadores que deterioran su calidad y puntos de crecimiento, respectivamente; en el peciolo de la hoja se insertan pequeñas larvas que causan marchitez permanente; así como larvas de diabrotica (“arrocillo”) en las raíces, con síntomas parecidas a la plaga anterior.

La cosecha es manual con un tamaño promedio de fruto de 10 a 12 cm. El primer corte se realiza a los 4 meses de haberse plantado; y posteriormente se realizan de 60 a 80 cortes durante 5 meses en la zona de Alpatláhuac y hasta 8 meses en la zona de Coscomatepec. Esta variación en el periodo de cosecha se relaciona con la temperatura, puesto que Alpatláhuac se encuentra 210 m más alto que Coscomatepec y 516 m más arriba que Huatusco. Los frutos cosechados son puestos en cajas de plástico (charolas) de 19-21 kg (Figura 15).



Figura 15. Caja con chayote cosechado en la parcela. Alpatláhuac, Ver.

Después, son seleccionados por color, forma y tamaño, colocados en bolsas individuales de plástico y empacados en cajas de cartón de 20 ó 40 libras, de donde salen al mercado local, nacional o internacional (Figura 16) según sea el caso.

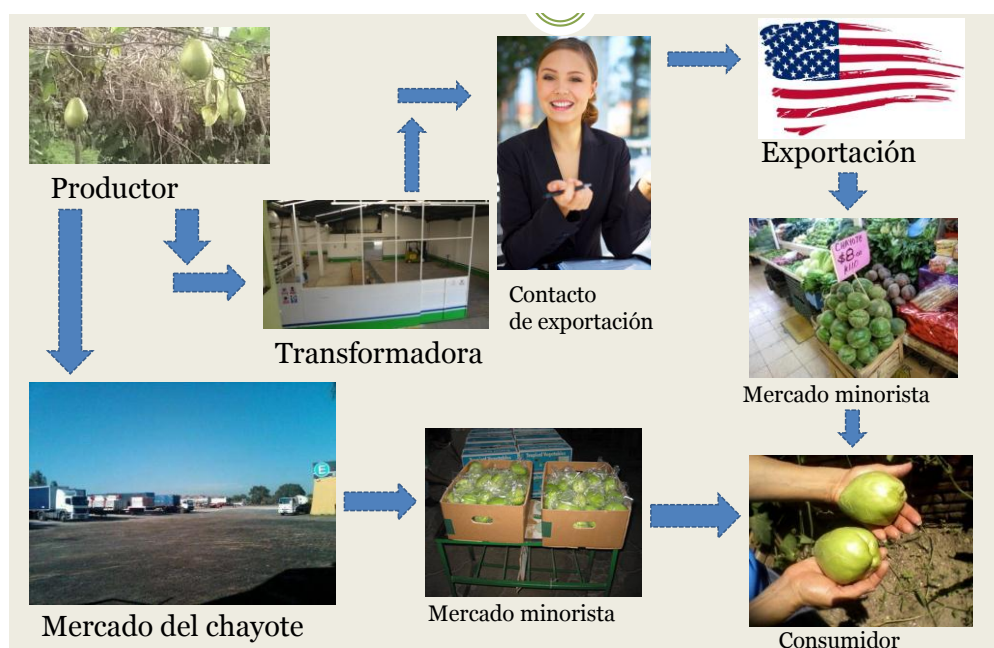


Figura 16. Canal de comercialización del cultivo de chayote, Coscomatepec, Ver.
(Escamilla *et al.*, 2014)

El tipo de chayote que se trabaja en las huertas seleccionadas es del tipo verde liso, el cual tiene gran aceptación en el mercado (Figura 17).



Figura 17. Fruto de chayote listo para cosechar, Alpatláhuac, Ver.

En términos ecológicos el cultivo del chayote sin remoción del suelo, uso de azadón ni herbicidas, ha representado una opción ecológica para el manejo de laderas. Su manejo en tapanco (tarima o parrilla) forma un dosel vegetal que amortigua el impacto de la lluvia y atenúa así la formación de corrientes que lavan el suelo de las laderas, además de que hace un aporte continuo de biomasa por actividades de deshoje y poda (GISeM, s/f)

4.2. Descripción fenológica del cultivo de chayote

El cultivo de chayote es una cucurbitácea, con un crecimiento tipo enredadera, su ciclo biológico es de 12 meses, desde que brota la semilla hasta el último corte de fruto. Durante este tiempo transcurren cambios en la morfología de la planta que son influenciados por las condiciones ambientales.

En esta investigación se llevó registro de todos estos cambios, que se denominan fases fenológicas (que corresponden a la aparición, transformación, desaparición de órganos o estructuras de los vegetales) y el tiempo que transcurrió, denominado etapa fenológica (es

el tiempo que transcurre entre dos fases fenológicas) (Mercado, 2014)¹. A continuación se describen estas.

a) Brotación: la brotación de semillas (frutos) se presentó en promedio a los 20 días después de haberlos colocado en el suelo o bien en semilleros (Figura 18). Una vez que han brotado se pasan a una bolsa de plástico o al terreno definitivo, cuando la guía alcanza los 30 cm de longitud. Esta labor se realiza en la zona de estudio, en dos temporadas: la primera de octubre a noviembre y la segunda de enero a febrero.



Figura 18. Semillas brotadas de chayote. Coscomatepec, Ver.

b) Plantación: que es el momento en el cual se deposita la semilla ya brotada con una guía aproximada de 30 cm de longitud. Esta puede realizarse en función de la temporada de brotación, noviembre ó febrero. Se puede aplicar riego de auxilio al momento de la siembra (si es que se cuenta con él) y posteriormente, transcurren dos meses para que la guía alcance el tapanco (de dos metros de altura aprox.) (Figura 19).

¹Comunicación personal. Enero de 2014. FES-Cuautitlán, UNAM.



Figura 19. Siembra de chayote. Tozongo, Ver.

c) Etapa vegetativa: esta etapa dura dos meses después de la plantación, tiempo en el cual la guía crece y emite hojas, ramas y zarcillos, estos últimos permiten sostenerse al alambrado del tapanco (Figura 20). Es importante señalar que en cada nudo de la guía se observó la emisión de una hoja, una rama, un zarcillo, una flor femenina solitaria y un ramillete que corresponde a las flores masculinas. Es frecuente confundir que las flores femeninas aparecen solamente en forma discontinua lo largo de la guía debido a que sufren abortos, se secan y caen, debido a un fenómeno natural en la especie llamado protoginia.



Figura 20. Guía de chayote (hojas, zarcillos). Tozongo, Ver.

Por esta razón, la actividad de deshoje se vuelve importante para disminuir la aparición de enfermedades a causa del exceso de humedad y de sombra en la planta.

