

Centro Nacional de Tecnología  
Agropecuaria y Forestal

# **MANUAL TECNICO**

**EL CULTIVO DEL  
ACHIOTE, Bixa orellana L**

## INDICE

IMPORTANCIA .....	5
ORIGEN / EXTENSION .....	6
USOS .....	9
DESCRIPCION BOTANICA DEL ACHIOTE .....	13
Planta .....	13
Hojas .....	14
Flores: .....	14
Floración .....	15
Polinización. ....	15
Fruto o cápsula .....	15
DIFERENTES FORMAS DE CAPSULAS .....	16
Fructificación .....	16
Semilla .....	17
Tronco / Ramas .....	17
Corteza .....	18
Raiz .....	18
Madera .....	18
Crecimiento. ....	18
Descomposición. ....	19
Establecimiento. ....	19
Interferencia .....	19
Producción de semilla .....	19
Almacenamiento / Conservación de semilla. ....	20
Dispersión .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Porcentaje de germinación .....	20
Aspectos fisiológicos: .....	20
Recolección de semilla para la siembra .....	21
Tratamiento antes de la germinación .....	21
Tipo de semilla. ....	21
ADAPTACION .....	21
REQUERIMIENTOS CLIMATICOS PARA LA SIEMBRA DE ACHIOTE .....	21
Clima .....	21
Vientos .....	21
Luminosidad .....	22
Temperatura .....	22
Precipitación. ....	22
Humedad relativa .....	22
Altura sobre el nivel del mar. ....	22
EXIGENCIAS Y CARACTERISTICAS DEL SUELO. ....	23
VARIEDADES .....	23
TIPOS DE ACHIOTE .....	24
OTRAS CARACTERISTICAS QUE DIFERENCIAN A ALGUNAS VARIEDADES .....	27
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE VARIEDADES. ....	28
Componentes del rendimiento .....	28
SELECCIÓN GENETICA DE PLANTAS .....	30

PROPAGACION DEL ACHIOTE .....	31
Propagación sexual o por semilla.....	31
Propagación asexual.....	31
ACODO.....	32
INJERTO.....	32
ESTACAS.....	33
CORTES Y REBROTOS DE RAIZ.....	33
CULTIVOS DE TEJIDOS .....	33
VIVEROS.....	34
Uso de fumigantes:.....	35
Uso de fungicidas:.....	35
Uso de alcalinizantes:.....	35
Uso del calor del sol:.....	35
Cantidad de semilla por manzana.....	36
Siembra.....	36
Mantenimiento del semillero:.....	36
Problemas que se deben evitar en el vivero.....	37
Evite usar bolsas muy pequeñas.....	37
Evite la sombra.....	38
Evite el exceso de humedad.....	39
Evite sembrar en forma tardía.....	39
Evite hacer eras muy anchas y muy largas.....	39
¿QUE HACER ANTES DE ESTABLECER UN CULTIVO DE ACHIOTE? .....	40
TRAZO DE UNA PLANTACIÓN DE ACHIOTE .....	40
En terreno plano, siembra en cuadro:.....	42
En terreno plano, siembra en triángulo equilátero:.....	42
En terreno inclinado, en triángulo:.....	43
AHOYADO.....	43
PRACTICAS CULTURALES RECOMENDABLES EN EL CULTIVO DEL	
ACHIOTE.....	44
PREPARACION DEL SUELO.....	44
SIEMBRA.....	44
Siembra directa.....	44
Siembra por Transplante.....	44
Densidad de siembra.....	45
Análisis de suelo.....	45
INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS.....	52
RECOMENDACIONES .....	53
PREPARACION DEL TERRENO .....	53
LIMPIEZA DEL TERRENO .....	53
ESTABLECIMIENTO DE DRENAJES.....	54
FERTILIZACION .....	54
PODAS.....	55
HACER CAJUELAS.....	57
CONTROL DE PLAGAS .....	57
CONTROL DE MALEZAS.....	57
CONTROL DE INSECTOS.....	58
Chinche patas de hoja: <i>Leptoglossus zonatus</i> .....	58
El zompopo: <i>Atta mexicana</i> .....	59
El Perforador de la cápsula: <i>Milgithea melanoleuca</i> .....	59

Araña roja: Tetranychus sp.....	60
Trips de banda roja: Selenotrips rubrocinctus Girad.....	60
Comején: Hetotermes convexinotatus Zinder .....	61
CONTROL DE ENFERMEDADES .....	61
La Antracnosis (Colletotrichum gloeosporoides Penz).....	61
Mildíu polvoriento (Oidium bixae Viegas): .....	62
Muerte regresiva o descendente .....	63
COSECHA, BENEFICIADO DE SEMILLA, ENVASADO Y ALMACENAMIENTO.	
.....	63
Rendimiento .....	65
RESULTADOS DE INVESTIGACION.....	65
ESQUEMA DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL ACHIOTE .....	68
COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE .....	69
FLUJO DE EFECTIVO A DIEZ AÑOS.....	75
RESPUESTAS A PREGUNTAS SOBRE EL ACHIOTE.....	76
BIBLIOGRAFIA .....	81
GLOSARIO .....	84
CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DEL ACHIOTE – vivero y establecimiento en el campo. Primer año. ....	88

## IMPORTANCIA

El cultivo del achiote ha tenido importancia desde épocas precolombinas debido a que se ha explotado con la finalidad de obtener una pasta que ha sido utilizada en la elaboración de condimentos, cosméticos, en rituales religiosos y medicamento.

El principal constituyente colorante del achiote es la Bixina, que 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. El principio colorante se llama Bixina. 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  $C_{25}H_{30}O_4$ . Esta es un ácido carboxílico carotenoide 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.

En El Salvador, el árbol del achiote anteriormente existió en la mayoría de los patios de las casas del área rural y actualmente se encuentra cultivado en las zonas de Morazán, La Paz y Metapán, como parte del Proyecto Agroindustrial del cultivo del Achiote. La extensión sembrada no supera las 200 manzanas, 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, en El Salvador un grupo de productores emprendedores en las zonas mencionadas, con la ayuda de instituciones como CENTA, Polígono industrial Don Bosco, Fundación EDYTRA, FIAGRO, SINALIT y el BID, iniciaron un Proyecto Agroindustrial sobre el cultivo del achiote, sumando esfuerzos, recursos y experiencias. A estos esfuerzos se ha sumado la empresa privada D.G.MART S.A. que procesa el achiote para producir colorante hidrosoluble con calidad de exportación.

El achiote es tan importante que aún sin colorante la semilla contiene minerales que puede utilizarse en la alimentación animal, tal como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Composición química de la semilla de achiote sin colorante**

Análisis	Base húmeda	Base seca
Humedad	9.30%	'
Proteína	16.15%	17.80%
Ceniza	5.05%	5.56%
Grasa	3.39%	3.73%
Carbohidratos	66.11%	72.82%
Fibra cruda	9.19%	101.13%
Calcio	0.39%	0.42%
Fósforo	0.43%	0.47%
Hierro	104.97 ppm	115.73 ppm
Potasio	1.42%	1.56%
Zinc	76.07 ppm	83.87 ppm
Magnesio	0.33%	0.36%

Fuente. Laboratorio de Química Agrícola de CENTA

(Los valores en porcentajes desde la humedad a los carbohidratos hacen el 100%. La fibra cruda se analiza a partir de los carbohidratos; los elementos minerales a partir de las cenizas.)

Otro aspecto esencial para el productor agropecuario son los beneficios económicos que tiene el cultivo.

**Cuadro 2. Beneficios US\$ del cultivo de achiote en los primeros 5 años.**

Año	Costo	Ingreso	Diferencia
1	<b>913.72</b>	-----	<b>- 913.72</b>
2	<b>670.33</b>	<b>228.56</b>	<b>- 441.77</b>
3	<b>900.68</b>	<b>799.96</b>	<b>- 100.72</b>
4	<b>937.19</b>	<b>1714.20</b>	<b>+ 777.01</b>
5	<b>952.19</b>	<b>2285.60</b>	<b>+ 1333.41</b>

Vida útil de la plantación: Hasta 50 años.

## ORIGEN / EXTENSION

### ¿En donde se originó el achiote?

Una de las fuentes de consulta más antigua, la Biblia, le atribuye su origen al tiempo de la creación de todo lo que existe hasta el día de hoy. La máxima autoridad del Universo, Jehová o Yahvé, declara en el libro de Génesis 1:11,12 " Y pasó Dios ha decir: **"Haga brotar la tierra hierba, vegetación que dé semilla, árboles frutales que lleven fruto según su género, cuya semilla esté en él, sobre la tierra. Y llegó a ser así. Y la tierra empezó a producir hierba, vegetación que da semilla según su género y árboles que llevan fruto, cuya semilla está en él según su género. Entonces Dios vio que era**

**bueno".** Esto comenzó en Mesopotamia, lo que ahora es Irak, entre los ríos Eufrates y Tigris, cuna de la civilización del hombre. Esto lo atestiguan muchos historiadores

La migración del hombre por los confines del mundo ha contribuido a la distribución de los vegetales ligados a la alimentación, por lo que el hombre ha participado en la dispersión de esta especie.

De allí el cultivo se extendió a países como Kenya, Tanzania, Malawi, Sri-Lanka, Angola, Perú, Colombia, Brasil, Venezuela, Guyana Francesa, Jamaica, República Dominicana, Haití, Puerto Rico, México, Guatemala, El salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

### **¿Cuál es la importancia ecológica del cultivo del achiote?**

El cultivo del achiote tiene importancia desde el punto de vista ecológico, ya que aunque 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.

También 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. La plantación forma una masa de biomasa que libera oxígeno.



**Foto 1. Parcela de terreno descubierto de vegetación permanente. San Carlos, Departamento de Morazán**

Ç



**Foto 2. La misma parcela de San Carlos sembrada con el cultivo del achiote, que provee cobertura vegetal.**



**Foto 3. Hojas de achiote que forman materia orgánica al caer al suelo, después de la cosecha, año tras año.**

**El achiote provee los servicios siguientes.**

1. Es utilizado en algunas propiedades como cerca viva formando nuevos hábitat para la fauna.

2. Contribuye a dar colorido al paisaje al momento de la floración, por lo cual en otros lugares es utilizado como planta productiva y ornamental.
3. Sombra / Refugio. Proporciona sombra todo el año. Su copa además es densa y da muy buena protección al suelo.

**El achiote es tolerante a.**

1. Sequía cuando ya está bien arraigado en el terreno.
2. Suelos pobres (infértiles).
3. Suelos ácidos (pH de 4.3 a 6.5).
4. Suelos alcalinos (pH hasta 8.7).
5. Suelos compactados y con pocas piedras.
6. Al rocío salino.
7. Exposición constante al viento.
8. Inundación temporal, siempre que el agua esté en movimiento.

**Tipos de vegetación.**

Una plantación de achiote forma un bosque tropical con hojas permanentes.



**Foto 4. Cobertura vegetal de carácter permanente con el cultivo de achiote, que da protección al suelo**

**Zona(s) ecológica(s):** El achiote corresponde a los cultivos que crecen muy bien en los trópicos húmedo y sub húmedo

**USOS**

En medicina:

El achiote es importante como fuente de provitamina A y no solo como colorante. El doctor Epaminondas Quintana, después de varios años de estudio comprobó de manera irrefutable la gran potencia del achiote en vitaminas A y D.

Los científicos determinaron que el extracto obtenido contenía más de 1000 unidades internacionales de vitamina A por gramo y 150 de vitamina D, igual a un gramo del mejor aceite de hígado de bacalao.

En cuanto a la potencia del extracto en vitamina D o antirraquítico, los experimentadores presentaron pruebas radiográficas y piezas microscópicas de huesos de animales que en condición de raquitismo por dietas sin vitamina D recobraron la estructura normal al cabo de ocho semanas de recibir una comida con un gramo de extracto aceitoso de achiote.

El factor A preside el crecimiento animal, mantiene la transferencia y vitalidad de la mucosa del ojo, de las glándulas exocrinas, de la piel y otras.

La vitamina A, es absolutamente necesaria para la vida. Sin ella la muerte es segura, pero antes de la muerte se presentan una serie de síntomas que demuestran su escasez. La xeroftalmia o pérdida de la visión por turbiedad de la córnea y la ceguera vespéral son manifestaciones de alarma cuando falta la vitamina A en la sangre del hombre.

En los animales las lesiones de los ojos, la detención del crecimiento, la alteración del pelo son síntomas previos a la muerte del animal por falta de vitamina A.

Los indígenas y habitantes de las costas de América tropical, se pintan la piel con achiote para evitar la picadura de los mosquitos, zancudos y otros insectos nocivos.

En medicina se usa para colorear pomadas, ungüentos, tabletas, jarabes y como fuente de pro vitamina A.

En los trópicos se usa como remedio para las enfermedades de la piel y para sanar quemaduras de la piel sin dejar cicatrices.

Las hojas picadas y maceradas en poca cantidad de agua, producen una sustancia gomosa que tiene propiedades diuréticas y contra la gonorrea. La misma poción al tomarla es purgante y usada contra las inflamaciones.

El aceite que contiene la semilla de achiote puede usarse con buen éxito contra la lepra, en lugar del "aceite de chalmougra". La planta que produce este aceite, es el árbol de chalmougra, *Gynocardia odorata*, que crece en la India .

La raíz machacada y puesta en agua a que despida, durante 24 horas, se toma como agua de tiempo durante 9 días para contrarrestar las afecciones provocadas por el asma.

Las hojas se pueden usar como cataplasma para aliviar el dolor de cabeza. La decocción de las hojas se emplea en gargarismos contra los males de la garganta.

La pasta de achiote, mezclada con aceite u otra grasa se pone en las quemaduras para sanarlas sin dejar cicatrices. Sana quemaduras de primer grado. Si se colocan 30 gramos de semilla en 100 gramos de aceite de oliva, se hierve en baño maría y se aplica fría, puede usarse con éxito para sanar quemaduras.

Colocando 10 gramos de semillas en 300 mililitros de agua se usa en infusión para gargarismos.

En Costa Rica, la decocción en agua de las ramitas con las hojas, se ha utilizado para evitar la caída del cabello en humanos. Algunas veces esta acción se refuerza añadiendo ramitas de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y los conos de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.)

Los diferentes autores que han investigado este cultivo afirman que el achiote posee las propiedades medicinales siguientes:

Afrodisíaco	Antihelmíntico	Cicatrizante	Expectorante	Repelente de insectos
Antianémico	Antihipertensivo	Desinflamatorio	Febrífugo	
Antibacterial	Antioxidante	Diurético	Hepatoprotector	Contra las erisipelas
Antidisentérico	Antitumoral	Emoliente	Hipoglicemiante	
Antiinflamatorio	Antiséptico	Estomáquico	Refrescante	Controlar los daños leves de a próstata
Antigonorreico	Astringente	Excitante	Cómo purgante	
Contra el dolor de cabeza	<b>PROPIEDADES MEDICINALES</b>			

Un té elaborado en proporción de tres hojas de achiote por taza y tomado tres veces al día, ayuda a sacar la fiebre y a sanar las ampollas sin dejar cicatrices o manchas, cuando los niños tienen varicela. También pueden cocerse las hojas y dar baños a las personas.

El achiote se utiliza para combatir la anemia. Para este uso se deja una cucharadita de semillas de achiote en un vaso de agua durante la noche para que despida y en la mañana se cuela, tomándola en ayunas y sin semillas durante 30 días. Puede repetirse este tratamiento dejando un espacio de 15 días.

La decocción de las hojas es curativa para las náuseas y vómitos; Sinusitis, asma y constipación y afecciones de la piel. Se utiliza también para curar las enfermedades en el útero de la mujer.

En la industria:

Se usa como fuente de pigmentación de la yema del huevo, utilizando 203 gramos de pigmentos provenientes del achiote por tonelada de alimento pobre

en pigmentos, a fin de obtener una coloración deseable, semejante a la obtenida con 3.0 gramos de “carophyll” por tonelada de alimentos pobres en pigmentos. Resultando el achiote más rentable. La coloración obtenida con esta cantidad de achiote muestran datos de 9 y 10 de la escala Roche, la cual constituye el 1.06% de harina de achiote de la ración.

En Centroamérica se usa como colorante y condimento diario en las comidas tales como el arroz preparado de varias formas, en caldos, consomés o sopas, recaudos y en la preparación de carnes y embutidos.

La mayor utilización de los extractos del achiote es en la fabricación de quesos; también se usa como colorante de la mantequilla, principalmente por su contenido de pro vitamina A.

La materia colorante se emplea en la tintorería para dar colorido y fuerza a otras sustancias colorantes que adquieren así notable brillantez para teñir telas de lana, seda y algodón. Se emplea también para colorear alfombras.

Cosmético/ Higiene; El aceite de las semillas es emoliente y su contenido alto en carotenoides provee propiedades antioxidantes que contribuyen a prevenir los tumores. Se usa en productos para el cuidado del cuerpo como son las cremas, lociones y jabones para el cabello.

Se usa para colorear velas y candelas.

En confitería se usa en la fabricación de dulces y caramelos.

En la industria de helados, sorbetes y paletas.

Colorantes: De la porción carnosa (arilo rojo naranja) que envuelve la semilla se extrae un colorante apreciado industrialmente para dar color a productos alimenticios tales como el queso, la mantequilla y los aceites; También las ceras, barnices, pinturas, cosméticos y fibras textiles de seda y algodón. El aceite extraído de las semillas es la principal fuente de los pigmentos Bixina y Norbixina u orellina, clasificados como carotenoides.

