



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria




BICENTENARIO
PERÚ
2024

Manual de manejo agronómico del

ACHIOTE

con fines de
conservación





MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA

**Manual de manejo
agronómico del
ACHIOTE
con fines de
conservación**

MANUAL DE MANEJO AGRONÓMICO DEL ACHIOTE CON FINES DE CONSERVACIÓN

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO

Ministra de Desarrollo Agrario y Riego
Jennifer Lizetti Contreras Álvarez

Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario
Victor Hugo Parra Puentes

Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego
Christian Alfredo Barrantes Bravo

Jefe del INIA
Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Primera edición digital:
Febrero, 2024

Publicado:
Febrero, 2024

Disponible en:
<https://repositorio.inia.gob.pe/>

ISBN:
978-9972-44-150-9

Editado por:
Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones
Av. La Molina 1981, Lima-Perú
Teléf. (511) 2402100 - 2402350
www.gob.pe/inia

Todos los derechos reservados.
Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente,
sin permiso expreso

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2024-01853

Autores: Juanita M. Cochas-Escandón, Emma I. Manco-Céspedes, Zoila L. Oré-Aquino, Wilson V. Mamani-Huarachi/ **Fotografía:** Melissa Cochas, Emma Manco, Wilson Mamani, Juan Nolasco, Jonathan Espil / **Editor general:** Emely E. Lazo-Torreblanca / **Revisión de contenido:** Marko G. García-Gutierrez / **Diseño y diagramación:** Luis E. Calderon-Paredes

Tabla de **CONTENIDO**

Presentación	7
1. Introducción	9
2. Origen y distribución	11
2.1 Distribución nacional	13
2.2 Área cultivada y producción nacional	14
3. Taxonomía	17
4. Descripción botánica	19
5. Fenología del cultivo	29
6. Requerimientos del cultivo	39
7. Manejo del vivero	43
8. Establecimiento del cultivo	47
9. Mantenimiento del cultivo	53
10. Plagas y enfermedades	63
11. Cosecha y poscosecha	67
12. Costos de producción	73
13. Referencias bibliográficas	79





PRESENTACIÓN

El achiote (*Bixa orellana* L.), especie distribuida ampliamente en las zonas tropicales y en toda la Amazonía, ha sido usado desde tiempos ancestrales por los pigmentos contenidos en las semillas, como la bixina, la cual brinda una coloración rojiza característica y por la que es conocida.

El desafío creciente de la búsqueda de soluciones ecológicas y sostenibles ha puesto a esta especie en el centro de muchas investigaciones debido a la versatilidad de sus usos: desde la utilización diversa de su pigmento y el aprovechamiento de sus propiedades medicinales, hasta su uso potencial como especie de reforestación sustentable, principalmente en las industrias alimenticia y farmacéutica, que buscan estar a la vanguardia de las exigencias de los consumidores y la responsabilidad ambiental.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) cuenta con 45 años en el cumplimiento de conservar e investigar los recursos genéticos de uso agrario del Perú, por lo que pone a disposición de productores, profesionales, investigadores y público en general el “**Manual de manejo agronómico del achiote con fines de conservación**”, que recoge la experiencia adquirida por los especialistas del INIA en el manejo de la Colección de Germoplasma del Achiote en la Estación Experimental Agraria El Porvenir, en el departamento de San Martín.

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.
Jefe del INIA



1.

INTRODUCCIÓN

El achiote es una especie que se ha desarrollado y distribuido a lo largo de América y el Caribe, además de algunos países del Oriente; concentrando su mayor diversidad genética en la Amazonía. El Perú cuenta con una extensa variabilidad genética producto de las polinizaciones cruzadas por ser una especie alógama, las cuales se dan en su mayoría en los hábitats naturales.

El mercado principal del achiote es el de los colorantes naturales, puesto que en la cubierta de su semilla se encuentra la bixina, la cual es soluble en agua, propiedad que facilita su extracción industrial. Asimismo, es usado en la industria alimentaria para la pigmentación de productos lácteos como ciertos tipos de queso; así como también en la coloración de las yemas de los huevos, embutidos y otros. Además, es usado en las industrias cosmética y textil, así como en la farmacéutica, debido a sus propiedades medicinales de origen natural.

Nuestro país es uno de los principales exportadores de achiote y sus derivados, representando el 10.1 % en miles de dólares de exportaciones en la partida comercial de colorantes naturales; lo cual evidencia un crecimiento de 7.7 % respecto al 2021, resaltando la norbixina como el derivado que mostró un mayor crecimiento (94.9 %) (Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales [CIEN], 2023).

Lo expuesto evidencia la importancia del achiote y la necesidad de promover su cultivo. Por tanto, se presenta este manual con el objetivo principal de brindar los conceptos más relevantes relacionados al manejo agronómico de esta especie que ocupa un lugar especial en la agrobiodiversidad de nuestro país.



2.

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El achiote, cultivo reconocido por su amplio uso industrial, tiene su centro de origen en investigación. Moreira et al. (2015) reportan la presencia de plantas de achiote cultivado (*B. orellana*) y no cultivado (*B. urucurana*) a lo largo de los ríos más grandes de la cuenca amazónica brasilera, en las localidades de Roraima, Amazonas, Pará, Rondônia, Acre, Amapá, Maranhão y Mato Grosso. Además, reportan que la mayoría de poblaciones de achiote no cultivado fueron encontradas en bosques abiertos como las sabanas leñosas, y en ambientes antropogénicos como bordes de caminos, pasturas, terrenos no cultivados, quemados y plantaciones de otros cultivos; siempre asociadas con ambientes ribereños. Esta particularidad sugiere que los ríos son una vía de transporte del material genético del achiote no cultivado y podría ser la explicación de la mayor diversidad de especies de *Bixa* en la amazonía brasilera.

La mayoría de las especies de *Bixa* se encuentran en las laderas de los Andes occidentales, entre los ríos Huallaga-Ucayali y Madre de Dios-Madeira, lo que sugiere que este género se originó en estas zonas y después fue dispersado por los amerindios hacia el resto de América Latina (Leal y Michelangeli de Clavijo, 2012).

El estudio reportado por Moreira et al. (2015) establece que *B. urucurana*, —previamente considerada una especie silvestre—, en realidad es una variedad de *B. orellana*. El estudio en genética poblacional realizado por Dequigiovanni et al. (2018) acepta la propuesta de Moreira et al., en la que utiliza el Modelamiento de Nicho Ecológico (ENM) para caracterizar el potencial geográfico de *B. orellana* var. *Urucurana*, concluyendo que el Sur de Rondônia, la cuenca del Río Madre de Dios, Llanos de Mojos, Llanos de Orinoco y el este de Ecuador son las áreas altamente apropiadas en las cuales se origina el achiote silvestre.

Por otro lado, desde antes de la invasión europea algunos pueblos aborígenes americanos usaron el achiote para dar color a sus alimentos, además de emplearlo con fines medicinales, como para proteger la piel contra la radiación solar, picaduras de insectos y para la cicatrización de heridas (Arce, 1999).

El achiote fue dispersado por los amerindios de la siguiente manera: del norte hacia América central hasta México, del noreste hacia las cuencas del Orinoco y el Amazonas y por todo el Caribe (Antillas); y del sudeste hacia Bolivia, Paraguay y el sudeste de Brasil (Leal y Michelangeli de Clavijo, 2012). Actualmente, a nivel mundial se pueden encontrar las especies originarias del achiote desde México hasta América del Sur y las especies exóticas en países como India, Kenia, Indonesia y algunos países de África (Figura 1).

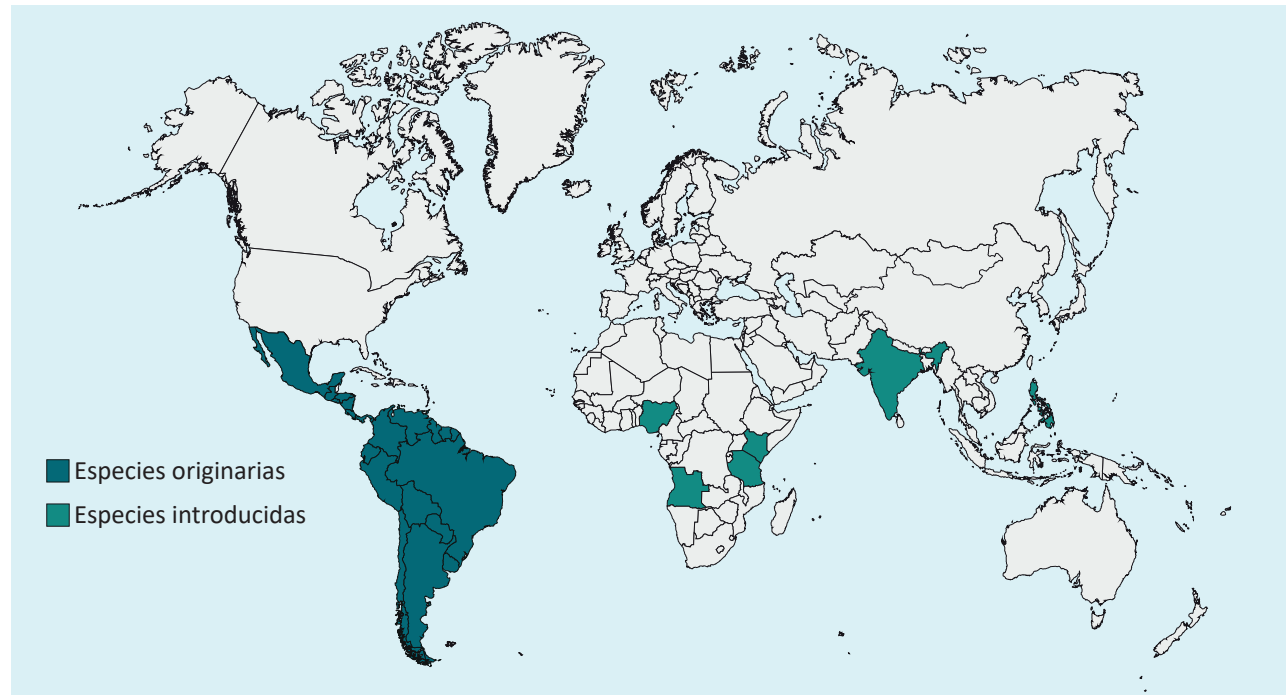


Figura 1. Zonas de cultivo de achiote

Nota. Mapa elaborado mediante el servicio en línea WorldMap (<https://www.mapchart.net/world.html>) con datos tomados de Orwa et al. (2009) y Carrillo (2016).

2.1 DISTRIBUCIÓN NACIONAL

En el Perú, el achiote es cultivado principalmente en la región Amazónica y, según la procedencia de las accesiones conservadas en la Estación Experimental Agraria (EEA) El Porvenir en el departamento de San Martín, se observa su presencia en los departamentos de Cusco, Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Pasco, San Martín y Ucayali (Figura 2).

