



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

**CAMPUS TABASCO**

POSTGRADO EN SISTEMAS SUSTENTABLES DE PRODUCCIÓN EN  
EL TRÓPICO

**CARACTERIZACION MORFOLÓGICA DE DOS VARIEDADES DE  
ACHIOTE (*Bixa orellana*) EN EL MUNICIPIO DE COMALCALCO,  
TABASCO.**

**JESÚS MANUEL AVALOS FERNÁNDEZ**

TESINA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA**

**H. CARDENAS, TABASCO**

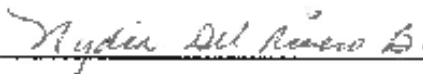
**2013**

La presente tesina titulada: **CARACTERIZACION MORFOLÓGICA DE DOS VARIEDADES DE ACHIOTE (*Bixa orellana*) EN EL MUNICIPIO DE COMALCALCO, TABASCO**, realizada por el alumno: JESÚS MANUEL AVALOS FERNÁNDEZ, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobado por el mismo y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRIA TECNOLOGICA**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:



Dra. Nydia del Rivero Bautista

REVISOR:



Dr. Juan Manuel Zaldívar Cruz

H. CARDENAS TABASCO, MÉXICO 14 DE FEBRERO 2013.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Nydia del Rivero Bautista mi consejera de este proyecto, por su gran apoyo y motivación para la culminación de este trabajo, por su apoyo ofrecido, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y experiencia en la realización de la tesina.

A la Dra. Eustolia García López coordinadora de la maestría tecnológica por todas sus finas atenciones, paciencia, experiencia y sobre todo por brindarnos su amistad en toda la trayectoria del posgrado.

Al Dr. Juan Manuel Zaldívar Cruz mi revisor de la tesina por su valioso tiempo en la revisión de este proyecto y transmitirme su conocimiento y experiencia del tema.

A mis compañeros de Maestría tecnológica: Jorge, Santa, Mari chuy, y Viky por esos buenos momentos en clases y salidas al campo siempre estarán presente.

A todos los Doctores del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco que nos impartieron sus conocimientos, experiencias y paciencia en clases.

A la Sra. Olga Domínguez de la Cruz dueña de la parcela en estudio de achiote, gracias por su apoyo, confianza y facilidades prestadas.

## DEDICATORIAS

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre que me ha infundado siempre la responsabilidad y el trabajo para salir adelante.

A mis cuatro hermanos pero en especial a mi hermana Montserrat, espero ser el ejemplo de un hermano mayor.

A mi esposa que me reconforta cada día, con su cariño sano y verdadero, la paciencia, el respeto mutuo, quiero llegar de tu mano juntos a la vejez, recordar siempre con una sonrisa lo lindo que es vivir a tu lado, los pequeños detalles que me das cada día, por ese maravilloso y hermoso hijo son lo más grande para mí gracias.

A mi hijo David la bendición más grande que Dios me ha regalado, lo más lindo de mi vida como papá lo estoy viviendo contigo.

## RESUMEN

El achiote, (*Bixa orellana L.*) es una especie botánica arborescente de las regiones intertropicales de América, cultivado en Colombia, México y Andes de Perú. Contiene la bixina un apocarotenoide que tiene un sabor insípido, por lo que es adecuado para las artes culinarias, cosméticas y medicinales. La presente investigación se realizó en la ranchería Arena 1ª. Sección del municipio de Comalcalco, Tabasco en un área que cuenta con 100 plantas de una variedad color rojo; esta plantación sufre de inundaciones, y no le aplican labores culturales. Se seleccionaron el 10% del cultivo al azar, realizándole mediciones al fruto, semilla, hoja, flor y planta. El tamaño promedio de los frutos fue de 0.0448 m de longitud el diámetro máximo del fruto fue de 0.0307 x 0.0301 m y el grosor del exocarpo de 0.00334 m, el promedio de número de semilla por fruto fue de 44, el peso de la semilla de 0.0000263 kg la relación de grosor y longitud de la semilla fueron de (0.005 m x 0.00535 m) y 0.00645 m respectivamente. La relación ancho y longitud de las hojas el promedio alcanzado fue de 0.175 m x 0.2205 m. La variable longitud de peciolo y filamento de los estambres de la flor se obtuvieron valores promedios de 0.0305 m y 0.0215 m, la altura de la planta su promedio fue de 4.43 m con un diámetro de 0.025 m. por lo anterior fue posible evaluar y promediar las mediciones de las plantas de achiote rojo en el área de estudio de la ranchería arena 1ª sección del municipio de Comalcalco, Tabasco y la plantación y no tiene relación alguna con el número de fruto, semillas y hojas.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. Objetivo General.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Origen y distribución geográfica .....	3
2.1.1. Ecología del achiote.....	4
2.2. Clasificación taxonómica.....	6
2.3. Cultivo de achiote.....	7
2.3.1. Requerimientos agroclimáticos .....	8
2.3.2. Requerimientos edafológicos .....	9
2.3.3. Georeferenciación.....	11
2.4. Material vegetativo .....	12
2.4.1. Labores culturales.....	15
2.4.2. Fertilización .....	16
2.4.3. Plagas.....	18
2.4.4. Enfermedades.....	24
2.5. Cosecha.....	27
2.6. Importancia del achiote .....	29
2.7. Usos .....	29
2.7.1. En la industria alimentaria.....	30
2.7.2. En la industria química .....	31
2.8. Mercado.....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
3.1. Variables.....	37
3.1.1. Fruto .....	37
3.1.2. Semilla .....	38
.....	39
3.1.3. Hoja .....	39
3.1.4. Flor.....	41

3.1.5.	Planta .....	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1.	Resultado de las variables.....	44
4.1.1.	Fruto .....	44
4.1.2.	Semilla .....	45
4.1.3.	Hoja .....	48
4.1.4.	Flor.....	49
4.1.5.	Planta .....	51
5.	CONCLUSIONES.....	54
6.	RECOMENDACIONES .....	55
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los principales países productores de achiote.....	4
Figura 2. Importancia del cultivo de achiote en la ecología.....	6
Figura 3. Georeferenciación de las zonas potenciales del cultivo de achiote. ....	11
Figura 4. Diferentes variedades de achiote.....	14
Figura 5. Chinche patas de hoja: ( <i>Leptoglossus zonatus</i> ) ocasionando pérdidas económicas al cultivo de achiote.....	19
Figura 6. (Zompopo alta) mexicana. Destruyen el follaje tierno de la plantación de achiote.....	20
Figura 7. Hembra de la mariposa ( <i>Milgitha Melanoleuca</i> ) colocando los huevecillos sobre las capsulas de achiote. ....	21
Figura 8. Araña roja: ( <i>Tetranychus sp</i> ). Alimentándose y succionando la savia de las plantas de achiote. ....	22
Figura 9. Trips de banda roja. Alimentándose de la savia de las plantas de achiote. ...	23
Figura 10. Hojas enfermas del cultivo de achiote por Antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporoides Penz</i> ).....	25
Figura 11. ( <i>Pestalotia sp</i> y <i>Verticillium sp</i> ) hongos que provoca la muerte regresiva del cultivo de achiote. ....	26
Figura 12. Mapa de ubicación del sitio de estudio. Ranchería Arena 1ª. Sección. Municipio de Comalcalco, Tabasco.....	36
Figura 13. Medición del fruto de achiote. ....	38
Figura 14. Medición de la semilla de achiote. ....	39
Figura 15. Medición de la hoja de achiote.....	41
Figura 16. Medición de la flor de achiote.....	42
Figura 17. Medición de la altura de la planta de achiote. ....	43
Figura 18. Frutos de achiote. ....	45
Figura 19. Semilla de achiote.....	46
Figura 20. Pesado de la semilla de achiote.....	47
Figura 21. Hojas de achiote. ....	49
Figura 22. Flor de achiote. ....	50
Figura 23. Altura de la planta de achiote.....	52



Figura 24. Plantaciones de achiote. .... 53

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Clasificación Taxonómica del Achiote .....	7
Cuadro 2 Dosis de fertilizante por planta al año.....	18
Cuadro 3 Medidas promedio de las variables de achiote.....	60
Cuadro 4 Variables evaluables en el cultivo de achiote en la ranchería Arena del municipio de Comalcalco .....	59

## 1. INTRODUCCIÓN

El achiote, urucú u onoto (*Bixa Orellana L.*) es una especie botánica arborescente de las regiones intertropicales de América, cultivado específicamente en Colombia, México y Andes de Perú, desde la época precolombina. Recibe otros nombres como: Achote, Acholt, Achihuite, Achuete, Aisiri, Analte, Anate, Annatta, Annatto, Annetto, Annotta, Arnota, atsuwete, Aplopplas, Beningun-ki, Beni-No-Ki, Bija, Bijo, Bijol, Bixa, Biza, Bizo, Cacicuto, Diteque, Eroya Chamgarica, Chancaguarica, Changuarica, Foucou, Jafara, Kham thai, Ksujmba- Kelling, Katsha, Kisafa, Krikra, Kuswe, Latkhan, Lipstick tree, Manso de casa, Onoto, Orellana, Orlean, Orleana, Orleanstrauch, Oroya, Orocuaxiote, Permacoa, Pumacoa, Rocou, Rocouyer, Rucu, Ruku, Sendri, Shambu, So, Urucu, Urucum, Urucuicero, Uruku. El nombre común en nuestro medio es Achiote (Correa, 1984).