En las parcelas de estudio, las guías alcanzaron una longitud promedio de 16.0 m con 99 nudos en total. En la Tabla 4 se presentan los valores promedio (de las cinco plantas) de cada parcela evaluada. Se aclara que en Huatusco sólo se tomaron datos de 4 guías en dos plantas.

Tabla 4. Longitud de guía y número de nudos por planta promedio.

	Tozongo	Coscomatepec	Alpatláhuac	Huatusco	promedio
Long (m)	17,31	15,10	16,21	17.0	16.0
Nudos (#)	101	94	99	102	99

Se observó una mayor longitud en la parcela de Tozongo, y la menor longitud promedio fue en Coscomatepec; asimismo, en Tozongo se determinó la longitud máxima de una guía con 17.8 m, y en Huatusco se determinaron 102 nudos por guía.

En las Figuras 21 y 22, se presentan los valores promedio por fecha de lectura, para cada parcela evaluada.

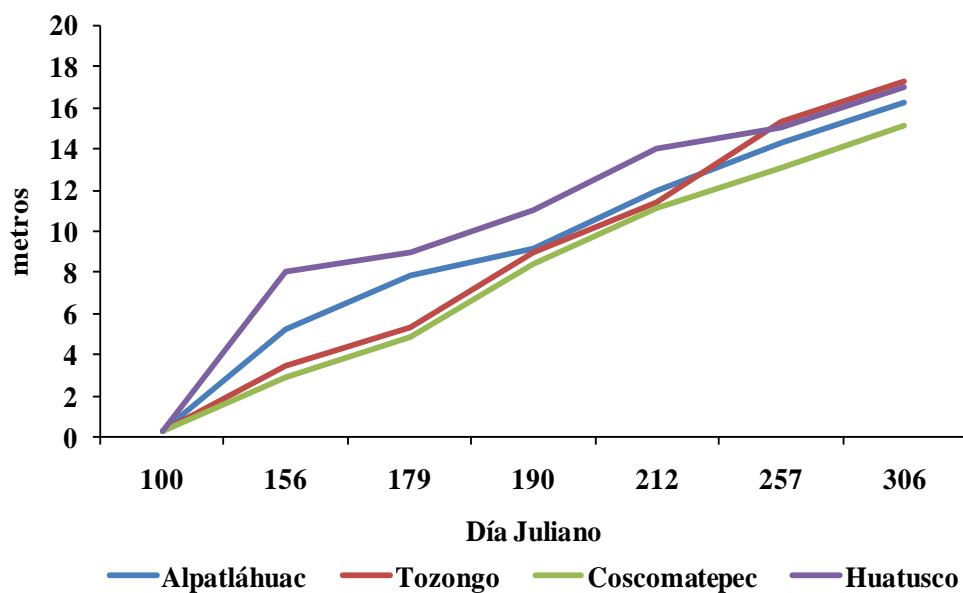


Figura 21. Longitud promedio de la guía de chayote.

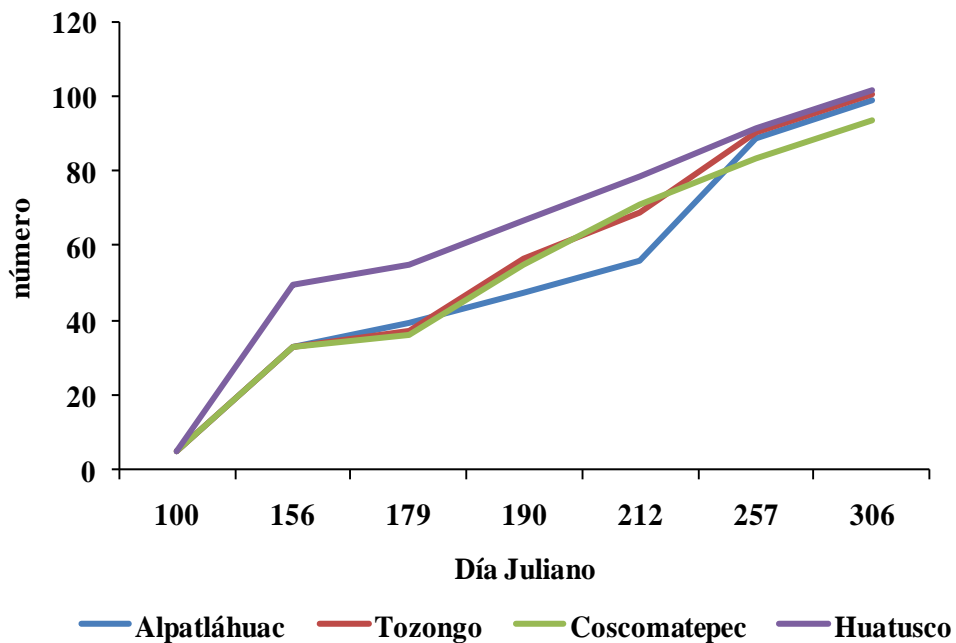


Figura 22. Número de nudos promedio por planta de chayote.

d) Floración: el chayote es una planta monoica, que presenta las estructuras florales masculina y femenina separadas (unisexuales). La floración es escalonada y de manera continua hasta el final de su ciclo biológico. Con base en las observaciones recurrentes efectuadas en un mismo nudo, se dedujo que primero aparecen las flores femeninas y después las masculinas (Figura 23).

La floración inició aproximadamente a mediados del mes de mayo en toda la zona de trabajo, y continuó hasta el fin del ciclo económico del cultivo, el cual ocurrió aproximadamente a finales del mes de octubre.

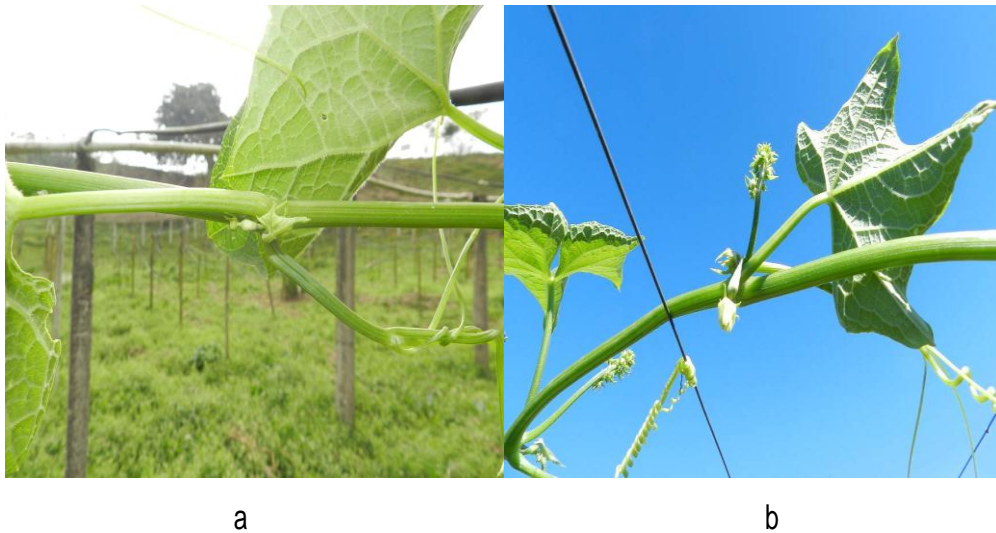


Figura 23. Floración: a) Flor femenina. b) Flor femenina y flor masculina de chayote. Huatusco, Ver.