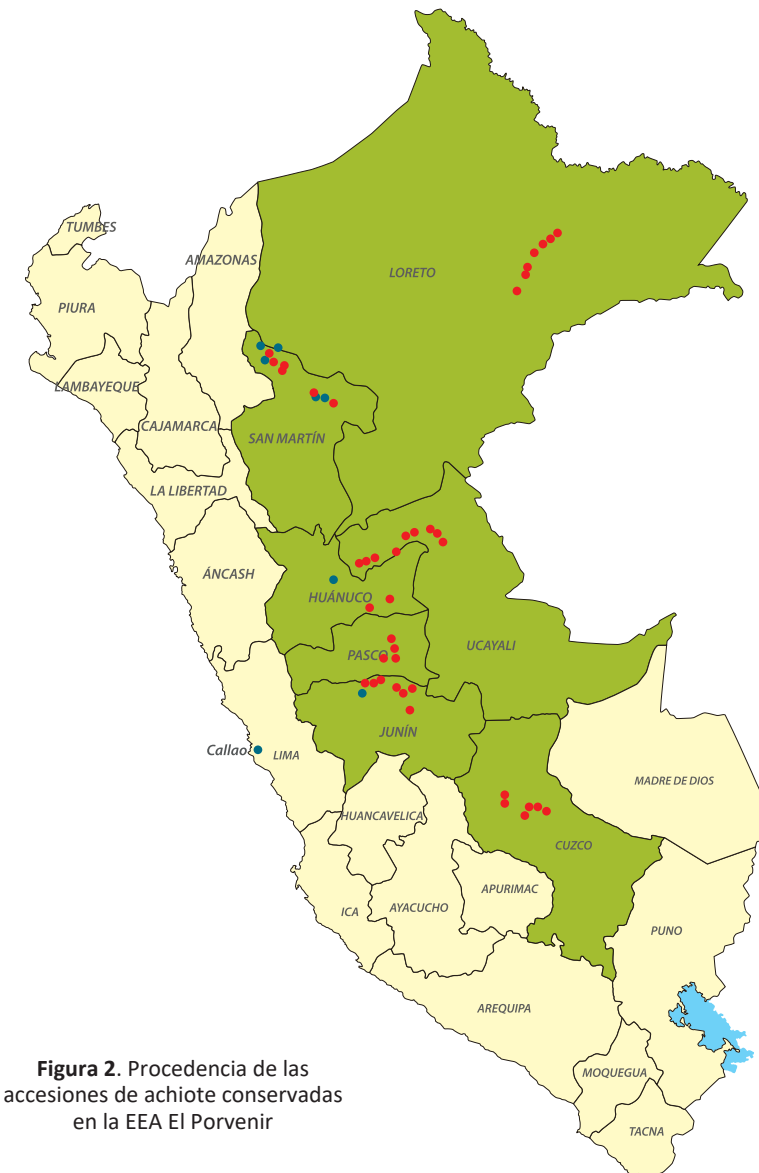


Figura 2. Procedencia de las accesiones de achiote conservadas en la EEA El Porvenir

2.2 ÁREA CULTIVADA Y PRODUCCIÓN NACIONAL

Según el Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales (CIEN, 2021), para el año 2020, en el componente de achiote y derivados (norbixina, achiote entero y grano, achiote en polvo y semillas de achiote), los compradores más importantes a nivel mundial fueron Estados Unidos, Japón y Alemania; representando el 10.4 %, 9.5 % y 6 %, respectivamente.

Según datos estadísticos del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2022) en 2021, el Perú obtuvo una producción de 7811.04 t de achiote en una superficie cultivada de 12 909.75 ha, con un rendimiento promedio de 605.05 t/ha; siendo Cusco y Pasco las regiones con mayor área cultivada y mayor producción. Asimismo, las regiones de Ucayali, Loreto y Ayacucho son las que obtuvieron los rendimientos más altos (Tabla 1).

Departamento	Producción (t)	Superficie (ha)	Rendimiento (t/ha)
Amazonas	44.12	58.00	760.69
Ayacucho	48.00	29.00	1655.17
Cajamarca	16.00	19.00	842.11
Cusco	3379.30	6781.00	498.35
Huánuco	457.00	416.50	1097.24
Junín	263.21	363.00	725.09
La Libertad	1.71	1.70	1005.88
Loreto	78.00	43.00	1813.95
Madre de Dios	12.01	16.50	727.88
Pasco	3117.85	4984.00	625.57
Puno	25.30	28.00	903.57
Tumbes	2.01	3.05	657.38
Ucayali	366.54	167.00	2194.84
Total nacional	7811.04	12 909.75	605.05

Tabla 1. Producción, superficie cultivada y rendimiento de achiote en las regiones productoras de Perú (MIDAGRI, 2022)



3.

TAXONOMÍA

Considerando la jerarquía taxonómica reportada por el Integrated Taxonomic Information System (ITIS), la posición taxonómica del achiote es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Bixaceae

Género: *Bixa*

Especie: *Bixa orellana* L.

En Perú existen otras especies del género *Bixa*: *B. platicarpa* R. y P. ex G. Don. y *B. urucurana* Willd (López et al., 2018). De todas las especies del género, *B. orellana* es la única cultivada comercialmente y la de mayor interés económico (Queiroga et al., 2022).



4.

DESCRIPCIÓN
BOTÁNICA

La planta de achiote —según el ecotipo— puede presentar un comportamiento arbustivo, ramificando su tallo en la base; mientras que otros se observan como árboles pequeños. Según el uso al que está destinado puede llegar a alcanzar hasta 3 m en plantaciones comerciales, y 6 m en condiciones de libre crecimiento.

Generalmente, la forma de la copa es hemisférica o cónica (Figura 3), aunque Arce (1999) menciona cinco formas predominantes: redondeada, piramidal, ovoide, achatada y alargada.

Asimismo, esta especie presenta una alta heterogeneidad en términos de características botánicas al reportarse diferencias de altura y forma de la planta, forma y color de hojas, flores y frutos; producción de semillas y contenido de bixina (Queiroga et al., 2022, citando a Baby et al., 2005).



Figura 3. Formas de la copa de la planta de achiote: (A) hemisférica y (B) cónica

A. RAÍCES

La raíz es pivotante y cuenta con numerosas raíces secundarias, terciarias y hasta de cuarto orden; está bien desarrollada en la planta adulta, lo que le permite adaptarse a condiciones desfavorables del suelo (Queiroga et al., 2022, citando a Lizano, 1969).

B. TALLOS Y RAMAS

La corteza del tallo principal es lisa y, en general, son de tonalidades grisáceas o cenizas (Figura 4-B) (Leal y Michelangeli de Clavijo, 2012). Según los ecotipos o cultivares, el número de tallos secundarios puede ser variable por presentar ramificación dicotómica desde la base (Arce, 1984) (Figura 4-A). Las ramas vegetativas o “ramillas” pueden ser de colores variados que difieren entre anaranjado, rojizo (Figura 4-C) y verde; las cuales —por lo general— son delgadas y se vuelven leñosas a medida que la planta se desarrolla.

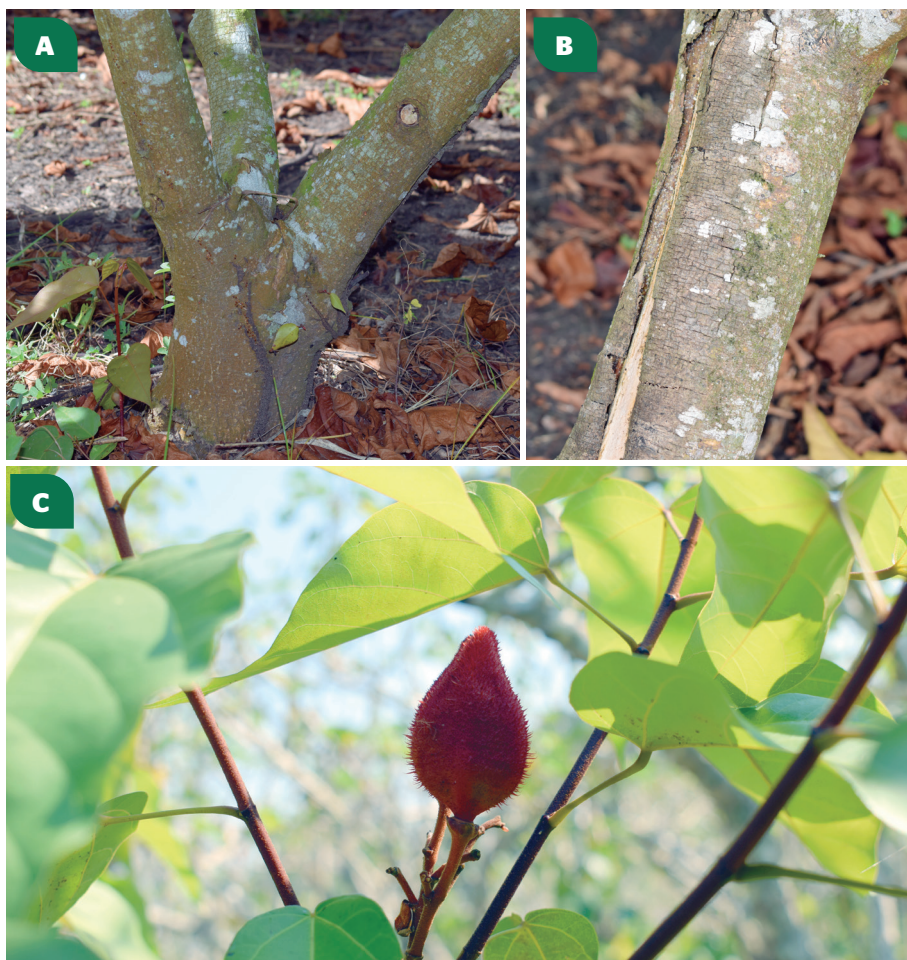


Figura 4. Algunas características del tallo del achiote: (A) Tallo principal con tres ramas secundarias, (B) corteza del tallo principal y (C) ramas de color rojizo

C. HOJAS

Son simples, alternas, lisas por ambas caras, de tamaño variable, de color verde oscuro en su madurez (Figura 5) y se tornan “quebradizas al tacto” (Arce, 1999).

Las hojas pueden ser ovaladas, elípticas y cordadas (Figura 6). La base puede ser redondeada, plana o acorazonada. Los ápices pueden ser acuminados o aristados. Las nervaduras principales pueden llegar a presentar coloraciones rojizas en algunos ecotipos debido a la presencia de antocianina.