El achiote es un árbol de rápido crecimiento que pertenece a la familia de las bixáceas, se cultiva en zonas de clima húmedo y cálido, principalmente en Yucatán y Campeche, aunque también prospera en lugares como, Quintana Roo, Chiapas, Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Sinaloa y Morelos; sus frutos, son cápsulas espinosas que contienen numerosas semillas que están cubiertas por una especie de pulpa rojiza y cerosa, que constituye el pigmento llamado achiote, el cual contiene bixina (a la cual se atribuye su nombre científico, *Bixa orellana*), sustancia de color rojo de la que se obtiene el colorante que se encuentra en la cubierta exterior de la semilla, el número de semillas

por frutos fluctúa entre 20 y 45. Se encuentra en la cubierta exterior de la semilla del fruto o cápsula, representando más del 80% de los pigmentos presentes.

Actualmente, este colorante es de gran interés comercial debido a que su uso está exento de certificación y puede ser empleado en la industria alimentaria, en la de cosméticos y la farmacéutica, en el mercado nacional e internacional. Posee dos colorantes naturales aislados a partir de las semillas del árbol de achiote (*Bixa orellana* L). Este es conocido como annatto que es la denominación dada al extracto crudo, mientras que la Bixina es la parte del colorante liposoluble y la Norbixina la parte hidrosoluble. El colorante es una masa roja, que se unta al tacto, se disuelve poco a poco en agua y en alcohol y éter, dando una solución anaranjada. Al disolverse la carnosidad que envuelve las semillas en agua, queda de residuo el colorante de color rojo bermejo, de estructura amorfa y fácilmente soluble en alcohol caliente. La fórmula química es  $C_{25}H_{30}O_4$ . La bixina un apocarotenoide y tiene sabor insípido, por lo que es adecuado para dar color a las comidas, arroz, margarinas, quesos y bebidas en general. Además se usa en productos cosméticos con el mismo fin el árbol del achiote anteriormente existió en la mayoría de los patios de las casas de área rural. Sin embargo existen expectativas por ser uno de los colorantes naturales de importancia en la industria alimenticia. Debido al creciente interés mundial de utilizar productos naturales en la industria alimenticia (Bonilla, 2009).

El achiote presenta grandes posibilidades para zonas donde los cultivos anuales tradicionales en el Estado no son rentables (cacao y coco) gracias a su gran adaptabilidad y amplia gama de condiciones agroecológicas para la especie por lo que el presente estudio tiene como objetivo.

## **1.2. Objetivo General**

Caracterizar morfológicamente el achiote de la ranchería Arena 1ª. Sección del municipio de Comalcalco, Tabasco.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Origen y distribución geográfica**

El cultivo del achiote es nativo de las áreas tropicales de América, desde México hasta Ecuador, Brasil, y Bolivia. Su lugar de origen posiblemente sea la cuenca amazónica, ya que en ese lugar se encuentra creciendo silvestremente con otras especies del género. Antes de la conquista de América por los españoles el achiote crecía desde México hasta Brasil, con el correr del tiempo, la planta fue introducida a algunos países Asiáticos y Africanos en donde actualmente se le cultiva y explota comercialmente. Hoy en día algunos países africanos se encuentran entre los grandes productores de achiote en el mundo.



Figura 1. Distribución de los principales países productores de achiote.

Fuente:(Arce, 1984).

América (60%) Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Bolivia, República Dominicana, Jamaica, Guatemala y México. África (27%) Costa de Marfil Kenya Asia (13%) India Sri Lanka (Arce, 1984).

### **2.1.1. Ecología del achiote**

Arce (1984); Aiyar (1922) señalan que el cultivo del achiote tiene importancia desde el punto de vista ecológico, ya que prefiere terrenos fértiles. También se desarrolla en terrenos pobres y por sus características fisiológicas, después de la cosecha cambia

follaje, proveyendo una fuerte cantidad de biomasa al suelo que lo enriquece en su fertilidad. Asimismo, es fuente productora de oxígeno por formar una masa boscosa.

El Achiote tiene un efecto restaurador del medio ambiente relacionado a los aspectos siguientes:

1. Produce anualmente una cobertura de hojarasca, lo que permite la formación de humus en el suelo.
2. Por el follaje que forma provee la conservación del suelo, controlando la erosión.
3. Recuperación de terrenos degradados. Tiene como característica especial el ser una especie utilizada para la regeneración de suelos. Se ha empleado esta planta en otros lugares para rehabilitar sitios donde antes hubo explotación minera.
4. En vista de tener un follaje abundante y una floración que dura tres meses la fauna se enriquece.
5. Las plantaciones forman una biomasa que libera oxígeno (Bonilla, 2009).



Figura 2. Importancia del cultivo de achiote en la ecología.

Fuente: (Propia, 2013).

## 2.2. Clasificación taxonómica

El cultivo de achiote se clasifica de la siguiente manera:

División:	Spermatophyta
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Subclase:	Dialipetale
Orden:	Guttiferales



Familia:	Bixaceae
Género:	Bixa
Especie:	Orellana L.; excelsa G. et. K; platicarpa R. et. P.; arbórea H.; urucurana W.

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica del Achiote.

Fuente: (Avila, 1982).

El nombre Orellana fue dado en honor al célebre descubridor del Amazonas don Francisco Orellana, y el termino Bixa se deriva de la lengua Taino, de la palabra “Bixa”, que los indígenas de la región pronunciaban “Bisha” Avila (1982); Arce (1984).

### 2.3. Cultivo de achiote

El achiote (*Bixa orellana*) es conocido por los indígenas americanos desde épocas precolombinas, por cuanto ha sido usado para pintar sus pieles, como medio de ornamentación, como protección contra los rayos solares, y las picaduras de insectos. En todos los países de la Amazonia existen producciones pequeñas de achiote, las cuales satisfacen demandas locales; pero se carece de cifras verdaderas sobre la producción en cada país, pues además, es una especie frecuente en patios y traspatios. Algunos autores señalan la presencia de varias especies en el género: *B. platycarpa*; *B. arborea*; *B. urucumana*; pero otros la consideran como una especie monotípica. En

general la especie *B. orellana* presenta una gran heterogeneidad en sus características botánicas, tales como tamaño y forma de la planta, forma y color de sus hojas, flores y frutos; producción de semillas (recubiertas por un arilo), contenido de bixina (Baby, 2005).etal;

La bixina contenida en el arillo, es el pigmento usado como colorante por la industria panificadora, de bebidas, condimentos y cosméticos; los restos de cápsulas, después de cosechadas las semillas son utilizadas como mezclas en raciones para la alimentación animal, o como cobertura orgánica de suelo (León, 1987).

### **2.3.1. Requerimientos agroclimáticos.**

El árbol del achiote crece bien en las zonas tropicales de la Costa del Pacífico con estación seca de 4 hasta 7 meses de duración. Se encuentra también en algunas partes de la Costa Atlántica, donde hay períodos con exceso de lluvias. Los requerimientos climáticos del achiote son los siguientes: El rango ideal se encuentra entre los 20°C y 38°C. La temperatura media anual es de 27°C precipitación 600-2000 mm. Puede crecer bajo un régimen de precipitación amplio. En condiciones de suelo que favorecen el desarrollo de la raíz, el achiote crecerá con menor cantidad de lluvia.(Boley, 1971)etal.

En condiciones lluviosas intercaladas con una estación seca de 4 - 5 meses, una precipitación total de 1,700 á 2,000 mm anuales se considera como aceptable. En ciertos lugares el achiote soporta hasta los 5,000 milímetros de lluvia, produciendo dos cosechas. La humedad relativa preferible para el cultivo del achiote varía entre 60 -

80%. La humedad relativa mayor del 80%, es propicia para el desarrollo de hongos, especialmente el mildiú polvoriento y la antracnosis, y para la presencia excesiva de insectos dañinos. La altura sobre el nivel del mar para el achote está entre 30 – 1200 m.s.n.m., sin embargo se da mejor entre los 300 y 600 metros sobre el nivel del mar. La producción decae rápidamente arriba de los 800 metros de altitud. A mayor altitud sobre el nivel del mar, el achote crece, pero se desarrolla con limitaciones en la producción y tiene una mayor incidencia de enfermedades. (Bonilla 2009; Arce, 1984).

### **2.3.2. Requerimientos edafológicos**

El achote como todo organismo vivo responde a las buenas condiciones donde se desarrolla. Si se le siembra en suelos profundos, fértiles, con buen drenaje interno y externo, sin compactación que afecte el crecimiento y desarrollo radicular, se pueden asegurar buenos rendimientos; pero si se siembra en terrenos pobres, erosionados y con poca fertilidad, los rendimientos son menores. En general, el achote se adapta bien a las diferentes clases de suelos siempre que tengan buen drenaje, que sean profundos, franco arenosos y de textura liviana (Duch, 1992).

Los suelos óptimos son aquellos de textura franca, con una profundidad mayor de 0.9 m, con pendientes menores del 5% y con buen drenaje. La profundidad ideal es de tres metros. El achote no puede resistir suelos mal drenados, y con alto contenido de arcilla o que posean una capa dura llamada talpetate. Las mejores plantaciones están normalmente en suelos con un pH de 5 a 7.5, aunque el achote soporta pH entre 4.3 y

8.7. Además se pueden utilizar terrenos de topografía plana, inclinada y quebrada, con pendientes con un rango entre 2% y 45%, siempre que se hagan obras de conservación de suelos, tales como las acequias de ladera o se siembren barreras vivas con materiales que no crezcan más de 1.0 metro.

