

Manual de renovación de copa de cacao

Lecciones aprendidas del cacao Blanco de Piura y Chuncho de Cusco

Manual de renovación de copa de cacao

Lecciones aprendidas del cacao Blanco de Piura y Chuncho de Cusco

Diego Zavaleta, Fredy Yovera, Julián Conza, Carlos Rodríguez, Alex Cruz Neira, Rachel Atkinson, Evert Thomas

Alliance
Bioversity
CIAT

Bioversity International
The Americas – Lima Office
Av. La Molina 1895, La Molina, P.O. Box 1558,
Lima 12, Perú

Fotografías:
Diego Zavaleta, Fredy Yovera y Evert Thomas

Ilustraciones:
Kelvin Cunaique, Verónica Carrasco

Diseño y edición:
Verónica Carrasco

Citacion sugerida:
Diego Zavaleta, Fredy Yovera, Julián Conza, Carlos Rodríguez, Alex Cruz Neira, Rachel Atkinson, Evert Thomas (2022). Manual de renovación de copa de cacao. Lecciones aprendidas del cacao Blanco de Piura y Chuncho de Cusco. Bioversity International Lima Perú.

Derechos de autor @ Bioversity International
Alianza de Bioversity International y el Centro
Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

AGRADECIMIENTOS

El presente Manual de renovación de copa de cacao con un enfoque hacia el cacao nativo fino de aroma peruano ha sido elaborado por Bioversity International como parte de la Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en el marco del proyecto "Diversificación de sistemas productivos de cacao nativo fino de aroma en el Perú para mejorar la productividad y la generación de ingresos" (DIFFcacao), financiado por el Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), comisionado y administrado por la GIZ del Fondo para Investigación Agrícola Internacional (FIA) número 81219430.

Nuestro especial agradecimiento por las valiosas contribuciones a Teófilo Beingolea Ayala de RIKOLTO; Gesabel Villar, Abel Pezo y Abel Farfán de la Alianza Bioversity y CIAT; Jimy Gonzales de Choba Choba, Gidier Vasquez de la Alianza Cacao Perú y Yunder Cuchilla de APPCACAO.

PRÓLOGOS

La actividad cacaotera en Perú, tiene un impacto importante en nuestro país ya que representa a más 100 mil familias en 16 departamentos donde se cultiva y genera alrededor de 13 millones de jornales y más de 52 mil empleos permanentes en los diferentes eslabones de la cadena de valor, generando divisas al pais de 302 millones de dólares. Aunado a que Perú es uno de los centros de orígenes del cacao y posee una gran diversidad y variabilidad genética que permite proveer al productor y al consumidor productos diferenciados.

El Estado ha priorizado esta cadena y por ello, busca al trabajo coordinado y articulado para lograr su competitividad y sostenibilidad. En la fecha, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), a través de la Dirección General de Desarrollo Agrícola y Agroecología (DGDAA) con participación del Grupo de Trabajo Multisectorial 1 , integrado por entidades públicas, privadas, cooperación internacional y sociedad civil ha liderado la elaboración de un instrumento de gestión con la finalidad de impulsar una visión compartida entre los actores de la cadena con objetivos comunes acorde al manejo adecuado de los recursos y genere ingresos dignos principalmente a los productores.

En este contexto, la renovación y especialmente la “renovación de copa” y la rehabilitación de cacaotales constituye una acción estratégica en las diferentes zonas donde se cultiva, teniendo en cuenta las características propias de las zonas, los principios de agroecología, el enfoque agroforestal, el adecuado manejo agronómico de materiales genéticos nativos con atributos en aromas y sabores para mercados diferenciados con énfasis en cacaos finos.

La contribución de la Aliana de Bioversity y CIAT permite mejorar la gestión del conocimiento en la técnica de “renovación de copa de cacaotales” con el objetivo que el productor tenga plantas saludables, de alta calidad productiva y con ello fomentar mejores rendimientos a partir de plantaciones existentes mediante el uso de genotipos superiores seleccionados.