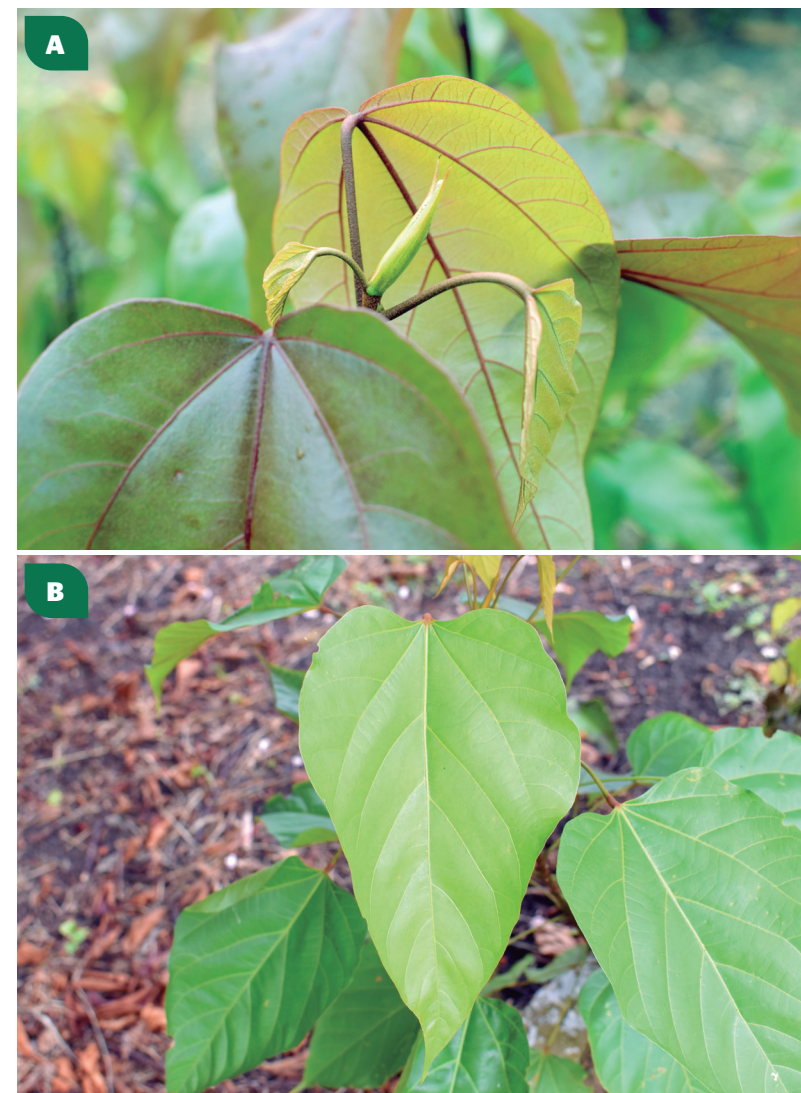


Figura 5. Hojas de achiote: (A) Brote vegetativo y hojas inmaduras y (B) hoja madura de forma cordada con ápice aristado



Figura 6. Formas de la hoja del achiote: (A) ovalada, (B) elíptica y (C) ordada

D. FLORES

Están dispuestas en inflorescencia con una panícula terminal (racimo compuesto) con varias flores (Figura 7-A) (Umadevi et al., 2020). Las flores son bisexuales e hipóginas (cáliz, corola y estambres situados debajo del gineceo), actinomorfas, pentámeras (con cinco sépalos y cinco pétalos), estambres libres, filiformes, expuestos e indefinidos (Figura 7-C) (Ribeiro y Loiola, 2017). Posee anteras bitecas y de dehiscencia poricida, el ovario es elevado por un ginóforo (Quiñones-Bravo y Yunda-Romero, 2014). El color de los pétalos suele variar de blanco a rosado oscuro (Figura 8).



Figura 7. Inflorescencia y flor del achiote: (A) inflorescencia con botones florales y flores abiertas, (B) botones florales en el ápice de una inflorescencia y (C) detalle de una flor mostrando los estambres

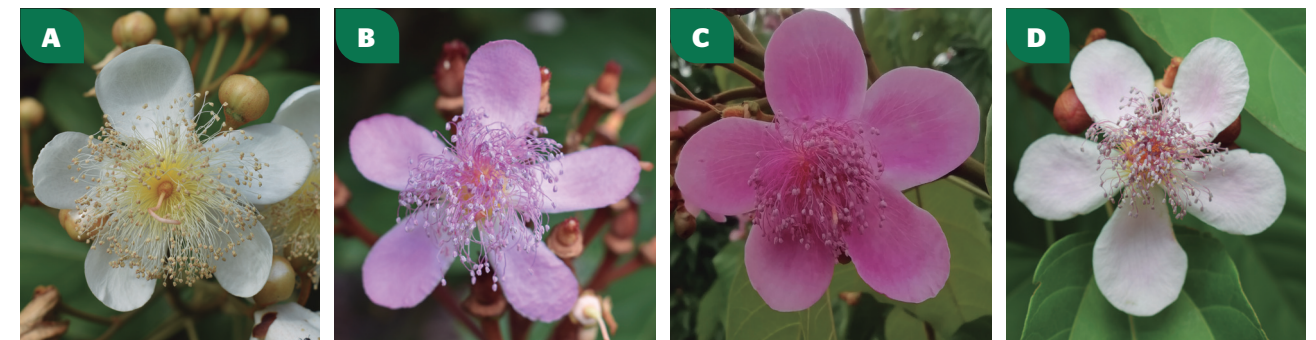


Figura 8. Diversidad del color de los pétalos de la flor del achiote: (A) blanco, (B) lila, (C) rosado y (D) rosado claro

E. FRUTOS

El achiote se caracteriza por tener un fruto tipo cápsula de dos valvas o lóbulos, el cual se seca al madurar y puede ser dehiscente en algunos ecotipos (Figura 9). En la mayoría de frutos la superficie es espinosa, aunque hay algunos que no las tienen o son glabros; y varían en número y densidad.

En las variedades de frutos dehiscentes, cuando las cápsulas maduran, se separan las dos valvas que son delgadas, y en su interior se encuentra la placenta que se prolonga en una membrana blanca adherida a la pared (Queiroga et al., 2022). Por la apertura de las valvas, se dice que la cápsula es loculicida.

A diferencia del achiote no cultivado, los frutos del achiote cultivado son dehiscentes, exponiendo sus semillas a dispersores potenciales estando unidas al arbusto, y es probable que esta dehiscencia sea una consecuencia de la presión de selección por obtener más semillas y pigmento (Moreira et. al, 2015).

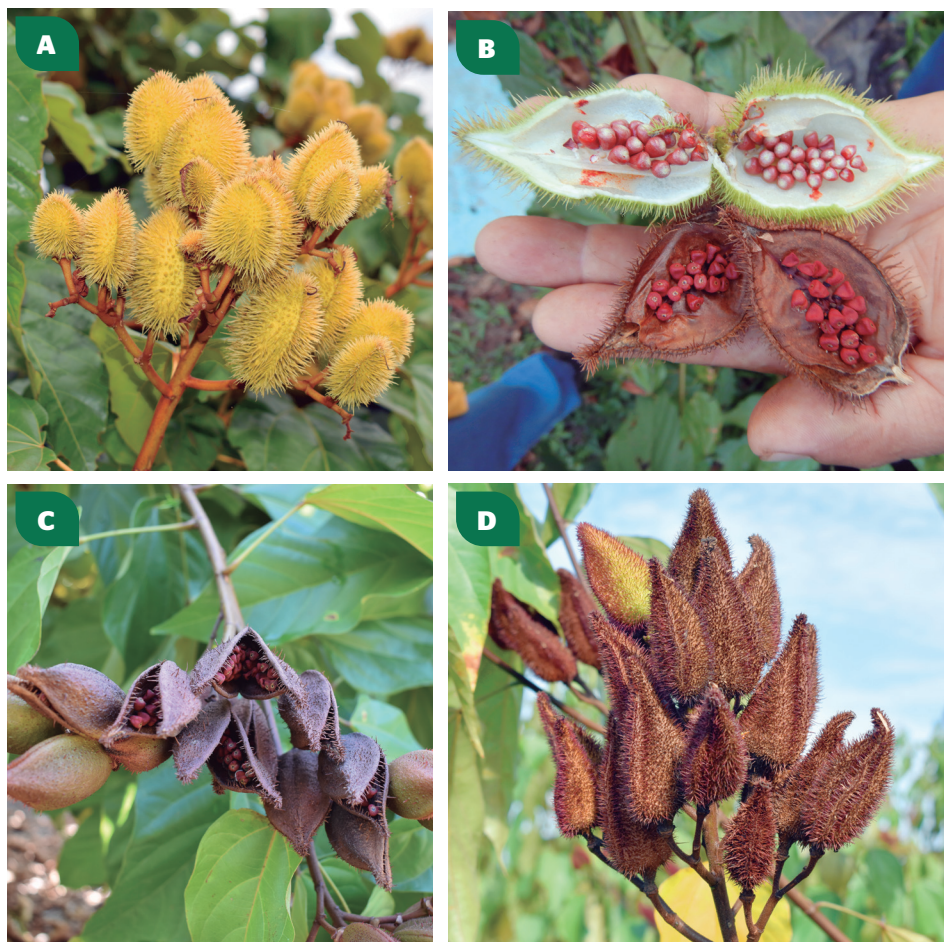


Figura 9. Frutos del achiote: (A) cápsulas inmaduras, (B) cápsula inmadura y madura con las valvas abiertas mostrando las semillas, (C) cápsulas dehiscentes y (D) cápsulas indehiscentes

Los frutos son muy variables en forma y colores (Figura 10), observándose formas hemisféricas, elípticas, lanceoladas, entre otras (Figura 11); y colores que varían de tonalidades rojizas, amarillas y verdes en frutos inmaduros a coloraciones amarronadas cuando maduran y secan.



Figura 10. Diversidad de formas y colores de los frutos del achiote



Figura 11. Formas de los frutos de algunos ecotipos de achiote. De izquierda a derecha: hemisférica, elíptica y lanceolada

F. SEMILLA

A las semillas corresponde el valor económico y comercial del achiote, ya que en sus arilos se encuentra la bixina, compuesto que es utilizado como pigmento natural.

La cantidad de semillas contenidas en las cápsulas (Figura 12) es variable. La mayoría de ecotipos reportados presenta de 40 a 60 semillas por cápsula (INIA, datos no publicados).

Las semillas miden 3.5 a 5 mm de longitud y 2 a 3 mm de diámetro, con una forma piramidal o casi cónica (Queiroga et al., 2022, citando a Oliveira et al., 1996).