El cultivo es muy sensible a las variaciones de humedad del suelo, ya que el exceso de agua puede propiciar la incidencia de enfermedades fungosas sobre el achiote, mientras que con déficit de humedad se afecta también el desarrollo del cultivo, específicamente en el estado de Tabasco, la siembra se recomienda en los meses de enero y febrero seleccionando terrenos bien drenados.(Aceves, 2000) et al.

### 2.3.3. Georeferenciación.

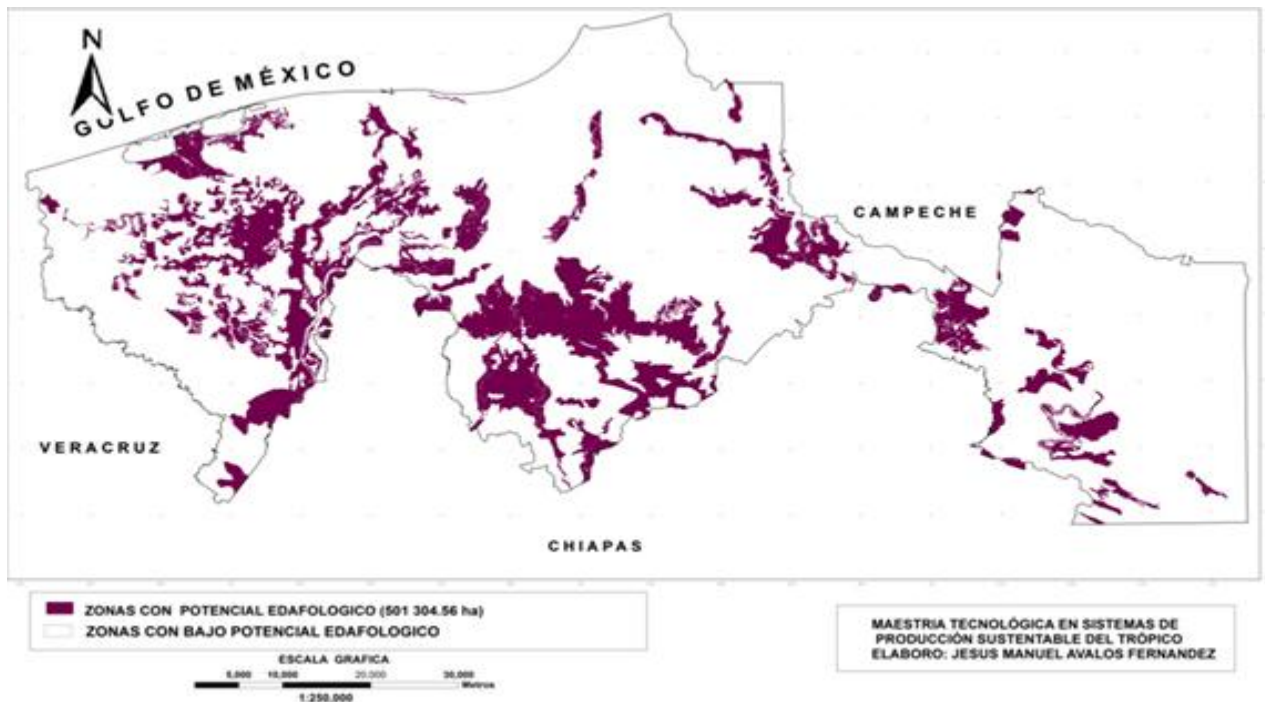


Figura 3. Georeferenciación de las zonas potenciales del cultivo de achiote.

Fuente:(Propia, 2012).

En el ciclo primavera-verano todo el estado de Tabasco es climáticamente apto para cultivar achiote. En ciclo otoño-invierno Tabasco, solo cuenta con 1,824,984.66 hectáreas aptas para cultivar achiote. El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de achiote es de 501,304.56 hectáreas. En el ciclo primavera-verano se puede cultivar achiote, en los diecisiete municipios del estado de Tabasco, siempre que se establezcan en las zonas de alto potencial edafoclimático (áreas de color morado figura 3).

Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de achiote en el estado de Tabasco en el ciclo primavera-verano es de 30.6 t ha<sup>-1</sup> y para el ciclo otoño-invierno es de 34 t ha<sup>-1</sup>. El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de achiote *B. orellana* en el estado de Tabasco es el factor suelo ya que es un cultivo de tras patio, que se encuentra a las orillas de las carreteras o caminos y no tiene destinados lugares específicos de siembra para ello (Aceves2000) *et al.*

#### **2.4. Material vegetativo**

Son muchas las variedades cultivadas comercialmente. Sin embargo, las mejores y las preferidas por los agricultores son aquellas que tienen altos contenidos de bixina (superior a 3,5%) y mucha producción de semillas (alta productividad). Las variedades cultivadas se pueden distinguir, entre otras, por las siguientes características [Rivera(1973); Rivera de León(1980); Arce(1984); Aliaga (1992)]:

a. Color de la flor. La flor puede ser blanca, rosada o púrpura.

b. Color del fruto maduro. Al momento de la cosecha (madurez comercial) las cápsulas pueden ser verdes, cafés, rojas, violetas, amarillas, verdeamarillas, café rojizas u otras tonalidades.

c. Espinosidad del fruto. Algunas variedades producen cápsulas sin espinas, en tanto que en otras se observan cápsulas con diferentes grados de espinosidad.

d. Longitud de las espinas del fruto. Esta característica presenta gran variabilidad. Hay variedades cultivadas que producen cápsulas sin espinas, en tanto que hay otras que producen cápsulas con muchas o pocas espinas. Las espinas pueden ser largas o cortas.

e. Número de semillas por fruto. Esta es una característica importante, pues se relaciona directamente con el rendimiento. El número de semillas puede oscilar entre menos de 10 y 70 ó más, de acuerdo con la variedad cultivada.

f. Tamaño de los frutos. Existen cápsulas pequeñas, medianas y grandes. En muchos casos el tamaño no tiene ninguna relación con el número de semillas. Así, existen cápsulas pequeñas con numerosas semillas y cápsulas grandes con pocas semillas.

g. Color de los brotes jóvenes (ramillas). De acuerdo con la variedad, los brotes jóvenes o ramillas pueden ser de color verde, amarillo y morado claro.

h. Tamaño de las plantas. La diferenciación de las variedades puede hacerse por el tamaño de las plantas, pues las hay de porte bajo (hasta 3m de altura), mediano (3 a 5 m) y alto (más de 5 m).

i. Hábito de crecimiento de las plantas. Cada variedad cultivada presenta formas de crecimiento que le son características. Las más comunes son: redondeada, piramidal, ovoide, achatada, alargada.

j. Visibilidad de los frutos. En algunas variedades cultivadas las cápsulas son muy visibles, en tanto que en otras se pueden apreciar con cierto grado de dificultad. Esta es, sin duda, una característica importante para el secado del fruto.

Por lo general, tienen dos valvas, aunque en ocasiones es posible encontrar frutos con tres. Las paredes de las valvas son delgadas y en su interior se encuentra una placenta que se prolonga en una membrana blanca que, en la mayoría de los frutos, está adherida a la pared. Dependiendo de la variedad, cada fruto puede tener 10 semillas o menos hasta 70 ó más [Rivera (1973); Rivera de León (1980); Arce (1984); Aliaga (1992)].



Figura 4. Diferentes variedades de achiote.

Fuente:(Arce, 1984).



### **2.4.1. Labores culturales**

La poda se implementa para tener un mejor desarrollo del árbol y mayor facilidad en el manejo. La poda de formación se hace cuando el árbol alcanza una altura de un metro; consiste en eliminar las ramas de la parte central para dejar de tres a cuatro ramas de la orilla del árbol utilizando tijeras de podar. Se recomienda eliminar las puntas para evitar dormancia apical y promover árboles más pequeños con copa redonda. La poda de saneamiento consiste en eliminar las partes secas y ramas dañadas; esta práctica debe hacerse después de la cosecha para evitar enfermedades posteriores. También hay que podar los brotes muy suculentos, conocidos como chupones que aparecen en los árboles, estos deben eliminarse para evitar que utilicen reservas alimenticias que puede aprovechar el árbol en la formación de frutos (Catalán, 1960).

El achiote tiene varias plagas, ocasionadas por malezas, insectos, ácaros y hongos. La mayoría de ellas considerados sin importancia económica. Su forma de control debe ser cultural manteniendo limpio el cultivo y liberando controladores biológicos. Una vez establecida la plantación se deben realizar deshierbas manuales o químicos para evitar la competencia de las malezas con el árbol, especialmente en el área donde todavía no hay cobertura para la sombra de la planta. Se realizan tantos deshierbo como sean necesarios (Ocampo, 1983; Moreno, 1984; León, 1987 Bonilla, 2009).

### 2.4.2. Fertilización

La fertilización se puede realizar de dos formas, mediante abonos orgánicos o por medio de agroquímicos. La primera que es con mucho la más recomendada, tiene entre otras que, con cada adición ventajas del abono, no sólo se provee de los nutrientes necesarios a las plantas, sino que además se mejoran las características del suelo y se evita la contaminación ambiental. Para abonar los arriates, además de las prácticas mencionadas en el apartado anterior, es necesario añadir  $\frac{1}{4}$  de bulto (por aplicación y siendo éstas dos al año) de algún abono (estiércol, gallinaza, cerdaza u otro) [Ocampo (1983); Enríquez (1983)].