Condimento; El achiote molido con sorgo al agregarle especias es utilizado como condimento de diversos platos tradicionales en El Salvador.

Fibras; La corteza contiene una fibra apropiada para la cordelería.

Maderable: Se emplea en la elaboración de muebles, en las construcciones rurales, en la elaboración de mangos de madera para herramientas. Por ser una madera bofa se emplea para hacer señuelos para la pesca.

La utilización de la semilla y la cápsula se considera un antídoto eficaz contra el envenenamiento por tempate (*Jatropha curcas*)

## DESCRIPCION BOTÁNICA DEL ACHIOTE

El Achiote en diferentes países recibe otros nombres que nos sirven para buscar información sobre manejo, procesamiento o comercialización y resultados de investigaciones, de otros lugares donde se cultiva el achiote.

Estos nombres son: Acose, Achote, Achiotl, Achihuite, Achuete, Aisiri, Analte, Anate, Annatta, Annatto, Annetto, Annotta, Arnota, Atsuwete, Aplopplas, Beniningún-ki, Beni-No-Ki, Bija, Bijo, Bijol, Bixa, Biza, Bizo, Cacicuto, Diteque, Eroyá Chamgarica, Chancanguarica, Changuarica, Foucou, Jafara, Kham thai, Kasujmba-Kelling, Katsha, Kisafa, Krikra, Kuswé, Latkhan, Lipstick tree, Manso de casa, Onoto, Orellana, Orlean, Orleana, Orleanstrauch, Oroyá, Orocú-axiote, Permocoa, Pumocoa, Rocou, Rocouyer, Rucú, Rukú, Sendri, Shambu, So, Shong Guo, Uñañé, Urucú, Urucum, Urucuicero, Urukú.

El nombre común en nuestro medio es Achiote

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	
REINO	PLANTAE (VEGETAL)
SUBREINO	TRACHEOBIONTA
DIVISION	MAGNOLIOFITA
SUPERDIVISION	ESPERMATOFITA
SUBDIVISIÓN	ANGIOSPERMA
CLASE	MAGNOLIOPSIDA (DICOTILEDONEA)
SUBCLASE	DILLENIIDAE
ORDEN	VIOLALES (PARIETALES)
FAMILIA	BIXACEAE
GÉNERO	BIXA
ESPECIES	ORELLANA Linneo UPATENSIS Grosscurdy PLATICARPA URUCURANA SHPORROCARPA T AZARA R y P.

### ***Planta***

Árbol de rápido desarrollo, alcanza alturas que van de los 3.0 m hasta los 6.5 m de altura, en su hábitat natural y en plantaciones comerciales. Es generalmente ramificado desde su base. El tallo puede llegar a medir hasta 30 centímetros de diámetro. Posee una copa densa, en forma globosa. Follaje extendido de más de 10 m. de diámetro en árboles dejados a libre crecimiento.

## **Hojas**

Simples, Alternas, con pecíolo corto, cordiformes o acorazonadas, enteras, tienen un ápice acuminado y un borde cordado; son brillantes de color verde oscuro, y variables en su tamaño dependiendo del tipo de achiote que se cultive.

Tiernas son de color cobrizo en el haz y cuando maduran el envés es de color plateado y se vuelven coriáceas y ásperas. Cuando ha pasado la cosecha el árbol tiende a botar la hoja madura e inmediatamente vuelve a brotar hoja nueva, por lo que siempre tiene follaje en forma permanente. Los análisis químicos de las hojas muestran que el achiote tiene: Taninos, saponinas y terpenos



**Foto 5. Forma de la hoja de achiote.**

## **Flores:**

Flores compuestas, actinomorfas, de sexualidad hermafroditas, dispuestas en panoja, poseen cáliz de cinco pétalos libres, de prefloración imbricada y cinco sépalos. Estambres indefinidos, libres en la base; filamentos filiformes, de color blanco, amarillo y violeta. Posee anteras bitecas y de dehiscencia poricida. Ovario es elevado por un ginóforo y adopta la apariencia de ser súpero, con rudimentos seminales que varían de 10 a 60 por cápsula; unilocular, a veces con falsos tabiques, pluriovulado, estilo filiforme, estigma bilobulado. Dependiendo de la coloración de la flor las cápsulas son verdes, rojizas o amarillas. Flores blancas, cápsulas verdes y flores rosadas, cápsulas rojizas.



Fotos 6 y 7. Forma y color de las flores de achiote

### ***Floración***

Florece en la estación húmeda. En Centroamérica generalmente hay plantas de achiote que inician su floración entre julio y septiembre con un máximo de floración en agosto. La floración dura entre 3 y 4 meses y no es sincronizada.

### ***Polinización.***

En el achiote la polinización es entomófila, siendo polinizada por abejas, avispas, hormigas, moscas y mariposas; en las poblaciones naturales son las abejas y las mariposas los principales insectos polinizadores. La apertura de las flores se inicia entre las 4.00 a.m. y 5.00 a.m. y el grano de polen permanece viable durante 10 a 11 horas

### ***Fruto o cápsula***

El fruto es una cápsula. En su forma pueden ser redondas, acorazonadas, lancetadas y oblongas. Está cubierto de muchos apéndices o setas, que pueden ser largos, medianos y cortos, aunque existen cultivares que no los tienen. También pueden ser abundantes y ralos. La coloración de la cápsula difiere según sea la variedad. Las hay verdes, rojas, ocre y amarillas. Algunas variedades poseen dehiscencia y otras no. Esta puede ser completa e incompleta. La dehiscencia es una condición que puede manejarse haciendo muestreos para efectuar la cosecha en el momento oportuno y que es cuando el fruto ya no cede a la presión de los dedos. El muestreo debe incluir la formación de semilla, dando un buen punto de cosecha cuando las semillas están cubiertas de una capa cerosa rojiza o anaranjada que contiene el colorante. y la semilla está bien formada presentando una textura dura.

La cápsula generalmente esta compuesta de 2 lóbulos o segmentos, aunque debido a cruzamientos naturales hay frutos o cápsulas de tres segmentos conteniendo mayor número de semillas, lo cual aumentaría el rendimiento de llegar a tener una variedad que tuviera esta característica. El fruto contiene un

número variable de semillas, entre 20 y 55, la cual parece estar ligada a la polinización entomófila o por insectos. El fruto en el exterior posee unas protuberancias de forma triangular y en el interior posee una placenta donde se aloja la semilla. La placenta es de color amarillo verdoso si la cápsula aún no ha madurado y cuando alcanza la madurez y se seca, el color cambia a café claro con una mancha de forma triangular color café oscuro en la parte central. En algunos tipos de achiote la placenta es de color café oscuro.

### **DIFERENTES FORMAS DE CAPSULAS**



Fotos 8,9 y 10. Diferentes formas de las cápsulas. De izquierda a derecha, lancetada, oblonga y acorazonada.

### **Fructificación**

En unas variedades, las cápsulas maduran de octubre a enero y en otras de Noviembre a marzo. En vista de que el tiempo de lluvias va del mes de junio a noviembre, las variedades que debemos sembrar en El Salvador son las que florecen en julio a septiembre y fructifican en Noviembre a marzo.



**Foto 11. Fructificación del achiote**

### ***Semilla***

Es muy pequeña de 3.5 a 5 mm. de longitud y está situada dentro de una placenta, siendo sostenida por un pedúnculo. La semilla tiene forma piramidal y está unida a la placenta por la parte más puntiaguda. En la parte más gruesa tienen una mancha circular, color negro. La semilla a su vez tiene una hendidura o fisura en un solo lado, que va desde la parte más puntiaguda de la semilla hasta la mancha circular en la parte más gruesa.



**Foto 12. Forma y tamaño de la semilla de achiote**

La semilla está formada por una membrana porosa debajo de la cual empiezan a formarse los colorantes bixina y orellina, Los cuales al ser exudados a través de esa membrana forman una capa cerosa que contiene los colorantes rojos o amarillos cuando la semilla ya ha madurado y está seca.. Esto que se describe puede observarse en el momento en que la semilla esta en formación, que es cuando empieza a formarse el colorante. En unas variedades varía en tonalidades que van del rojo claro al rojo encendido. En otras, anaranjado en diferentes tonalidades, las cuales al estar secas las semillas se presentan de color rojo o café opaco.

### ***Tronco / Ramas***

Cuando se le deja a libre crecimiento hay tipos cultivados que desarrollan ramas leñosas principales en número de 2 a 6 ramas, lo cual es una característica que diferencia a los cultivares. El tronco alcanza un diámetro que va desde 18 a 63 cm. a una altura de 25 cm. sobre la superficie del suelo. Las ramas normalmente son delgadas y leñosas.

### **Corteza.**

La coloración de la corteza puede variar de pardo grisácea hasta anaranjado, de acuerdo a las variedades. Bajo la corteza empieza a fluir el colorante hacia las semillas.



Fotos 13 y 14. Coloración del tallo de la planta de achiote en diferentes variedades.

### **Raiz**

La raíz del achiote es pivotante y bien desarrollada, lo que le permite adaptarse a condiciones de suelos pobres.

### **Madera**

La madera del achiote es frágil, bofa y de color blanco. Quema muy rápido y no da carbón. Fácil de manejarla para hacer artesanías.

### **Crecimiento.**

Especie de rápido crecimiento; madura a una edad muy temprana y es de vida larga. Vive entre 25 y 30 años y si se le da buen manejo hasta los 50 años.



Foto 15. Plantación de dos años de edad en producción. Productor Sr Modesto Cañas.  
Km 8 carretera hacia el Nilo, Departamento de La Paz.

### ***Descomposición.***

El follaje que anualmente desprende el árbol se descompone rápidamente formando una capa de suelo, rico en nutrientes, por lo que se ha usado en algunos suelos por su efecto restaurador.

### ***Establecimiento.***

Especie de rápido establecimiento

### ***Interferencia***

No se conoce interferencia sobre otras especies

### ***Producción de semilla***

Empieza su producción a los 18 o 20 meses, florece y fructifica en segundo año de vida. La producción fuerte se mantiene por 10 años y puede continuar hasta los 50 años, dándole un buen manejo. El rendimiento anual promedio de un árbol adulto de cinco años es de 2.33 Kg. de semilla en oro. Unas 1111 plantas por hectárea rinden en promedio 2597 Kg. de semilla en oro por hectárea, lo que equivale a **39.99 quintales por manzana.**

### ***Almacenamiento / Conservación de semilla.***

Bien secas las semillas se pueden almacenar más de diez años en temperaturas menores de los 5° C, cuando la temperatura no varía. A temperatura ambiente la semilla mantiene su viabilidad durante un año al guardarla en jarrones de barro, tapados con una manta para que tenga aireación. Si la semilla se almacena con humedad la viabilidad se pierde rápidamente



Foto 16. Semilla producida entre los 18 y 20 meses de edad del árbol de achiote.

### ***Porcentaje de germinación***

La semilla de cosecha reciente, en el mismo año, tiene entre el 80 y el 95 % de germinación.

Número de semillas

Por onza: 800

Por libra: 12.800

### ***Aspectos fisiológicos:***

Es una especie de fácil adaptación a suelos pobres y ácidos. Las plántulas son de rápido establecimiento y crecimiento, a los 4 meses alcanzan una talla entre 15 y 20 cm.

Los árboles son de lento crecimiento, llegando a vivir hasta 50 años en condiciones naturales.

### ***Recolección de semilla para la siembra.***

Las semillas que poseen el colorante están contenidas en las cápsulas. Se colectan las cápsulas directamente del árbol, se secan a temperatura ambiente a la sombra, durante 3 a 4 días. Se aporrean y se guardan en sacos de manta dentro de una vasija de barro. El porcentaje de humedad no debe bajar de 10 a 12%. Semilla muy reseca cercana al 4% retarda la germinación.

### ***Tratamiento antes de la germinación***

La semilla debe tratarse con una solución de fungicidas antes de la siembra para prevenir el desarrollo de enfermedades. Una solución que da buenos resultados es la que tiene una mezcla de dos fungicidas: Derosal y Previcur, en dosis de 1 mililitro por galón de agua. Cuando la semilla es sumergida en esta solución, la semilla que está vana flota y es necesario quitarla. Puede ponerse a secar en la sombra o sembrarla directamente. Si se opta por este último método, el único inconveniente que debemos enfrentar es que la semilla está húmeda y se pega a los dedos, dificultando el regar la semilla en los semilleros o las bolsas donde se siembre directamente.

### ***Tipo de semilla.***

La semilla del achiote se denomina ortodoxa, pues puede guardarse bajo temperaturas controladas.

### **ADAPTACION.**

Especie de fácil adaptación. Se adapta a diferentes ambientes que van desde los secos hasta los húmedos; y desde el nivel de la costa hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar.

## **REQUERIMIENTOS CLIMATICOS PARA LA SIEMBRA DE ACHIOTE**

Para el establecimiento comercial de un cultivo es fundamental conocer las exigencias climáticas, características del suelo y condiciones del terreno exigible por la planta.

### ***Clima***

El cultivo del achiote puede crecer en condiciones climáticas extremas tales como sequías, si el suelo es fértil; altos vientos, abundantes lluvias y altas temperaturas.

### ***Vientos***

Tiene tolerancia a los vientos. Su sistema radical le permite soportar fuertes vientos. Sin embargo en áreas con vientos fuertes, huracanados y permanentes son perjudiciales para las flores y hojas, causando pérdida y daño

en las ramas. Perjudica también su óptimo desarrollo, ya que puede alcanzar menor tamaño.

### ***Luminosidad***

El achiote requiere de una buena luminosidad, distribuida uniformemente sobre su copa para fructificar con mayor uniformidad. Los índices más elevados de horas de sol, corresponden al período de floración y fructificación, que coincide con la estación seca. El número de horas luz necesarias es de 10 horas diarias.

### **EXIGENCIAS EN CLIMA**

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:

### ***Temperatura.***

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. En condiciones lluviosas intercaladas con una estación seca de 4 - 5 meses, una precipitación total de 1.700 á 2.000 milímetros anuales se considera como aceptable. En lugares como Turrialba, Costa Rica, el achiote soporta hasta los 5000 milímetros de lluvia, produciendo dos cosechas.

### ***Humedad relativa.***

La preferible para el cultivo del achiote varía entre el 60 y el 80%. La humedad relativa mayor del 80%, es propicia para el desarrollo de hongos, especialmente el mildiú polvoriento y la antracnosis. También para la presencia excesiva de insectos dañinos.

### ***Altura sobre el nivel del mar.***

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 achiote crece, pero se desarrolla con limitaciones en la producción y tiene una mayor incidencia de enfermedades.

## EXIGENCIAS y CARACTERISTICAS DEL SUELO.

El achiotte como todo organismo vivo responde a las buenas condiciones donde se desarrolla. Si lo sembramos en suelos profundos, fértiles y con buen drenaje interno y externo, sin compactación que afecte el crecimiento y desarrollo radicular, podemos asegurar buenos rendimientos; pero si lo sembramos en terrenos pobres, erosionados, con poca fertilidad los rendimientos son menores.

En general el achiotte se adapta bien a las diferentes clases de suelos siempre que tengan buen drenaje, que sean profundos, franco arenosos y de textura liviana.

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 achiotte 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 achiotte 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.

## VARIEDADES

El achiotte es una especie alógama con un alto porcentaje de polinización cruzada que se acentúa cuando se propaga por semilla y en la descendencia se expresa en variedad de formas, tamaño y coloración de las cápsulas y plantas.

El achiotte es un cultivo con una amplia variabilidad genética. Según Vallejo, este es del orden del 56.18% entre árboles y el 14.5% entre panículas en un mismo árbol, razón por la cual se ha hecho un tanto difícil poder encontrar plantas con características fenotípicas que definan un tipo de planta, aunque hay caracteres que se mantienen en éste cultivo.

Estos caracteres están relacionados con el color de la flor que puede ser blanco o rosado; la cápsula, dependiendo del tipo puede ser redonda, acorazonada, lancetada, oblonga, con setas o sin setas.

El **color de la cápsula** en algunas variedades presenta la siguiente coloración:

Cápsula en formación	a	Cápsula ya formada
Verde		Verde
Ocre		Ocre
Ocre		Verde
Amarilla	a	Amarilla

El color del pigmento es otro carácter que se mantiene, pudiendo ser rojo o anaranjado.

En vista de la posibilidad de identificar algunos tipos de árboles podemos agruparlos según las características:

- a) Por el color de las flores y cápsulas. Hay árboles que producen flores blancas con cápsulas verdes y árboles con flores rosadas y cápsulas en diferentes tonos rojizos.
- b) Por la forma de las cápsulas. Los árboles pueden diferenciarse unos de otros por la forma de las cápsulas, siendo éstas redondas, acorazonadas, oblongas, lancetadas, con mucho, pocos o ningún apéndice o setas.
- c) Por el color del pigmento. Esta es una característica que puede diferenciarse en los árboles y se presenta de color rojo o anaranjado.
- d) Por la época de floración y cosecha. Generalmente la floración y la cosecha de la mayoría de variedades ocurren en julio y diciembre, respectivamente. Hay otras variedades en las cuales ocurre en octubre y abril, respectivamente.
- e) Por su tolerancia al mildiú. Debido a su tolerancia natural a la enfermedad del mildiú polvoriento, causado por el hongo *Oidium bixae* Viegas, las variedades de achiote pueden clasificarse en susceptibles o tolerantes.
- f) Por su contenido de bixina.
- g) Por el color del tallo: Rojo, café y amarillo

## TIPOS DE ACHIOTE



Foto 17. Variedad de achiote con cápsulas color rojo.