Carmen Rosa Chàvez Hurtado
MIDAGRI

La renovación de copa de cacaotales es una técnica muy importante para poder mejorar la productividad de las parcelas establecidas, pero hasta ahora la técnica ha sido dirigido al uso de material internacional de alta productividad. Este manual representa la suma de un trabajo de investigación durante 4 años con los cacaos chunchos de Cusco y cacao blanco de Piura y demuestra que la renovación de copa es una alternativa viable y de fácil adopción por los pequeños productore que quieren enfocarse en el uso de los cacaos nativos fino de aroma. Así esta práctica nos ayuda a la conservación de la diversidad de cacao, a uniformizar la calidad e incrementar la productividad de los cacaos nativos de fino de aroma cuando se injerta con material seleccionado para su productividad.

APPCACAO está convencida que la renovación de copa de cacaotales enfocándose en cacaos nativos de fino de aroma es clave para asegurar un aumento de producción de cacao de calidad de cero deforestaciones, así mejorando el ingreso del pequeño productor. Los conceptos, técnicas, recomendaciones y lecciones aprendidas descritas en este manual se ponen a disposición de todos los lectores, para que lo consideren como medio de consulta, quienes pueden adoptar y adaptar estas experiencias a las condiciones donde quieran implementar la renovación de cacaotales. Es un gusto felicitar a la Alianza de Bioversity Internacional y CIAT por el desarrollo del presente manual.

Anaximandro Rojas Gil
Presidente Asociación Peruana de Productores de Cacao

La Alianza Cacao Perú ha sido una iniciativa público-privada apoyada por USAID que tuvo como objetivo mejorar los ingresos y calidad de vida de más de 24,000 productores de cacao de las regiones de San Martín, Huánuco, Ucayali y Pasco a través de la mejora de la productividad, la calidad y la diferenciación del cacao peruano de forma que nos permitiera ingresar a mercados de alto valor. A lo largo de sus 10 años de existencia (2012 – 2022) hemos tenido una colaboración muy estrecha con la Alianza Bioversity – CIAT para profundizar en el estudio de diversos aspectos técnicos de la problemática del cacao peruano, con el objetivo de generar conocimiento que pueda servir a los propios agricultores y empresarios de la cadena de valor de cacao-chocolate para mejorar sus técnicas productivas.

En esta línea se inscribe el desarrollo del presente “Manual de renovación de copa de cacao”, que estamos seguros servirá para que los productores de cacao de todas las regiones de nuestro país conozcan como llevar a cabo el reemplazo de la copa de los árboles de cacao mediante el uso de injertos con materiales de mayor productividad, así como también de mejor calidad, y de esta forma mejorar la rentabilidad de su cultivo de cacao.

José Yturrios
Director Alianza Cacao Perú (2010-2022)

CONTENIDO



INTRODUCIÓN 1



CONCEPTOS USADOS 3



LA RENOVACIÓN DE LA COPA DE CACAO: ¿QUÉ? Y ¿CUÁNDO? 5

¿QUÉ ES LA RENOVACIÓN DE COPA? 8
¿CUÁNDO HACER LA RENOVACIÓN DE COPA? 11



FASES EN LA RENOVACIÓN DE LA COPA DE CACAO 11

DIAGNÓSTICO DE LA PLANTACIÓN 11
SELECCIÓN DE GENOTIPOS SUPERIORES 11
Identificación y selección del material 11
Compatibilidad reproductiva 15

PREPARACIÓN DE LA PARCELA A RENOVAR 24
Poda de renovación 24
Poda sanitaria 37
Fertilización de la parcela 37
Cosecha, conservación y transporte de material a propagar 38

TIPO DE INJERTOS USADOS EN CACAO **45**

Injerto púa central **48**

Injerto púa lateral **50**

Injerto púa lateral, variante tipo momia **52**

BUENAS (Y MALAS) PRÁCTICAS DE INJERTACIÓN **56**

MANEJO DE LOS INJERTOS **66**

MANEJO DE LA PARCELA INJERTADA **69**

5

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **73**

6

ANEXO 1: ORIGEN DE LA DIVERSIDAD DE CACAOS EN EL PERÚ **75**

Lista de abreviaturas y acrónimos

ICCO	Organización Internacional de la Cocoa
ICT	Instituto de Cultivos Tropicales Perú
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú
AVSF	Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras

PRESENTACIÓN

La Alianza Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) son centros internacionales de investigación agrícola para el desarrollo, que brindan soluciones científicas que aprovechan la biodiversidad agrícola y transforman los sistemas alimentarios de una manera sostenible para mejorar la vida de las personas. Las soluciones de la Alianza Bioversity y CIAT abordan las crisis mundiales de malnutrición, cambio climático, pérdida de la biodiversidad y degradación ambiental.

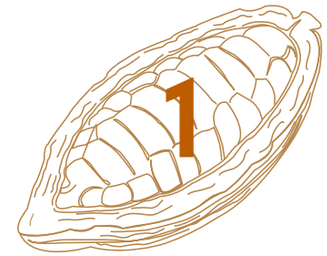
Con colaboraciones novedosas, la Alianza Bioversity y CIAT genera evidencia e innovaciones integrales para transformar los sistemas alimentarios y los paisajes a fin de sostener el planeta, impulsar la prosperidad y nutrir a las personas en medio de una crisis climática.

La Alianza Bioversity International y CIAT forma parte de CGIAR, la mayor alianza mundial de investigación e innovación agrícola para un futuro sin hambre, dedicada a reducir la pobreza, aumentar la seguridad alimentaria y nutricional, y a mejorar los recursos naturales.

En el Perú, en colaboración con socios nacionales e internacionales, la Alianza Bioversity International y CIAT está ejecutando el proyecto "Diversificando los sistemas de producción de cacao en Perú para aumentar la productividad y los ingresos" (DIFFcacao).

El objetivo del proyecto es apoyar al país a posicionarse como un líder mundial en cacao nativo fino de aroma, posicionamiento informado por avances científicos y desarrollo de capacidades para alcanzar mejoras significativas y sostenibles en la productividad, calidad y valor agregado en sistemas agroforestales biodiversos.

Este manual de renovación de copa se enfoca en las experiencias recogidas con los cacaos nativos finos de aroma del Perú: cacao Chuncho de Cusco y el cacao Blanco de Piura.



1 INTRODUCCIÓN

El cacao *(Theobroma cacao* L.*)* es un cultivo perenne de importancia económica cuyos granos son utilizados en la fabricación de chocolates y productos derivados. Es una fuente importante de ingresos para cientos de miles de productores que conforman la cadena productiva en zonas tropicales.

A nivel mundial, Perú es posiblemente el país que alberga la diversidad más grande de cacao, con un sinfín de variedades, muchas de ellas consideradas como cacaos finos de aroma (para más información sobre el tema por favor véase el ANEXO 1).

La producción de cacao en grano ha tenido un crecimiento sostenido durante los 10 últimos años, con una tasa promedio de crecimiento de aproximadamente 15%, según cifras oficiales de MIDAGRI (2019). Esto coloca al país, en el 2020, como el octavo productor mundial de cacao y el segundo país productor de cacao orgánico en el mundo (WorldAtlas 2020).

En años anteriores la estrategia para incrementar la producción de cacao en el Perú se ha basado principalmente en el uso de clones e híbridos comerciales no nativos. Iniciativas gubernamentales han apoyado la implementación de paquetes tecnológicos con el objetivo de mejorar la productividad a través de la renovación y expansión de plantaciones. Sin embargo, la mayoría de estas iniciativas se han abordado priorizando el establecimiento de plantaciones monoclonales con variedades comerciales internacionales dada su supuesta superioridad comparadas con el material nativo nacional en términos de rendimiento, manejo y fácil acceso a mercados. Entre las variedades no nativas de cacao más usadas en el país destacan CCN 51, ICS 95, ICS 39 y TSH 565.