e) Fructificación: la apertura de la flor es de corta duración y por la mañana, mientras que la viabilidad del polen también es corta. Por tal efecto, el amarre de frutos se ve influenciado por la actividad de los insectos, la acción del viento y la lluvia. Esta sincronización para la polinización es crucial para la obtención de buena producción y las condiciones ecológicas de los lugares de trabajo permiten que esto se lleve de manera natural por dichos agentes polinizadores (Figura 24).



Figura 24. Flor femenina abierta y fecundada de chayote. Huatusco, Ver.

f) Desarrollo del fruto: al presentarse la floración escalonada y constante, la formación del fruto también exhibe esta presencia, por lo cual, la floración y fructificación tienen un carácter intercalado, por lo cual la fase de floración y fructificación que se observa en la planta tiene esta condición sin poder definir el inicio y término de una u otra, característica de la familia de las cucurbitáceas (Figura 25).



Figura 25. Desarrollo del fruto de chayote. Huatusco, Ver.

El tamaño comercial del fruto varía entre los 10 y 12 cm, el cual se alcanza entre los 25 a 30 días de haberse realizado la polinización, según la zona climática.

g) Cosecha: El primer corte se efectúa en promedio en la zona de estudio, a los cuatro meses después de la siembra, realizando dos cortes por semana de frutos que han alcanzado el tamaño comercial. Los frutos son embalados en cajas de plástico, como se comentó anteriormente y son llevados al centro de acopio para su selección y empaque individual y posteriormente en cajas de cartón de 20 ó 40 libras (Figura 26).

El productor en Tozongo, el Sr. Mario Reyes, reportó una cosecha de 144 Toneladas en el año de 2013, con 300 cajas de 20 kg cada una, en dos cortes a la semana, durante seis meses, pero en la superficie total de su parcela que era de 2.64 ha; por lo tanto en rendimiento por hectárea fue de 54.5 ton. Por su parte, el Sr. Lázaro Saavedra productor de chayote de Alpatláhuac, señaló que durante el año de 2013 la cosecha de chayote alcanzó el volumen de 54,040 kg en su parcela de 1.7 hectáreas, lo que representa un rendimiento de 31.8 ton ha⁻¹; mientras que el Sr. Miguel Ángel Castro Solís, en Coscomatepec 44 Ton ha⁻¹.

Cabe señalar que la parcela evaluada en Huatusco, corresponde al Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium edule* (BANGESE) del SINAREFI², que esta a cargo del Centro Regional Universitario Oriente, donde no se maneja el concepto de rendimiento de cosecha en las colectas del Banco, dado que no se toman los frutos en punto de madurez comercial y sólo se cortan según las necesidades específicas de investigación que se tengan.

²SINAREFI: Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura; el cual busca integrar acciones y esfuerzos entre las diferentes instancias vinculadas con los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, con el objetivo de asegurar su conservación y aprovechamiento sustentable, en: <http://snics.mx/sinarefi/inicio/acercadesinarefi.html>.



a

b

Figura 26. a) Empaque Individual b) Embalaje en caja de cartón.

4.3. Tendencia de las variables climáticas en la zona de estudio

Con el instrumental instalado en cada parcela evaluada se midieron durante el año de 2013, las variables climáticas de temperatura, humedad atmosférica y precipitación. En las Figuras 27 a la 29, se presentan las tendencias de estas variables durante el periodo de observaciones en campo.

Se aclara, que en la parcela de Alpatláhuac sólo se registraron 30 días debido a la falta de personal que atendieran esta actividad. Sin embargo, se observaron diferencias en los valores registrados entre los puntos correspondientes.

La temperatura media mostró una tendencia por encima de los 15 °C, superior a la temperatura base del cultivo, lo que favorece su desarrollo y crecimiento. Durante el periodo del día juliano 156 al 185, en Alpatláhuac, en Tozongo, en Coscomatepec y en Huatusco se registró 21.6, 21.3, 22.5 y 19.1 °C de temperatura media, respectivamente. Mientras que, para el periodo de los días julianos 159 al 211, en Tozongo, Coscomatepec y Huatusco fueron de 21.0, 21.2, 18.7 °C, respectivamente (Figura 27).

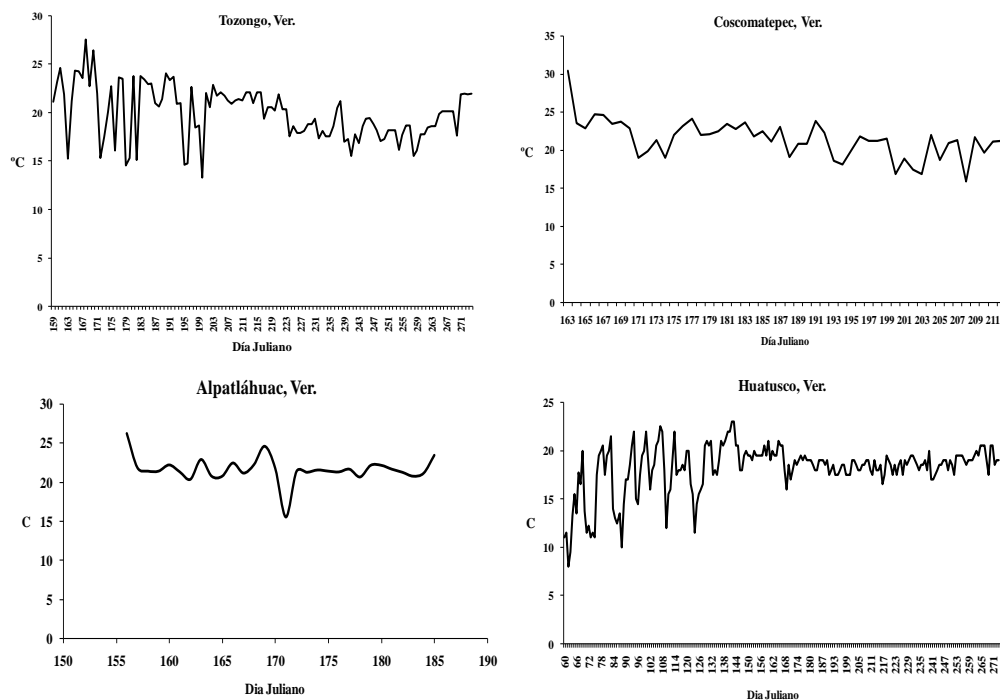


Figura 27. Tendencia de la temperatura media diaria. Datos de cada parcela.