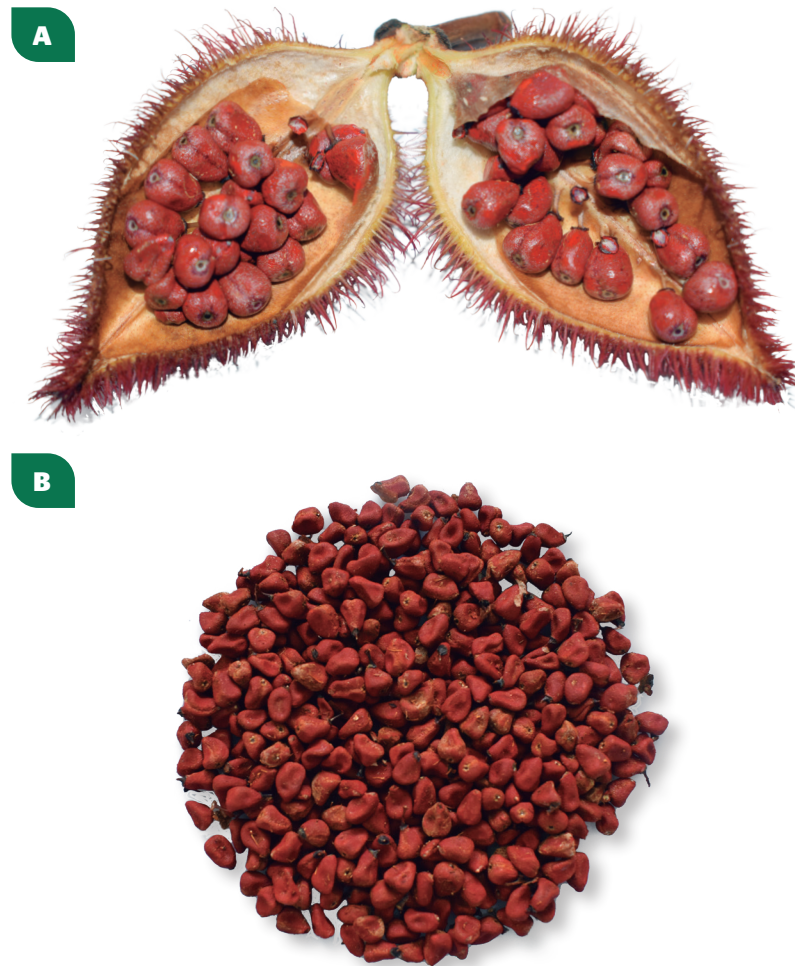


Figura 12. Semillas de achiote: (A) semillas unidas a la placenta de una cápsula madura y (B) semillas extraídas de sus cápsulas



Figura 13. Semillas inmaduras y maduras de achiote: (A) semillas inmaduras mostrando los apéndices que las sujetan a la placenta y (B) semillas maduras

La semilla está unida a la placenta por el extremo angosto mediante apéndices y su color varía de amarillo, anaranjado y rojizo (semilla inmadura), hasta los colores rojo intenso y marrón (semilla madura), con una mancha de color negro en el extremo más ancho (Figura 13) (Queiroga et al., 2022).



5.

FENOLOGÍA DEL CULTIVO

A. EMERGENCIA Y CRECIMIENTO DE LA PLÁNTULA

Las semillas pueden germinar a los tres o cuatro días después de ser cosechadas. La emergencia y desarrollo de las plántulas en condiciones naturales es favorecida por las lluvias en las zonas tropicales. En condiciones de vivero, un sustrato como la arena y un riego continuo favorecen la germinación rápida y la emergencia de las plántulas (Figura 14).



Figura 14. Emergencia de plántulas de achiote en almácigo: (A) Vista de una cama de almácigo, (B) emergencia de una plántula y (C) plántula emergida mostrando sus hojas cotiledonales

B. CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO

Debido a su comportamiento arbustivo se ha observado que el achiote, a los 35 días después de la germinación y emergencia, muestra una formación constante de ramas y hojas nuevas antes del inicio de la formación de botones florales y esto ocurre hasta su máxima expresión vegetativa (Figura 15). La duración del desarrollo vegetativo desde el trasplante hasta el inicio de la formación de los botones florales varía según se trate de plantas precoces, semiprecoces o tardías.



Figura 15. Expresión vegetativa del achiote en dos edades distintas: (A) planta joven a los cuatro meses posteriores al trasplante y (B) planta de ocho años

C. FORMACIÓN DE BOTONES FLORALES (“BOTONEO”)

En este estado, las yemas axilares (terminales) de las ramas empiezan a diferenciarse dando lugar a la formación de botones florales (Figura 16).



Figura 16. Formación de botones florales en achiote: (A) vista general de una planta con botones florales, (B) tercio superior de la planta con botones florales y (C) inflorescencia con botones florales

D. FLORACIÓN

Los tiempos de floración y maduración del achiote varían según la latitud y la temperatura de la zona, siendo más temprano en las regiones más cálidas. En Perú, en condiciones naturales, florece principalmente en la época de lluvias.

La floración se caracteriza por no ser sincronizada, por durar aproximadamente 3 a 4 meses, por el inicio de la apertura de flores entre las 4 y las 5 de la mañana, por la breve viabilidad de los granos de polen, que es de 10-11 horas, y por la polinización entomófila, realizada en ambientes naturales principalmente por abejas y mariposas (Bonilla, 2009).

La floración es escalonada, ya que las flores ubicadas en el tercio superior de la planta tienden a abrir primero y las ubicadas en el tercio inferior se abren después (Arce, 1984). Asimismo, Umadevi et al. (2020) señalan que el momento de floración es determinado por componentes genéticos endógenos, además de diferentes factores ambientales como la duración del día, la temperatura y el estrés.

El caracter no sincronizado de la floración es ilustrado en las Figuras 17 y 18.



Figura 17. Floración en el tercio medio de una planta de achiote



Figura 18. Planta de achiote en floración

E. FRUCTIFICACIÓN

La fructificación empieza al final de la estación húmeda y, como la floración, no es sincronizada (Figura 19). En esta etapa, los árboles pueden aparentar un comportamiento caducifolio, ya que algunas de las hojas se vuelven quebradizas, se tornan amarillas y caen. Cuando están inmaduros, los frutos son suaves al tacto, pudiéndose presionar con facilidad. A medida que los frutos maduran, las cápsulas se endurecen y las valvas comienzan a abrirse (dehiscencia).



Figura 19. Planta de achiote en máxima fructificación

F. MADURACIÓN DE FRUTOS

Es la etapa final del estado reproductivo de la planta. Las cápsulas pierden contenido de agua y se secan. Al igual que la floración, la maduración de los frutos es escalonada e incluso en un racimo se pueden observar frutos maduros e inmaduros (Figuras 20-A y 21). Es por esta razón que el momento de inicio de cosecha es determinado por la presencia de un punto oscuro en la semilla cuando la cápsula se abre (Figura 20-B).

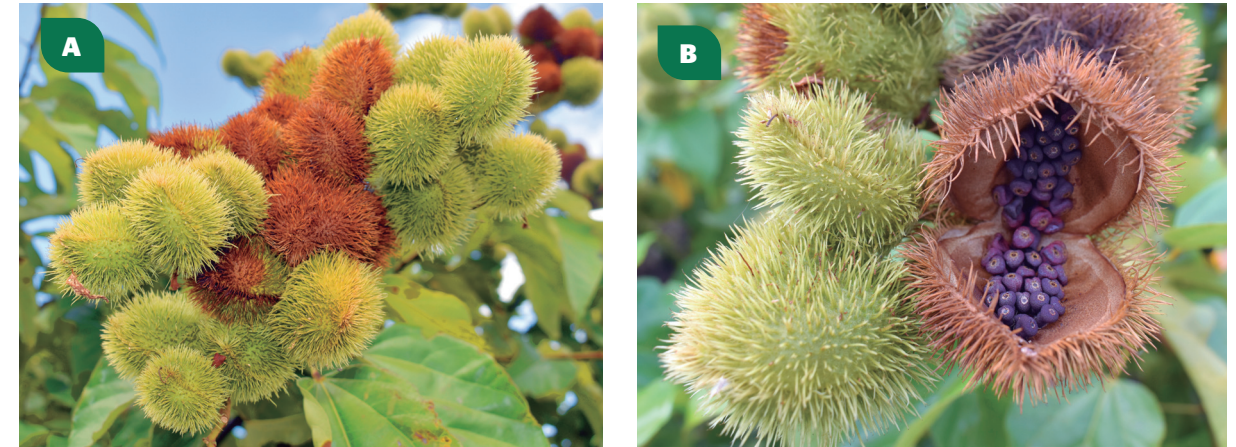


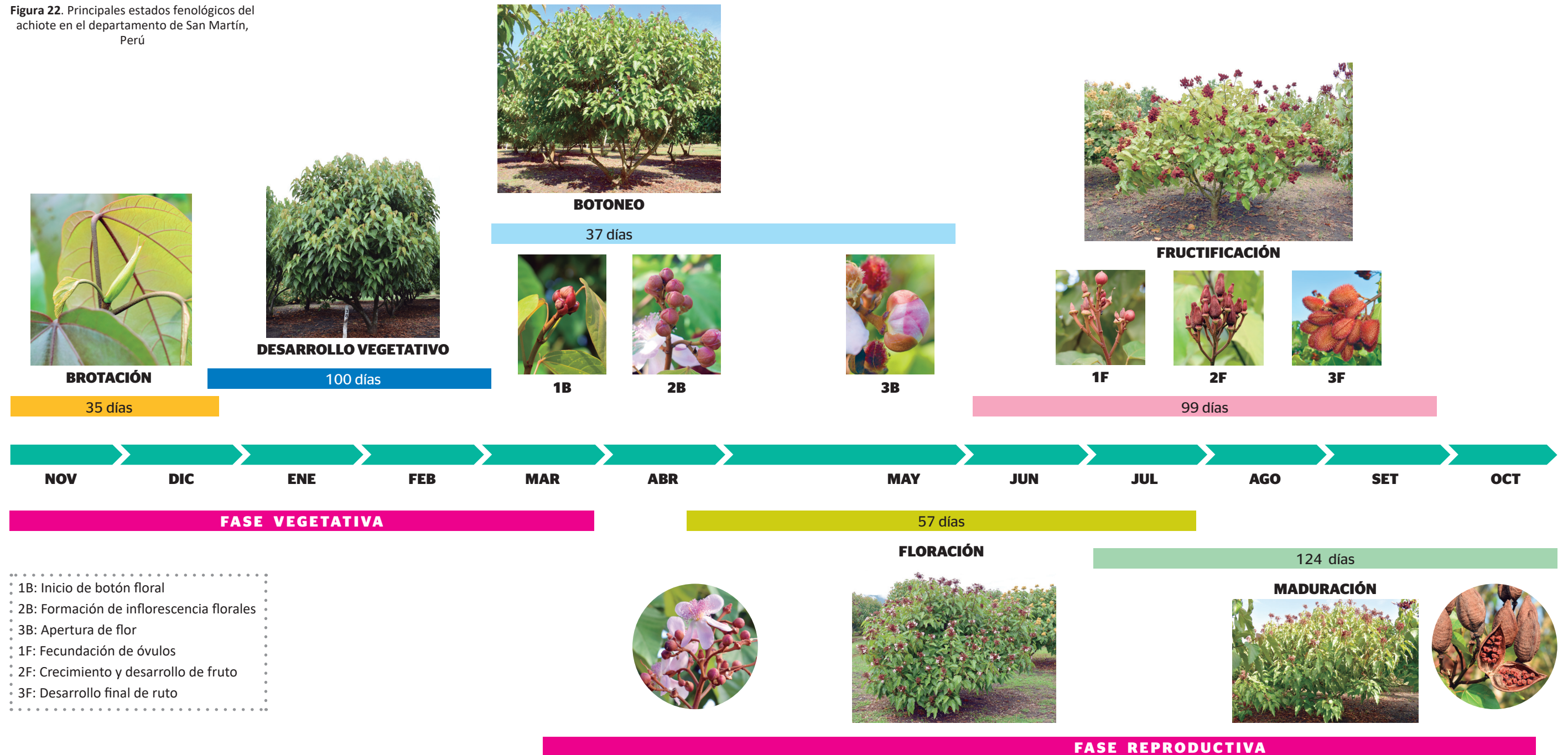
Figura 20. Maduración de frutos del achiote: (A) racimo con frutos maduros e inmaduros y (B) cápsula abierta que permite observar el punto de inicio de cosecha

La madurez del fruto toma alrededor de 80-95 días contados desde la polinización hasta la dehiscencia del fruto (Umadevi et al., 2020).