No obstante, en los últimos años cada vez más actores en la cadena de cacao están mostrando interés en la producción de cacaos nativos finos de aroma. La diversidad excepcional y exclusiva de cacaos nativos finos de aroma le da al país una ventaja estratégica. Aunque actualmente los cacaos finos representan apenas del 5 a 10% de la producción nacional, sus volúmenes de exportación están aumentando rápidamente. En

la actualidad, los retos más importantes para escalar la producción de cacao nativo fino de aroma en el Perú son:

1. Identificar y seleccionar materiales promisorios con propiedades sensoriales superiores, alta capacidad productiva, tolerancia a plagas y enfermedades, resiliencia frente al cambio climático.

2. Asegurar la disponibilidad de suficiente material de propagación de los genotipos más prometedores para poder ser incluidos en programas de mejoramiento genético, y transferencia de tecnología y servir a miles de productores

3. Apoyar a los agricultores en la selección y aplicación de la metodología más adecuada para la renovación y/o reconversión de plantaciones existentes o el establecimiento de nuevas plantaciones y su manejo.

4. Apoyar a los agricultores en la implementación de planes de manejo que aseguren cantidad y calidad en los procesos de cosecha y postcosecha.

5. Asegurar mercados para las variedades de cacaos nativos finos peruanos, mercados que están dispuestos a pagar un precio superior comparado con el cacao corriente.

En este manual se le brindan al lector algunos conceptos a ser considerados antes de realizar la renovación de copa, y las fases que contempla esta actividad en plantaciones establecidas, desde el diagnóstico de la plantación inicial hasta el manejo de la plantación renovada. Adicionalmente, pero no menos importante, presentamos buenas practicas y prácticas que deben evitarse durante el proceso de renovación de copa mediante el uso de genotipos superiores seleccionados.

Estas recomendaciones se basan en las lecciones aprendidas por el equipo técnico y científico de la Alianza en Cusco y Piura.

El cacao Chuncho de Cusco y el cacao Blanco de Piura son tal vez los cacaos nativos finos de aroma más famosos del Perú, por ello representan casos de estudio relevantes que pueden inspirar y guiar el desarrollo de otras iniciativas a nivel nacional.



CONCEPTOS USADOS

Genotipo: Individuo de cacao con composición genética única. Los clones son copias idénticas del mismo genotipo, es decir, tienen la misma composición genética.

Fenotipo: Son todas las características observables en un individuo, como resultado de la interacción genotipo – ambiente (Cubero 2013). Por ejemplo, el mismo genotipo de cacao plantado en diferentes lugares puede ser muy vigoroso y productivo o poco vigoroso y nada productivo dependiendo de las condiciones del sitio.

Variedad: Grupo de plantas dentro de una especie, que presentan una serie de características comunes (Brickell et al. 2009), tanto de origen natural, humano o ambos. Por ejemplo, dentro del cacao Chuncho se reconocen múltiples variedades en base a características morfológicas y sensoriales como Chuncho de montaña, achoccha, pamuco, señorita, Chuncho común etc. Si quiere profundizar más en esto, recomendamos el libro “Cacao Chuncho del Cusco” (Rojas et al. 2014).

Cultivar: Conjuntos de plantas seleccionadas y cultivadas (que pueden agrupar múltiples variedades) por tener características deseables, con el propósito de fijar en ellas caracteres de importancia que se mantengan tras la reproducción (Brickell et al. 2009). En el cacao los cultivares tradicionalmente reconocidos son el Nacional de Ecuador, el Criollo de Centroamérica y el Amelonado o Catongo de Brasil. El cacao Blanco de Piura pertenece al mismo grupo genético del Nacional de Ecuador y por ende también pertenece al cultivar que se podría llamar Nacional de Ecuador – Blanco de Piura. De la misma forma el cacao Chuncho de Cusco podría considerarse como un cultivar.