Por lo que respecta a la precipitación media, durante el periodo del día juliano 156 al 185, en Alpatláhuac se acumularon 259.0, en Tozongo 377.0, en Coscomatepec 213.6 y en Huatusco 239.2 mm, lo que permite observar una semejanza entre los sitios de trabajo, excepto en Tozongo que acumuló aproximadamente 57 % más precipitación que en Coscomatepec quien refiere el menor valor. Mientras que, el valor acumulado de precipitación durante los días julianos 159 al 211, en Tozongo, Coscomatepec y Huatusco fueron de 910.0, 536.6, 725.3 mm, respectivamente (Figura 28).

Esta comparación refleja los valores registrados durante los mismos periodos entre los puntos de trabajo según la disponibilidad de datos recabados. Así, en Tozongo se presentó la precipitación más alta en la zona de estudio durante el periodo de trabajo.

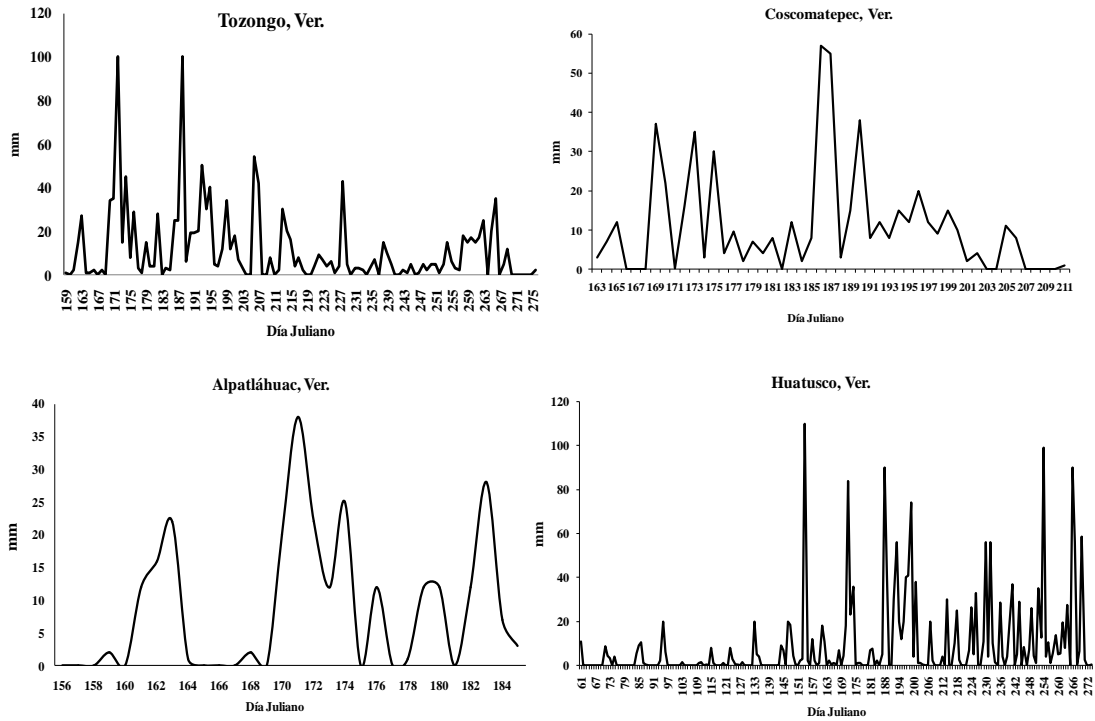


Figura 28. Tendencia de la precipitación diaria. Datos de cada parcela.

La humedad ambiental media diaria registrada mostró en general valores mayores del 60 % en la zona de estudio, debido en gran medida a la presencia de abundantes lluvias y de niebla. Se aclara, que en la estación de Huatusco no se tuvieron datos registrados de esta variable (Figura 29).

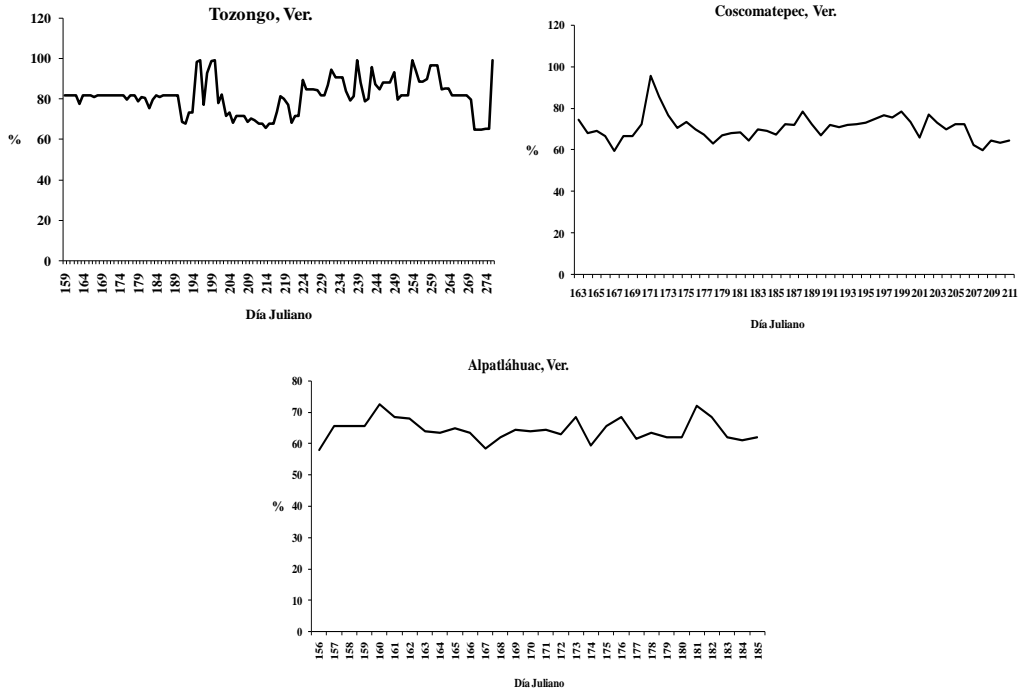


Figura 29. Tendencia de la humedad ambiental media diaria. Datos de cada parcela.