Figura 21. Maduración escalonada de frutos del achiote

Figura 22. Principales estados fenológicos del achiote en el departamento de San Martín, Perú



6.

REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

A. ECOLOGÍA Y CLIMA

La gran variabilidad genética de esta especie hace posible su adaptación a diferentes altitudes y climas. Prospera en altitudes desde 100 m s. n. m. hasta 1400 m s. n. m. (Figura 23), en climas húmedos y lluviosos con temperaturas entre 20 °C y 38 °C, aunque algunos ecotipos pueden tolerar temperaturas más frías pero sin heladas (Bonilla, 2009; Arce, 1999). Queiroga et al. (2022) señalan que en altitudes superiores a los 800 m s. n. m. la producción disminuye y la susceptibilidad a enfermedades y daño por frío se incrementa.



Figura 23. Plantación de achiote en el Distrito Codo del Pozuzo, Huánuco, a 336 m s. n. m.

La humedad relativa adecuada oscila entre el 60 % y 80 %. Cuando ésta supera el 80 %, puede favorecer la aparición de enfermedades causadas por hongos como la oidiosis (Bonilla, 2009).

Las lluvias son de gran importancia en el desarrollo y la productividad, y es deseable como mínimo 1200 mm de agua distribuidos a lo largo del año (Ferreira-Filho, 2018). Espacios de tiempo sin precipitación mayores a los 3 meses pueden ocasionar interrupción en el crecimiento y defoliación, sin embargo, luego de la primera lluvia suele recuperarse rápidamente (Hernández et al., 1988).

Requiere buena luminosidad distribuida uniformemente sobre el dosel para lograr una floración y fructificación uniforme, requiriendo 10 horas de luz por día (Bonilla, 2009).

El sistema radicular le permite tolerar fuertes vientos; sin embargo, en regiones con vientos huracanados y continuos pueden perjudicar la floración y causar daños en la planta (Bonilla, 2009).

Durante la estación seca es más notoria la caída natural de las hojas (Arce, 1999).

B. SUELO

El achiote se adapta a suelos franco arenosos y arcillosos, e incluso prospera en suelos de escasa fertilidad con buen drenaje (Young, 1998).

Los suelos óptimos son los de textura franca, con una profundidad mayor que 0.9 m, siendo ideal la profundidad de 3 m, con pendientes menores que 5 %, con buen drenaje y pH entre 4.3 y 8.7 (Bonilla, 2009), aunque también se ha afirmado que el pH óptimo está entre 5.5 y 6.5 (Arce, 1999).





7.

MANEJO DEL VIVERO

A. INSTALACIÓN DE SOMBRA

El cultivo de achiote en la etapa de desarrollo temprano necesita un ambiente con sombra que le permita desenvolverse adecuadamente, sobre todo bajo condiciones climáticas de altas temperaturas. Con esta finalidad, es necesario que el vivero cuente con sombra o se instale, utilizando malla raschel de 50 % o 70 % de sombra.

B. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

El sustrato que se prepara para la siembra en bolsas de polietileno y el repique está compuesto por tierra agrícola y arena en la proporción de 3:1. Las bandejas pueden ser de 50 celdas con capacidad aproximada de 53 cm³ de sustrato. Las bolsas son generalmente de polietileno, de color negro y con fuelle, de preferencia de 25 cm de diámetro y 30 cm de profundidad. Por su fácil manejo y ahorro de espacio, también se pueden usar camas almacigueras con sólo arena lavada de río como sustrato. Para evitar problemas fitosanitarios durante la etapa de vivero, el sustrato puede ser esterilizado en autoclave.

C. SIEMBRA

La propagación sexual o por semillas es la forma más usual de propagar el achiote por ser más fácil, rápida y económica que la propagación vegetativa. Sin embargo, la propagación por semillas presenta un problema de baja germinación, debido a la dormancia impuesta por el tegumento que tiene relación con el peso, ya que las semillas más pesadas son de calidad superior pero también presentan mayor incidencia de dormancia (Queiroga et al., 2022).

La siembra indirecta es la práctica más común en el establecimiento de un cultivo de achiote y puede realizarse de tres maneras, mediante germinación previa en bolsas de polietileno, en bandejas germinadoras o en camas almacigueras.

La germinación ocurre entre los 5 a 21 días después de la siembra, a los cuales se debe añadir unos días más para poder identificar y seleccionar las plantas más vigorosas para el repique o desahije según sea el caso, que consiste en tomar las plántulas que muestren el mejor desarrollo y tamaño, para luego trasplantarlas a bolsas almacigueras.

Para contar con plántulas sanas y vigorosas que se puedan adaptar al campo definitivo y a las condiciones climáticas, son importantes las labores de desmalezado, riego oportuno y separación de plantas enfermas o con presencia de daño por plagas.

Germinación en bandejas y repique

Se recomienda sembrar dos semillas por celda en bandejas germinadoras de 50 celdas con capacidad aproximada de 53 cm³, a 1 cm de profundidad.

Cuando las plántulas desarrollen el segundo par de hojas, es recomendable realizar el repique de plántulas seleccionadas a bolsas de polietileno. El uso de estas bandejas permite brindar mejores condiciones de crecimiento a las plántulas.

Germinación en bolsas y desahije

Consiste en sembrar tres o cuatro semillas por bolsa en bolsas de polietileno, a 1 cm de profundidad y después realizar un desahije para dejar una sola planta por bolsa.

Germinación en cama de almacigo y repique

Las camas almacigueras pueden ser de longitud variable, dependiendo de la disponibilidad de espacio; sin embargo, el ancho recomendado es de 1 m, ya que facilitará las labores de mantenimiento y observación de las plántulas, así como del riego.

En este tipo de siembra, se realizan surcos de 1 cm de profundidad donde se colocarán las semillas a “chorro continuo”, es decir, se esparcen de manera lineal y continua a lo largo del surco. Posteriormente, serán cubiertas con el sustrato (Figura 24).



Figura 24. Siembra de achiote en cama almaciguera: (A) preparación de surcos y (B) siembra a “chorro continuo”

En condiciones de producción, las plántulas permanecen en el vivero hasta 10 días después de la emergencia, aproximadamente; momento en el que se realiza el repique a bolsas almacigueras de las plantas más vigorosas después de una primera selección (Figura 25).



Figura 25. Uso de bolsas de vivero en la siembra indirecta de achiote: (A) llenado de bolsas con sustrato y (B) bolsas con plantas repicadas

D. RIEGO

Los riegos en esta etapa se realizan con una frecuencia de dos a tres veces por semana luego de sembradas, pudiendo variar dependiendo de las condiciones climáticas. Para mayor practicidad, se puede regar con regadora manual. Se debe mantener una humedad de 40 % en el sustrato, ya que si la humedad es menor, la germinación puede retardarse.

E. ABONAMIENTO

Con la finalidad que los plántulas se desarrollen de forma óptima y posean el vigor adecuado para el trasplante a campo definitivo se puede realizar la fertilización foliar con productos ricos en nitrógeno, usando la dosis recomendada por el fabricante del producto.

F. APLICACIONES FITOSANITARIAS

Se recomienda la observación de insectos cortadores y se puede realizar la aplicación de extractos naturales de plantas que han demostrado control eficiente como hojas de neem, jabón potásico, hojas de tomate, entre otros.

8.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

8.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

En las condiciones de la selva amazónica, las plantaciones de achiote deben establecerse preferentemente en bosques secundarios o “purmas”, después de cultivos de maíz o yuca, que son de subsistencia; aunque también pueden ser asociadas con otros cultivos que pueden estar abandonados o presentar algún tipo de intervención, o asociadas con cultivos permanentes que no proyecten sombra como banano, café, entre otros (Hernández et al., 1988). Es recomendable realizar un análisis del suelo antes de empezar la preparación del terreno, de esta manera se podrá ajustar la disponibilidad de nutrientes minerales necesarios para el desarrollo de las plantas. Además, esta preparación del terreno debe ser planificada y debe iniciarse luego de la instalación de semillas en el vivero, para que las plantas estén listas para el trasplante y el área esté disponible (Ferreira-Filho, 2018).

Limpieza del campo: Esta actividad tiene como intención retirar o eliminar la vegetación presente en el área que se quiere aprovechar, como malezas agresivas y algunas especies arbóreas.

Las condiciones edáficas, la topografía, la ubicación y el área del terreno son aspectos principales para elegir las maquinarias o equipos adecuados en la limpieza. En el departamento de San Martín se observa el uso de sierras eléctricas para eliminar o cortar vegetación arbórea no deseada y moto guadañas para cortar malezas y/o vegetación presente.

Arado o labranza y rastreo: Estas labores se realizan para romper la capa superficial del terreno a sembrar y facilitar el establecimiento de las raíces, además de ayudar a la incorporación de materia orgánica al suelo.

Se recomienda realizar el arado a una profundidad de 30 cm aproximadamente, y completar la preparación del suelo con el rastreo, cuyo objeto es romper terrones y homogeneizar la superficie a 20 cm de profundidad (Ferreira-Filho, 2018). Además, cuando el terreno presenta pendientes menores al 25 %, se recomienda una pasada superficial de rastra en la época de lluvias, para asegurar la sobrevivencia y desarrollo de las plantas.