**Foto 18. Variedad de achiote con cápsulas color verde**



**Foto 19. Variedad de achiote con cápsulas color amarillo.**



**Foto 20. Variedad de achiote con cápsulas color café.**



**Foto 20. Variedad de achiote con cápsulas sin setas.**



Foto 21. Variedad de achiote con cápsulas amarillas con pocas setas.

### ***OTRAS CARACTERISTICAS QUE DIFERENCIAN A ALGUNAS VARIEDADES***



Foto 22. Variedades de achiote diferentes por el color de cápsulas



Foto 23. Variedades de achiote con colorante de diferente color

### ***CRITERIOS DE SELECCIÓN DE VARIEDADES.***

Antes de definir los criterios de selección es necesario tener en mente cuales son los factores o componentes del rendimiento en el achiote.

Por ser fáciles de observar y medir se ha considerado conveniente adoptar el número promedio de semillas por cápsula, el número promedio de cápsulas por racimo y el número promedio total de racimos por árbol, como factores del rendimiento en el cultivo del achiote.

### **Componentes del rendimiento**



**Foto 24. Número de semillas por cápsula**



**Foto 25. Número de cápsulas por racimo**



**Foto 26. Número de racimos por árbol**

Con esto en mente podemos considerar que un aumento por mínimo que sea en cada uno o en alguno de los componentes, el rendimiento aumenta. De ahí que sea necesario incluir estos factores como criterios de selección. Además el color del pigmento, su % de bixina y su tolerancia al mildiú polvoriento son factores que también deben de tomarse en cuenta para hacer una selección.

Es conveniente seleccionar una buena semilla a fin de garantizar un buen desarrollo en la plantación, así como el tipo que uno desee producir. La semilla

debe provenir de árboles altamente productores y tolerantes al mildiú polvoriento.

Las variedades de achiote se diferencian por las características fenotípicas que se expresan al crecer las plantas. Entre ellas existen diferentes tipos que expresan características que las identifican. Algunas características son las siguientes:

- Plantas con flores blancas y cápsulas verdes.
- Plantas con flores rosadas y cápsulas con diferentes tonos rojizos.
- La forma de la cápsula puede ser redonda, acorazonada, oblonga, lancetada, con muchas, pocas o sin setas.
- El color de la corteza de los tallos se presenta de colores gris, rojo, amarillo y verde.
- Los colores de las cápsulas son verdes, rojas, anaranjadas, cafés, doradas y amarillas
- El color del pigmento puede ser amarillo con semillas color café y rojo con semillas color rojo anaranjado.
- La época de floración y cosecha es otra característica que se usa para diferenciar los tipos que existen.
- La tolerancia natural al mildiú polvoriento las clasifica como susceptibles o tolerantes.
- La dehiscencia es una característica que nos permite agrupar los tipos de plantas en dehiscentes o indehiscentes.



Foto 27. Variedad de achiote que tiene dehiscencia

## **SELECCIÓN GENÉTICA DE PLANTAS**

El achiote presenta alta variabilidad entre plantas y entre panojas, sin embargo para seleccionar las mejores plantas es necesario tomar en cuenta los índices de rendimiento como son:

- 1) El número de semillas por cápsula;
- 2) El número de cápsulas por racimo;
- 3) El número de racimos por planta;
- 4) El contenido de bixina;
- 5) La dehiscencia;
- 6) la facilidad con la que se desprende la semilla de la cápsula;
- 7) la tolerancia natural al mildiú polvoriento, *Oidium bixae* L.

No se deben descartar las variedades existentes en nuestro medio, las cuales, mediante una selección por sus características deseables, se lograría mejorar la producción.

## **PROPAGACION DEL ACHIOTE**

El achiote es un cultivo de fácil propagación, ya que puede efectuarse por medio de semilla, acodo, injerto, estaca y por cortes de la raíz, y utilizando la técnica más moderna también puede propagarse por cultivo de tejidos.

### ***Propagación sexual o por semilla.***

Esta es la forma más comúnmente utilizada y es necesario hacer una buena selección de la semilla para garantizar una buena plantación y establecer un vivero.

La desventaja de este método de siembra es que debido a la polinización cruzada del achiote, produce una gran variabilidad de individuos y no se puede mantener la uniformidad y la calidad de los frutos, aunque permite tener plantas al corto plazo para establecer plantaciones comerciales.

La mayoría de los árboles de achiote del mundo han sido sembrados mediante semilla y debido a que el achiote es un árbol de polinización abierta, la siembra mediante semilla produce una amplia variación en las plantaciones.

Sin embargo puede seleccionarse una buena semilla de árboles que sean buenos productores y que muestren tolerancia o resistencia natural a la enfermedad mildiú polvoriento, causado por el hongo *Oidium bixae* Viegas.

### ***Propagación asexual.***

Para mantener la pureza genética completa se utilizan otras formas de multiplicación. La propagación mediante acodos, injertos, estacas o esquejes, cortes de la raíz y la biotecnología son técnicas que puede ayudarnos a producir plantas de excelente calidad.

Estos diferentes métodos nos permiten obtener clones. El método efectivo actual para la propagación vegetativa es el injerto de escudete. Mediante él se mantienen los beneficios mayores de la propagación vegetativa al conservar

las características deseables de una planta de achiote seleccionada. Entre las características deseables se encuentra el contenido de bixina, el número de semillas por cápsula, el número de cápsulas por racimo, el número de racimos por árbol y la tolerancia al mildiú polvoriento.

## **ACODO**

El **acodo** es otra forma de producir plantas con excelentes cualidades. Este tiene dos modalidades y para realizarlo se puede proceder de la siguiente manera:

a) **Aéreo.** El acodo se hace dos meses antes de la siembra definitiva y se procede de la siguiente manera:

- Se seleccionan los árboles y las ramas donde se colocarán los acodos;
- Se efectúa el anillado en las ramas seleccionadas, cortando la corteza en forma de anillo, de dos centímetros de ancho y se quita la corteza dejando al descubierto el tejido leñoso;
- Se cubre totalmente esta cortadura, con musgo y arena o con una mezcla de arena y materia orgánica, colocándole encima un pedazo de plástico, saco de henequén o kenaf, para detener la mezcla que se ponga y luego se amarra en ambos extremos. Al utilizar plástico es necesario hacer unos pequeños agujeros para poder regarlos y mantener la humedad.
- Mantener la humedad de la mezcla hasta que la rama haya enraizado. Esto ocurre aproximadamente a los dos meses. Si no se mantiene la humedad, el acodo se perderá.

b) **Al suelo.** Se seleccionan ramas que estén cercanas al suelo. Se procede a efectuar el anillado de la misma manera que se hace para el acodo aéreo. La rama se entierra y se sujeta con unas estacas. Está listo en dos meses para la siembra definitiva.

Esta forma de propagación tiene sus desventajas por la dificultad de encontrar suficientes ramas para la producción masiva de plantas y hacer plantaciones de gran extensión.

## **INJERTO.**

Esta forma de propagación también puede utilizarse para hacer clones. En primer lugar es necesario obtener un árbol de achiote como patrón propagado por semilla. Está listo cuando tiene el grosor de 1 a 1.5 cm. En segundo lugar se necesita una yema de un árbol de achiote seleccionado, del cual se quiere conservar y propagar sus características. Este injerto es del **tipo parche** y consiste en quitar la corteza haciendo un corte en forma de “U”, ya sea normal o invertida. La varetta porta yema deberá tener el mismo grosor que el corte en “U”. El injerto se sujeta mediante amarre con cinta plástica. Aproximadamente a los veintiséis días se quita el amarre del injerto. Luego diez días más tarde se observa si el injerto está totalmente pegado. Si se hubiere pegado se procede a agobiar el patrón para estimular la brotación de la yema; y cuando el brote del injerto esté aún verde, se elimina la dominancia apical del patrón para dejar

libre el injerto. Al completar tres meses en los viveros los injertos están listos para la siembra definitiva. También puede utilizarse el **injerto por escudete**.

Es el mismo que se utiliza en rosas y cítricos. Es uno de los más conocidos por los viveristas y requiere solamente una yema para cada injerto. Los arbolitos se pueden injertar con yemas provenientes de una selección cuando tengan el grosor de 1 a 1.5 cm y se coloca la yema a 0.20 m del suelo.

## **ESTACAS.**

Esta forma de propagación también puede utilizarse para hacer clones. El material de madera dura leñosa se coloca en una era preparada con arena mezclada con tierra o solo arena. Dichas eras deben estar protegidas de la luz directa del sol. El poner una sombra sobre la era permite que la luz directa se reciba por las plántulas en las horas más frescas de la mañana y de la tarde, y no al mediodía. Es necesario mantener la humedad del suelo para garantizar el mayor porcentaje de brote de raíces. Puede usarse enzimas para acelerar el brote de las nuevas raíces. Una vez enraizadas las estacas, a los dos meses, se siembran en bolsas plásticas negras de vivero medidas 9" X 12" en las que permanecen durante dos meses para después sembrarlas en el terreno definitivo. La propagación vegetativa se usa para obtener una cosecha más alta, uniforme y de buena calidad. Existe la misma dificultad que con acodos cuando se quiere hacer una plantación extensiva.

## **CORTES Y REBROTOS DE RAIZ.**

El achote puede rebrotar sin dificultad. Esta forma de división vegetativa es la que se hace por medio de cortar la raíz estando aún enterrada. Esto significa hacer uno o varios cortes transversales al grosor de la raíz dejándola enterrada. En el lapso de dos meses se tiene una nueva planta con características similares a la planta madre. Es ideal para hacer clones cuando se tiene poco material para propagar.

## **CULTIVOS DE TEJIDOS**

Cuando se hace por cultivo de tejidos se utiliza el protocolo obtenido por **Michelangeli y otros**, que se describe a continuación:

Con el desarrollo de técnicas in Vitro, en especial la embriogénesis somática (ES) en achote a partir de cultivo de anteras, se puede lograr La producción de plantas homocigotas, que en cultivos perennes como el achote, aceleraría la obtención de individuos mejorados genéticamente. Cuando se utilizan como ex plantas tejidos de anteras y/o microsporas sea con fines de mejoramiento o propagación, se hace necesario evaluar el material que sirve como fuente de ex plante para determinar su nivel de ploidía. Actualmente se cuenta con información en este sentido ya que en estudio citogenética en achote, se confirmó el número cromosómico haploide de **n-8 cromosomas** a partir de células madres de las microsporas en metafase I, según **Michelangeli y otros** (Michelangeli et al 2002) y es un cultivo con nivel de **ploidía 2x-16**, según **Darlington y Wylie**, 1955)

La **propagación in Vitro** es una técnica que aún no ha sido utilizada en este cultivo en nuestro país.

## VIVEROS

- Época. La época propicia para la preparación de viveros es en los meses de enero y febrero para sembrar en el terreno definitivo al inicio de la época lluviosa.
- Materiales a usar. Tierra negra, materia orgánica, arena para hacer una mezcla 1:1:1.
- Bolsas para viveros, plásticas negras, con fuelle, medias 9" X 12".
- El fumigante llamado Dazomet
- Plástico transparente.
- Herramientas u equipo
- Semilla
- Hidróxido de calcio.
- Equipo de protección. Al manipular los productos químicos debe usarse equipo de protección tal como botas, guantes de hule, mascarilla, anteojos y overol.
- Desinfección de sustrato  
En la desinfección de sustrato existen diferentes métodos

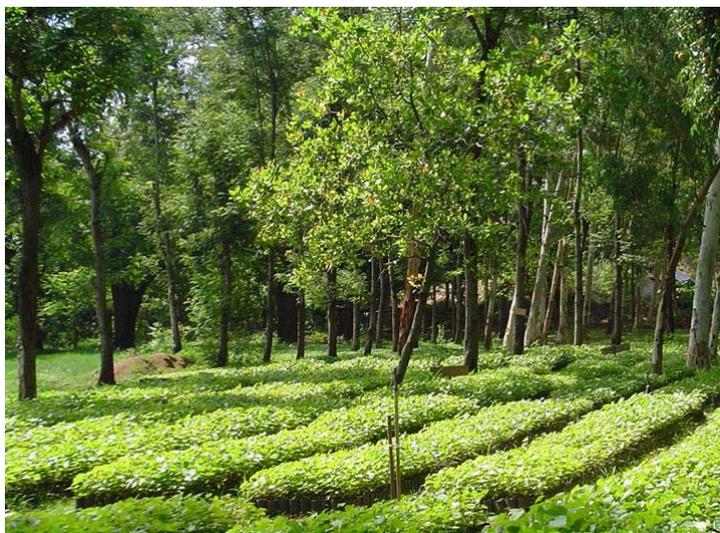


Foto 28. Plantas de achiote creciendo en un vivero bajo el 50% de sombra

### ***Uso de fumigantes:***

- Haga eras con el sustrato. Estas deben tener 20 cm. de alto y 1.0 m de ancho y el largo de acuerdo al número de plantas que se vayan a producir.
- Mantenga el sustrato húmedo, por 7 días o más, antes de aplicar el fumigante.
- Riegue antes de la aplicación
- Agregue Dazomet, en proporción de 27 gramos por metro cuadrado e incorpórelo inmediatamente al sustrato.
- Cubra con plástico transparente y manténgalo cubierto por 15 días.
- Luego retire el plástico y pique el suelo.
- Airéelo por 7 días
- El sustrato está listo para llenar bolsas.

### ***Uso de fungicidas:***

- Haga eras con el sustrato. Estas deben tener 20 cm. de alto y 1.0 m de ancho y el largo necesario para colocar el número de plantas que se vayan a producir.
- Haga una solución de Derosal + Previcur, en dosis de 7 ml por galón de agua de cada uno de los productos.
- Aplique un galón de solución por dos metros cuadrados de era.
- Cubrir con sacos o plástico durante 1 día.
- El sustrato está listo para llenar las bolsas.

### ***Uso de alcalinizantes:***

- Haga una era de 20 cm. de alto, 1.0 m de ancho y el largo necesario para colocar bolsas y plantas que se van a producir.
- Aplique 2 onzas de hidróxido de calcio por metro cuadrado
- Incorpórelo a la era.
- El sustrato está listo para llenar bolsas

### ***Uso del calor del sol:***

- Humedezca el suelo
- Cúbralo con un plástico transparente
- Espere de 4 a 6 semanas
- El sustrato está listo para llenar las bolsas.

### ***Cantidad de semilla por manzana***

Para la siembra de una manzana de achote se requieren 3 onzas de semilla para poner tres semillas por bolsa. Una onza tiene en promedio 800 semillas y para una manzana se requieren 777 plantas. Si la semilla tiene una buena germinación bastaría con una onza, sin embargo para no correr riesgos y no perder tiempo es aconsejable poner las otras dos onzas.

### ***Siembra.***

Antes de sembrar la semilla, es necesario ponerla en una solución de Previcur y Derosal durante 3 minutos, para evitar enfermedades con hongos de los géneros Fusarium, Phythophthora, Pythium y Rizocthonia que producen el mal del talluelo. Esta solución se hace poniendo un mililitro de cada uno de los fungicidas antes mencionados y toda la semilla que flote debe descartarse porque está mal formada, es bofa y si germina produce planta raquítica. Después de ponerla en esta solución es necesario ponerla a secar a temperatura ambiente en la sombra, luego se siembra. La razón por la que no se siembra húmeda es porque se pega en las manos y se pierde demasiado tiempo, por lo que es mejor esperar a que se seque. Si dispone de un ventilador puede utilizarse para quitar el exceso de humedad.

La semilla se siembra a un centímetro de profundidad. Si la siembra a mayor profundidad la plántula no alcanza a emerger y se pudre. Usted pierde su trabajo.

Es necesario mantener la humedad constante sin encharcar la bolsa y no dejar muy húmeda la tierra porque la semilla se pudre. Y si se riega en forma irregular, días sí y días no, se corre el riesgo de que la semilla ya turgente o hinchada por la humedad sufra estrés, pierda la capacidad de germinar y se pudra.

### ***Mantenimiento del semillero:***

Una vez germinada la semilla es necesario mantener la humedad sin llegar a regar en exceso. La plántula permanece en vivero durante 4 meses.

Es necesario que la plántula esté completamente al sol o media sombra, para que crezca normalmente.



**Foto 29. Vivero de achiotte en pleno sol.**

También hay que vigilar el ataque de zompopos y aplicar su respectivo control.

Es importante detectar los primeros síntomas del mildiú polvoriento para hacer las aplicaciones oportunas con productos a base de azufre.

Otra labor importante es el de mantener limpia de malezas las plántulas debido a la competencia que le generan a la plántula de achiotte impidiéndole su normal desarrollo. Las malezas nunca deben dejarse crecer mucho pues su raíz ya ha crecido y al quitarlas arruinan la plántula.

Es necesario aplicar abonos foliares ricos en calcio, magnesio, hierro y cinc, además de los elementos mayores.

### ***Problemas que se deben evitar en el vivero***

**Evite usar bolsas muy pequeñas.**

- Usar una bolsa muy pequeña, en vista de que el achiotte tiene un rápido crecimiento y luego toca el fondo de la bolsa enrollando la raíz. Posteriormente esto afectará el desarrollo de la planta en el campo.



Fotos 30 y 31. Problemas en viveros debido al tamaño de bolsas

### Evite la sombra

- Es causa del mildiú polvoriento y mal del talluelo en las plántulas de achiote.



Foto 32. Problema del mildiú polvoriento a la sombra.