En cualquier caso se debe tener la precaución de constatar que el abono ha pasado su etapa de descomposición, verificando su temperatura, si todavía se advierte calor en el abono, se debe dejar intemperizar hasta que la temperatura descienda, o sea que ya no esté caliente. Como se comenta anteriormente, una de las características del abono, es que, además de proporcionar nutrientes a la planta, mejora la estructura del suelo y permanece por varios años. Si esta práctica se realiza dos veces al año, como se plantea, no será necesario incrementar la cantidad de abono que se aplique año con año, pues este permanecerá en el suelo por mucho tiempo [Lizano, (1969); Moreno, 1984)].

De tal forma que, con aplicar medio bulto por poceta al año, distribuida en dos aplicaciones, será suficiente para suministrar una buena cantidad de nutrientes a la planta. Adicionalmente se pueden ir elaborando compostas con la vegetación cortada

en los chapeos y en la limpieza de los arriates, la cual constituye un excelente abono orgánico, que además reduce los costos de operación. En los subproyectos específicos se anota, como uno de los rubros permanentes, la obtención de abonos que está referido a la recolecta, embolsado y manejo del mismo. En algunos casos no existen ranchos o granjas cerca de las comunidades que puedan proveer el abono, por lo que será necesario utilizar tierra de hojas en lugar de los estiércoles, (León, 1987).

Se recomienda aplicar el abono orgánico dos veces al año, al inicio del periodo de lluvias (mayo o junio) y durante el mes de octubre, aprovechando la reciente limpieza y preparación de los cajetes. Para su suministro, se procede de la siguiente forma: se mueve la tierra superficial, se revuelve con el abono y se incorpora al suelo. Esta práctica ayuda a mantener limpios los arriates, además de que, por la incorporación del abono, éstos se van haciendo cada vez más grandes. En el caso de la fertilización química, es necesario hacer análisis foliares y de suelo antes de cada aplicación, sin embargo, por el tipo de suelo y las características de la planta, se puede prever que con aplicaciones de triple 17 y sulfato de amonio (20.5-00-00), los niveles nutricionales se mantendrán adecuados. Lo más conveniente es mezclar los dos fertilizantes y aplicarlos al mismo tiempo, dividiendo la cantidad total en dos aplicaciones una al inicio de las lluvias (mayo o junio) y la segunda un mes antes de la floración (septiembre). Los primeros tres años se aplican dentro del arriate, lo más lejos del tallo, a partir del cuarto año se distribuye hacia afuera del arriate, un poco adentro de la zona de goteo de la planta. (Bonilla 2009). El tratamiento general pudiera ser el presentado en el siguiente cuadro:

<i>Edad de la planta</i>	<i>Triple 17 (g)</i>	<i>20.5-00-00 (g)</i>
1 año	150	200
2 años	200	400
3 años	300	600
4 años	400	800
Más	600	1000

Cuadro 2. Dosis de fertilizante por planta al año.

Fuente:(Bonilla, 2009).

### **2.4.3. Plagas.**

La Chinche patas de hoja: (*Leptoglossus zonatus*) es la plaga que ocasiona más pérdidas económicas en la producción de achiote. Esta pérdida ocurre cuando la plaga ataca la cápsula en desarrollo, ocasionado daño en las semillas por hongos secundarios. El daño se observa en la cápsula cuando la chinche ya lo ha provocado con su estilete, dando la impresión de que la capsula está madurando, se forma una mancha necrótica en la cápsula y las semillas y se cubren de un micelio de un hongo secundario. La chinche tiene hábitos gregarios en su estado de ninfa y no vuela por lo que en esta etapa pueda ser fácilmente controlada manualmente sin utilizar productos químicos. El productor descubrirá estas colonias de ninfas de chinche patas de hoja y con un balde se pueden recolectar manualmente para matarlas posteriormente. Otra medida cultural para el control del chinche es evitando la siembra cercana a la

plantación de achiote, de cultivos que sean hospederos de la chinche tales como el pipián, tomate, chile, maíz, maicillo y marañón. En caso de tener alta población de chinches, usar productos orgánicos y repelentes, el uso de Neen es oportuno en este caso[(Ocampo (1983); Moreno (1984); León (1987); Agrios (1991); Bonilla(2009)].



Figura 5. Chinche patas de hoja: (*Leptoglossus zonatus*) ocasionando pérdidas económicas al cultivo de achiote.

Fuente: (Bonilla, 2009).

El zompopo: Alta mexicana. Destruyen el follaje tierno de la plantación. Un ataque intenso puede defoliar completamente la planta y no dejarla progresar, ya sea que la planta se encuentre en su etapa juvenil o cuando la planta ya es adulta. En la etapa de viveros causa muchos destrozos por lo que es necesario estar pendiente del primer ataque, identificando las zompoperas en la noche y colocar el insecticida el día siguiente temprano en la mañana(Ocampo 1983; Moreno 1984; León 1987; Agrios, 1991, Bonilla 2009).



Figura 6.(Zompopo alta) mexicana. Destruyen el follaje tierno de la plantación de achiote.

Fuente: (Bonilla, 2009).

El perforador de la cápsula: (*Milgitha melanoleuca*); La hembra de la mariposa coloca los huevecillos sobre las cápsulas. La humedad y la temperatura son propicios para que eclosionen los huevecillos. Al eclosionar, salen las larvas que perforan las cápsulas y se alimentan de semillas, aunque no ataca todas las semillas.(Ocampo; 1983; Moreno;1984; León;1987; Agrios, 1991).



Figura 7. Hembra de la mariposa (*Milgithea Melanoleuca*)colocando los huevecillos sobre las capsulas de achiote.

Fuente: (Bonilla, 2009).

Araña roja: (*Tetranychus sp*). Estos ácaros se alimentan succionando la savia de las plantas, produciendo des foliación. En la época seca se presentan poblaciones mayores que agravan el daño. Al secar las hojas, se decoloran y se caen. Se recomienda la liberación de controladores biológicos en el plantillo y aplicación de pegantes.(Moreno, 1984; León, 1987; Agrios ,1991).





Figura 8. Araña roja: (*Tetranychus* sp). Alimentándose y succionando la savia de las plantas de achiote.

Fuente: (Bonilla, 2009).

Trips de banda roja. Se alimenta de la savia de las plantas, raspando el envés de las hojas dándole apariencia de requemo. Ataques severos resultan en des foliación. Como control se recomienda eliminación hospederos en los bordes del cultivo.(Ocampo, 1983; Moreno, 1984; León, 1987; Agrios, 1991; Bonilla, 2009).





Figura 9. Trips de banda roja. Alimentándose de la savia de las plantas de achiote.

Fuente: (Bonilla, 2009).

Comején: (*Heterotermes convexinotatus* Zinder) Penetra en el árbol por cualquier cortadura en las raíces y perfora todo el xilema o corazón del árbol hasta que lo seca completamente. El mejor control es no sembrar debajo de los 300 msnm donde exista el problema del comején. Una práctica recomendable es no dejar dentro de la plantación ramas que se hayan podado, ni hacer montones de leña dentro o en las orillas de la plantación de achiote. También se debe evitar el daño de raíces cuando se limpie las malezas en el cultivo. (Ocampo, 1983; Moreno, 1984; León, 1987; Agrios, 1991; Bonilla, 2009).

#### **2.4.4. Enfermedades.**

La Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz): Ataca tejidos nuevos, en las yemas, y penetra a través de las heridas. La enfermedad produce una proliferación de ramas en el lugar que ataca. Los brotes tiernos de las ramas que exudan resinas y las hojas también caen. Como control se recomienda aplicaciones de cobres. Otro control es realizar la poda de partes dañadas de la planta y luego sellar con una pasta de cal en los cortes elaborados y desinfección de herramientas con agua caliente.(Agrios, 1991).

Las condiciones de alta humedad relativa, conjuntamente con temperaturas adecuadas, favorecen el desarrollo del hongo. Este después de matar los tejidos continua viviendo en ellos, hasta volver a conseguir un ambiente favorable para su desarrollo y de nuevo ataca los tejidos tiernos de la planta, por esta razón todo el material que resulte de las podas debe ser sacado y quemarse fuera de la plantación. El hongo causante de esta enfermedad tiene varios huéspedes alternos por lo que cuando se hace una aplicación a la plantación de achiote, debe de observarse si existe otra especie vegetal con el ataque de este hongo, eliminando hospederos cerca del plantillo (Agrios, 1991).

Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz) Mildiu polvoriento (*Oidium bixae* Viegas): es un polvo blanco que cubre la superficie del tallo, de las hojas y las yemas terminales impidiendo el desarrollo de las inflorescencias. Cuando el ataque es en la

época de fructificación afecta las cápsulas, dañando la calidad del colorante de las semillas. Este crecimiento es más viable temprano en la mañana, a la luz del sol. Como forma de control se recomienda hacer aplicaciones de cal en agua en la base del tallo antes que se aumente la infección(Ocampo, 1983; Moreno, 1984; León,1987; Bonilla, 2009).



Figura 10. Hojas enfermas del cultivo de achiote por Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz).

Fuente:(Bonilla, 2009).