El tipo de arado y rastra más utilizados en el departamento de San Martín son los de discos debido a que los suelos, al ser arcillosos, tienden a ser compactos.

Trazado y poceado: Una vez limpio el terreno, se procede a marcar teniendo el distanciamiento deseado entre hileras y plantas. En general, se hacen pequeñas pozas u hoyos donde se ubicarán las plantas provenientes del vivero. La dimensión aproximada del hoyo usualmente es de 0.20 m de diámetro y de 0.40 m profundidad.

Los hoyos o pozas pueden hacerse manualmente, con perforadores de suelo o surcadores (Ferreira-Filho, 2018).

De acuerdo con Carreira et al. (2022), la elección del distanciamiento está relacionada con la variedad, el tipo de suelo y el sistema de cultivo (en seco o con riego), siendo los distanciamientos más usados 6 x 4 m y 6 x 5 m; sin embargo, otros autores, citados por la misma fuente, mencionan que el distanciamiento depende del clima de la región y del sistema de producción elegido y puede ser de 7 x 4 m, 7 x 3 m, 7 x 2 m, 5 x 5 m, 4 x 5 m y 4 x 4 m. En nuestro país, el distanciamiento más utilizado es de 3 m entre plantas y 4 m entre filas (Figura 26), lo que determina una densidad de cultivo de 833 plantas por hectárea.

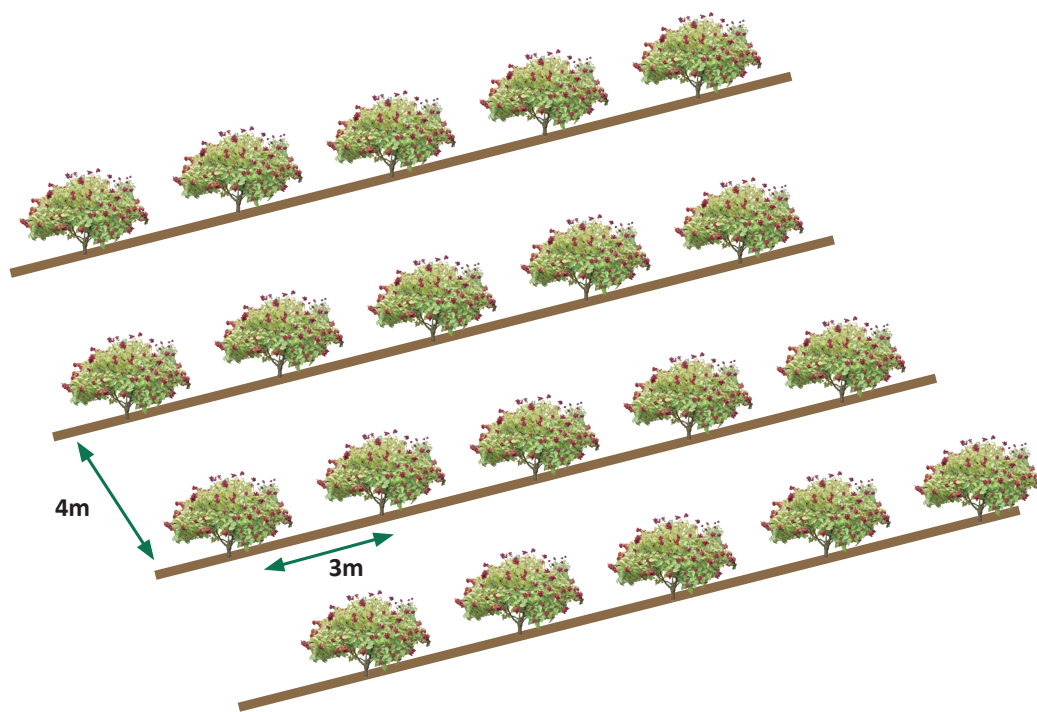


Figura 26. Distanciamientos usados en la plantación de achiote en la EEA El Porvenir, departamento de San Martín

En San Martín el achiote cultivado no presenta surcos de riego por ser una planta perenne y cubrir sus necesidades de agua a través de las lluvias, sólo se construyen canales de drenaje para evitar encharcamiento.

8.2 TRASPLANTE

El trasplante a campo definitivo se realiza entre los 3 a 4 meses después del repique (Figura 27). Queiroga et al. (2022) recomiendan hacerlo coincidir con la estación lluviosa para facilitar el establecimiento de las plantas y que la altura adecuada de los plantones para el trasplante sea de 20-30 cm, ya que aquellos de mayor tamaño no son recomendados porque el sistema de raíces puede verse afectado. Asimismo, mencionan que el tallo debe quedar al mismo nivel de profundidad que tenía en la bolsa, las raíces no deben doblarse durante el trasplante y debe ser rápido para evitar cualquier daño a las raicillas al retirar la bolsa de vivero.



Figura 27. Plantones de achiote en bolsas de vivero a los tres meses posteriores al repique

Luego del trasplante se observa el desarrollo y prendimiento de las plantas en campo. En caso existan plantas defectuosas o muertas, se realiza el recalce con otras plantas del vivero. Una plantación definitiva puede durar varios años (Figura 28).



Figura 28. Plantación de achote de 10 años



9.

MANTENIMIENTO DEL CULTIVO

A. PODAS

Por su comportamiento arbustivo, las podas constituyen una de las labores culturales más importantes de este cultivo y son decisivas en la obtención de rendimientos altos.

Las podas facilitan el manejo en campo, desde el crecimiento y formación del follaje hasta la cosecha. Asimismo, promueve la formación constante de hojas, reduciendo el tiempo de brotación y favoreciendo al rendimiento final.

Las podas que no se realicen oportunamente pueden ocasionar la ruptura de la rama principal o secundarias por el peso de las numerosas cápsulas ubicadas al final de las mismas; lo que conllevaría la entrada de patógenos e insectos que puedan dañar a la planta (Figura 29).



Figura 29. Podredumbre ocasionada por ruptura de tallo y presencia de lluvias en achiote

Poda de formación

Se realiza en el primer año de establecimiento en campo, después de la primera cosecha. Se eliminan los tallos adventicios (chupones) y se deja un solo tallo principal (Figura 30).



Figura 30. Poda de formación en achiote después de la cosecha: (A) corte de “chupones” y (B) planta al término de la poda

Poda de mantenimiento o “deschuponado”

Se realiza para eliminar brotes basales o “chupones” durante el año (Figura 31), evitando la pérdida de nutrientes. Es recomendable realizar esta labor durante los primeros 3 años después del establecimiento del cultivo. Es una práctica que se puede realizar en cualquier estadio de la planta.



Figura 31. Poda de mantenimiento en plantas de achiote: (A) planta con chupones basales y (B) plantas después de la poda

Poda de rejuvenecimiento

En cultivares de porte alto es recomendable realizar esta poda para evitar que las plantas sean muy altas, lo que dificulta la cosecha y las aplicaciones foliares. Se realiza a los cuatro o cinco años y consiste en cortar el árbol severamente, dejando los brotes nuevos (Figura 32).



Figura 32. Poda de rejuvenecimiento de una planta de achiote

B. CONTROL DE MALEZAS

Como actividades periódicas están el desmalezado químico o mecánico con la aplicación de herbicida a base de glifosato o glufosinato de amonio (4-6 L/ha) o la utilización de motoguadaña (Figura 33).



Figura 33. Control de malezas en la plantación de achiote: (A) control mecánico y (B) control químico

C. RIEGO

Es preciso señalar que en el departamento de San Martín el cultivo se desarrolla bajo secano y está sujeto a condiciones climáticas, principalmente a lluvias esporádicas que ocurren estacionalmente.

El achote puede tolerar la falta de agua por menos de cuatro meses y no tolera el encharcamiento permanente, por lo que es necesario construir un sistema de drenaje en terrenos con este problema (Queiroga et al., 2022).

D. FERTILIZACIÓN

Por su amplia adaptación, el achote no es exigente en nutrientes, pero la fertilización oportuna según la etapa de crecimiento, especialmente con micronutrientes, puede mejorar la producción.

En la fase inicial de crecimiento, la aplicación adicional de nutrientes tales como calcio, nitrógeno, potasio, entre otros, es de suma importancia; ya que, la calidad de las semillas que se obtengan se relaciona directamente con el contenido de bixina producida (Carreira, 2022, citando a Rebouças et al., 2006).

Es recomendable realizar un análisis de suelos previo a la fertilización de cada campaña para poder determinar la dosis adecuada que la plantación necesita. Para las condiciones de selva alta se utiliza urea, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio. El mecanismo de aplicación se realiza con el apoyo de una herramienta conocida como “tacarpo”, especie de estaca con punta en la parte basal para hacer hoyos en el suelo, hecha de troncos delgados. Alrededor de cada planta se hacen 4 hoyos —como mínimo— tomando en cuenta que se hagan en paralelo al tamaño de la copa del árbol (Figura 34). La cantidad de fertilizante destinada por planta es dividida entre el número de hoyos que se hicieron y se aplica uniformemente en los mismos.

Durante el desarrollo vegetativo, por lo general, se pueden realizar aplicaciones de fertilizantes foliares que contengan nitrógeno, fósforo y potasio, como aquellos formulados como 20-20-20. Se puede utilizar la dosis recomendada por el fabricante o una dosis genérica de 1.5 kg/ha en 200 L de agua.

Durante la floración y la fructificación, es recomendable aplicar abonos foliares que contengan micronutrientes, como los ácidos húmicos, que aportan elementos como hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), zinc (Zn), entre otros. Se puede utilizar la dosis recomendada por el fabricante del fertilizante foliar o una dosis en pulverización foliar de 100-200 g en 100 L de agua. Después de la cosecha y de las podas, se recomienda volver a aplicar fertilizantes foliares con macronutrientes para favorecer la formación de los nuevos brotes vegetativos.