### Evite el exceso de humedad

- Evite el exceso de humedad. Es necesario mantener la humedad y no hacer inundaciones. El exceso de humedad provoca enfermedades tal como el mildiú polvoriento.
- Los riegos irregulares, dañan la germinación de la semilla.
- Los riegos con manguera, sacan las semillas y estas se pierden por la acción de los insectos.
- No permita que la maleza crezca demasiado, porque cuando se limpia la bolsa la raíz de la maleza es grande y rompe las raíces de la plántula de achiote, favoreciendo el ataque de enfermedades.

### Evite sembrar en forma tardía

- Iniciar y sembrar un vivero en forma tardía, si no existe fuente de agua para el riego en la propiedad.

Enero <b>SÍ</b>	Febrero <b>SÍ</b>	Marzo <b>X</b> No
Abril <b>X</b> No	Mayo <b>X</b> No	Junio <b>X</b> No
Julio <b>X</b> No	Agosto <b>X</b> No	Septiembre <b>X</b> No
Octubre <b>X</b> No	Noviembre <b>X</b> No	Diciembre <b>X</b> No

### Evite hacer eras muy anchas y muy largas.

- Evite hacer eras demasiado anchas y largas, porque dificultan las labores de mantenimiento. Se pierde tiempo y energías. Lo recomendable es poner 3 líneas de bolsas por cantero.



Foto 33. Canteros de 1.50 m de ancho dificultan el mantenimiento.

### **¿QUE HACER ANTES DE ESTABLECER UN CULTIVO DE ACHIOTE?**

Antes de establecer una plantación del cultivo de achiote necesitamos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Interesarnos por conocer el manejo del cultivo de achiote
- 2) Disponer de los fondos necesarios para atender el área a sembrar. Esto servirá para tomar la decisión de cuánta área sembrará
- 3) Tener limpio el terreno donde se va a sembrar.
- 4) Que el terreno no acumule demasiada agua provocando encharcamientos

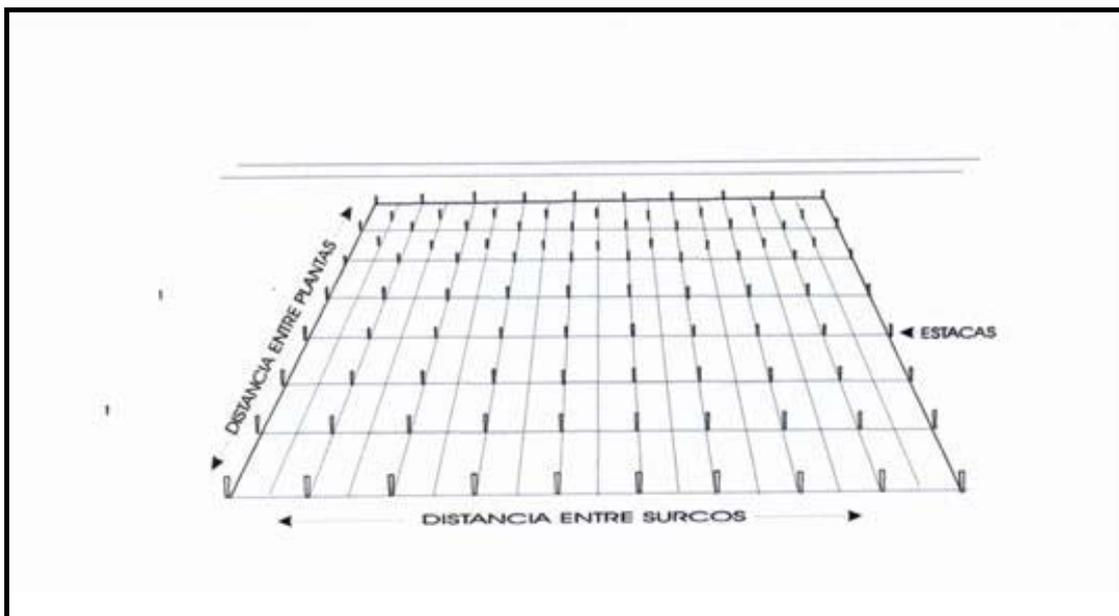
### **TRAZO DE UNA PLANTACIÓN DE ACHIOTE**

Es necesario que el terreno donde se hará el trazo, esté limpio de malezas y troncos.

Si es plano cuadricle el terreno que va a sembrar con los distanciamientos entre surcos y plantas, en forma paralela en los sentidos de surcos y plantas. Para iniciar el trazo se coloca una línea base con una pita amarrada en ambos extremos a estacas colocadas en la dirección del futuro surco. Sobre esa línea se empiezan a medir los distanciamientos entre plantas. Para trazar una línea paralela se traza primero una línea perpendicular a la que nos sirve de base y se utiliza el método del triángulo rectángulo llamado tres, cuatro y cinco, porque esas son las dimensiones que se dan a los lados de un triángulo que nos servirá para trazar un punto de la línea perpendicular a la línea base. Después trace otro punto de ésta línea paralela midiendo la distancia de las plantas. Así tendrá dos puntos por los que pasará esta línea paralela. Trazada ésta línea se colocan estacas a la distancia de los surcos a lo largo del terreno. Al llegar al extremo se vuelve a trazar otra perpendicular a la segunda línea trazada a fin de tener la tercera línea base. En esa dirección se colocan estacas al distanciamiento de plantas. Al llegar al otro extremo se hace lo mismo para

trazar la otra línea del cuadrado y se colocan estacas a la distancia del surco. Así se cuadrícula el terreno.

En cada lugar donde se ponga una estaca se hará un hoyo de siembra donde se sembrará una planta. El establecimiento en el campo del árbol del achiote puede ser definido como un cuadro, separándose las hileras 3 metros, y con una distancia entre plantas de 3 metros. Esta distribución contiene una densidad de 1111 plantas por hectárea o 777 plantas por manzana. Estos deben de manejarse bajo podas a fin de que la cosecha pueda obtenerse fácilmente.



**Foto 34. Trazado en terreno plano para siembra de achiote**

También el arreglo puede ser en triángulo quedando la plantación en sentido diagonal. Para esto se coloca primero una línea base. En esa dirección se colocan estacas que señalan la distancia entre las plantas. Al tener esas estacas se usan pitas o varas con la dimensión entre plantas y se forman triángulos colocando los extremos de las varas en cada estaca y el vértice que se forma determina el lugar donde se colocará la otra estaca. Así se procede para ir colocando las estacas. Al tener colocadas tres o más estacas en la misma dirección, se usa una pita para seguir trazando la dirección de los surcos, colocando estacas al distanciamiento entre plantas.

En terrenos con pendiente, se traza una línea guía en el sentido de la pendiente donde es más pronunciada. En esa dirección se colocan estacas separadas al distanciamiento que se dejará entre surcos. Desde cada estaca y con ayuda de un nivel de caballete o en "A", trace las curvas a nivel y verifique que están bien trazadas corrigiendo las estacas que se salen de la curva a nivel. Cada curva es un surco y la distancia entre ellas es la distancia entre surcos. Después de eso y a partir de la línea guía y sobre la primera curva coloque las estacas al distanciamiento entre plantas. Para que la siembra resulte al tres bolillo, en la segunda curva y a partir de la línea guía, coloque la

primera estaca a la mitad del distanciamiento entre plantas y luego continúe con el distanciamiento entre plantas, marcando con una vara que sirva de medida sobre la curva. En las curvas impares haga lo mismo que en la primera y en las pares repita lo de la segunda.

El espacio juega un papel importante en el rendimiento, ya que el árbol del achiote da fruto sólo en la superficie de la copa.

Una vez que se determina la densidad de siembra y el arreglo espacial que se dará a la plantación, se procede a marcar el terreno haciendo uso de una cinta métrica, cuerdas y estacas que señalarán el lugar específico donde se ubicarán las plantas. Para el trazo de la plantación se deben de seguir los siguientes pasos:

### ***En terreno plano, siembra en cuadro:***

1. Se traza una línea base en la que se colocan estacas al distanciamiento de las plantas entre los surcos.
2. Se traza una línea perpendicular a la línea base, usando el método del triángulo rectángulo 3-4-5. Sobre la línea perpendicular se colocan estacas a la distancia de los surcos.
3. En el extremo de ésta segunda línea se traza otra línea perpendicular y en ella se colocan estacas al distanciamiento de las plantas entre los surcos.
4. Teniendo 3 líneas básicas con sus estacas, se colocan pitas en las estacas de dos líneas paralelas y se colocan otras estacas al distanciamiento de los surcos, a fin de ir señalando los lugares donde se sembrarán los árboles de achiote.

### ***En terreno plano, siembra en triángulo equilátero:***

- 1) Se traza una línea básica en un extremo del terreno y se colocan estacas al distanciamiento que llevará la planta al sembrarla en triángulo equilátero.
- 2) Se consiguen dos varas o pitas que tengan la misma dimensión de la distancia entre cada planta.
- 3) Las varas o las pitas se colocan en cada estaca formando un triángulo y donde se unan las varas formando un vértice allí se coloca una estaca.
- 4) Se procede a hacer lo mismo en el siguiente par de estacas y se coloca otra estaca en el otro vértice.
- 5) Como toda línea recta pasa por dos puntos, ya teniendo dos estacas de los vértices se coloca una pita en la primera, se alinea con la segunda estaca y luego se colocan las otras estacas al distanciamiento entre plantas.
- 6) Se repiten éstos pasos en las siguientes líneas básicas hasta estaquillar todo el lote.

### **En terreno inclinado, en triángulo:**

- 1) Se traza una línea básica en la pendiente más pronunciada del terreno o en la parte media del terreno.
- 2) Se consiguen dos varas o pitas que tengan la misma dimensión de la distancia entre cada planta.
- 3) Las varas o las pitas se colocan en cada estaca formando un triángulo y donde se unen las varas formando un vértice allí se coloca una estaca.
- 4) Se procede a hacer lo mismo en el siguiente par de estacas y se coloca otra estaca en el otro vértice.
- 5) Como toda línea recta pasa por dos puntos, ya teniendo dos estacas de los vértices se coloca una pita en la primera, se alinea con la segunda estaca y luego se colocan las otras estacas al distanciamiento entre plantas.
- 6) Se repiten éstos pasos hasta estaquillar todo el lote.

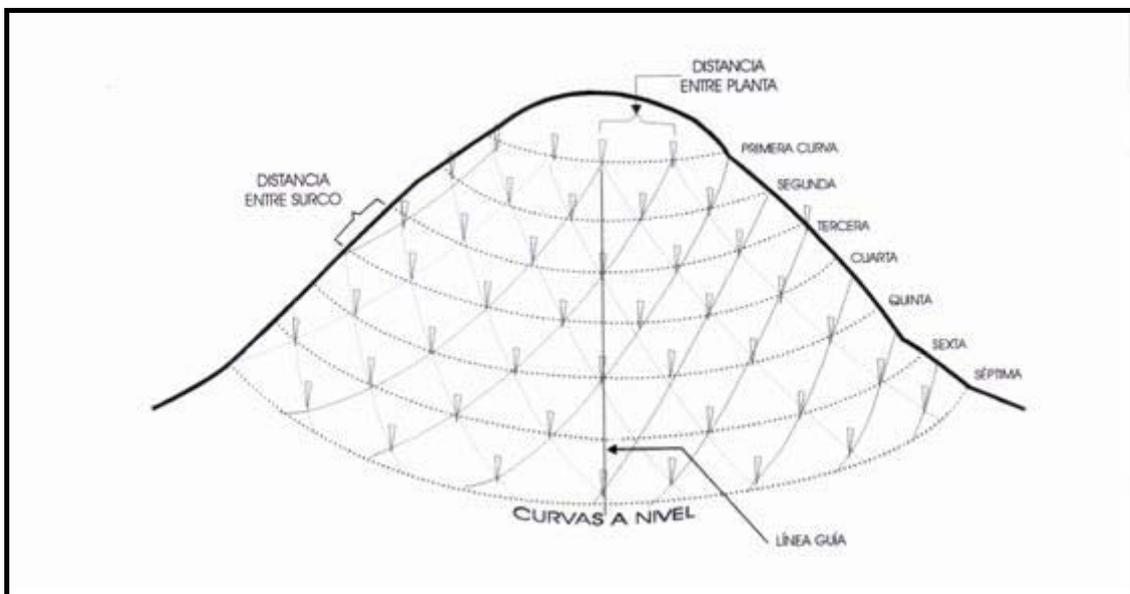


Foto 35. Trazado en terreno inclinado para siembra de achote

### **AHOYADO**

Los hoyos para siembra de achote tienen las dimensiones de 0.50 m X 0.50 m X 0.50 m y deben ser cubiertos con materia orgánica, por lo menos dos meses antes de la siembra definitiva, es decir que si la plantación se sembrará en mayo al inicio de las lluvias, el ahoyado debe hacerse en el mes de marzo.

# PRÁCTICAS CULTURALES RECOMENDABLES EN EL CULTIVO DEL ACHIOTE

## **PREPARACION DEL SUELO**

### **Suelos planos y semiplanos mecanizables:**

Prepararlos con base en la condición existente del suelo.

### **Suelos ondulados y laderas:**

Recomendable el ahoyado para ofrecer condiciones favorables en el crecimiento de la planta.

## **SIEMBRA.**

La siembra del achiote puede ser directa en bolsa o en semillero para luego transplantarla:

### **Siembra directa.**

La fecha de siembra recomendada es de enero a febrero. Para la siembra de semilla se utilizan bolsas plásticas negras para vivero, medidas 9" x 12", que tengan agujeros y fuelle. Estas se llenan con una mezcla de materia orgánica, tierra del lugar y arena. En cada bolsa se colocan tres semillas sembradas a un centímetro de profundidad, colocándole encima una capa de granza de un centímetro de espesor, para evitar que se forme una costra en la superficie del suelo contenido en la bolsa e impida la emergencia de las plántulas.

Las bolsas deben de colocarse en un lugar donde reciban el sol para facilitar la germinación de la semilla. Esta semilla debe ser de la cosecha inmediata anterior y que esté completamente llena, es decir que no se vea comprimida, ya que esas semillas no germinarán y si lo hace producirán plantas raquílicas.

Entre los 5 a 21 días las semillas germinan, se dejan una a dos semanas y se seleccionan las más vigorosas. El mayor tiempo de emergencia después de los doce días se debe a que la madurez de la semilla es diferente y la profundidad a la que se sembró es mayor. El Contenido de humedad por debajo del 40% retarda la germinación de la semilla.

### **Siembra por Transplante**

Es un sistema alternativo que permite la siembra en bandejas y luego hacer una siembra en las bolsas para brindar mayores cuidados a la planta al inicio del crecimiento en el vivero. El mantenimiento y supervisión permiten, llevar al campo plantas vigorosas, de buena calidad y que estarán listas para ser transplantadas de 3 a 4 meses de edad, procurando tener plantas listas para sembrar al inicio de la época lluviosa.

## **Densidad de siembra**

Los sistemas de producción agrícola moderna de plantas permanentes están orientados a las altas densidades de siembra con el manejo de plantas bajas, con el objeto de que se haga más fácil recolectar la cosecha. El achioté se siembra a distancias de 3 x 3 metros, o sea a una densidad de 1111 árboles por ha.

Los dos primeros años es aconsejable cultivar frijoles u otros cultivos de porte bajo (camote, pipián) en asociación con el achioté de manera que asegure una buena limpieza y evitar así los incendios. Aunque el frijol y el pipián atraen la chinche patas de hoja, no hay daños en el achioté pues aún no hay producción.

## **Análisis de suelo**

Antes de pensar en un programa de fertilización para el achioté es necesario analizar el suelo. Para eso hay que enviar una muestra representativa del terreno al laboratorio. Hay varios laboratorios que realizan análisis de suelo tales como el de CENTA, FUSADES, PROCAFE y otros. Es importante hacer el análisis del suelo para obtener las recomendaciones del especialista en fertilidad de suelos.

## **¿Cómo tomar una muestra de suelo?**

Para tomar una muestra de suelo deben seguirse los siguientes pasos:

- 1) Se para en una esquina del lote que desee muestrear y desde allí traza una línea imaginaria hacia la otra esquina opuesta.
- 2) Establezca los puntos de muestreo cada 10,15 o 20 metros, de acuerdo a la distancia que tenga esa línea imaginaria dentro del lote.
- 3) En cada punto de muestreo es necesario limpiar las malezas que hay en la superficie.
- 4) Luego haga un hoyo de 20 centímetros de profundidad.
- 5) Ahora con una pala y en un lateral del hoyo, tome un poco de suelo, sacándolo como “queso” de 5 centímetros de grueso y del ancho de la pala. Póngalo en un balde.
- 6) Repita la misma acción en otro punto de muestreo
- 7) Ahora vaya a otra esquina del lote y haga un trazo imaginario en forma de “X”, en el lote que se desee muestrear.
- 8) Repita los mismos pasos descritos en los numerales 2, 3, 4 y 5.
- 9) La cantidad de suelo que usted obtenga en cada punto de muestreo póngalo en el mismo balde.
- 10) Luego homogenice toda la tierra y cuartéela varias veces hasta quedarse con una libra de suelo que se enviará al laboratorio de suelos.
- 11) Identifique la muestra. Debe de contener los datos siguientes: Nombre del productor, Ubicación de la propiedad, Ubicación del lote de donde se tomó la muestra.
- 12) Esperar a que el laboratorio de suelos envíe los resultados y recomendaciones de fertilización.