Muerte regresiva o descendente: Existen por lo menos dos hongos que contribuyen a esta enfermedad. Ellos son el *Pestalotia sp* y *Verticillium sp*. Las ramitas y brotes

nuevos comienzan a morir desde la yema hacia abajo. Esto unido al ataque de antracnosis detiene por completo el desarrollo del árbol lo que finalmente lo lleva a la muerte si no es tratado el problema (Agrios, 1991).

Una forma de control es eliminando las ramas dañadas y orientando los surcos de siembra en dirección al sol. El problema se soluciona con la remoción, a través de una poda apropiada de las partes muertas y enfermas más la quema de las partes podadas. (Ocampo, 1983; Moreno, 1984; León,1987; Bonilla,2009).



Figura 11. (*Pestalotia sp* y *Verticillium sp*) hongos que provoca la muerte regresiva del cultivo de achote.

Fuente:(Bonilla, 2009).

## 2.5. Cosecha

La primera cosecha del achiote se obtiene en forma general a los 2 años después de haber sembrado la semilla. Luego las siguientes cosechas tienen un comportamiento anual. La cosecha se efectúa en varios cortes debido a que la maduración de las cápsulas no es homogénea debido a la floración. Para efectuar la cosecha es importante fijar la atención en los indicadores que da la planta (Agrios, 1991).

Entre los indicadores encontramos los siguientes:

- 1) Cambio de coloración de la cápsula.
- 2) La consistencia de la cápsula se torna más firme a la presión de los dedos.
- 3) Inicio de la dehiscencia. Esto significa que algunas cápsulas empiezan a abrirse por estar acercándose al secado natural.
- 4) La semilla se endurece.
- 5) Las panojas o racimos cuelgan.
- 6) Algunas cápsulas del racimo se secan.
- 7) La membrana interior de la cápsula se desprende.
- 8) El colorante se hace más intenso.
- 9) Se secan y caen algunas hojas.



No hay que dejar que la cápsula se abra completamente, porque los rayos ultravioletas del sol dañan el colorante natural del achiote. Tampoco debe demorarse la cosecha. Para efectuar la cosecha se debe utilizar una tijera de podar a fin de cortar los racimos que estén listos para la cosecha. Estos racimos se colocan en sacos para transportarlos al patio de secado en el cual permanecen durante 3 o 4 días para terminar el secado de la cápsula y luego proceder al aporreo (Ocampo, 1983).

Es necesario verificar cómo va el proceso de secado para proceder al aporreo sin demorar mucho tiempo. Para el aporreo manual se prepara una vara con una curvatura natural y con ella se golpean las cápsulas sobre una superficie limpia y firme para extraer las semillas de las cápsulas. También puede extraerse la semilla utilizando una máquina que consiste en una tolva por donde se alimenta. La cual tiene forma de un tubo y en la parte baja tiene una zaranda con perforaciones por donde sale la semilla y cae en otro compartimiento. Al centro del tubo lleva un eje con aspas que golpean la cápsula para sacar la semilla. En esta máquina después de cada carga es necesario desalojar la basura. Esta forma de beneficiar la semilla tiene una pérdida del 1%. Una vez sacada la semilla es necesario quitar la basura de las cápsulas a fin de limpiarla. Luego la semilla está lista para guardarla en sacos de polipropileno y llevarla al lugar de venta (León, 1987).

Para almacenar la semilla debe de estibarse sobre tarimas de madera o plásticas para evitar el contacto con la humedad del suelo. El lugar del almacenamiento debe de tener aireación y estar seco. La humedad que pueda absorber la semilla debido al ambiente húmedo provoca mohos y hongos que deterioran la calidad del colorante (Moreno, 1984; Bonilla, 2009).

## **2.6. Importancia del achiote**

En México, el cultivo del achiote se observa principalmente en los huertos familiares de los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Campeche y Yucatán, entre otros. La semilla seca, es comprada por muchas pequeñas empresas familiares, que se dedican a obtener una pasta que, mezclada con otras especias, se utiliza como condimento para los guisos regionales. El cultivo del achiote en la Península de Yucatán se realiza desde la época prehispánica, aunque casi siempre se siembre en los solares y parcelas campesinas, también se tienen informes que se han establecido algunas pequeñas plantaciones comerciales. Este tipo de cultivo corresponde a los bajos niveles de precios que la semilla de achiote alcanza en el mercado regional, influidos por las importaciones baratas que se hacen de centro y Sudamérica. Sin embargo, en los últimos años, la situación ha cambiado pues el tipo de cambio del peso respecto al dólar ha aumentado a más del 100%, encareciendo las importaciones de este producto y haciendo atractivo su cultivo a nivel comercial(Hernández, 1988).

## **2.7. Usos**

Específicamente este cultivo cuenta con múltiples beneficios y usos en que lo podemos destacar:

AGROFORESTAL. Los sistemas de producción del achiote son principalmente huertos familiares que se pueden intercalar con otras variedades de árboles frutales, maíz, frijol

o incluso árboles forestales y cacaoales de la región; los productores lo siembran a orillas de cultivos comerciales y en menor escala se dedica al cultivo en superficies compactas. También es plantada como cerca viva.

URBANO. Ornamental, sus flores rosadas y blancas, conspicuas, y los frutos espinosos le dan un aspecto ornamental muy atractivo en parques y jardines.

COMERCIAL: Extracción de la Bixina, colorante básico de la semilla. A escala nacional e internacional existe alta demanda para su uso en la agroindustria del colorante, como materia prima. Se le ha considerado como un árbol multipropósitos, provee una amplia variedad de productos, puede ser utilizada en cualquier tipo de plantaciones (Aliaga, 1992).

### **2.7.1. En la industria alimentaria**

**Adhesivo [fruto (cáscara)].** De las ramas se obtiene una goma que es similar a la goma arábiga.

**Colorantes [exudado].** De la porción carnososa (arilo rojo-naranja) que envuelve a la semilla se extrae un colorante apreciado industrialmente para dar color a productos alimenticios (queso, mantequilla), aceites, ceras, barnices, pinturas, cosméticos y fibras textiles (de seda y algodón). Para obtener el colorante

**(Combustible [madera].** Leña para la cocción de alimentos y horneado de panadería y bollería.



**Comestible** (fruta, bebidas, dulces, semilla, aceite, verdura) [pedúnculo, semilla, hoja].

**Condimento y saborizante** de platillos exóticos mexicanos (por ejemplo, la cochinita pibil y el pibi pollo, platillos yucatecos).

**Construcción [madera].** Construcción rural.

Fibras [corteza]. La corteza contiene una fibra apropiada para cordelería.

Implementos de trabajo [madera]. Implementos agrícolas, mangos para herramientas (Aliaga, 1992).

### **2.7.2. En la industria química**

**Cosmético / Higiene** [fruto].

El aceite de las semillas es emoliente y su contenido alto en carotenoides provee propiedades antioxidantes. Se usa en productos para el cuidado del cuerpo, como son: cremas, lociones y champú.

Insecticida / Tóxica [corteza, fruto (cáscara)]. Algunos indígenas de América del Sur usan el Achiote adicionándole grasa para frotarse la piel y defenderse del piquete de los mosquitos (Aliaga, 1992).

**Medicinal** [fruto, semilla, hoja, corteza].

Propiedades y acciones: astringente, antiséptico, emoliente, antibacterial, antioxidante, expectorante, cicatrizante, febrífugo, estomáquico y antidisentérico. Hoja: propiedades diuréticas y antigonorréicas, eritema, erisipela, estomacal, vómito de sangre, hemorroides, dolor de cabeza y garganta, purgante, desinflamatoria, hipoglicemiante. La utilización de la semilla y el fruto se consideran un antídoto eficaz contra envenenamiento por *Jatropha curcas* (dolores abdominales, diarrea, vómito, irritación de garganta, gastroenteritis) y *Manihotes culenta* (manifestaciones disneicas y hasta la muerte del sujeto). Semilla (molida): sarampión, viruela, estomáquico, enfermedades del riñón, disentería y febrífugo, astringente y ligero purgante. El aceite de las semillas puede usarse con buen éxito contra la lepra. Pulpa: quemaduras y ampollas. Raíz: digestiva y antitusiva. El té hecho con pequeños vástagos y hojas es usado como antidisentérico, afrodisíaco, astringente y para tratar infecciones de la piel, fiebres y hepatitis (Bonilla, 2009).

## **2.8. Mercado**

El principal uso y mercado para el achiote regional es el condimento; a partir de la semilla seca, se elabora una pasta de uso común y generalizado en la cocina peninsular. Empresas industriales condimenticias de Yucatán, como La Extra, La Anita y otras, son quienes demandan localmente importantes cantidades de semilla seca

para procesar, y venderla en forma de pasta en el mercado local, regional y nacional. Se estima que el 70 % de la producción yucateca de pasta de achiote para condimento, se vende en la península y el restante en diversas ciudades del país; ocasionalmente se exporta a los Estados Unidos (Correa, 1984).

Según la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en Yucatán se procesaron en 1994, unas 400 toneladas de semilla seca, de las cuales se importaron 120 toneladas (50 para la empresa La Extra y 70 para La Anita). Desde 1995, por el encarecimiento de las importaciones, el mercado para la semilla de achiote producida local y regionalmente ha crecido en una proporción similar. Siempre se ha producido la semilla en Yucatán, aunque en pequeña escala en los solares y parcelas campesinas, por los bajos precios regionales ante la competencia del achiote importado (Bonilla, 2009).