4.4. Correlación entre las variables climáticas y el desarrollo fenológico del cultivo

Se consideró el método residual para determinar la acumulación de calor con una temperatura base de 10 °C para el cultivo de chayote. De esta manera, las unidades calor acumuladas (UC) durante el periodo del día juliano 156 al 185 fueron en Alpatláhuac 348.6, en Tozongo 306.6, en Coscomatepec 294.6 y en Huatusco 263.5 UC; mientras que, el valor acumulado durante los días julianos 159 al 211, fueron en Tozongo de 585.5, en Coscomatepec 569.6 y en Huatusco fueron 450.5 UC (Tabla 5 y Figura 30).

Tabla 5. Unidades calor acumuladas por localidad y periodo de observación.

Localidad	Periodo 156-185 día juliano	Periodo 159-211 día juliano
Alpatláhuac	348.6	
Tozongo	306.6	585.5
Coscomatepec	294.6	569.6
Huatusco	263.5	450.5

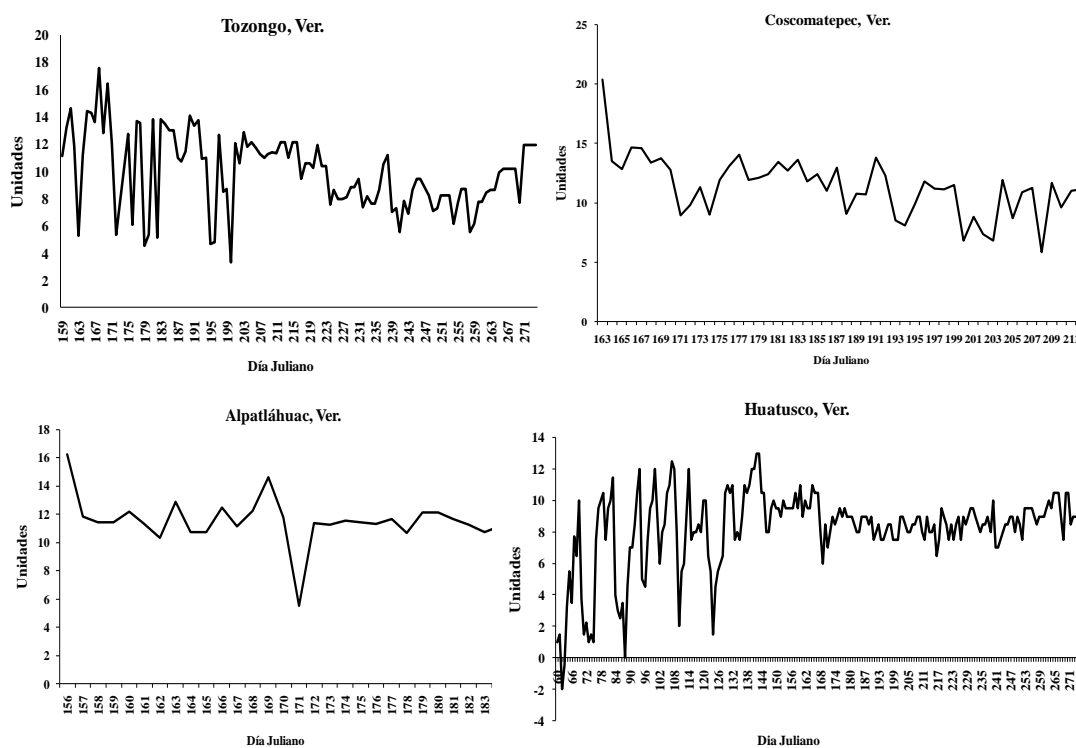


Figura 30. Unidades calor acumuladas a nivel diario. Datos de cada parcela.

Con base en la tendencia de la temperatura media (Figura 27) se observó una correspondencia en la acumulación de calor en cada parcela, por lo que en Huatusco se acumularon menos UC que puede deberse a la mayor nubosidad y días con niebla, que disminuyen las horas de insolación y por consecuencia los valores de la temperatura. Esta diferencia térmica se traduce en una menor acumulación de unidades calor que representaría un menor rendimiento del cultivo de chayote.

El cultivo en Tozongo reportó las mejores condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo (Figuras 21 y 22), aunado esto, al mejor manejo agronómico del cultivo y a la utilización de una variedad mejorada.

Es así como la temperatura juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo de cualquier especie, incluido el chayote, por esta razón es importante el cálculo de las unidades calor, además permite la programación de la fecha de siembra, las labores de cultivo, la predicción de las etapas fenológicas y la reducción de la incidencia de las plagas y enfermedades, entre otros.

Asimismo, la precipitación representa el abastecimiento de agua para los ecosistemas, la recarga de los acuíferos, y la parte medular en la producción de alimentos, y en la zona de estudio los valores obtenidos de ella permiten el crecimiento y desarrollo del cultivo de chayote, aunque, la disminución al inicio del año hace necesario el uso de sistemas de riego durante la fase inicial de la etapa vegetativa en campo.

En la Figura 28 se observa que los volúmenes de lluvia diario registrados en los puntos de trabajo llegaron a ser muy cercanos a 30 mm en 24 horas, cantidad que abastece las necesidades de agua durante el desarrollo y crecimiento del cultivo, pero también se registraron valores cercanos a 100 mm, que generan condiciones de humedad idóneas para el crecimiento y proliferación de enfermedades, lo cual merma los rendimientos del cultivo y aumenta los costos de producción.

Dzib *et al.* (2001) señalaron que si se presentan “días de mucho calor”, se aplican 20 litros de agua por planta, lo cual equivale a $12,500 \text{ l ha}^{-1}$, a fin de que la planta “no desmerezca” o sufra marchitez permanente.

De acuerdo con GISeM (s/f), el fruto del chayote contiene entre 86.6 y 90.6 % de humedad, lo que manifiesta la importancia que tiene la disponibilidad de agua en el crecimiento y desarrollo del cultivo y que la zona de estudio potencialmente abastece esta necesidad hídrica.

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente.

1. Las condiciones climáticas presentes en la zona de Coscomatepec, Alpatláhuac y Huatusco, Ver., no presentan limitantes para el desarrollo fenológico del cultivo de chayote y por ende en su rendimiento, por lo cual se acepta la hipótesis de trabajo.

2. El crecimiento y desarrollo del chayote al no verse limitados por las condiciones climáticas, es el manejo agronómico del cultivo el que puede incidir en la obtención de mayores rendimientos que permitan un mayor beneficio económico que redunde en mejorar las condiciones de vida de los productores.

3. La fenología del cultivo de chayote aquí descrita se inicia con la brotación de los frutos (semillas), posteriormente la etapa vegetativa que se alterna con la etapa reproductiva, y a su vez con el periodo de cosecha el cual abarca hasta 6 meses de corte de fruto.