En el suelo existen elementos esenciales para la nutrición de la planta. Estos elementos se dividen en macro y micro nutrientes

## **Pasos para la toma de muestra de suelo en el campo**

Hoyo del muestreo, a 20 cm. de profundidad



**Foto 36. Toma de muestra de suelo- Abrir hoyo.**

Ahora con una pala y en un lateral del hoyo, tome un poco de suelo, sacándolo como “queso” de 5 centímetros de grueso y del largo de la pala. Póngalo en un balde.



**Foto 37. Toma de muestra de suelo. Sacar queso**



**Foto 38. Toma de muestra de suelo. Cantidad de tierra en cada punto de muestreo**



**Foto 39. Toma de muestra de suelo. Homogenizar la muestra**



**Foto 40. Toma de muestra de suelo. Poner en una bolsa la muestra que se envía al laboratorio.**



**Foto 41. Toma de muestra de suelo. Identificación de la muestra de suelo para envío al laboratorio.**

El laboratorio de suelos envía las recomendaciones de acuerdo a la clase de suelo y a la fertilidad que tenga, por lo que es muy importante tomar una buena muestra de suelo.

## **LOS MACRO NUTRIENTES**

Es importante conocer como son utilizados los elementos por la planta. Entre los elementos están **macro nutrientes** entre los que se encuentran los elementos esenciales tales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio; y los elementos secundarios tales como el calcio, magnesio y azufre.

El **nitrógeno** se encuentra formando parte de los aminoácidos y proteínas, ácidos nucleicos y nucleótidos. Forma parte de la clorofila, citocromos, fosfolípidos, alcaloides y otros.

Cuando hace falta el nitrógeno hay una inhibición en la capacidad de asimilación y formación de carbohidratos. Hay reducción del crecimiento y de la floración provocando la fructificación fuera de la época normal en forma anticipada.

El **fósforo** es el componente esencial de las proteínas del núcleo, ácidos nucleicos, fosfolípidos, azúcares fosforilados y otros. Juega un papel importante en la germinación de la semilla, frutos y desarrollo de la raíz. Cuando hay deficiencia de fósforo el desarrollo radicular es raquítico. La floración y maduración es retardada, produciendo frutos y semillas pequeñas.

El **potasio** interviene en el metabolismo glúcido y proteico, equilibrio hídrico, apertura y cierra de los estomas, mantenimiento de la turgencia celular, absorción y reducción de los nitratos y la división celular. Cuando hay deficiencia del potasio hay crecimiento de entrenudos cortos, **afecta la calidad**

**de los productos en color**, sabor, consistencia y tamaño de los frutos y semillas.

El **calcio** es el principal constituyente de las membranas celulares, es neutralizante de los ácidos orgánicos y participa junto al fósforo en el desarrollo de las raíces. Cuando hay deficiencia de calcio las yemas terminales mueren o aparecen distorsiones en el ápice o en la base de las hojas jóvenes. Además el desarrollo de la raíz es raquíptico y hay una disminución de la producción de las semillas.

El **magnesio** es imprescindible en el desarrollo de la actividad fotosintética y es activador de numerosas enzimas. Las deficiencias se presentan con frecuencia en suelos ácidos arenosos deficientes también en calcio. Cuando hay deficiencia de magnesio hay defoliación de las plantas y afecta el desarrollo del sistema radicular.

El **azufre** es un constituyente de las proteínas y está relacionado con la formación de clorofila.

## **LOS MICRO NUTRIENTES**

Entre los **micro nutrientes** se encuentran el Boro, el Cobre, el Hierro, el Zinc, el manganeso, el Molibdeno, el Cloro, el Cobalto, el Sodio y el Silicio.

El **Boro** interviene en la absorción y metabolismo de cationes sobre todo del calcio y en la formación de las paredes y membranas de las células vegetales, regulando su permeabilidad. Cuando hay deficiencia de Boro se detiene el desarrollo de las yemas florales y hay destrucción y necrosis de los tejidos más blandos.

El **Cobre**, actúa en la síntesis de la clorofila. Forma parte de algunas enzimas que actúan en los procesos de oxi-reducción y de otras enzimas respiratorias estando ligado a los cloroplastos. Cuando hay deficiencia se presentan marchitamiento y enrollamiento de las hojas jóvenes, con inclinación de pecíolos y tallos.

El **Hierro** es activador de diferentes enzimas en las que participa como grupo proteico y su principal función es en la formación de clorofila. La deficiencia de hierro es provocada por un exceso de calcio que impide su asimilación por la planta.

El **Zinc** es activador de varios procesos enzimáticos, como la fosforilación de la glucosa y a través de ella, la formación de almidón, transforma los aminoácidos en proteínas e impide la destrucción de las auxinas. La deficiencia de zinc se da con mayor frecuencia en los suelos arenosos.

El **manganeso** participa en las reacciones de oxidación- reducción, actuando como activador de enzimas en diversos procesos metabólicos. Interviene junto al hierro en la síntesis de la clorofila. La deficiencia se observa en las nervaduras.

El **Molibdeno** juega un papel importante en el metabolismo del nitrógeno. Su deficiencia está asociada a suelos ácidos y el síntoma más conocido es mantener las hojas color verde, pero deformes debido a la muerte de algunas células del parénquima.

El **Cloro**, es muy soluble y no están muy definidas sus funciones. La lluvia aporta un promedio de 20 Kg./Ha/año, pero es muy soluble y se pierde por lixiviación

El **Cobalto**, interviene en la fijación del nitrógeno.

El **Sodio**, contribuye al mantenimiento osmótico en los vacuolas celulares.

El **Silicio** tiene un efecto principal en aumentar la cantidad de fosfato utilizable del suelo.

Como pudimos leer anteriormente todos los elementos están relacionados en el metabolismo de la planta de ahí que sea importante conocer a la cantidad de cada elemento disponible para la planta. Se necesita un especialista en fertilidad de suelos para dar las recomendaciones.

### Ejemplo de resultados de análisis de suelos y recomendaciones:

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO	
Textura	Arcillo arenoso
pH en agua	6.3 ligeramente ácido
Fósforo (ppm)	71 muy alto
Potasio (ppm)	206 muy alto
Zinc (ppm)	2.40 bajo
Manganeso (ppm)	20.13
Hierro (ppm)	9.37 bajo
Cobre (ppm)	0.48 muy bajo
Materia orgánica (%)	2.33 medio
Calcio (Meq/100g)	15.67 alto
Magnesio (Meq/100g)	5.10 alto
Potasio (Meq/100g)	0.53 medio
Sodio (Meq/100g)	0.23 no sódico
Suma de bases (Meq/100g)	21.53 medio
Acidez intercambiable (Meq/100g)	0
CICE	21.53 medio
% Saturación de bases	100
Relación Calcio/Magnesio	3.07 medio
Relación Magnesio/Potasio	9.62
Relación Calcio +Magnesio/Potasio	39.19 medio
Relación Calcio/Potasio	29.57 alto

El especialista utiliza tablas que han sido fijadas con anterioridad después de años de investigación. Entre ellas tenemos la tabla de niveles críticos para interpretar los análisis de suelo, las categorías del pH del suelo, los rangos deseables de pH para cada especie frutícola, y la estimación de la variación porcentual de asimilación de los principales nutrientes de las plantas en función del pH del suelo y necesidades de la planta.

Tabla de niveles críticos para interpretación de Análisis de suelos.

Características	Categorías de disponibilidad				
	Muy bajo	Bajo	Alto	Muy Alto	Medio
P (ppm)	0-8	9-12	13-30	>30	
K (ppm)	-	0-59	60-200	>200	
Ca ( Meq/100g)	0-2.2	2.3-4.0	4.1-3.6	>36	
Mg (Meq/100g)	0-0.8	0.9-2.0	2.1-18	>18	
Zn (ppm)	0-0.4	0.5-3.0	3.1-6.0	6.1-36	
Cu (ppm)	0-0.1	0.2-1.0	1.1-3.0	3.1-20	
Fe (ppm)	0-1	2-10	11-20	21-80	
Mn (ppm)	0-0.7	0.8-5	5.1-10	11-100	
B (ppm)	0-0.03	0.04-0.2	0.3-0.5	0.6-8	
S (ppm)	0-2	3-12	13-20	21-80	
M.O. (%)		<2	>4		2-4
Relación Ca/Mg		<2	>5		2.1-5
Relación Mg/K		<2.5	>15		2.5-15
Relación Ca/K		<5	>25		5-25
Relación(Ca+Mg)/K		<10	>40		10-40
CIC (meq/100g)*	< 4	8.1-12	>20		

Moderadamente Bajo 4 a 6; Moderadamente Alto 12 a 20

Categorías del pH del suelo (Acidez-Alcalinidad) en agua relación 1:2.5		
Categorías de pH	SIGLAS	Valores de pH
Extremadamente ácido	EA	4.1-4.4
Muy fuertemente ácido	MFA	4.5-5.0
Fuertemente ácido	FA	5.1-5.5
Moderadamente ácido	MA	5.6-6.0
Ligeramente ácido	LA	6.1-6.5
Neutro	N	6.6-7.3
Medianamente alcalino	MAL	7.4-8.0
Fuertemente alcalino	FAL	8.1- 9.0
Extremadamente alcalino	EAL	> 9.0

## INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS

Los niveles críticos varían según la solución extractora, según el cultivo, tipo de suelo, entre otros; por lo que antes de realizar una interpretación de resultados se debe de conocer con que solución se hizo el análisis y con que tabla de niveles críticos se cuenta. En el CENTA se utiliza la solución extractora de Carolina del Norte.

Nivel crítico se entiende aquella concentración extraída del suelo por encima del cual existe una alta probabilidad de encontrar baja respuesta a la fertilización.

Con los datos del análisis químico y la tabla de niveles críticos la interpretación parece resuelta, ya que se puede decir cuáles son los problemas que tiene el suelo y es hasta aquí donde se puede concluir con un análisis de suelo.

La secuencia lógica para realizar una interpretación de un análisis de suelo es la siguiente:

1. Identificación de problema de acidez, causas, observación del pH, de la acidez, el Aluminio, las bases y consideración de la tolerancia del cultivo a la acidez.
2. Decisión de encalado, los cálculos de dosis, definición de época, método y fuente, consideraciones de efectos primarios y secundarios del encalado.
3. Cálculo de las relaciones entre las bases Calcio, Magnesio y Potasio y efecto del encalado entre ellas.
4. Identificación de los nutrimentos deficientes. Establecer posibles causas.
5. Estimación del comportamiento del Nitrógeno y Azufre con base en la materia orgánica, condiciones climáticas y otras características del suelo.
6. Elaboración de una síntesis o conclusiones ordenando jerárquicamente los problemas diagnosticados según su importancia de atención.

Según el pH, el achote se adapta a suelos con un **pH entre 4.3 y 8.7**. Esto da una amplitud de zonas donde cultivarlo. Si usted observa la siguiente tabla de rangos de pH deseables para otros cultivos podrá tener un parámetro de donde crece bien el achote.

Rango deseables de pH del suelo para cultivos frutícolas			
Cultivo	Rangos de pH	Cultivo	Rangos de pH
Cítricos	5.5 - 7.0	Guayaba	4.5 - 8.5
Mandarinas	5.5 - 7.0	Jocote de Verano	5.5 - 7.0
Aguacate	5.5 - 6.8	Anona	5.0 - 6.5
Coco	5.0 - 7.5	Níspero	5.0 - 6.3
Nance	5.0 - 7.0	Melocotón	5.5 - 7.0
Marañón	6.0 - 7.0	Mango	5.5 - 6.5
Zapote	5.0 - 6.5	Ciruela	6.0 - 7.9

<b>Estimación de la variación porcentual de asimilación de los principales nutrientes de las plantas en función del pH del suelo.</b>						
<b>Nutrientes</b>	<b>pH</b>					
	<b>4.5</b>	<b>5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>6.0</b>	<b>6.5</b>	<b>7.0</b>
Nitrógeno %	20	50	75	100	100	100
Fósforo %	30	32	40	50	100	100
Potasio %	30	35	70	90	100	100
Azufre %	40	80	100	100	100	100
Calcio %	20	40	50	50	83	100
Magnesio %	20	40	50	50	80	100

En base a todas estas tablas el especialista hace las recomendaciones de acuerdo a los resultados del análisis de suelo según el ejemplo, así

### **RECOMENDACIONES**

<b>Edad</b>	<b>Época</b>	<b>Cantidad/planta</b>	<b>Fertilizante</b>
1 año	Mayo	3 onzas	Sulfato de amonio
		1 onza	Sulfato de Zinc.
		2 onzas	Sulfato Ferroso.
		0.5 onzas	Sulfato de Cobre.
	Julio	4 onzas	Sulfato de Amonio
	Octubre	2 onzas	Urea
2 año	Mayo	8 onzas	Urea
	Julio	9 onzas	Sulfato de Amonio
	Octubre	4 onzas	Urea
3 año	Mayo	1 libra	Urea
	Julio	1 libra	Sulfato de amonio
	Octubre	0.5 libra	Urea

A partir del 4 año aplicar la misma dosis del tercer año.

### **PREPARACION DEL TERRENO**

Una vez seleccionada el área de siembra, debe considerarse el estado en que se encuentra el terreno, ya sea que la siembra se haga inicialmente sobre potreros, o se trate de una plantación a ser mejorada. Según sea el caso, el suelo deberá prepararse con anterioridad debiendo efectuar los trabajos necesarios en cada etapa de la plantación según las recomendaciones siguientes:

### **LIMPIEZA DEL TERRENO**

Consiste en eliminar toda maleza existente en el terreno donde se sembrará el achiote, ya sea herbácea o arbustiva, a fin de que no compitan con las plantas de achiote por los nutrimentos necesarios para el buen desarrollo de los

árboles de achiote. Las malezas pueden dañar e impedir el crecimiento de los árboles, especialmente cuando se establece una nueva plantación. Cuando hay árboles de madre cacao en el lugar donde se sembrará la nueva plantación, los árboles de achiote se dañan en su follaje, con decoloraciones en las hojas y su desarrollo se ve obstaculizado.

## **ESTABLECIMIENTO DE DRENAJES**

No siempre es necesario hacer drenajes en todos los terrenos, debido a la pendiente o al drenaje natural formado en la topografía del terreno. El objetivo de efectuar el drenaje del terreno es proporcionar un medio propicio para el buen desarrollo de los árboles de achiote, eliminando el excedente de agua en el perfil del suelo, ya que las raíces de achiote no soportan el exceso de humedad o encharcamiento.

Cuando se presentan problemas debido al mal drenaje, el crecimiento de las plantas se ve afectado por las siguientes razones:

- a) Mala aireación del suelo
- b) Se reduce la absorción de agua y nutrimentos por la planta
- c) Se establece procesos de reducción de minerales en el suelo
- d) El exceso de agua, favorece la pudrición de las raíces.
- e) La corteza se raja matando la planta

Los drenajes deben hacerse teniendo en cuenta:

- a) El tamaño de la plantación
- b) Las propiedades físicas del suelo
- c) La cantidad y distribución de las lluvias
- d) La topografía del terreno.
- e) La cobertura vegetal que hay en el terreno.

El drenaje superficial se realiza para eliminar en forma rápida las aguas lluvias que se acumulan dentro de la plantación. Consiste en una red de acequias. Se recomienda un desnivel del 1.5 por mil.

## **FERTILIZACIÓN**

Para determinar las cantidades a aplicar se debe de tener en cuenta los resultados del análisis de suelo, así como el tipo de suelo, el cual va a influir principalmente en la cantidad de aplicaciones a realizar.

Aunque aún no hay estudios de fertilidad en achiote, se ha demostrado que las deficiencias de Hierro (Fe) , Magnesio (Mg), Potasio (K), Nitrógeno (N) y Molibdeno (Mo) son letales para las plántulas y que también son importantes los micro elementos Azufre (S), Calcio (Ca), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn)

Tomando en cuenta las necesidades nutricionales del achiote, se puede establecer un programa de fertilización hasta que se hagan las investigaciones

básicas sobre la fertilización del cultivo en nuestras condiciones. El programa debe dividirse en dos etapas: vegetativa y reproductiva. El programa de la etapa vegetativa debe enfatizar la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio y de micro elementos, durante los tres primeros años del cultivo. El siguiente programa no es rígido, sino una guía, ya que la fórmula final deberá ser determinada por el análisis previo del suelo.

<b>Programa de fertilización del achiote durante los primeros 5 años</b>		
<b>Año</b>	<b>Mayo</b>	<b>Septiembre</b>
	Fórmula 15-15-15	Urea
1	4 onzas/planta	4 onzas/planta
2	8 onzas/planta	8 onzas/planta
3	1 libra/planta	1 libra/planta
4	2 libra/planta	2 libra/planta
5	2 libra/planta	2 libra/planta

Se recomienda al momento de la plantación abonar cada hoyo con 20 Kg. de materia orgánica; luego aportar 200 gr. de fertilizante (15-15-15) por árbol, cada año.

## **PODAS**

En vista de que el achiote forma su producción en las yemas terminales es esencial manejar el cultivo con podas, con los propósitos siguientes:

- a) Mantener la plantación a una altura que se haga más fácil su manejo y su cosecha.
- b) Mantener la plantación rejuvenecida para aumentar la producción
- c) Aumentar la densidad de población por unidad de superficie, y
- d) Realizar la cosecha en una forma más rápida y a más bajo costo.

En tal sentido se recomienda usar el sistema de poda de resepa, el cual permite rejuvenecer la plantación y mantener los índices de producción. Asimismo permite aumentar la densidad de población y manejar las plantaciones en topografía accidentada.