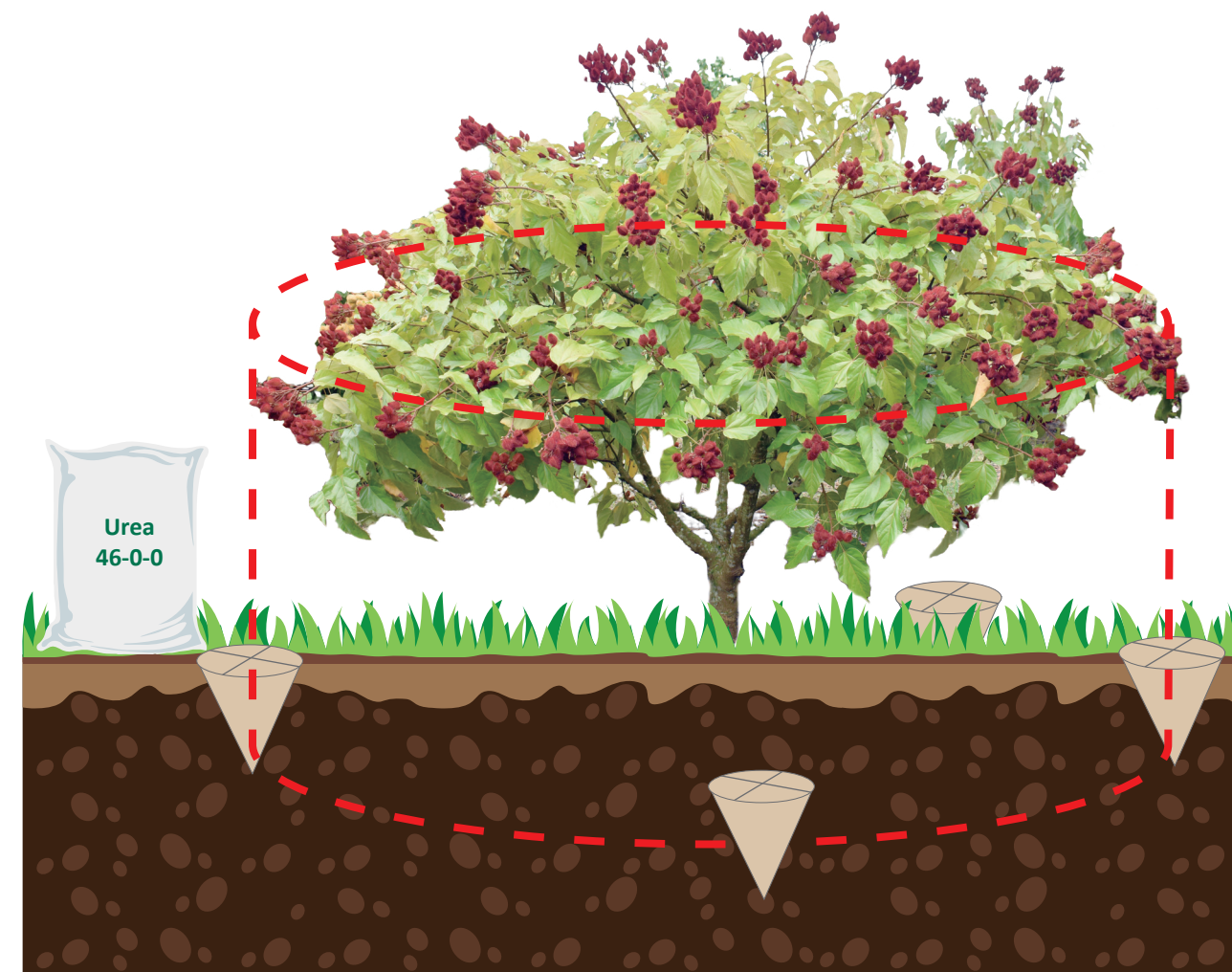


Figura 34. Representación gráfica de la fertilización edáfica de achote

Es importante que la aplicación de fertilizantes foliares cubra la parte externa e interna de la copa para una mejor absorción del producto (Figura 35).



Figura 35. Fertilización foliar en achote: (A) aplicación en la parte superior y exterior de la copa y (B) aplicación en la parte interna de la copa





10.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para lograr un buen manejo del cultivo y reducir las probabilidades de ataque de plagas y aparición de enfermedades es importante la observación y el monitoreo en campo.

A. PLAGAS

Las plagas registradas que se presentan normalmente no superan el umbral de daño económico, por lo que no suele utilizarse ningún tipo de control. Las más frecuentes son mencionadas a continuación.

Chinches patas de hoja (*Leptoglossus zonatus*)

Los adultos de esta familia se alimentan de los frutos en formación con su aparato bucal perforador-chupador, succionando los jugos de los frutos, lo que ocasiona daño en la superficie del fruto, siendo la puerta de entrada a infecciones por hongos o bacterias (Prom y Perumal, 2008).

Los daños se observan principalmente en frutos en desarrollo. Se presentan manchas negras en la superficie de los frutos en formación, inhibiendo su desarrollo normal. Las manchas negras generalmente se abren dejando al descubierto las semillas, provocando que estén expuestas a agentes externos (Figura 36).

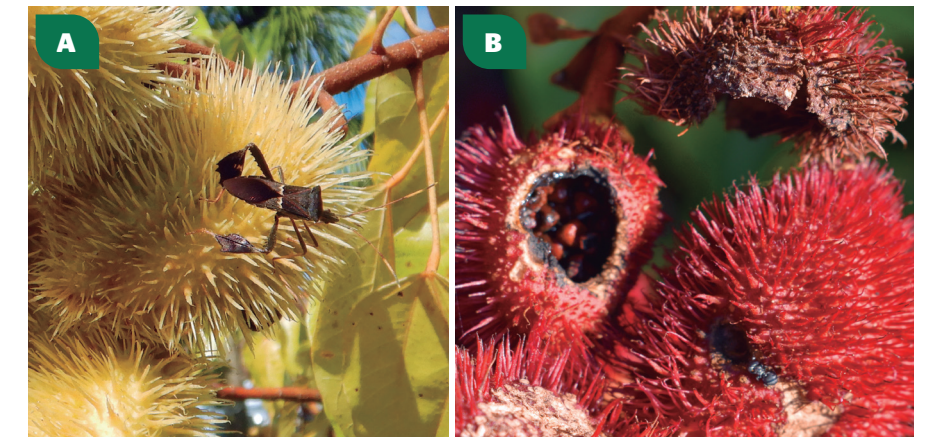


Figura 36. Chinches patas de hoja (*L. zonatus*) en achiote: (A) adulto sobre una cápsula y (B) daño en una cápsula

Hormigas cortadoras de hojas (*Atta spp.*)

Provocan defoliación en cualquier etapa del desarrollo de la planta (Figura 37) y en plantas pequeñas puede ser total, provocando retraso en el crecimiento.



Figura 37. Hojas de achote dañadas por hormigas cortadoras (*Atta spp.*)

Araña roja (*Tetranychus spp.*)

Es un ácaro que forma colonias en el envés de las hojas, donde succiona el contenido de las células superficiales y la hoja se torna de color marrón a grisáceo. Se presenta en etapas críticas cuando la temperatura ambiental es muy alta y el riego es mínimo.

B. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE ACHIOTE

Oidiosis (*Oidium bixae*)

Es un hongo que produce un polvo blanco que cubre la superficie del tallo, hojas, yemas terminales y frutos de la planta (Figura 38). Este hongo impide el desarrollo de la inflorescencia. En épocas lluviosas, es importante observar la presencia de este patógeno. Las aplicaciones preventivas con extractos naturales de plantas, como el aceite de neem y azufre en polvo, deben dirigirse a todo el follaje, mojando completamente el haz y el envés de las hojas, así como el tallo y las ramas. Las aplicaciones realizadas cuando ya se observan signos, deben dirigirse a las partes afectadas.



Figura 38. Oidiosis del achote (*O. bixae*): (A) infección en fruto, (B) infección en hoja y (C) planta con más de 50 % de hojas infectadas



11.

COSECHA Y POSCOSECHA

En la producción con fines comerciales es importante que los racimos se cosechen cuando aún no se hayan abierto las cápsulas a causa de la dehiscencia (Figura 39). Al respecto, se recomienda iniciar la cosecha manual de los racimos cuando alrededor de los $\frac{3}{4}$ de los frutos estén maduros, lo que ocurre mayormente entre los 110-120 días después de la apertura de las flores (Queiroga et al., 2022, citando a Franco, 2006). También se ha indicado que el momento ideal para cosechar se da cuando la planta presenta el 20 % de los racimos secos (Ferreira-Filho, 2018).



Figura 39. Cosecha de racimos de achote: (A) momento de cosecha óptimo, antes de la dehiscencia de los frutos y (B) momento de cosecha no óptimo, después de la dehiscencia de los frutos

La cosecha de racimos es manual, cortándolos en estado óptimo de cosecha con ayuda de tijeras de podar (Figura 40-A). Se procura que las cápsulas de los racimos no se abran, así las semillas no serán expuestas al ambiente. Los racimos que se van cosechando son colocados sobre mantas de polipropileno (Figura 40-B), los cuales son transferidos a sacos del mismo material, para luego ser trasladados a un área de almacenamiento donde la luz no pueda afectar a la coloración de las cápsulas y, por ende, a las semillas.



Figura 40. Cosecha de achiote: (A) labor de cosecha y (B) acopio de racimos cosechados en mantas de polipropileno

Es importante tener en cuenta que al momento de la cosecha pueden haber algunos racimos que no hayan terminado de secar totalmente, en tal caso, esos racimos se colocarán de manera extendida sobre mantas en el área de almacenamiento evitando que la humedad presente en las cápsulas favorezca el desarrollo de hongos.

En el trópico del departamento de San Martín se obtienen rendimientos promedio de 500 a 700 kg/ha de grano seco en la primera campaña, la tercera campaña entre 750 a 2500 kg/ha y la quinta campaña de 1200 a 2800 kg/ha (Manco, 2009).

Trillado, limpieza y selección

En zonas productoras la obtención de una máquina trilladora es primordial para que las semillas que sean obtenidas tengan la mejor calidad posible (figura 41).



Figura 41. Trilla mecanizada de achiote: (A) labor de trillado con máquina trilladora y (B) semillas resultantes del proceso de trillado

Posterior a la trilla, las semillas pasan por un proceso de limpieza mediante el uso de una máquina venteadora de granos para eliminar restos de cáscaras, pedúnculos y ramillas (Figura 42).



Figura 42. Viento de semillas de achiote

Luego, de manera manual se descartan aquellas semillas que muestren algún signo de deterioro como semillas partidas, deshidratadas, con daño por insectos u hongos, con necrosis, entre otros (figura 43).

Las semillas seleccionadas son guardadas en bolsas de papel Kraft para que la luz no afecte su coloración, y se almacenan en un lugar a temperatura ambiente. En el caso que se quiera evaluar la concentración del pigmento en las semillas, su almacenamiento dependerá de las recomendaciones emitidas por el laboratorio donde serán enviadas las muestras.



Figura 43. Selección de semillas de achiote

12.