4. Las unidades calor acumuladas para cada zona analizada, son similares con un promedio de 535.2, del mes de junio a septiembre, tiempo en el cual se presentó la etapa vegetativa, reproductiva y de cosecha de manera simultánea.

5. Se establece que las diferencias de altitud entre los predios evaluados no son limitantes para el desarrollo del cultivo de chayote; la introducción de este cultivo en la zona obedece más a un criterio económico, puesto que se obtienen mayores ganancias que en otros que tradicionalmente se cultivaban, como la papa, el frijol y el maíz.

6. La fluctuación de la demanda del producto en el mercado ocasiona asimismo cambios en el precio del producto, lo que significa al final del ciclo que el productor no alcance a amortiguar los costos de mantenimiento que obligan a reducir el número de cortes por semana.

7. El conocimiento de la fenología del chayote es muy importante para la predicción de eventos negativos para el desarrollo del cultivo y permite la planeación de actividades como las fechas de plantación, el deshoje, la realización de actividades agronómicas, el número de cortes de frutos a la semana, entre otros.

8. Se cumplieron los objetivos de esta investigación, que dejan evidencia del desarrollo fenológico del cultivo bajos las condiciones climáticas de la zona de estudio.

9. Se recomienda continuar con las observaciones fenológicas y climáticas para establecer con mayor precisión los puntos críticos en el desarrollo del cultivo y disminuir los costos de producción, que permitan desarrollar un sistema de cultivo más sustentable con el ambiente.

VI. LITERATURA CITADA

1. Arévalo, G. L. Avendaño. C. H. Cadena, I, J. Aguirre, M, J, F. 2011. Características de calidad de ocho variedades de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw) en México. Memorias de la IV Reunión Científica del Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México. 1 y 2 de diciembre del 2011. Huatusco, Ver.
2. Avendaño, A. C. H. Cadena, I. J. Arévalo, G. M. L. C. Campos, R.E; Cisneros. S. V.M; Medina. A. J.F. 2010. Las variedades del chayote mexicano, recurso ancestral con potencial de comercialización. Editorial Grupo interdisciplinario de *Sechium edule* en México, A.C.
3. Cadena, I.J., Arévalo, G.L., Ruiz, P.L.M., Aguirre, M.J.F. Soto, H.M., Luna, C.M., Zabaleta, M.H.2011. Almacenamiento y manejo post-cosecha de frutos de chayote (*Sechium edule* (Jacq) Sw.) Memorias de la IV Reunión Científica del Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México. 1 y 2 de diciembre del 2011. Huatusco, Ver.
4. Cadena, I, J. Avendaño. C. H. Arévalo, G.L. Cisneros, S.V.M., Aguirre, M, J, F. Campos, R, E. 2010 El Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), importante recurso fitogenético mesoamericano. Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México (GISeM, A.C.)
5. Campos, A.D.F. 2005. Agroclimatología Cuantitativa de Cultivos. Editorial Trillas. México. Pp 211.
6. CEIEG. 2013. Cuadernillos Municipales. en: <http://ceieg.veracruz.gob.mx/cuadernillos-municipales-de-veracruz-2013/>. Consultado el 06 de septiembre de 2013.
7. Cisneros, S.V.M. 2013.Los cambios de la agricultura en Coscomatepec. Notas No publicadas. CRUO. Chapingo.
8. Cisneros, S.V.M. 2010. Guión de trabajo y recopilación de información sobre chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Universidad Autónoma Chapingo Centro Regional Universitario Oriente Huatusco, Veracruz.
9. Cisneros, S.V.M. Cadena, I. J. Avendaño, A.C.H.V., Arévalo, G.L., 2011. GISeM: Rescatando y Aprovechando los Recursos Fitogenéticos de Mesoamérica Volumen 2: Chayote, Editorial Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C. Colegio de Postgraduados.
10. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA). 2012. Monografía del cultivo del chayote. en:

<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/CHAYOTE2010.PDF>. Consultado el 05 junio 2013

11. Cruz, V. E. 2001. Caracterización de cultivares de Chayote blanco de la región de Orizaba y su similitud con Chayote güero de Actopan Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana. Orizaba, Veracruz.
12. De Fina, L., Ravelo, A. 1979. Climatología y fenologías agrícolas. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires. Pp 217
13. Dzib, A. L.A, Beristain, R. B, Rosete, X. B. 2001. El cultivo del Chayote en el municipio de Ixtaczoquitlán, Ver. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario de Oriente.
14. Editora Panamá América, S.A. (EPASA). 2013. Chayote: algunas recomendaciones técnicas para su cultivo. en: <http://www.critica.com.pa/archivo/01312000/prov03.html> consultado el 22 de Marzo 2013.
15. Escamilla, F.N., Castro, G.R.C., Monroy, O.O., Reyes, C.G.; Rivera, J.E.; Villarruel, R.R.I. 2014. Canales de comercialización y distribución de productos agrícolas. Reporte de Práctica de Campo I. Ingeniería Agrícola. FES-C, UNAM. México.
16. Flores, M.E. 1989. El Chayote, (*Sechium edule* (Jacq.) Sw) (Cucurbitaceae). Biología Tropical. 37: 1-15.
17. Faegri, K, Van der Pijl, L. 1979. The Principles of Pollination Ecology. Pergamon Press, Oxford.
18. Gamboa, W. 2005. Producción agroecológica una opción para el desarrollo del cultivo del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw). 2ª Ed. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
19. Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México (GISeM, A.C.). s/f. El Chayote Mexicano Alimento Ancestral. México. 45 p.
20. Google Earth. 2013. Imágenes. en: <http://www.googleearth.com>. Consultado el 20 de marzo de 2013.
21. INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México. En: <http://www.e->

local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM30veracruz/index.html. Consultado el 15 de febrero de 2014.

22. INFOAGRO. 2013. La fenología como herramienta en la agroclimatología. Disponible en: <http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm>. Consultado el 23 mayo 2013.

23. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey (ITESM). 2012. Plan Rector Sistema Producto Chayote. en: http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/EPT%20COMITE%20SISTEMA%20PRODUCTO%20CHAYOTE%20VERACRUZ/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CHAYOTE_VERACRUZ_2012.pdf. Consultado el 20 de Agosto de 2013.

24. Martínez, C.J.A., Blanco, M.J.J., Flores, M.I. 1987. Características de la producción del Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) en la región central del estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. H. Córdoba Ver.

25. Ojeda, M. E.M. 1990. Diagnóstico del cultivo del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) en el área del distrito de desarrollo rural 005 “Fortín”. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Orizaba, Veracruz.

26. Olguin, H. E. Principales enfermedades de chayote, Memorias de la IV Reunión Científica del Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México. 1 y 2 de diciembre del 2011. Huatusco, Ver.