Este sistema de podas se recomienda en vista de que los componentes del rendimiento en el achiote son: El número de semillas por cápsula; el número de cápsulas por racimo; y el número de racimos por árbol. Estos racimos se forman en las yemas terminales de los árboles. Investigadores han determinado que el rápido crecimiento de los brotes ortotrópicos, que crecen verticales, y la cantidad producida por una planta parecen determinar en gran parte el volumen de la producción, lo que se logra mediante este sistema de podas.

Del segundo año en adelante se debe ejecutar una poda anual de limpieza, que consiste en la eliminación de brotes vegetativos en la base de la planta y de ramas secas.

Hay tres tipos de **podas** recomendados en el achiote: **Formación, mantenimiento y rejuvenecimiento.**

- La poda de formación generalmente se logra en el primer año; consiste en dejar un solo tallo y las ramas principales a 30 cm. de largo desde el tallo principal.
- La poda de mantenimiento consiste en la preservación de la poda anterior eliminando los brotes basales o chupones. Esta poda se da en los primeros tres años.
- Luego se aplica la poda de rejuvenecimiento. Esta se realiza a los cuatro o cinco años a fin de evitar que la planta crezca demasiado alta y la cosecha pueda colectarse fácilmente; consiste en cortar el árbol severamente, dejando los brotes nuevos. A este sistema se le conoce como recepa.

#### **Cuándo debe de efectuarse la poda?**

Todo tipo de poda debe de efectuarse inmediatamente después de la cosecha. Lo que se busca con la poda es estimular a la planta a producir la mayor cantidad de brotes terminales que es donde se forma la floración y la producción.

#### **Cómo hacer la poda?**

La poda se efectúa en dos pasos. 1) El árbol que va a ser podado tiene su tallo principal y alrededor del tallo tiene ramas que tienen más de un metro de longitud. Cada rama debe podarse dejando treinta centímetros de largo. La yema principal donde está el crecimiento apical se deja sin podar. 2) Cuando la planta ya ha brotado se corta la yema principal que ha quedado sin podar.



Foto 42. Árbol de achiote sin poda      Foto 43. Árbol de achiote con poda de Formación.

### **Por qué se procede de esa manera?**

Porque la producción se forma en las yemas terminales de cada rama y a medida que crece la copa en la parte interna no hay producción. Las ramas crecen hasta entrelazarse con otras ramas del árbol vecino. Toda la copa que se entrelaza no produce producción debido a la sombra, por lo que hay que mantener el árbol en condiciones para que produzca.

### **HACER CAJUELAS**

Las cajuelas son excavaciones de 0.60 m de ancho X 1.20 m de largo y 0.60 m de hondo que se hacen dentro de la plantación con el propósito de que haya infiltración de agua en el suelo, se acumule materia orgánica y se mejore la fertilidad del mismo con el pase del tiempo. Esta acumulación de materia orgánica anualmente puede ser utilizada en la fertilización orgánica del achiote.

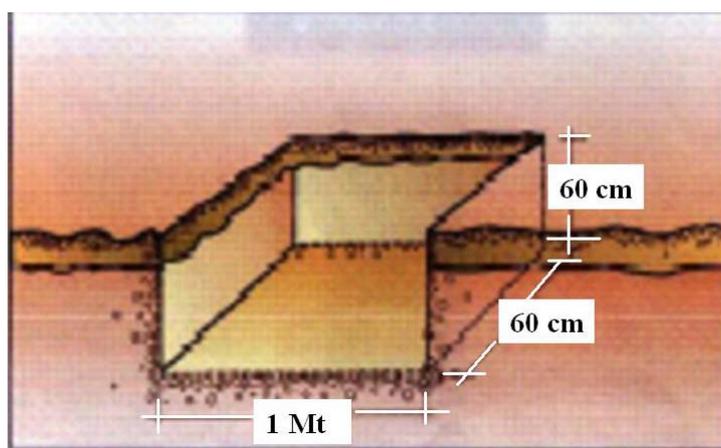


Foto 44. Dimensiones de una cajuela

### **CONTROL DE PLAGAS**

El achiote tiene varias plagas, ocasionadas por **malezas, insectos, ácaros y hongos**. La mayoría de ellos están causados por agentes considerados de importancia económica:

### **CONTROL DE MALEZAS**

Una vez establecida la plantación, se deben realizar deshierbos manuales o químicos para evitar la competencia de las malezas con el árbol, especialmente en el área donde se localiza la mayor parte de expansión radical. Se realizan tantos deshierbos como sean necesarios.

El combate químico se realiza mediante aplicaciones sistemáticas de herbicidas, cada 2 o 3 meses, dependiendo de la incidencia de malezas. Buenos resultados se han obtenido aplicando Diuron 80, en dosis de 3 libras por manzana.

## **CONTROL DE INSECTOS**

### **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, ocasionando 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 cápsula se está madurando. Se forma una mancha necrótica en la cápsula y las semillas 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 ésta etapa puede ser fácilmente controlada manualmente sin utilizar productos químicos.



**Foto 45. Chinche patas de hoja, *Leptoglossus zonatus***

El productor al mantener el cuidado constante de su plantación descubrirá éstas 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 de ésta chinche es evitando la siembra cercana a la plantación de achiote, de cultivos que sean hospederos de la chinche. Estos cultivos son pipián, tomate, chile, maíz, maicillo y marañón.

En caso de ser muy alta la cantidad de chinches que atacan la plantación de achiote puede utilizarse uno de éstos productos: Permetrina (Talcord), a razón de 0.33 a 0.50 litros por manzana; Cipermetrina (Ripcord), en dosis de 0.33 a 0.50 litros por manzana; ó Ciflutrina (Baytroid), en dosis de 1.25 litros por manzana.

### **El zompopo: *Atta 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. El insecticida a utilizar es el Sulfruramid (Mirex), usando entre 40 y 60 gramos por zompopera. Si hay amenaza de lluvia se recomienda no hacer la aplicación porque el insecticida húmedo no se lo lleva el zompopo hacia dentro de la zompopera. Puede también usarse el Parathion metílico (Foley) directamente en la zompopera, en dosis de 10 a 15 libras por manzana.



Foto 46. Zompopo. *Atta mexicana*

### **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 las semillas. Aunque no ataca todas las semillas de las cápsulas, se pierden por la acción de hongos secundarios.



Fotos 47 y 48. Larva y adulto del Perforador de la cápsula de achiote, *Milgitha melanoleuca*

### **Araña roja: *Tetranychus* sp.**

Estos ácaros se alimentan succionando la savia de las plantas, produciendo defoliación. En la época seca se presentan poblaciones mayores que agravan el daño. Al secar las hojas, se decoloran y se caen. Se recomienda aplicar Vidate 24 SL (Oxamil) en dosis de 8 a 10 gramos por galón de agua.



Foto 49. Araña roja, *Tetranychus* sp

### **Trips de banda roja: *Selenotrips rubrocinctus* Girad**

Se alimenta de la savia de las plantas, raspando el envés de las hojas dándole apariencia de requemo. Ataques severos resultan en defoliación. Ataca también las flores afectando la polinización y fructificación. Como control se recomienda aplicar Malathion CE 57% en dosis de 8 a 10 cc por galón de agua y se puede aplicar cada ocho días cuando haya un ataque significativo, hasta controlar la plaga.



Foto 50. Trips de banda roja, *Selenotrips rubrocinctus* Girad

### **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 pantes 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.

### **CONTROL DE 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 aplicar uno de los productos siguientes: Captan en dosis de 4 g por galón de agua; Mancoceb usando 12-15 g por galón de agua; Manzate 200, en dosis de 1.0 a 1.5 kilogramos por manzana; Ridomil MZ-72 en dosis de 1.0 a 1.5 kilogramo por manzana. Las aplicaciones deben comenzar al inicio del ataque de la enfermedad. Otro control es realizar la poda de partes dañadas de la planta y luego colocar cubre cortes elaborados con alguno de los productos citados anteriormente.

Las condiciones de alta humedad relativa, conjuntamente con temperaturas adecuadas, favorecen el desarrollo del hongo. Este después de matar los tejidos continúa 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.



**Foto 51. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz)**

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 éste hongo y efectuarle una aplicación.

**Mildiú 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.



**Foto 52. Mildió polvoriento, causado por el hongo *Oidium bixae* Viegas**

Este crecimiento es más visible temprano en la mañana, a la luz del sol. Como control se recomienda aplicar sobre la planta, productos a base de azufre,

tales como el Azufre (Kumulus 60) en dosis de 6 a 8 libras por manzana; Azufre (Elosal 72 SC) en dosis de 0.8 a 1.5 litros por manzana; Azufre (Thiovit) en dosis de 0.8 a 1.5 Kilogramo por manzana.

**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.

El problema se soluciona con la remoción, a través de una poda apropiada de las partes muertas y enfermas y la aplicación de fungicidas como el Derosal 500, en dosis de 400 cc por manzana., más la quema de las partes podadas. También pueden usarse otros fungicidas tales como el Cycosin, en dosis de 0.75 a 1.0 kg/mz o 10g/galón de agua; Cupravit verde, en dosis de 20 a 40 g/galón de agua; Daconil 50 SC en dosis de 1.6 a 2.0 litros por manzana; Mirage 45 EL, en dosis de 50 cc por 100 litros de agua.



Foto 53. Muerte regresiva, ocasionada por el hongo Pestalotia sp

## **COSECHA, BENEFICIADO DE SEMILLA, ENVASADO Y ALMACENAMIENTO.**

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 pareja debido a la floración.

Para efectuar la cosecha es importante fijar la atención en los indicadores que da la planta para poder efectuarla. 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 de 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 ó 4 días para terminar el secamiento de la cápsula y luego proceder al aporreo. Es necesario verificar como va el secamiento para proceder al aporreo sin demorarlo mucho tiempo.

Para el aporreo manual se prepara una vara con una curvatura natural, tal como el raquis de las hojas del cocotero y con ella se golpean las cápsulas sobre una superficie limpia y firme para extraer las semillas de las cápsulas.

Para esta labor también puede utilizarse un herramienta que consiste en un palo donde se amarran 4 ó 5 secciones de hule de neumáticos de vehículo de 50 cm. de largo y 2 cm. de ancho, dejando una sección de pita de 30 a 40 cm. de largo, entre el palo y las secciones de hule. Esto amortigua el golpe del aporreo. Esta forma de sacar la semilla tiene una pérdida del 4.6% del total del colorante.

También puede extraerse la semilla utilizando una máquina que consiste en una tolva por donde se alimenta la máquina. La máquina 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 ésta 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.



**Fig. 54. Semilla de achiote limpia y envasada lista para enviar a la planta agroindustrial.**

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 le provoca mohos y hongos que deterioran la calidad del colorante.

### ***Rendimiento***

Un árbol empieza a producir semillas a los 2 años, pero su producción normal comienza a los 4 años. Un pequeño árbol de achiote puede producir de 2.5 a 3.0 Kg. de semilla, equivalentes a 1942.5 Kg/Mz. ó 42.74 quintales de semilla/Mz.

<b>Rendimiento en los 5 primeros años del cultivo</b>	
<b>Año</b>	<b>Rendimiento por manzana</b>
2	4 quintales
3	14 quintales
4	30 quintales
5	40 quintales

### **RESULTADOS DE INVESTIGACION**

Campos en 1955, en Brasil, determinó que el uso de semilla de achiote en una dosis de 1% del peso de la ración, contribuye positivamente a colorear la yema, en tanto que una dosis de 2% resulta en aparición de yemas color naranja fuertemente más coloreada de lo normal.

Landágora, 1962, en Puerto Rico, encontró que la adición de semillas enteras de achiote a la ración de gallinas ponedoras no solo intensificó el color de las yemas, sino también aumentó la producción de huevos.

Coffey en 1972, hace un breve resumen de la aplicación de extractos de achiote en diferentes productos de panificación. Los extractos de achiote tienen buena estabilidad al calor, son más estables a bajas actividades de agua, como la de los productos horneados. Estos productos tienen un pH neutro, donde los colorantes de achiote son más estables.

Lawrence, B.M. en 1973 encontró en el aceite de las hojas de *Bixa orellana* L. la presencia de un sesquiterpeno hidrocarbonado llamado bixaghanene de una estructura desconocida. El aceite, el cual contiene un gran porcentaje de sesquiterpenos, tuvo el mayor componente (54%) para el cual el espectro característico y las propiedades químicas fueron identificadas idénticas con el sesquiterpeno tetracíclico llamado ishwarane. Aunque este compuesto, recientemente ha sido sintetizado, ha sido previamente aislado de *Aristolochia indica* y *Cymbopetalum pendulifolium* se cree que el aceite de *Bixa orellana* es una fuente riquísima de este compuesto encontrado a la fecha. Además del ishwarane el aceite contiene: selina-4 (15%), 11-diene (4.7%), valencene (4.0%), Beta-elemene (2.8%), caryophyllene (2.8%), germacrene-D (2.6%), trans-nerolidol (2.3%), selina-3,11- diene (2.2%) selina-5, 11-diene (2.0%), Beta-selinene (1-3%), copaene (1.3%), delta-cadinene (1.0%), alfa terpineol (1.0%), spathulenol (1.0%), gamma-cadinene (0.9%), delta-elemene (0.9%), ledol (0.9%), alfa-muurolene (0.6%), alfa-cadinol (0.4%), aromadendrene (0.4%), aristolochene (0.2%), trans-ocimene (0.1%) y óxido de caryophyllene (0.1%)

Un estudio realizado en Costa Rica, 1984, determinó que las estacas apicales con brotes y con hojas enraizaron mejor que las subapicales y basales en arena de río lavada en 38 días, utilizando como enraizador el Acido Indol Butírico.

El CENTA por medio de sus técnicos del Programa de cultivos agroindustriales ejecutó proyectos de investigación en el área de mejoramiento genético, estudios de podas y manejo integrado de plagas.

### **Mejoramiento Genético**

Con relación a la investigación en el área de **mejoramiento genético** se identificaron materiales tomando en cuenta los indicadores del rendimiento y se hicieron análisis de bixina en el laboratorio de química agrícola, se tomaron datos de tolerancia al mildiú polvoriento en el campo y se efectuaron selecciones individuales, sembrándolas en el lote 11 de la Estación Agrícola

Experimental de San Andrés. La mejor selección llegó a tener 6.72% de bixina la cual era de mucho futuro en El Salvador.

## **Podas**

También se efectuaron ensayos de **respuesta a las podas**, resultando la recepa como el mejor tratamiento que permitía renovar la plantación de achiote, utilizando el manejo en un ciclo de 4 años.

El **control de la enfermedad del mildiú polvoriento** se controló con productos a base de azufre, tal como el Morestán, aplicando la dosis de 6 a 8 g por galón de agua. Al detectar los primeros síntomas eran suficientes dos aplicaciones para eliminar el problema.

## **Adaptación**

Se **seleccionaron las diez mejores selecciones** y se pusieron dos ensayos: uno a 80 metros sobre el nivel del mar y otro a 460. El mayor crecimiento y rendimiento se obtuvo en la altura más baja cercana al nivel del mar, solo que en esa altura abundaba el problema del comején.

### **Bacterias transformadas para producción de carotenoides.**

Científicos del Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia (CNRS) han anunciado haber conseguido cepas de la bacteria E.coli transformadas genéticamente para producir bixina, una sustancia de valor económico que se utiliza como colorante natural en alimentación y cosmética

La fuente natural de la bixina es el achiote o annatto (Bixa orellana), un arbolito que crece América Tropical y que tiene semillas con un elevado contenido del carotenoide bixina.

Este colorante natural es un típico ingrediente de la comida sudamericana. Los científicos localizaron en el achiote los tres genes que producen la bixina demostrando que el precursor de la sustancia es el licopeno, el mismo pigmento que hace que los tomates sean rojos y que también está presente en las sandías y en las uvas tintas. En segundo lugar añadieron los genes a bacterias transgénicas que ya estaban transformadas para producir licopeno.

El licopeno está considerado como una sustancia beneficiosa que reduce el riesgo de ciertos tipos de cáncer, Este descubrimiento abre el camino para hacer que plantas como los tomates que ya producen licopeno de forma natural se transformen genéticamente para que produzcan bixina.