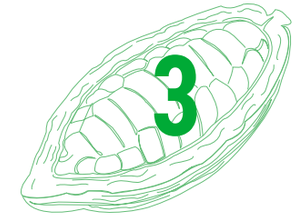
Patrón: Denominado también pie o porta injerto, se trata de una planta con un sistema radicular

completo el cual se usa para recibir material de otros orígenes, es decir un injerto. Normalmente se selecciona patrones por su adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y clima, tolerancia a diferentes plagas y enfermedades radicales (Ceratocystis spp. y Phytophthora spp.), y por su buen vigor vegetativo. La adecuada selección tiene efectos en la calidad del fruto y la altura de las plantas (Echeverri 2006, Hartmann et al., 2011). Los patrones también pueden influir en la tasa de supervivencia del injerto (Hartmann et al., 2011). Es preciso mencionar que la renovación de plantaciones no necesariamente contempla la eliminación del patrón original, si no que muchas veces trabajamos con este.

Injerto: La técnica de propagación vegetativa en que una porción de tejido (injerto) se une a una planta establecida (el patrón) y el conjunto de ambos crece como un solo organismo. Esta es una de las técnicas de injertación más antiguas y es usada ampliamente en cacao, sea para renovación de cacaotales o renovación de copa (IICA 2006).

Vara yemera: Secciones terminales de las ramas de una planta que se quiere usar como injerto. La vara yemera idealmente es aquella tomada del penúltimo tramo de crecimiento de la rama y posee yemas en estado latente. Una vara yemera se compone de 5 o 6 yemas (Echeverri 2006).

Cacao nativo: Refiere a la diversidad de cacao que se ha desarrollado localmente mediante procesos evolutivas de adaptación natural, muchas veces en interacción con procesos de domesticación humana. En la practica el cacao nativo tiene muchas denominaciones como cacao local, cacao criollo, cacao común, siempre refiriéndose al cacao propio de la zona. Sin embargo, visto que muchos cacaos no nativos han sido introducidos en muchas partes del país hace varias décadas, en el documento haremos mención del cacao nativo como sinónimo de cacao propio de la zona, no necesariamente al cacao que crece en bosques naturales.



LA RENOVACIÓN DE COPA DE CACAO: ¿QUÉ? y ¿CUÁNDO?

3.1. ¿Qué es la renovación de copa?

La renovación de plantaciones es el remplazo de copa de los árboles de cacao mediante el uso de injertos. Para asegurar la calidad y rentabilidad es preciso el uso de material genético de calidad, es decir, genotipos con características consideradas como deseables (Dalberg e IDH 2015, Sodré y Sena Gomes 2019).

Con la renovación de copa, es posible:

- Reemplazar la copa original por variedades con características deseables de producción, calidad, resistencia a enfermedades, plagas u otras posibles cualidades de interés;
- Rediseñar la arquitectura del árbol y reducir su altura, para así facilitar el manejo tecnificado y prácticas culturales;
- Instaurar un manejo agronómico económicamente eficiente y sostenible en el tiempo.
- Reorientar el mercado del productor de cacaos convencionales hacia cacaos finos de aroma locales.

SUGERENCIA

Reducir la altura del árbol permite facilitar las labores de mantenimiento y reduce el riesgo de accidentes como caídas de grandes alturas al momento de podar o cosechar, ya sea por malas maniobras o por resbalar a causa del musgo mojado por las lluvias. Recuerde la reconversión de copa permite obtener árboles de porte bajo y fácil manejo.



Fig. 1. Cosecha en árboles de más de 5 metros de altura en Echarati, La Convención, Cusco (Foto D. Zavaleta).

Cuando se aborda el concepto de renovación de plantaciones, es común encontrarse con el concepto de rehabilitación de plantaciones. Ambos conceptos están relacionados, inclusive, pueden complementarse uno al otro. Sin embargo, se trata de procedimientos diferentes y cada uno responde a una necesidad particular. En general la rehabilitación puede considerarse como cualquier práctica de mejora del manejo o rejuvenecimiento de una plantación para incrementar su productividad, sin cambiar los árboles ni sus copas mediante el uso de injertos lo que seria propiamente renovación. En el siguiente cuadro se indican las diferencias entre renovación y rehabilitación (Mejía et al. 2003, Dalberg y IDH 2015):

Tabla 1. Comparación entre renovación y rehabilitación de plantaciones de cacao.