27. Ramírez, O.R.A. 2004. Clasificación por unidades térmicas de la coincidencia a floración para producción de semilla de híbridos de Maíz de Valles Altos. Tesis de Licenciatura, Ingeniería Agrícola, FES-C. U.N.A.M.

28. Reyes, M.A. 2002. “Determinación de la dosis de fertilización para el cultivo de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) en Coscomatepec Ver.” Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18. Ursulo Galván Veracruz.

29. Sánchez, C.J.C. Fenología del cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuautitlán Izcalli México. Tesis de Licenciatura, Ingeniería Agrícola, FES-C. U.N.A.M.

30. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, Cierre de la producción agrícola por estado en: (<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>), Consultado el 09 mayo 2013.

31. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura, Red Chayote en: (http://www.sinarefi.org.mx/redes/red_chayote.html) Consultado el 09 mayo 2014.

31. Todorov, A.V. 1985. Compendio de apuntes de meteorología agrícola para la formación del personal meteorológico clase IV. Ed. Organización Meteorológica mundial. Ginebra Suiza.

32. Torres, R.E. 1995. Agrometeorología. Editorial Trillas. México. Pp. 106.

ANEXOS

ANEXO 1. Formato para la toma de datos climáticos mensuales

Municipio		Localidad:					
Campo:		Cultivo: Chayote	Variedad:	Fecha de siembra:			
Año:		Mes:		Nombre del observador:			
Día	Temperatura Maxima	Temperatura Minima	Temperatura Media	Humedad Maxima	Humedad Minima	Humedad Actual	Precipitacion
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

ANEXO 2. Formato para la toma de datos climáticos diarios

HOJA DIARIA DE OBSERVACIONES		
DIA _____	DE _____	DEL 2013
TEMPERATURAS		
Ambiente _____	Máxima _____	
Mínima _____		
LLUVIA		
Cantidad de lluvia en mm _____		
HUMEDAD RELATIVA		
Ambiente _____	Máxima _____	Mínima _____
ESTADO DEL TIEMPO.		
FRIO _____	FRESCO _____	
TEMPLADO _____	CALUROSO _____	

ANEXO 3. Formato de la encuesta aplicada a los productores de chayote

CUESTIONARIO PARA EL CULTIVO DEL CHAYOTE EN LOS MUNICIPIOS DE ALPATLÁHUAC, COSCOMATEPEC Y HUATUSCO, EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

Nombre del productor _____

Localidad _____ Municipio _____

Aspectos agronómicos

A) Preparación del terreno

1.- ¿Prepara el terreno para la siembra?

A. Si B. No ¿Porque?

2.- ¿Con qué prepara su terreno?

A. Maquinaria B. Tracción animal C. Manual

B) Selección de la semilla

3.- ¿Selecciona la semilla para la siembra?

A. Si B. No

4.- ¿Cómo selecciona la semilla para la siembra?

A. Solo de plantas con frutos grandes B. De frutas alargadas

C. De fruta no alargada D. Otro (especifique)

5.- ¿De dónde consigue la semilla?

A. De su siembra B. Del vecino C. De otra comunidad cercana

D. De otra comunidad lejana E. Del mercado F. Otro (Especifique)

6. ¿Da algún tratamiento a la semilla?

A. Si B. No

7.- ¿Por qué no da tratamiento a la semilla?

A. No hace falta B. Se desconoce el tratamiento C. Otro (especifique)

8.- ¿Con que trata la semilla?

A. Fungicida B. Insecticida C. Enraizador D. Cal E. Otro (Especifique)

9.- ¿Qué porcentaje de germinación tiene su semilla?

A. 100% B. 75% C. 50% D. 25%

10.- ¿Siembra directamente en el suelo o en el almacigo?

A. Suelo B. Almacigo

11.- En el caso de usar almacigo ¿que utiliza?

A. Camas o camellones B Rejas de madera C. Otro (Especifique)

12.- ¿Cual es la fecha en que pone a germinar a su semilla?

13.- ¿Cuántos días transcurren después de haber puesto a germinar para su siembra?

14.- ¿Cuál es la distancia entre surcos o hileras?

A. 3 metros. B. 4 metros. C. 5 metros D. 6 metros E. 7 metros o mas

15.- ¿Cuántas semillas siembra por mata?

A Una. B. Dos. C. Tres.

C) Prácticas Culturales

16.- ¿Realiza el aclareo? A. Si B. No.

17.- En el aclareo ¿Cuántas plantas deja por mata?

A. Una B. Dos C. Tres

18.- ¿A los cuantos días después del trasplante realiza el aclareo?

19.- ¿Utiliza Riego?

20.- ¿Cómo riega?

A. Con bestia B. Con canales de riego C. Con cubeta D. Con manguera E.

Otro (Especifique)

21.- ¿En donde consigue el agua?

A. Rio o arroyo B. Pozo C. Manantial D. Otro (Especifique)

22.- ¿Con que frecuencia utiliza el riego?

A. Diario B. Cada 8 días C. Cada 15 días D. Otro (Especifique)

23.- ¿Realiza labor de acampado? A. Si B. No

24. ¿Por qué?

A. Se evita la pudrición de la raíz B. Crece mejor la planta C. Otro (Especifique)

25.- ¿A los cuantos días después del trasplante realiza el guiado de la planta?

26.- ¿Realiza labor de deshoje? ¿Por qué?

A. Evita enfermedades B. Evita que se manche el fruto C. Mejora la ventilación

D. Otro (Especifique)

D) Fertilización

27.- ¿Aplica fertilizante? A. Si B. No.

28.- ¿Qué tipo de fertilizante utiliza?

A. Orgánico B. Químico C. Ambos

- 29.-En caso de utilizar fertilizantes químicos ¿de qué tipo?
 A. Urea B. Sulfato de amonio C. Nitrato de amonio D. Triple 17 E. Go-Green F. Otro
- 30.-En caso de utilizar fertilizantes orgánicos ¿de qué tipo?
 A. Estiércol bovino B. Gallinaza C. Residuos vegetales
- 31.- ¿Cuánto utiliza de fertilizante por hectárea en una aplicación?
- 32.- ¿Cada cuando fertiliza su cultivo?
- 33.- ¿Cómo aplica su fertilizante?
 A. A mano, a chorrillo (alrededor) B. A mano, a chorrillo (en banda) C. Cajeteado
 D. Con aspersor E. Localizado con hoyos F. Otro (Especifique)
- 34.- ¿Cuándo aplica el fertilizante?
 A. Antes de la siembra B. Al momento de la siembra C. Después de la siembra
- 35.- Después de aplicar el fertilizante ¿A los cuantos días riega?
- 36.- ¿Cubre el fertilizante después de aplicarlo? A. Si B. No.