Se importaban decenas de toneladas de semilla de achiote desde Perú y Guatemala (unas 120 toneladas anuales) por su bajo precio, y que cubrían buena parte de las necesidades de las industrias condimenticias locales, sin embargo con la devaluación del peso mexicano, dicho precio se ha incrementado de manera muy importante (Correa, 1984); Martínez, 1992).

La tonelada de achiote de importación (principalmente el peruano) se ha cotizado en los últimos años entre los 2 mil 750 y los 3 mil 100 dólares US, en función de la calidad. Ello significaba que hasta diciembre de 1994 costaba importarlo alrededor de los 10 mil pesos mexicanos; en enero de 1997 cuesta alrededor de los 23 mil pesos. El precio en moneda nacional creció un 130 % en dos años, sin variación alguna en el precio internacional. En el mercado regional el kilogramo de semilla de achiote, se compraba

en 1994 a los productores locales, a un precio que variaba entre los 8 y los 10 pesos. Por el efecto de la devaluación y el correspondiente encarecimiento del achiote peruano, se estuvo pagando durante 1996, entre los 12 y los 18 pesos el kilogramo, con lo que el precio regional (en pesos) se ha incrementado en mucho y podría subir más aún, por el margen que da el precio internacional (Ohler, 1968).

Previsiblemente el peso mexicano continuará devaluándose frente al dólar estadounidense, con lo que deberán continuar creciendo los precios regionales del achiote. Esto permitirá al menos en el mediano plazo, que la demanda de achiote producida regionalmente siga creciendo y los precios al productor regional se mantengan altos, permitiendo la rentabilidad de plantaciones comerciales del mismo. El crecimiento en la demanda de la pasta de achiote como condimento, como producto del crecimiento natural de la población peninsular, garantiza por otro lado que los mercados tradicionales vayan absorbiendo un incremento importante en la producción de plantaciones comerciales. (Correa, 1984).

Otro uso y mercado importante para el achiote es el de colorante natural alimenticio, a partir de la bixina pura, que se extrae del pigmento crudo de la semilla seca, purificado por precipitación y técnicas de recristalización. Debido a la inestabilidad de la bixina, muchos fabricantes de productos lácteos de Europa y Estados Unidos prefieren importar la semilla seca y extraer ellos mismos la bixina. En este otro mercado existe la posibilidad de comercializar, en el país y en el mercado internacional, la semilla seca, o bien la bixina pura, producida ya sea con tecnología convencional a precios remuneradores, o bien bajo tecnología orgánica con un sobreprecio, por la ausencia de agroquímicos, que permita una rentabilidad mayor. (Ortiz, 1987).

Se requerirá que junto con el desarrollo de las plantaciones comerciales se vayan explorando, contactando y estableciendo compromisos de venta de la semilla seca del achiote en el mercado de los colorantes naturales alimenticios, tanto a nivel nacional, como internacional. Lo anterior configura un conjunto de condiciones económicas de mercado, que garantizan la rentabilidad actual y futura, al menos en el mediano plazo, para el cultivo y producción comercial de semilla de achiote en Yucatán. Producción para satisfacer el mercado regional y nacional como condimento, y el mercado nacional e internacional, buscando en especial el europeo, como colorante. (Sánchez, 1965; Correa, 1984).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El área de estudio se ubicó en la rancharía Arena primera sección del municipio de Comalcalco, Tabasco, durante los meses de Noviembre de 2011 a Febrero de 2012. La productora cooperante fue la Sra. Olga Domínguez de la Cruz.

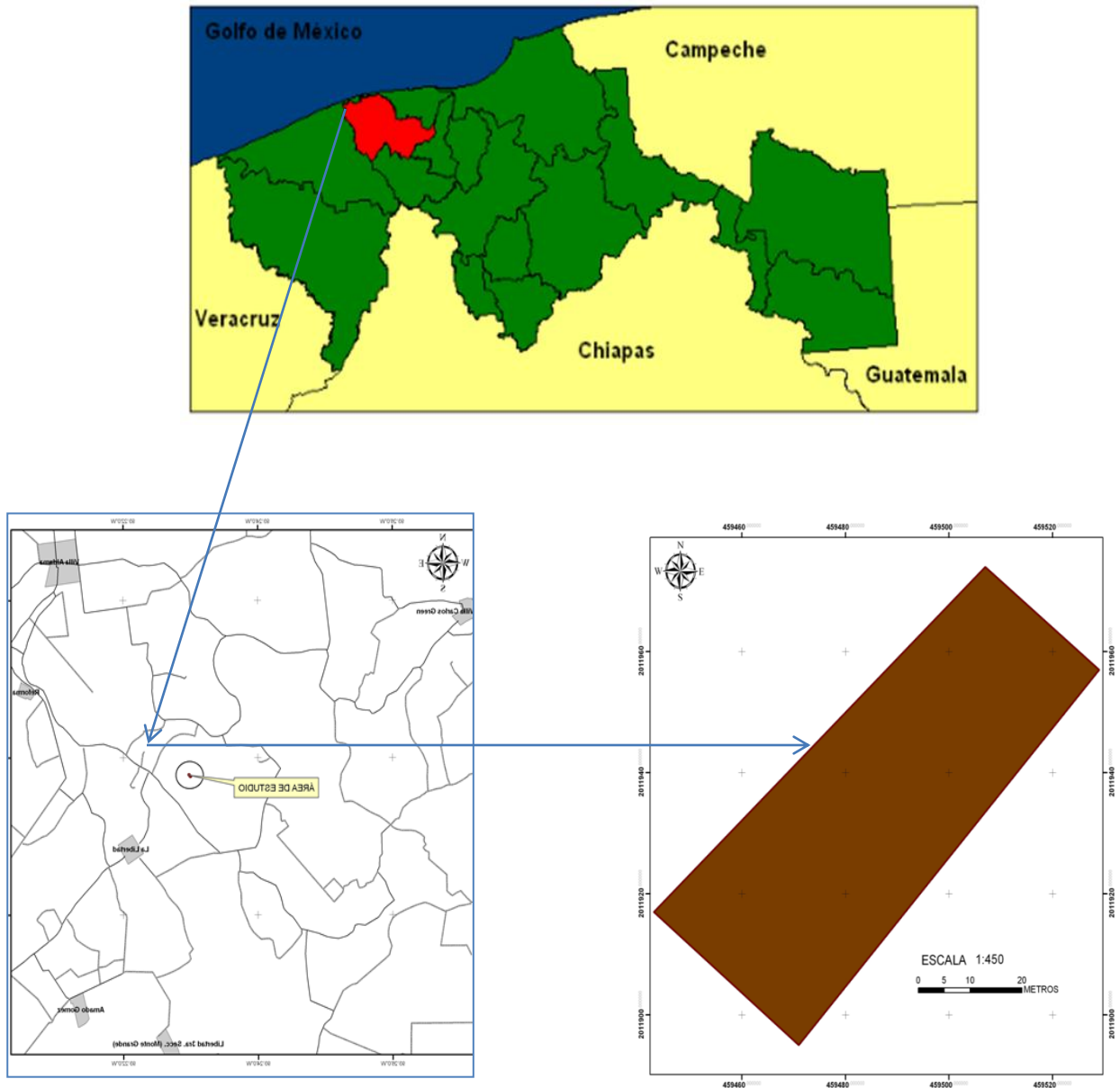


Figura 12. Mapa de ubicación del sitio de estudio. Ranchería Arena 1<sup>a</sup>. Sección.  
Municipio de Comalcalco, Tabasco.

Fuente: (Propia, 2012).

### **3.1. Variables**

El área de estudio cuenta con 100 plantas aproximadamente; en esta plantación no se realiza ningún tipo de manejo, ni labores culturales y el terreno en la época de lluvias sufre de inundaciones. Se seleccionaron 10 plantas al azar, a las cuales se les realizaron mediciones.

#### **3.1.1. Fruto**

- Longitud del fruto. Se midió de la base hasta el apice del fruto en m. La medición se realizó con un vernier marca Pretul.
- Diámetro. La medición se realizó transversalmente en la parte media o central del fruto en m con vernier marca Pretul.
- Relación diámetro máximo del fruto. Se midió en la parte central y en los extremos del fruto en m. la medición se llevo a cabo con un vernier marca Pretul.
- Grosor del exocarpo. Se midió en m por la parte central y los extremos laterales del fruto con ayuda de un vernier marca Pretul.



con un vernier marca Pretul

- Anchura de la semilla. Medida con un vernier marca Pretul en m.
- Grosor de la semilla. Medido en m en la parte central de la semilla con un vernier marca Pretull.
- Peso de la semilla. Se pesouna semilla por fruto seleccionada al azar en gramos con una balanza analítica de precisión marca OHAUS.
- Relación grosor longitud. de la semilla. Se midió con un vernier marca Pretul de la parte central de la semilla.
- Numero de semillas por fruto. Se conto el número total de semillas de un fruto de cada planta muestreada.





Figura 14. Medición de la semilla de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

### 3.1.3. Hoja

- Longitud de la hoja. Se midió en cm desde el ápice del limbo hasta la inserción del peciolo con ayuda de un vernier marca Pretul.
- Ancho de la hoja. Se midió en la parte mas ancha de la hoja en m, con ayuda de un vernier marca Pretul.
- Longitud del peciolo. Medidodesde la inserción del peciolo hasta la base de los lóbulos en cm con ayuda de un vernier marca Pretul.