CARACTERÍSTICAS	RENOVACIÓN	REHABILITACIÓN
Definición	Reemplazo parcial o total de la copa o árboles de una plantación con material de calidad y/o alta productividad	Corrección de las condiciones de una plantación mediante actividades que propicien su rejuvenecimiento e incremento de productividad, por ejemplo, mediante poda y fertilización.
Intervención	Requiere mayor planificación y mano de obra (jornales)	Requiere menor planificación y mano de obra (jornales)
Tiempo de ejecución	Largo, puede tomar 1 o 2 años	Relativamente corto, menos de un año
Rendimiento	Mayor	Menor
Inversión	Mayores inversiones iniciales	Menores inversiones iniciales

Fuente: Elaboración propia.

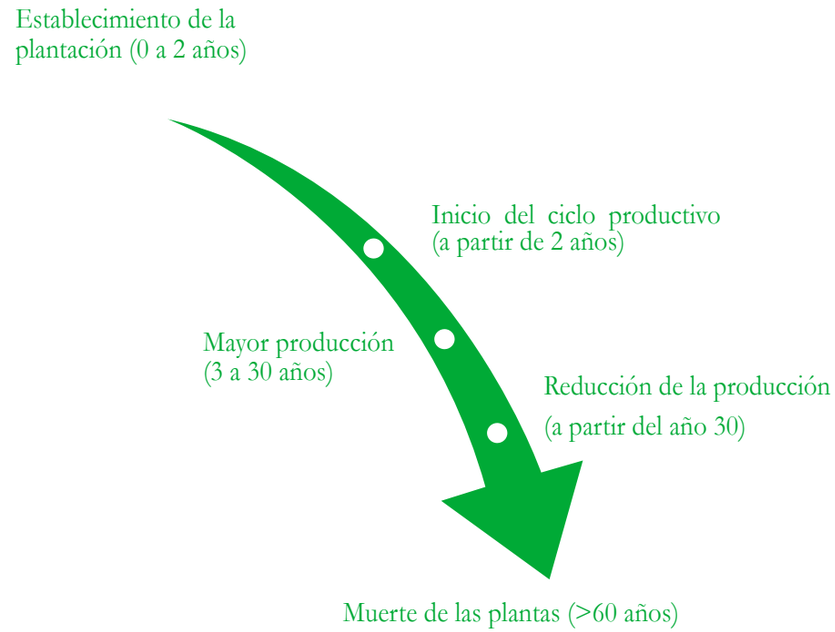
3.2. ¿Cuándo hacer la renovación de copa de cacao?

Una de las preguntas más frecuentes es cuándo es apropiado hacer la renovación de la plantación. A continuación, detallamos aspectos que deberían ser tomados en cuenta para llevar a cabo la renovación de copa en una plantación:

a. Ciclo de vida de la plantación: Puede ser oportuno pensar en la renovación de la parcela, cuando esta tiene rendimientos inferiores a 400 kg/ha/año, incluso cantidades significativamente menores. Es decir, la producción de la plantación ha empezado a decaer y este decaimiento puede estar influenciado por diversos factores, entre los cuales es posible mencionar:

- **Edad de la plantación:** Se estima que la productividad de una plantación empieza a reducirse a partir de los 20 años y deja de ser productiva a partir de los 30 años (Paredes 2003), tomando como referencia variedades comerciales. Es preciso resaltar que esta información debe ser tomada como referencial, y en realidad dependerá de las condiciones de sitio y del manejo agronómico que reciba la plantación. Un primer indicio, es considerar a una parcela como candidata a ser renovada si al menos el 70% de las plantas muestran una reducción de productividad (Ramirez et al. 2009). De modo practico se pueden considerar 10 árboles seleccionados al azar (en las mismas condiciones) y evaluar su productividad, si al menos 7 de estos árboles tienen rendimientos inferiores a 0.4 kg/año de grano fresco, entonces consideré renovar la parcela.
- **Muerte de árboles:** Durante la vida productiva de la parcela de cacao, se pierden individuos, principalmente a causa de las enfermedades que atacan al patrón. Se estima que el número de árboles en una plantación decrece, en promedio, 1.5 a 2 % cada 10 años (datos referenciales tomados de estudios en África). Esto deriva en el uso inadecuado de la parcela y la disminución de la productividad. Puede mejorar la productividad de la parcela, si se reemplazan con individuos nuevos los espacios dejados por los árboles muertos (Orozco 2020).