## ESQUEMA DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL ACHIOTE



**COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE  
VIVERO**

<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción de labores</b>	<b>N Jornales</b>	<b>Costo en \$ /jornal</b>	<b>Costo en \$ total</b>	
Preparación de terreno para vivero	1	5.00	5.00	
Preparación de sustrato	1	5.00	5.00	
Llenado de bolsas	3	5.00	15.00	
Arreglo de bolsas en cantero	1	5.00	5.00	
Siembra de semilla	0.5	5.00	2.50	
Riego de plántulas	1	5.00	5.00	
Limpia de malezas	1	5.00	5.00	
Aplicación de fertilizante	1	5.00	5.00	
Aplicaciones de fungicidas	2	5.00	10.00	
Control de zompopos	1	5.00	5.00	
<b>SUBTOTAL</b>			<b>62.50</b>	
<b>Materiales</b>				
<b>Clase</b>	<b>Cantidad utilizada</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo total</b>
Semilla				
Bolsas negras para vivero, con fuelle, medidas 9"X12", gauge 800.	800	c/u	0.06	48.00
Tierra negra	1	Camionada	72.00	72.00
Granza de arroz	2	Quintales	4.50	9.00
Carbendazin (Derosal)	1	Litro	30.00	30.00
Propamocarb (Previcur)	1	Litro	44.62	44.62
Dazomet (Basamid)	1	Kg	11.05	11.05
Fórmula 15-15-15	2	Libras	0.15	0.30
Blaukorn	2	Libras	1.00	2.00
Azufre (Kumulus)	1	Kg	6.50	6.50
Sulfruramid (Mirex)	2	Kg	12.00	24.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>247.47</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>309.97</b>

**COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE  
ESTABLECIMIENTO 1 AÑO**

<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción de labores</b>	<b>N Jornales</b>	<b>Costo en \$ /jornal</b>	<b>Costo en \$ total</b>	
Limpia de terreno	8	5.00	40.00	
Trazo y estaquillado	4	5.00	20.00	
Ahoyado	4	5.00	20.00	
Transporte de plantas	3	5.00	15.00	
Siembra y fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
1ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
1ª Limpia	8	5.00	40.00	
2ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
2ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
2ª Limpia	8	5.00	40.00	
3ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
3ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
Control de zompopos	4	5.00	20.00	
<b>TOTAL</b>			<b>285.00</b>	
<b>Materiales</b>				
<b>Clase</b>	<b>Cantidad utilizada</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio por unidad en \$</b>	<b>Costo total en \$</b>
Estacas	777	c/u	0.10	77.70
Fórmula 15-15-15	145	Libras	0.15	21.75
Sulfato de Amonio	145	Libras	0.14	20.30
Carbofurán (Furadán)	30	Libras	2.71	81.30
Azufre (Kumulus)	3	Kg	6.50	19.50
Urea	145	Libras	0.18	26.10
Sulfruramid (Mirex)	6	Kg	12.00	72.00
<b>TOTAL</b>				<b>318.75</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>603.75</b>

**COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE  
MANTENIMIENTO 2 AÑO**

**INGRESOS: \$ 228.56**

<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción de labores</b>	<b>N Jornales</b>	<b>Costo / jornal en \$</b>	<b>Costo total en \$</b>	
Limpia de terreno	8	5.00	40.00	
1º fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
1ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
1ª Limpia	8	5.00	40.00	
2ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
2ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
2ª Limpia	8	5.00	40.00	
3ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
3ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
Control de zompopos	4	5.00	20.00	
Cosecha	12	5.00	60.00	
Asoleo	2	5.00	10.00	
Aporreo y limpieza	8	5.00	40.00	
Poda	4	5.00	20.00	
<b>TOTAL</b>			<b>360.00</b>	
<b>Materiales</b>				
<b>Clase</b>	<b>Cantidad utilizada</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo total</b>
Fórmula 15-15-15	389	Libras	0.15	58.35
Sulfato de Amonio	389	Libras	0.14	54.46
Azufre (Kumulus)	3	Kg	6.50	19.50
Urea	389	Libras	0.18	70.02
Sulfruramid (Mirex)	6	Kg	12.00	72.00
Engeo +	300	ml	0.12	36.00
<b>TOTAL</b>				<b>310.33</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>670.33</b>

+ La dosis de aplicación de Engeo es 100 ml por manzana

**COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE  
MANTENIMIENTO 3 AÑO**

**INGRESOS \$ 799.96**

<b>Mano de Obra</b>				
<b>Descripción de labores</b>	<b>N Jornales</b>	<b>Costo en \$ /jornal</b>	<b>Costo en \$ total</b>	
Limpia de terreno	8	5.00	40.00	
1º fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
1ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
1ª Limpia	8	5.00	40.00	
2ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
2ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
2ª Limpia	8	5.00	40.00	
3ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
3ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
Control de zompopos	4	5.00	20.00	
Cosecha	15	5.00	75.00	
Asoleo	2	5.00	10.00	
Aporreo y limpieza	12	5.00	60.00	
Poda	4	5.00	20.00	
<b>TOTAL</b>			<b>395.00</b>	
<b>Materiales</b>				
<b>Clase</b>	<b>Cantidad utilizada</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio por unidad en \$</b>	<b>Costo total en \$</b>
Fórmula 15-15-15	777	Libras	0.15	116.55
Sulfato de Amonio	777	Libras	0.14	108.78
Azufre (Kumulus)	5	Kg	6.50	32.50
Urea	777	Libras	0.18	139.85
Sulfruramid (Mirex)	6	Kg	12.00	72.00
Engeo +	300	ml	0.12	36.00
<b>TOTAL</b>				<b>505.68</b>
				<b>900.68</b>

+ La dosis de aplicación de Engeo es 100 ml por manzana

**COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE  
MANTENIMIENTO 4 AÑO**

**INGRESO \$ 1714.20**

<b>Mano de Obra</b>				
Descripción de labores	N Jornales	Costo en \$ /jornal	Costo en \$ total	
Limpia de terreno	8	5.00	40.00	
1º fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
1ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
1ª Limpia	8	5.00	40.00	
2ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
2ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
2ª Limpia	8	5.00	40.00	
3ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
3ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
Control de zompopos	4	5.00	20.00	
Cosecha	15	5.00	75.00	
Asoleo	2	5.00	10.00	
Aporreo y limpieza	16	5.00	90.00	
Poda	4	5.00	20.00	
<b>TOTAL</b>			<b>425.00</b>	
<b>Materiales</b>				
Clase	Cantidad utilizada	Unidad de medida	Precio por unidad	Costo total
Fórmula 15-15-15	777	Libras	0.15	116.55
Sulfato de Amonio	777	Libras	0.14	108.78
Azufre (Kumulus)	6	Kg	6.50	39.00
Urea	777	Libras	0.18	139.86
Sulfruramid (Mirex)	6	Kg	12.00	72.00
Engeo	300	ml	0.12	36.00
<b>TOTAL</b>				<b>512.19</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>937.19</b>

**COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE ACHIOTE  
MANTENIMIENTO 5 AÑO**

**INGRESOS \$ 2285.60**

<b>Mano de Obra</b>				
Descripción de labores	N Jornales	Costo en \$ /jornal	Costo en \$ total	
Limpia de terreno	8	5.00	40.00	
1º fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
1ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
1ª Limpia	8	5.00	40.00	
2ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
2ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
2ª Limpia	8	5.00	40.00	
3ª fertilización	2	5.00	10.00	
Acarreo de agua	2	5.00	10.00	
3ª Aplicación de fungicidas	2	5.00	10.00	
Control de zompopos	4	5.00	20.00	
Cosecha	18	5.00	90.00	
Asoleo	2	5.00	10.00	
Aporreo y limpieza	16	5.00	90.00	
Poda	4	5.00	20.00	
<b>TOTAL</b>			<b>440.00</b>	
<b>Materiales</b>				
Clase	Cantidad utilizada	Unidad de medida	Precio por unidad	Costo total
Fórmula 15-15-15	777	Libras	0.15	116.55
Sulfato de Amonio	777	Libras	0.14	108.78
Azufre (Kumulus)	6	Kg	6.50	39.00
Urea	777	Libras	0.18	139.86
Sulfruramid (Mirex)	6	Kg	12.00	72.00
Engeo +	300	ml	0.12	36.00
<b>TOTAL</b>				<b>512.19</b>
				<b>952.19</b>

## FLUJO DE EFECTIVO A DIEZ AÑOS

Flujo de efectivo a 10 años del cultivo del achiote

	AÑOS				
	1	2	3	4	5
EGRESOS	913.72	670.33	900.68	937.19	952.19
INGRESOS	-----	228.56	799.96	1714.20	2285.60
DIFERENCIA	- 913.72	- 441.77	- 100.72	+ 777.01	+ 1333.41
EGRESOS ACUMULADOS	913.72	1584.05	2484.73	3421.92	4374.11
INGRESOS ACUMULADOS	-	228.56	1028.52	2742.72	5028.32

	AÑOS				
	6	7	8	9	10
EGRESOS	952.19	952.19	952.19	952.19	952.19
INGRESOS	2285.60	2285.60	2285.60	2285.60	2285.60
DIFERENCIA	1333.41	1333.41	1333.41	1333.41	1333.41
EGRESOS ACUMULADOS	5326.30	6278.49	7230.68	8182.87	9135.06
INGRESOS ACUMULADOS	7313.92	9599.52	11885.12	14170.72	16456.32

El flujo de los ingresos del achiote reflejan que a partir del cuarto año la diferencia entre los egresos e ingresos da valores positivos; y a partir del quinto año los ingresos superan los egresos por el orden de los \$ 1333.41 U.S. dólares.

## **RESPUESTAS A PREGUNTAS SOBRE EL ACHIOTE**

### **Qué puedo hacer para seleccionar una buena semilla de achiote?**

En primer lugar debo escoger semilla de una planta o varias plantas que presenten las características de tener cápsulas con mas de 50 semillas, racimos con mas de 40 cápsulas, y mas de 2.0 kilogramos de semilla por planta. Es esencial que el contenido de bixina sea mayor del 3%.

También es necesario poner atención al vigor con que crece la planta y la tolerancia a enfermedades, especialmente al mildiú polvoriento.

### **Cómo puedo guardar la semilla de achiote para que mantenga el poder de germinación?**

La semilla cuando ya ha sido obtenida en oro puede guardarla en una bolsa de manta dentro de una vasija de barro en la cual ha puesto antes una capa de piedra pómez. Luego debe cubrir la vasija con una manta para impedir que entren los insectos y roedores. La semilla guardada en éstas condiciones mantiene su poder de germinación dos años.

### **Cómo puedo saber cuál es la viabilidad de la semilla?**

Para determinar cual es la viabilidad de la semilla es necesario hacer una prueba de germinación colocando 2 muestras de 100 semillas ordenadas sobre un papel toalla, luego se cubren con otro papel toalla, se enrolla, se humedece y se coloca bajo la sombra de un corredor en un lugar que no reciba daños. Esta humedad debe de mantenerse durante 15 días, y a los 5 puede descubrirse para saber cuantas semillas se han hinchado por efecto del agua y por existir viabilidad de la semilla. Usted espera entre 7 y 12 días, y vuelve a hacer otra inspección, cuenta el número de semillas germinadas en cada muestra. Saca el promedio de los dos datos que obtuvo y ese será el porcentaje de germinación.

### **Cómo puedo saber que porcentaje de bixina tiene la variedad que yo siembro?**

En el campo no es posible saber cuál es el porcentaje de bixina. Para ello es necesario enviar una muestra representativa de la variedad al laboratorio de Química Agrícola del CENTA.

### **Cuánto vale el análisis de la bixina por muestra enviada al laboratorio de CENTA?**

El análisis de bixina en el laboratorio del CENTA tiene un valor de \$ 22.00 por muestra recibida.

### **Qué es un semillero?**

Un semillero es un lugar donde se pone a germinar la semilla. Este puede hacerse directamente en el suelo o en un recipiente donde puede iniciar la germinación de la semilla tales como bandejas, cajas de madera u otra estructura.

Es necesario tener un sustrato preparado para que la semilla germine. Este puede obtenerse mezclando tierra negra, materia orgánica y arena en proporciones 1:1:1.

La materia orgánica debe de estar bien descompuesta para evitar problemas de hongos y bacterias en el semillero.

### **Qué es un vivero?**

Un vivero es un lugar donde se desarrolla una fase del crecimiento de las plántulas hasta que alcanzan el desarrollo adecuado para trasladarlas al terreno definitivo. En este lugar se cuidan las plántulas en una pequeña área, lo que hace más fácil las labores de riego y control de plagas.

### **Cómo puedo evitar problemas de hongos en el semillero?**

Es necesario desinfectar la mezcla que se utilizará como sustrato. Una buena desinfección se hace con los productos comerciales llamados **Carbendacin** (Derosal 50 SC) y **Propamocarb** (Previcur 72.2 SL), en dosis de 1.0 ccl / litro de agua y 1.0 cc / litro de agua, respectivamente. Esto se hace con dos productos porque cada uno de ellos controla hongos específicos que causan el mal del talluelo en el semillero.

### **Qué sucede cuando me excedo en el riego del semillero?**

La semilla de achiote se pudre. Para germinar bien necesita humedad y temperatura. La humedad debe mantenerse en un punto que al tomar tierra entre los dedos de la mano usted pueda desmenuzarla y que no le queden residuos en los dedos. Hay exceso de humedad cuando usted la toma con los dedos y le queda lodo en los dedos.

### **Qué pasos debo seguir para realizar una buena siembra en un semillero?**

- 1) Desinfectar la semilla. Esto puede hacerse sumergiendo la semilla durante 3 minutos en una solución de Carbendazin y Propanocarb, en dosis de 1 cc y 1 cc. por litro, respectivamente.
- 2) Sacar la semilla que flote por no tener la calidad necesaria para una buena
- 3) Poner a secar la semilla en la sombra, para que pierda el exceso de humedad y sea más fácil el manejo de la semilla a la siembra.
- 4) En cada bolsa debo de poner tres semillas.
- 5) La semilla debe sembrarse a un centímetro de profundidad, como máximo para que tenga facilidad de emerger.
- 6) Después de la siembra debe de ponerse una capa de granza de arroz para evitar que se haga una costra en la superficie del suelo, mantenga la humedad e impida la emergencia de la plántula.

### **A qué profundidad debo sembrar la semilla?**

La semilla se siembra a una profundidad máxima de un centímetro. Si usted la siembra a mayor profundidad la emergencia de las plántulas no se logrará porque la humedad pudre la semilla antes de que germine.

### **A los cuántos días germina la semilla ?**

La semilla germina entre los 5 y los doce días. En algunos casos la semilla puede emerger hasta los 21 días.

### **Necesita sombra el semillero?**

El semillero necesita estar ubicado en un lugar donde reciba la mayor parte del sol durante el día. El achiote es una planta que necesita suficiente luz solar para poder desarrollarse vigorosamente. Al menos necesita 10 horas de luz solar. La sombra permite que se desarrolle el hongo llamado *Oidium bixae* Viegas y dañe las plántulas

### **A los cuántos días puedo transplantar las plántulas al terreno definitivo?**

Las plántulas permanecen en el vivero durante cuatro meses cuando han alcanzado la altura de 40 a 50 centímetros. En ese momento están listas para el transplante al terreno definitivo.

### **Cómo puedo trazar la plantación en el campo?**

En el campo existen dos situaciones. Una cuando se siembra en terreno plano. En estas condiciones en un extremo del terreno de siembra se traza una línea guía. Para esto se siembra una estaca a la que se amarra la pita por un extremo. Luego la pita se tensa en el sentido en que se trazarán los surcos y en el otro extremo de la pita se coloca otra estaca donde se amarra la pita. Teniendo esta línea guía se colocan estacas al distanciamiento en que se sembrarán las plantas dentro del surco. Las estacas deben de quedar bien firmes porque posteriormente necesitaremos amarrar la pita y tensarlas para que el traza quede bien hecho. La línea base se puede continuar hasta donde lo permita la dimensión del terreno. En la primera y la última estaca se trazan otras líneas guías perpendiculares a la primera línea base, utilizando el método 3-4-5,. Luego en estas dos líneas guías se colocan estacas al distanciamiento de los surcos. Posteriormente la primera pita se puede mover y colocar las estacas en las otras dos líneas perpendiculares ya estaquilladas y colocar otras estacas que marcan los otros sitios de siembra de las plantas en el campo. El proceso se puede continuar moviendo la pita y colocando nuevas estacas.

La otra situación es cuando se siembra en terreno con alguna pendiente. En este caso se traza en la parte baja una línea base con una pita para que los surcos queden bien definidos. La siembra se hace en triángulos. En la línea base se colocan las estacas al distanciamiento seleccionado. Luego ya estaquilladas se toman dos varas delgadas del tamaño del distanciamiento seleccionado, y se colocan una en cada extremo de dos estacas seguidas y con los otros extremos se forma un triángulo y donde se juntan los extremos se coloca otra esta. Este proceso se puede continuar hasta colocar dos o tres surcos. Luego para señalar la dirección de la siembra en los surcos oblicuos, se puede usar una pita y colocar estacas al distanciamiento seleccionado, hasta estaquillar todo el terreno de siembra.

### **Qué dimensiones debo usar en los hoyos de siembra?**

Los hoyos de siembra deben de tener las dimensiones siguientes: 0.40 m. X 0.40 m. X 0.40 m. Estas dimensiones del hoyo permiten preparar una buena cama de siembra en el campo de la planta que se trae del vivero.

### **Cómo debo preparar los hoyos de siembra?**

Es conveniente adicionar dos o tres libras de materia orgánica en cada hoyo mezclándola con la tierra que se sacó del hoyo. Ahora bien si se dispone de suficiente materia orgánica para llenar todo el hoyo eso sería lo ideal. Los hoyos deben de prepararse con la debida anticipación a la fecha de siembra.

### **Al sembrar en terrenos inclinados qué cuidados debo de tener en la protección del terreno?**

En primer lugar alrededor de cada planta sembrada es necesario hacer una terraza individual para favorecer la infiltración de agua y disminuir la erosión, así como proteger el fertilizante que se pone por planta. También es necesario sembrar barreras vivas para detener la erosión y que se vayan formando terrazas para poder circular en el terreno inclinado cuando se realizan labores de limpias, fertilización, control de plagas y cosecha. También puedo hacer cajuelas para favorecer la infiltración de agua y acumular residuos orgánicos en el terreno. Estas cajuelas tienen una dimensión de 0.60 m X 1.0 m X 0.60 m.

### **Qué labores debo realizar antes de la cosecha?**

La plantación debe de mantenerse limpia de malezas y es conveniente tener rondas que protejan la plantación y la cosecha, por incendios que sean provocados.