Figura 15. Medición de la hoja de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

#### **3.1.4. Flor**

- Tamaño de la flor. Se midió en cm en los pétalos centrales de un extremo a otro con un vernier marca Pretul.
- Longitud del filamento de los estambres. Se midieron los filamentos de los estambres desde la base hacia la punta con un vernier marca Pretul.



.Figura 16. Medición de la flor de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

### 3.1.5. Planta

- Altura de la planta Se midió en metros desde la base del suelo hasta el ápice donde se encuentra la inserción de la última hoja con ayuda de una cinta métrica marca Pretul.



Figura 17. Medición de la altura de la planta de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Resultado de las variables**

Las evaluaciones obtenidas de las mediciones del fruto, semilla, hoja, flor, y planta del achiote en el sitio en estudio se detallan a continuación:

#### **4.1.1. Fruto**

Los frutos presentaron formas cónicas, redondeadas y ovoides. El tamaño promedio de los frutos fue de 0.0448 m de longitud. Se observó en el fruto la presencia de dos valvas, las cuales son delgadas y en su interior se encuentra una placenta que se prolonga en una membrana blanca que está adherida a la pared. Dentro de los frutos evaluados se encontraron capsulas pequeñas, medianas y grandes en los racimos del cultivo. El diámetro máximo del fruto fue de 0.0307 x 0.0301 m y el grosor del exocarpo de 0.00334 m.





Figura 18. Frutos de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

#### **4.1.2. Semilla**

Las semillas presentaron un color anaranjado-rojizo en la variable número de semilla el promedio por fruto fue de 44. Se apreció que las semillas están unidas a la placenta por medio de apéndices. Son pequeñas, livianas, de formas y tamaños muy variados. A su alrededor se localiza el colorante conocido con el nombre de Bixina.



Figura 19. Semilla de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

Los resultados encontrados en este estudio concuerdan por los obtenidos por (León ,1987; Arce, 1984) quienes señalan que los frutos, están adheridos a la pared de las valvas y que estas son delgadas y en su interior se encuentra una placenta que se prolonga en una membrana blanca. Dependiendo de la variedad, cada fruto puede tener de 10 semillas o menos hasta 70 ó más.



Se encontró un peso promedio de una semilla en cual fue de 0.0000263 kg una vez extraída del fruto. Para la longitud y ancho de la semilla se obtuvieron valores de 0.00645 m x 0.00515 m respectivamente, y para la relación de grosor y longitud de la semilla los valores promedio encontrados fueron de 0.005 m x 0.00535 m x 0.00645 m respectivamente.

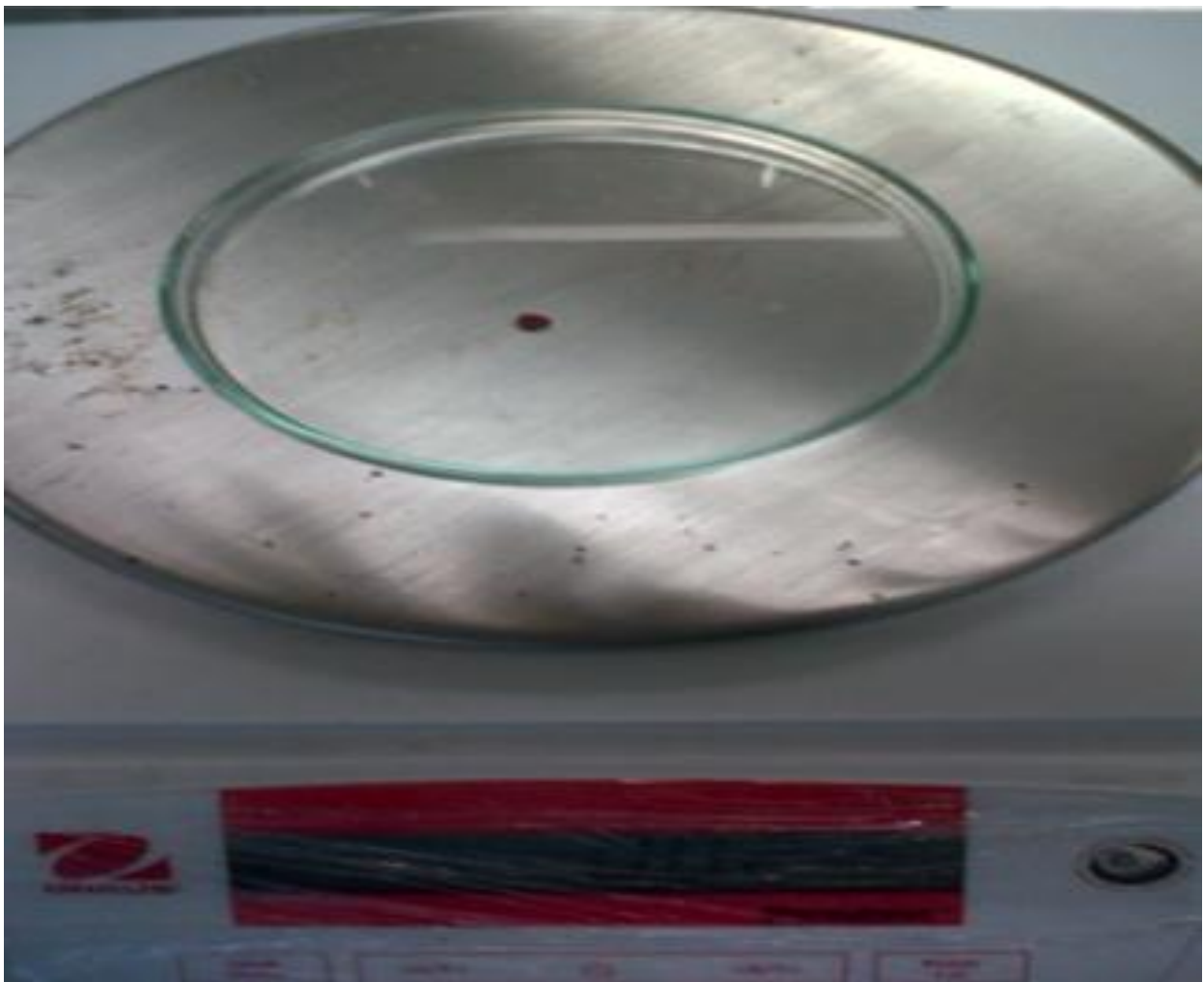


Figura 20. Pesado de la semilla de achiote

Fuente: (Propia, 2012).

### **4.1.3. Hoja**

En las observaciones realizadas se encontró que las hojas son simples, alternas, acorazonadas en la base y punteadas en el ápice, lisas en ambos lados y de color verde oscuro cuando madura se aprecian un color verde-amarillo y otras amarillo-café. Esto concuerda con lo expuesto por León (1987). Quien refiere en su madurez, las hojas se tornan algo coriáceas, quebradizas al tacto y se encuentran en la parte baja de la planta. Para la relación ancho y longitud de las hojas el promedio alcanzado fue de 0.175 m x 0.2205 m respectivamente.



Figura 21.Hojas de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

#### 4.1.4. Flor

Para la variable tamaño de las flores el valor promedio obtenido fue de 0.0595 m. Para la variable longitud de peciolo y filamento de los estambres se obtuvieron valores promedios de 0.0305 m y 0.0215 m, respectivamente. Además se observó que la floración fue escalonada o sea que las cápsulas no maduran todas al mismo tiempo por lo que la planta pueda tener varias cosechas durante el año. La flor del achiote en estudio es de color blanco-morado.



Figura 22. Flor de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

Lizano (1969) menciona que las flores son hermafroditas. Poseen 5 pétalos, 5 sépalos y numerosos estambres productores de polen. Su tamaño es variable. Las hay de colores rosados, morados y también blancos la floración es escalonada.

#### **4.1.5. Planta**

Con respecto a la medición de la altura de la planta el promedio fue de 4.43 m con un diámetro promedio de 0.025 m. Las plantas presentaron un tallo principal ramificado desde la base; la corteza es parda y de ella brota un látex rojizo. Las ramas son delgadas y leñosas. Su tendencia es crecer hacia arriba (ortotropismo) y no hacia los lados (plagiotropismo) los tallos del cultivo de achiote rojo son de color café-blanco con manchas blancas.

Los resultados de este estudio concuerdan con los obtenidos por; Lizano, 1969; Arce, 1984 León, 1987. Quienes refieren estas mismas características mencionadas.





Figura 23. Altura de la planta de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

Baer (1977) menciona que el achiote es un arbusto que mide entre 2 y 7 m de altura promedio, pudiendo alcanzar 10 m o más dependiendo de las condiciones del clima y del suelo en que se encuentre creciendo.



Figura 24. Plantaciones de achiote.

Fuente: (Propia, 2012).

## **5. CONCLUSIONES**

- 1.- Fue posible evaluar y promediar las mediciones de las plantas de achiote rojo en el área de estudio de la ranchería arena 1ª. sección del municipio de Comalcalco, Tabasco.
- 2.- Se realizó un promedio de mediciones de las variables del cultivo de achiote rojo en base al fruto, semilla, hoja, flor, tallo y arbusto en el área de estudio
- 3.- Se promedió el número de semillas por fruto el cual no tiene relación alguna con el promedio del tamaño y diámetro del fruto del área en estudio.
- 4.- Se observó que el promedio del tamaño de las hojas del cultivo de achiote rojo es mediana y que tiene cambios de coloración en el arbusto.
- 5.- Se comprobó que el promedio de la altura del cultivo es homogéneo en toda la plantación y no tiene relación alguna con el número de fruto, semillas y hojas.