E) Malezas

- 37.- ¿Cómo controla las malas hierbas?
 A. Azadón B. Machete C. herbicida E. Otro (Especifique)
- 38.- ¿Cuántos deshierbes realiza?
- 39.- En caso de utilizar herbicida ¿Qué herbicida utiliza?
 A. Gesaprim B. Gramoxone C. Faena E. Otro (Especifique)
- 40.- En caso de utilizar herbicida ¿con que frecuencia los usa?
- 41.- ¿Cuáles son las malezas que ataca su cultivo?
 A. Coquillo B. Zacate estrella C. Quelite E. Mozote F. Gamilla

F) Insectos plaga

- 42.- ¿Qué insectos atacan a su cultivo?
 A. Gallina Ciega B. Piojo harinoso C. mayates D. Gusano Barrenador del fruto.
 E. Gusano minador de la hoja F. Pulgones G. Diabrocas H. Otro_____
- 43.- ¿Cuál es la que le causa mayor daño?
 A. Gallina Ciega B. Piojo harinoso C. mayates D. Gusano Barrenador del fruto.
 E. Gusano minador de la hoja F. Pulgones G. Diabrocas H. Otro_____
- 44.- ¿En que etapa del cultivo se presenta el mayor daño?
 A. Germinación B. Crecimiento y desarrollo C. Floración D. Amarre de fruto

F. Fructificación

45. ¿Cómo es el tiempo cuando se presenta el daño?

- A. En todas las épocas B. Muy húmedo el suelo C. Muy seco el suelo
D. Después de una lluvia ligera E. Después de una lluvia fuerte
F. Inicio de época de lluvias G. Después de la época de lluvia
H. Antes de un norte I. Después de un norte J. En épocas de secas K. Otro

46.- ¿Qué tipo de control realiza?

- A. Cultural B. Biológico. C. Químico D. Otro_____

47.- En caso de control químico ¿Qué productos utiliza?

- A. Folidol B. Malation C. Tionex D. Diazion E. Foley F. Tamaron
G. Otro_____

48.- ¿Siempre a usado el mismo producto?

- A. Si B. No

49.- ¿Cada cuando aplica el insecticida?

- A. Cada 6 días B. Cada 15 días C. Cada 25 días D. Cada 30 días
E. No se toma en cuenta F. Antes de la floración G.- Al fructificar H. Otro.

50.- ¿Cuántos días antes de la cosecha deja de aplicar insecticida?

- A. 8 días. B. 15 días. C. 1 mes. D. No considera

51.- ¿Qué porcentaje de su cosecha se ve afectada por la plagas?

- A. Menos de la cuarta parte B. La mitad C. 3 Cuartas partes. D. Todo.

G) Enfermedades.

52.- ¿Qué enfermedades atacan a su cultivo?

- A. Chinos del chayote B. Antracnosis C. Pudrición de la raíz.
D. Pudrición del tallo. E. Pudrición del fruto. Otro_____

53.- ¿En qué etapa de crecimiento se presenta el daño?

- A. Germinación B. Crecimiento y desarrollo C. Floración D. Amarre de fruto
E. Pre –cosecha F. Fructificación.

54. ¿Qué porcentaje se ve afectado por las enfermedades?

- A. Menos de la cuarta parte B. La mitad C. 3 Cuartas partes. D. Todo

55.- ¿Qué tipo de control realiza?

- A. Cultural B. Biológico. C. Químico D. Otro_____

56.- En caso de control cultural ¿Cómo lo realiza?

- A. Corta la planta enferma y la deja dentro del cultivo
- B. Corta la planta enferma y la pone fuera del cultivo
- C. Otro _____

57. En caso de control químico ¿Qué productos utiliza?

- A. Manzate B. Ridomil C. Benlate D. Terramicina Agrícola. E Otro _____

58.- ¿Ha utilizado el mismo producto? A. Si B. No.

59. ¿Desde cuándo ha utilizado fungicida?

- A. Siempre. B. 1 a 2 años C. 3 a 5 años D.

60.- ¿Cada cuando aplica el fungicida?

- A. Cada 8 días B. Cada 15 días C. Cada 25 días D. Cada 30 días
- C. No se toma en cuenta D. Antes de la floración G.- Al fructificar E. Otro.

61.- ¿Cuántos días antes de la cosecha deja de aplicar fungicida?

- A. 8 días. B. 15 días. C. 1 mes. D. No considera

H. Cosecha.

62.- ¿A los cuantos meses realiza el primer corte?

- A. 3 Meses B. 4 Meses C. 5 Meses D. 6 Meses E. 7 Meses F. Otro

63.- ¿Cuántos meses dura su cultivo en producción?

- A. 4 Meses B. 5 Meses C. 6 Meses D. 8 Meses F.12 Meses o más.

64.- ¿Cuántos cortes realiza a su cultivo a la semana?

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5 o mas

65.- ¿Cuántas rejas obtiene por corte al inicio de la producción?

- A. menos de 20 B. de 30 a 40 C. de 40 a 50 D. de 50 a 60.
- E. 60 a 70 F. más de 70

66.- ¿Cuántas rejas obtiene por corte cuando esta de lleno la producción?

- A. menos de 20 B. de 30 a 40 C. de 40 a 50 D. de 50 a 60.
- E. 60 a 70 F. más de 70

67.- Para cosechar el chayote que característica ¿se toma en cuenta?

- A. Días de la siembra B. El tamaño C. El color D. La consistencia

68.- ¿Clasifica el chayote?

- A. Si B. No.

69.- ¿De acuerdo a que característica lo clasifica?

- A. Tamaño B. Color C. Madurez D. Consistencia
E. Pubescencia F. Otro_____

70.- ¿En cuántas clases lo clasifica?

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

I. Comercialización

71.- ¿A quién vende su cosecha?

- A. Directamente al consumidor B. Al intermediario C. Al detallista
D. Otro_____

72.- ¿Cómo vende su producto?

- A. Pesada B. Por bulto C. Otro_____

73.- ¿En qué acomoda los frutos para su tratamiento?

- A. Rejas de madera B. Rejas de cartón C. Costales D. Otro_____

74.- ¿Aplica algún tratamiento al fruto destinado para la venta?

- A. Si B. No

75.- ¿Qué tipo de tratamiento o producto?

- A. Aceite B. Cera C. Baño térmico D. Otro_____

76.- ¿Su producción es destinada para mercado nacional o de exportación?

- A. Nacional B. Exportación

77.- ¿Ha considerado otras alternativas de comercialización de su producto?

- A. Si B. No

78.- ¿Cuál?

- A. Ir al consumidor B. Vender a la central de abasto
C. Organización para exportar D.- Otro_____