### **Cómo puedo reconocer la enfermedad del mildiú polvoriento?**

Los síntomas del ataque de esta enfermedad comienzan con una decoloración de la hoja de verde a un amarillo pálido. Tiene forma redonda y con una cenicilla blanca que invade más área si no se controla oportunamente. Cuando comienza la enfermedad no hay desprendimiento del polvillo. Esto significa que aún no hay formación de esporas que propagan la enfermedad. Esta enfermedad se presenta en las partes bajas de planta donde recibe sombra y en aquellos sitios del terreno donde las plantas reciben sombra de otros árboles.

### **Que productos puedo usar para el control del mildiú polvoriento?**

Los productos específicos para controlar esta enfermedad son los que contienen azufre. Este elemento es el único que controla esta enfermedad. Entre los productos comerciales que hay disponibles se encuentran el Kumulus 80 WG; el Thiovit 80 WP, Elosal 72 SC. Al comprar el producto debe leer la etiqueta del envase del producto para asegurarse que está comprando el producto apropiado.

### **Qué contiene el achiote además de los colorantes?**

Dentro de su composición química se encuentran: Carotenoides: Bixina, norbixina, metil-bixina, beta-caroteno, criptoxantina, luteina y zeaxantina;

Flavonoides: Bisulfato de apigenina, glucósido de apigenina, bisulfato de hipolactina, bisulfato de luteolina,; proteínas, azúcares, celulosa, grasas, vitamina A, B y C; calcio , hierro y fósforo.

La semilla del achiote contiene 40 a 45% de celulosa; 3.5 a 5.5% de sucrose; 0.3 a 0.9% de aceite esencial; 3% de aceite fijo; 4.5 a 5.5% de pigmentos, 13 a 16% de proteínas, tan bien conocida como alfa y beta carotenoides y otros constituyentes. Extractos de alcohol etílico de el fruto seco y las hojas muestran que tiene una actividad in vitro contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*; Un extracto en agua de la raíz tiene actividad hipotensiva en ratas y una suave actividad relajante en cerdos de guinea y un extracto de cloroformo de semillas secas muestran que tiene actividad hipoglicémica en perros.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1. Achioteexport@ agroindustriabolivia.com**
- 2. Annatto.htm**
- 3. Apéndice IX Proyecto Norma revisada para el queso (A6).htm**
- 4. Arce Portugués, J.A. Avances de la evaluación con achiote (Bixa orellana L.) en distintos lugares de Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica.**
- 5. Banda de colores achiote Kalsec.htm**
- 6. BIXA ORELLANA.htm**
- 7. Bixa orellana – Annatto.htm**
- 8. Bixa\_orellana.htm**
- 9. Bixa orellana Plant Data.htm**
- 10. BIXA ORELLANA TINCTURE.htm**
- 11. Boletín bimestral de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la diversidad. Al Achiote Bixa orellana Pág 7, Año 7 número 46, Enero 2003. Mayra Pérez Andiyquen y Rosa Albacerra.**
- 12. CHAPTER 26\_ BIXACEAE.htm**
- 13. Ciência e Tecnologia de Alimentos - EXTRACTION AND DETERMINATION OF BIXIN AND NORBIXIN IN ANNATTO SPICE (COLORÍFICO).htm**
- 14. Colorantes naturales Bixina.htm**
- 15. Coto Amaya, O .M. Identificación y selección de variedades de achiote. El Salvador, CENTA-MAG, 1984. 20 p**
- 16. Coto Amaya, O. M. Manejo del cultivo del achiote; insumos y mano de obra para la producción por manzana. El Salvador, CENTA-MAG, 1988.**
- 17. Coto Amaya, O. M. Estudio de diferentes sistemas de podas en achiote, Bixa Orellana L. El Salvador, CENTA-MAG, 1988**
- 18. Coto Amaya, O. M. y Trejo Araujo, J. A. El Achiote. Generalidades sobre su cultivo. El Salvador, CENTA-MAG, 1989.**

19. Coto Amaya, O. M. Datos botánicos del Achiote (*Bixa orellana* L.) El Salvador, CENTA-MAG.1988
20. Coto Amaya, O. M. Ecología del cultivo de achiote (*Bixa orellana* L.). El Salvador, CENTA-MAG. 1988
21. De Todo un Poco TV Achiote.htm
22. Economía LosTiempos\_com Bolivia Achiote.htm
23. EFEITOS DE BIXINA SOBRE O METABOLISMO LIPIDICO.htm
24. El Cultivo de onoto en Venezuela.htm
25. FIAGRO Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria Achiote.htm
26. Food-Info\_net Números-E E160b Annatto, Bixina, Norbixina.htm
27. Fonaiap Divulga N°36 abril-junio 1991. El Cultivo de onoto en Venezuela
28. GUATEMALA. USOS MEDICINALES DEL ACHIOTE.  
[WitasDragonLair@groups.msn.com](mailto:WitasDragonLair@groups.msn.com). Annatto bixa orellana
29. [http://www.google.com/search?q=cache:QcrI5Xh5qXkJ:www.aduanet.gob.pe/aduanas/informae/ficha\\_achiote.doc+Bixina&hl=es](http://www.google.com/search?q=cache:QcrI5Xh5qXkJ:www.aduanet.gob.pe/aduanas/informae/ficha_achiote.doc+Bixina&hl=es)
30. African Crop Science Journal, Vol. 5. No. 4, pp. 413-418, 1997
31. [http://www.peruecologico.com.pe/med\\_achiote.htm](http://www.peruecologico.com.pe/med_achiote.htm)<http://>
32. INFLUÊNCIA DOS CORANTES NATURAIS BIXINA E NOR-BIXINA E DOS FLA.htm
33. [info@herbotecnia.com.ar](mailto:info@herbotecnia.com.ar)
34. INGENTA. In vitro clonal propagation of annatto (*Bixa orellana* L.)  
Authors: D'Souza M-C.; Sharon M.\*
35. Lo fundamental de manejar bien los colores. Achiote. htm
36. Los colores Achiote.htm
37. Michelangeli de Clavijo, C.C. et al. Anatomía y ultraestructura de la embriogénesis somática sobre el Onoto. Agronomía Tropical. V53 N1. Maracay, marzo. 2003

38. **Norbixina en pó Achiote.htm**
39. **PLANTS National Database Reports and Topics.htm**
40. **Profile BIXA Gallery.htm**
41. **Propiedades medicinales achiote.htm**
42. **Proyecto agroindustrial de producción intensiva de achiote en Tabasco.htm**
43. **pymes-neg Achiote.htm**
44. **Quintana,E. Las maravillosas vitaminas del achiote. s.n.t. 2 p**
45. **Recursos naturales Achiote.htm**
46. **Revista chilena de nutrición - BEFEITOS DE NARINGENINA E BIXINA ASSOCIADOS COM LEITE DE CABRA SOBRE O METABOLISMO LIPÍDICO DE COELHOS-B.htm**
47. **Revista Manejo Integrado de Plagas -54.htm**
48. **Source: In Vitro Cellular and Development Biology - Plant, Volume 37, Number 2, March 2001, pp. 168-172(5)**
49. **Suárez,A. Manual sobre técnicas de muestreo foliar para recomendación de fertilización. 4ª Ed. FHIA. Honduras. 2002. 66p**
50. **TEBRACC\_\_Achiote normas\_\_.htm**
51. **TECO S\_A\_, Colorantes Naturales Achiote Banda de colores.htm**
52. **The Andean Achiote a Herb that you must Learn.htm**

## GLOSARIO

**Alcaloides:** Cualquiera de los productos nitrogenados, ordinariamente cristalizables, que por sus propiedades básicas son considerados como álcalis orgánicos y se encuentran en ciertas células vegetales, casi siempre combinados con ácidos orgánicos; suelen ser venenosos y muchos de ellos se emplean en la terapéutica; como la quinina, la morfina y la estricnina.

**Acorazonadas:** De figura de corazón

**Actinomorfias:** Dícese de la flor que queda dividida en dos partes simétricas por cualquier plano que pase por su eje y por la línea media de cada sépalo o pétalo; como la rosa

**Acuminado:** Que termina en punta

**Alcalino:** De álcali o que tiene álcali. pH mayor que el valor de 7.0

**Alcalinizantes:** Que tiene propiedades manifestada por los álcalis

**Alícuota:** Parte proporcional

**Alogamia:** Fecundación cruzada.

**Anteras:** Parte del estambre de las flores que contiene el polen

**Antibacterial:** Que sirve para controlar las bacterias

**Antidisentérico:** Que sirve para controlar la disentería

**Antigonorreicas:** Que sirve para controlar la gonorrea

**Antioxidantes:** Que evita la oxidación

**Antirraquítico:** Que sirve para combatir el raquitismo

**Antixeroftálmica:** Contra la pérdida de la visión por turbiedad de la córnea, llamada xerofthalmia

**Antracnosis:** Enfermedad ocasionada por el hongo llamado Colletotrichum gloesporoides

**Apice:** La punta de una hoja.

**BID:** siglas que identifican al Banco Interamericano de Desarrollo

**Bilobulado:** Que tiene dos lóbulos

**Biomasa:** Cantidad de materia verde producida por una planta.

**Bitecas:** Que tiene dos tecas. La teca es cada una de las dos mitades en que se divide la antera típica. La teca encierra dos sacos polínicos que tiene la antera.

**Bixina:** Colorante natural del achiote, soluble en aceite o grasas.

**Carophyll:** Colorante sintético utilizado en la industria avícola para pigmentar la yema del huevo.

**CENTA:** siglas que identifican al Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal

**Citocromos:** Proteínas con un grupo prostético hemo (semejante a la hemoglobina) que contiene hierro. Fueron descubiertos por su propiedad de absorber la luz. Se encuentran en casi toda las células unidas a las mitocondrias o a otras estructuras celulares y hacen posible la respiración celular.

**Cordado:** En forma de corazón

**Cordiformes:** En forma de corazón

**Cromatográfico:** Análisis realizado en el laboratorio con un cromatógrafo de gases.

**Clones:** Individuos de la misma especie dentro del mismo género.

**Cloroformo:** Cuerpo constituido en la proporción de un átomo de carbono por uno de hidrógeno y tres de cloro. Es líquido, incoloro, de olor agradable, de

sabor azucarado y picante y se emplea en medicina como poderoso anestésico. Se usa como solvente en la extracción de bixina.

**Carotenoides:** Cada uno de los tetraterpenos de 40 átomos de carbono que tienen el carácter de pigmentos vegetales. Son insolubles en agua y abundan mucho en las plantas; los principales son el caroteno, la xantofila y el licopeno.

**Coriáceas:** expresión utilizada para referirse a la forma de las hojas de las plantas que muestran una estructura gruesa dando la apariencia del cuero.

**Chalmugra:** Aceite utilizada para controlar la lepra

**Decantar:** Eliminar el exceso de un líquido de una muestra a fin de dejar solamente los sólidos.

**Dehiscencia:** Característica de algunas variedades de achiote y otras especies vegetales que cuando están llegando a la madurez se abren para que la semilla salga de la cápsula o vaina para continuar con la propagación de la especie.

**DGMART S.A.:** Siglas que identifican a la Compañía, que compra la semilla de achiote. Está ubicada en las instalaciones del Polígono industrial Don Bosco.

**Dehiscencia poricida.** Característica de las anteras dejan salir el polen de los sacos polínicos a través de unos poros.

**EDYTRA:** Siglas que identifican a la Fundación Educación y Trabajo, en El Salvador.

**Emoliente:** Dícese del medicamento que sirve para ablandar una dureza o tumor

**Enraizadora:** Sustancia que contribuye a los esquejes o plantas echen raíces o le ayuden a arraigarse en el terreno donde se han sembrado.

**Enraizamiento:** Acción de un esqueje o planta de echar raíces o arraigarse a la tierra por medio de las raíces.

**Erisipela:**Inflamación microbiana de la dermis de la piel, caracterizada por el color rojo y comúnmente acompañada de fiebre.

**Espectrofotométrica:** Lectura que se hace mediante escalas de colores usando el aparato llamado espectrofotómetro.

**Estomático:** Perteneciente a la boca del hombre.

**FIAGRO:** Siglas que identifican a la Fundación para la Investigación Agropecuaria en El Salvador.

**Filamentos:** Formación estéril del verticilo masculino que sostiene la antera

**Filiformes:** En forma de hilos

**Fitoquímicos:** Análisis químico de las hojas de las plantas para determinar la existencia de compuestos químicos, tales como los alcaloides, taninos, terpenos y otros.

**Fosforilados:** Moléculas a las que se han introducido ácidos fosfóricos de manera natural.

**Glúcido: O glucósido:** Cualquiera de las sustancias orgánicas, existentes en muchos vegetales, que mediante hidrólisis provocada por la acción de ácidos diluidos dan, como productos de descomposición, glucosa y otros cuerpos. Muchos de ellos son venenos enérgicos, y en dosis pequeñísimas se usan como medicamentos.

**Hábitat:** Ambiente en el que se desarrollan en forma natural los seres vivos.

**Hermafroditas:** Dícese de la planta que tiene los dos géneros en la misma flor o planta

**Hidrocarbano:** o Hidrocarburo: Cada uno de los compuestos químicos resultantes de la combinación del carbono con el hidrógeno.

**Hidrosoluble:** Soluble en agua

**Hipoglicemiante: O Hipoglucemia:** Disminución de la cantidad normal de azúcar contenida en la sangre.

**Gynocardia odorata:** Nombre común del árbol de chalmugra que crece en la India.

**Iswarane:** Nombre de uno de los compuestos químicos que contiene la semilla de achiote en forma de aceite.

**Lancetadas;** Cápsulas en forma de lanza

**Liposoluble:** Soluble en aceite o grasas

**Lipofílica:** Propiedad de una molécula o grupo molecular que presenta atracción por las grasas u otros lípidos.

**Loza:** Barro fino, cocido y barnizado, de que están hechas los platos, tazas, y otros objetos.

**Machacada:** Materia que ha sido golpeada para transformar su presentación.

**Norbixina:** Colorante hidrosoluble del Achiote

**Oblongas:** Más largo que ancho

**Ovario súpero:** Después de la fecundación el ovario se transforma en fruto. Según sus relaciones con el receptáculo floral, el ovario puede ser súpero, por lo que después de fecundada la flor se caen los pétalos y se empieza a ver la cápsula ya en crecimiento.

**Ortotrópico:** Que crece verticalmente en función de la luz

**pH:** Potencial hidrógeno que define si una sustancia es ácida, neutra o alcalina.

**Prefloración imbricada.** Antes de que la flor se abra, los pétalos están condicionadas uno sobre otro

**Plántulas:** Planta recién germinada

**Perpendicular:** Línea que forma un ángulo de noventa grados con otra línea a la que atraviesa.

**Perecibilidad: Condición de lo que no dura mucho o parece rápido**

**Pluriovulado:** Flores con varios óvulos

**Propilenglicol:** Compuesto químico derivado del propano por sustitución de dos átomos de hidrógeno en los carbonos 1 y 2 por grupos hidroxílico. Líquido viscoso e higroscópico, soluble en éter y miscible en agua, acetona y cloroformo. Se emplea como congelante no tóxico, como disolvente en productos farmacéuticos, en cosméticos y como desinfectante.

**Poricida: Poros:** Orificios que por su pequeñez, son invisibles a simple vista, y están en la piel de los animales o superficie de los vegetales.

**Radicular:** Relacionado a la raíz

**Roche:** Nombre de la Compañía de origen francés que vende colorantes artificiales, además de otros productos químicos.

**Recaudo:** Salsa condimentada con diferentes especias, utilizado en algunas comidas.

**Saponinas:** Grupo de glucósidos que se hallan en muchos vegetales: Son compuestos amorfos, incoloros y por lo general solubles en agua, en la que dan soluciones muy espumosas, emulsionantes y coloides, y se emplean en la fabricación de jabones, lejías, etc.

**Semilla ortodoxa:** Que puede guardarse en condiciones de temperatura controlada.

**Setas:** Cerdas parecidas a los de los cepillos, en algunos vegetales

**Sesquiterpeno:** Cada uno de los 15 átomos de carbono. Son productos de origen natural que se encuentran en los aceites esenciales.

**Sinusitis:** Inflamación de los senos del cráneo.

**SINALIT:** Sistema Nacional de Alianza para la Innovación Tecnológica en El Salvador.

**Talpetate:** Capa de suelo con estructura laminar que impide el desarrollo de las raíces en forma vertical así como la infiltración de agua.

**Taninos:** Sustancia astringente contenida en los vegetales. Puro y seco es inalterable y se usa para curtir las pieles y para otros usos.

**Terpenos:** Nombre común que se da a ciertos hidrocarburos que se encuentran en los aceites volátiles obtenidos de las plantas, principalmente de las coníferas y de los frutos cítricos.

**Transversal:** Que se halla o se extiende atravesado de un lado a otro.

**Unilocular:** Un solo lóculo

**Valvas:** Cada una de las dos partes que forman la cápsula del achiote.

**Viabilidad:** Calidad de viable.

**CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DEL ACHIOTE – vivero y establecimiento en el campo. Primer año.**

N	Actividad a desarrollar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Fase de vivero y establecimiento												
1	Conseguir semilla de achiote	x											
2	Preparar el sustrato, mezcla y desinfección	x											
3	Compra de bolsas	x											
4	Llenado de bolsas	x											
5	Desinfección de la semilla	x											
6	Siembra de semilla en bolsa	x											
7	Cuido de semillero		x	x	x								
8	Trazo y estaquillado de plantación				x								
9	Ahoyado				x								
10	Traslado de plántulas del vivero al lugar definitivo de siembra					x							
11	Siembra y fertilización					x							
12	Limpia y fertilización							x			x		
13	Control de insectos					x		x		x			
14	Control de enfermedades					x		x		x			