## **6. RECOMENDACIONES**

- 1.- Realizar la caracterización morfológica del cultivo de achiote en el estado de Tabasco
- 2.- Estandarizar el proceso de la obtención de la pasta de achiote artesanal e implementar la elaboración de forma industrial.
- 3.- Elevar la calidad e inocuidad de la pasta achiote por medio de empaque y embalajes inteligentes.
- 4.- Implementar las buenas prácticas de manufactura del proceso de la obtención de la pasta de achiote en los productores.
5. Realiza análisis bromatológicos de las semillas de achiote para evaluar la calidad del colorante en la extracción de la pasta.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aceves-Navarro, L.A.; Arrieta, Agrícola y Barbosa-Olan, J.L. 2000. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas Tabasco. 28 p.

Agrios, G. 1991. Fitopatología. Limusa. México, d. F. 775 p.

Aiyar, S.S. The seeds of *bixa orellana*. Journal of american pharmaceutical association (1912-1977), v. 11, p. 999-1003, 1922.

Aliaga, J. 1992. Manual el achiote. Lima, Perú. Fundeagro. 117p.

Arce, J. 1984. Caracterización de 81 plantas de achiote (*Bixa orellana* L.) de la colección del Catie procedentes de Honduras y Guatemala, y propagación vegetativa por estacas. Tesis mag. Se. Turrialba, Costa Rica, ucr-catie. 149p.

Avila, A.; Barquero, I.; calzada, j. 1982. Una mejora en el método de determinación de bixina en achiote. Ingeniería y ciencia química (San José, Costa Rica) ó (3-4):209-210.

Baby, A. R.; Maciel, C. P. M.; Santos, I. M. N. S.; Días, t. C. De S.; Kaneko, T.M; Consiglieri V. O.; Velasco, M. V. R. (2005). Uso de extratos de plantas em produtos cosméticos. Cosmetics & toiletries (edição em português), v. 17, n. 1, p. 78-82, jan/fev 2005.

Baer, D. 1977. Systematics of the genus *bixa* and geography of the cultivated annatto tree. Dissertation abstracts international, b 37 (10): 4846-b.

Bonilla Murillo Julio Cesar. Manual técnico del cultivo de achiote, centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. 2009. Costa Rica. 88p

Bovey.R. Etal. 1971. La defensa de las plantas cultivadas. Barcelona, España. Omega, s.a. 883 p.

Catalán, 1960. Achiote: un resumen de la información disponible. Instituto Agropecuario Nacional. Mimeografiado. 16 pp.

Correa, M. Pio; Penna, Leonam de Azeredo (Col.). Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. v. 6. p.358-359.

Duch Gary, Jorge. 1991. Fisiografía del estado de Yucatán. Su relación con la agricultura. Universidad autónoma Chapingo. México. 229 p.

Enríquez, G. A y Salazar, Luis. 1983. Variabilidad genética del rendimiento y algunas otras características del achiote (*bixa orellana* L.)

Fonseca, .A. De.; prista, I. N. Manual de terapêutica dermatológica e cosmetologia. São paulo: roca, 1984.

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2a ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.

Lizano, C. 1969. Estudio sobre el cultivo del achiote. San José, Costa Rica, oficina del café. 34 p.

Martínez, Maximino. 1992 las plantas medicinales de México. Editorial CECSA. Sexta edición pp. 24.

Moreno, N. 1984. Glosario botánico ilustrado. Editorial INIREB-CECSA. México. 300 p.

Niembro Rocas, 1986. Árboles y arbustos útiles de México - naturales e introducidos. Editorial LIMUSA. México. 42 pp.

Ocampo S., R. A. 1983. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del achiote (bixa orellana l.) En los cantones de Aguirre y dota. Centro de Investigación en Productos Naturales, Universidad de Costa Rica. 43-57 pp. Tomado de: aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Catie/gtz. Turrialba, Costa Rica. 167 p.

Ohler, J. G. 1968. Annato (Bixa orellana l.). Review article. Tropical Abstracts. 24;409-413.

Ortiz, D. 1987. Estudio del sistema radical del achiote (bixa orellana l.) Y la germinación de semillas en diferentes sustratos y profundidades de siembra. Tesis ing. Agr. Turrialba, costa rica, universidad de costa rica, sede universitaria del atlántico. 86 p.

Rivera de León, S. 1980. El cultivo del achiote. Guatemala, Ministerio de Agricultura, 16 p.

Rivera, R. 1973. El achiote: una promesa para el salvador. 2ªed. Santa tecla, el salvador. Centro nacional de tecnología agropecuaria. 12p. (circular no. 80).

Sánchez M., R. 1965. El achiote. Agricultura tropical. Divulgación agrícola. Colombia. 224-227 pp.

## Anexos

A continuación se presentan los valores promedios obtenidos de las variables en estudio.

<b>Variables</b>	<b>Promedio</b>
Longitud del fruto	0.0448 m
Diametro máximo de fruto	0.0307 x 0.0301 m
Grosor del exocarpo	0.00334 m
Longitud de la semilla	0.00645 m
Anchura de la semilla	0.00515 m
Grosor de la semilla	0.005 x 0.00535 m
Peso de la semilla	.000263 Kg
Rel. grosor longitud. de la semilla	0.005m x 0.00535 m x 0.00645 m
Numero de semillas por fruto	44
Longitud de la hoja	0.2205 m
Anchura de la hoja	0.175 m
Longitud del peciolo	0.0305m
Longitud de la flor	0.0595 m
Longitud del filamento	0.0215 m

Altura de la planta	4.43 m
Numero de plantas	100
Usos	Pasta
Plagas y enfermedades	No
Posición de las hojas	Libres
Color del fruto	Rojo
Color de la semilla	naranja y roja
Color del tallo	café-blanco
Manejo de la plantación	Ninguna

Cuadro 3 Medidas promedio de las variables de achiote

Anexo 1.

Variable	m#1	m#2	m#3	m#4	m#5	m#6	m#7	m#8	m#9	m#10
Longitud del fruto	0.048 m	0.045 m	0.046 m	0.042 m	0.047m	0.043m	0.041m	0.048 m	0.045 m	0.043m
Diámetro máximo de fruto	0.03x0.03 m	0.03x0.02 m	0.03x0.035 m	0.03x0.025 m	0.035x0.03 m	0.032x0.03 m	0.03x0.033 m	0.03x0.036 m	0.03x0.032 m	0.03x0.03 m
Grosor del exocarpo	0.003 m	0.0035 m	0.004m	0.0038 m	0.0033m	0.0025 m	0.003 m	0.0035 m	0.003 8m	.003 m
Longitud de la semilla	0.007 m	0.006m	0.005 m	0.007 m	0.006m	0.007 m	0.0075 m	0.0055 m	0.007 m	0.0065 m
Anchura de la semilla	0.005 m	0.0055 m	0.006 m	0.0045 m	0.005 m	0.0055 m	0.004 m	0.005 m	0.006 m	0.005 m
Grosor de la semilla	0.005x0.005 m	0.005x0.0055 m	0.005x0.006 m	0.005x0.005 m	0.005x0.005 m	0.005x0.007 m	0.005x0.005 m	0.005x0.006 m	0.005x0.005 m	0.005x0.004 m
Peso de la semilla	0.000020 Kg	0.000030Kg	0.000015 Kg	0.000020 Kg	0.000035 Kg	0.000021 Kg	0.000035 Kg	0.000025 Kg	0.000029 Kg	0.000033 Kg
Rel. grosor long. de la semilla	0.005x0.005 m	0.005x0.0055 m	0.005x0.006 m	0.005x0.005 m	0.005x0.005 m	0.005x0.007 m	0.005x0.005 m	0.005x0.006 m	0.005x0.005 m	0.005x0.004 m
Numero de semillas por fruto	42	45	38	46	40	42	44	49	44	50
Longitud de la hoja	0.23 m	0.22 m	0.21 m	0.20 m	0.22 m	0.23 m	0.235 m	0.22 m	0.21m	0.23 m
Anchura de la hoja	0.17 m	0.18 m	0.19 m	0.17.5 m	0.165m	0.1 8 m	0.17 m	0.175 m	0.17m	0.175 m

Longitud del peciolo	0.03 m	0.03 m	0.035 m	0.03 m	0.03 m	0.025 m	0.03 m	0.03 m	0.035 m	0.03 m
Tamaño de la flor	0.06 m	0.065m	0.05 m	0.06 m	0.045 m	0.06 m	0.07 m	0.06 m	0.065 m	0.06 m
Longitud del filamento	0.02 m	0.025 m	0.02 m	0.025 m	0.02 m	0.02 m	0.02 m	0.02 m	0.025 m	0.02 m
Altura de la planta	5 m	3.5 m	5 m	4.5 m	5 m	3.3 m	5 m	4.5 m	5 m	3.5 m
Numero de plantas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Usos	pasta	pasta	pasta	pasta	pasta	pasta	pasta	pasta	pasta	pasta
Plagas y enfermedades	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Posición de las hojas	libre	libre	libre	libre	libre	libre	libre	libre	libre	libre
Color del fruto	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde	rojo-verde
Color de la semilla	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja	naranja y roja
Color del tallo	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco	café-blanco
Manejo de la plantación	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna

Cuadro 4 Variables evaluables en el cultivo de achiote en la ranchería Arena del municipio de Comalcalco.