COSTOS DE PRODUCCIÓN



N°	ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)	TOTAL (S/)
1.	COSTOS DIRECTOS					2073.00
1.1.	Mano de obra					720.00
1.1.1.	Preparación de Cama de Almácigo					240.00
	Preparación de sustrato y embolsado	Jornal	6	40.00	240.00	
1.1.2.	Labores culturales					280.00
	Limpieza del vivero	Jornal	1	40.00	40.00	
	Observación y separación de plantines enfermos	Jornal	1	40.00	40.00	
	Desinfección de sustrato	Jornal	1	40.00	40.00	
	Riegos	Jornal	3	40.00	120.00	
	Instalación de sombra	Jornal	1	40.00	40.00	
1.1.3.	Siembra y repique					160.00
	Desinfección de semilla y siembra	Jornal	2	40.00	80.00	
	Repique	Jornal	2	40.00	80.00	
1.1.4.	Control fitosanitario					40.00
	Aplicación de insecticida y fungicida	Jornal	1	40.00	40.00	

1.2. Insumos					803.00
1.2.1. Semilla					3.00
Semilla	Kilo	0.15	20.00		3.00
1.2.2. Control fitosanitario					420.00
Fungicida	Litro	1	150.00		150.00
Abono foliar orgánico	Litro	2	70.00		140.00
Insecticidas	Litro	1	130.00		130.00
1.2.3. Otros					380.00
Bolsas de polietileno	Unidad	1000	0.15		150.00
Herramientas varias					120.00
Combustible	Galón	5	22.00		110.00
1.3. Equipos					550.00
Mochila pulverizadora	Unidad	1	550.00		550.00
2. COSTOS INDIRECTOS					211.65
2.1. Gastos administrativos	Unidad	1	15 % MO		108.00
2.2. Otros gastos	Unidad	1	5 % CD		103.65
TOTAL					2284.65

Tabla 2. Costos de producción de plantines de achiote por hectárea de vivero para la campaña 2022

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)	TOTAL (S/)
1.	COSTOS DIRECTOS					12472.00
1.1.	Mano de obra					4340.00
1.1.1.	Preparación de terreno					1900.00
	Arado	Hora/máq	3	150.00	450.00	
	Rastra (2)	Hora/máq	3	150.00	450.00	
	Surcado	Hora/máq	1	150.00	150.00	
	Poceado	Jornal	10	40.00	400.00	
1.1.2.	Instalación en campo					640.00
	Trasplante de plántones	Jornal	15	40.00	600.00	
	Recalce	Jornal	1	40.00	40.00	
1.1.3.	Labores culturales					1360.00
	Fertilización (1)	Jornal	4	40.00	160.00	
	Deshierbos (8)	Jornal	24	40.00	960.00	
	Podas de limpieza (2)	Jornal	6	40.00	240.00	
1.1.4.	Control fitosanitario					320.00
	Aplicación de insecticida y fungicida	Jornal	2	40.00	80.00	
	Aplicación de herbicida (3)	Jornal	6	40.00	240.00	
1.1.5.	Transporte					120.00
	Acarreo de plántones	Jornal	3	40.00	120.00	

1.2. Insumos						4040.00
1.2.1. Agroquímico						3200.00
Fungicidas	Litro	5	150.00	750.00		
Abonos foliares	Litro	5	70.00	350.00		
Insecticidas	Litro	5	130.00	650.00		
Urea	Saco	1	540.00	540.00		
Superfosfato triple	Saco	1	250.00	250.00		
Cloruro de potasio	Saco	1	260.00	260.00		
Herbicidas	Litro	8	50.00	400.00		
1.2.2. Otros						840.00
Herramientas varias				200.00		
Materiales varios				200.00		
Combustible	Galón	20	22.00	440.00		
1.3. Equipos						4050.00
Mochila pulverizadora	Unidad	1	550.00	550.00		
Moto guadaña	Unidad	1	3500.00	3500.00		
1.4. Transporte						132.00
Acarreo de plántones	Galón	6	22.00	132.00		
2. COSTOS INDIRECTOS						1239.10
2.1. Gastos administrativos	Unidad	1	15%MO	651.00		
2.2. Otros gastos	Unidad	1	5%CD	588.10		
TOTAL						13 811.00

Tabla 3. Costos de establecimiento de una hectárea de achote para la campaña 2022

N°	ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)	TOTAL (S/)
1. COSTOS DIRECTOS						6990.00
1.1. Mano de obra						2920.00
1.1.1. Labores culturales						1600.00
	Fertilización (1)	Jornal	4	40.00	160.00	
	Deshierbos (8)	Jornal	24	40.00	960.00	
	Podas de limpieza (2)	Jornal	6	40.00	240.00	
	Podas de formación	Jornal	6	40.00	240.00	
1.1.2. Control fitosanitario						640.00
	Aplicación de insecticida y fungicida	Jornal	2	40.00	80.00	
	Aplicación de herbicida (3)	Jornal	6	40.00	240.00	
1.1.3. Cosecha y poscosecha						680.00
	Recojo de racimos	Jornal	30	40.00	120.00	
	Secado de cápsulas y trilla	Jornal	10	40.00	400.00	
	Selección de semilla	Jornal	4	40.00	160.00	
1.2. Insumos						3940.00
1.2.1. Agroquímicos						3200.00
	Fungicidas	Litro	5	150.00	750.00	
	Abonos foliares orgánicos	Litro	5	70.00	350.00	
	Insecticidas	Litro	5	130.00	650.00	
	Urea	Saco	1	540.00	540.00	
	Superfosfato triple	Saco	1	250.00	250.00	
	Cloruro de potasio	Saco	1	260.00	260.00	
	Herbicidas	Litro	8	50.00	400.00	
1.2.2. Otros						840.00
	Herramientas varias				100.00	
	Materiales varios				300.00	
	Combustible	Galón	20	22.00	440.00	
1.3. Transporte						132.00
	Transporte de cosecha	Galón	6	22.00	132.00	
2. COSTOS INDIRECTOS						752.10
2.1. Gastos administrativos	Unidad	1	15%MO	438.00		
2.2. Otros gastos	Unidad	1	5%CD	314.10		
TOTAL						7744.10

Tabla 4. Costos de mantenimiento de una hectárea de achote en campo definitivo al primer año

13.

REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

Arce, J. A. (1984). *Caracterización de 81 plantas de achiote (Bixa orellana L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala y propagación vegetativa por estacas* (Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica). Repositorio institucional del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4570>

Arce, J. (1999). *El Achiote: Cultivo promisorio para el trópico*. Universidad EARTH. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90019483.pdf>

Bonilla, J. C. (2009). *Manual del cultivo de achiote. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola*. Millennium Challenge Corporation (MCC), Chemonics International. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715mc.pdf>

Carreira, L. M. M., da Silva, E. F., Cascaes, M. M., do Nascimento, L. D., Andrade, E. H. de A., y Poltronieri, M. C. (2022). Bixa orellana: Urucum. En: L. Coradin, J. Camillo & I. C. Vieira (Eds.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte* (Série Biodiversidade, 53, pp. 709-718). Ministério do Meio Ambiente. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1144587>

Carrillo, J. (2016). *Distribución geográfica y potencial de Bixa orellana L. (achiote) en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe*. [Tesis de bachiller, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio institucional Universidad Técnica Particular de Loja <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/15940>

Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales (CIEN). (2023). *Colorantes naturales: Evaluación del mercado mundial y nacional. Nota de inteligencia comercial*. Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales (CIEN). https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2023/06/CIEN_NSIM1_Junio_2023_Colorantes-naturales_RevGA.pdf

- Dequigiovanni, G., Ramos, S. L. F., Alves Pereira, A., Fabri, E. G., Picanço-Rodrigues, D., Clement, C. R., Gepts, P., y Veasey, E. A. (2018). Highly structured genetic diversity of *Bixa orellana* var. *urucurana*, the wild ancestor of annatto, in Brazilian Amazonia. *PLoS ONE*, 13(6): e0198593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198593>
- Ferreira-Filho, G. S. (2018). *Cultivo de urucum: Sistema de produção*. Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER-RO). <http://www.emater.ro.gov.br/ematerro/wp-content/uploads/2021/07/20210716-cartilha-cultivo-de-urucum.pdf>
- Hernández, T. A., Trujillo, R., Arévalo, E. y Hernández, J. A. (1988). *Sistemas de Producción de Achiote en la amazonia peruana*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Corporación Departamental de Desarrollo de Huánuco (CORDE-Huánuco).
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2022). *Bixa orellana*. United States Government. Recuperado el 12 de diciembre de 2022. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506585#null
- Leal, F., y Michelangeli de Clavijo, C. (2012). Annato: Botany and horticulture. *Horticultural Reviews*, 39, 389-419. <https://doi.org/10.1002/9781118100592.ch8>
- López, S. E.; Caicedo, M. A.; Gil, A. E.; López, A. M. y Pazos, A. E. (2018). Morfometría de fruto y semilla de *Bixa orellana* L. "achiote". *SCIÉND0*, 21(2), 213-216. <http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2018.022>
- Manco, E. (2009). Achiote (*Bixa orellana*). En D. Velarde y L. Ríos (eds.). *Accesiones promisorias: Banco de Germoplasma de la SUDIRGEB – INIA* (Volumen 1). Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Repositorio institucional del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/104>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2022). *Producción agrícola [Anuario 2021]*. Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Moreira, P. A., Lins, J., Dequigiovanni, G., Veasey, E. A., y Clement, C. R. (2015). The Domestication of Annatto (*Bixa orellana*) from *Bixa urucurana* in Amazonia. *Economic Botany*, 69, 127–135. <https://doi.org/10.1007/s12231-015-9304-0>
- Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R. y Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. World Agroforestry Centre. <https://worldagroforestry.org/output/agroforestry-database>
- Prom, L., y Perumal, R. (2008). Leaf-footed bug, *Leptoglossus phyllopus* (Hemiptera: Coreidae), as a potential vector of sorghum fungal pathogens. *Southwestern Entomologist*, 33(2), 161-164. <https://doi.org/10.3958/0147-1724-33.2.161>

- Queiroga, V., Franco, C. F., Neto, M., y Neto, A. (2022). Sistema produtivo do urucum. In: V. Queiroga; C. F. Franco; M. Neto. (Eds.). *Urucum: tecnologias de plantio e utilização* (1.ª ed., pp. 10-112). Associação da Revista Eletronica A Barriguda - AREPB.
- Quiñones-Bravo, X., y Yunda-Romero, M. C. (2014). El achiote *Bixa orellana* L. como posible alternativa productiva para el Departamento del Meta. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 5(1), 142-173. <https://doi.org/10.22579/22484817.646>
- Ribeiro, R., y Loiola, M. (2017). Flora do Ceará, Brasil: Bixaceae. *Rodriguésia*, 68(4), 1313-1322. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768413>
- Umadevi, M., Giridharan, S., y Kumaran, K. (2020). Floral, reproductive biology and morphological variation in annatto (*Bixa orellana* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 11(2), 439-446. <https://doi.org/10.37992/2020.1102.076>
- Young, F. (1998). *Evaluación agronómica de siete ecotipos de achiote (Bixa orellana L.) en Pucallpa* (Tesis de titulación, Universidad Nacional de Ucayali). Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ucayali <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1680>



Instituto Nacional de Innovación Agraria



D. : Av. La Molina 1981, La Molina
T. : (511) 240-2100 / 240-2350
www.gob.pe/inia

ISBN: 978-9972-44-150-9



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

 @INIAPeru  @INIAPeru  @iniaperu  @IniaPeru  @iniaperu  @iniaperu