Representación esquemática del ciclo productivo referencial de una plantación de cacao (considerando el uso de plantas injertadas):



b. Condiciones de la parcela: La falta de manejo de la parcela, sea preventiva o correctiva, repercute en la cantidad y calidad del cacao producido. Antes de intervenir se debería evaluar lo siguiente:

- **Falta de manejo fitosanitario:** La incidencia y severidad de plagas y enfermedades pueden disminuir la productividad. Se recomienda tener un plan de acción sanitario para la prevención y control de plagas y enfermedades. Estas actividades van desde la poda y eliminación de mazorcas infectadas hasta la aplicación de bio-controladores y químicos. El manejo deber realizarse bajo la supervisión de un especialista a fin de encontrar las dosis optimas de productos aplicados, la frecuencia y medidas de seguridad que deben tomarse en cuenta.
- **Falta de manejo productivo:** Comúnmente se atribuye que parte de la baja producción de las plantaciones de cacao se debe la ausencia o aplicación inadecuada de manejo. Todo agricultor debe incluir en sus practicas de manejo control de malezas, fertilización, poda sanitaria y poda de formación, control oportuno y eficiente de plagas y enfermedades, y cosecha oportuna del cacao producido.

- **Manejo inadecuado de la sombra:** Plantaciones sembradas a pleno sol son altamente productivas en los primeros años. La sostenibilidad dependerá de los nutrientes del suelo, sin embargo, se espera que la duración del ciclo productivo sea menor. En general plantaciones con demasiada sombra, son poco productivas y más susceptibles a las plagas o enfermedades. Alcanzar un equilibrio de alrededor de 30-40% de sombra permitirá asegurar una productividad sostenida. Hay que elegir especies arbóreas que proporcionen una sombra adecuada que proteja al cacao de la radiación solar, pero que no sea un impedimento para su crecimiento. Especies locales, con copa globosa no muy densa, sin autopoda (la caída de ramas podría dañar a los árboles de cacao) y de rápido crecimiento longitudinal son las opciones más ideales.
- **Material empleado (genotipo):** La alta variabilidad genética en una misma unidad productiva (muchas veces cuando la plantación ha sido establecida por semilla) puede presentar algunas ventajas, como la mayor tolerancia a ciertas plagas y/o enfermedades, pero también algunos inconvenientes como alta variabilidad en productividad entre árboles lo que dificulta la planificación adecuada de la cosecha, pues en muchos casos los ciclos fenológicos son diferentes. Además, la elección inadecuada de los genotipos podría traer problemas sanitarios con genotipos o variedades susceptibles a ciertas plagas y/o enfermedades, incompatibilidad reproductiva o en el mediano y largo plazo problemas debido a una baja resistencia a condiciones de cambio climático.

c. Condiciones de mercado: Este aspecto debe ser considerado tanto por el productor como por la cooperativa o asociación, en caso de tratarse de un productor asociado. Migrar de un cacao convencional hacia un cacao nativo fino de aroma, de alta calidad y demanda en el mercado, puede ser una alternativa interesante, sin embargo, requiere de una estrategia a largo plazo y un conocimiento del mercado objetivo. Esto representa un reto, pero también puede ser visto como una oportunidad de entrar a mercados exclusivos que priorizan la calidad y uniformidad del grano de cacao.

Recomendación

El éxito de la renovación de la parcela dependerá, en gran medida, del compromiso y participación del productor, por ello, es importante comunicarle oportunamente las ventajas, desventajas, retos, beneficio y oportunidades de esta actividad en su finca.

Del mismo modo, debe existir un compromiso por parte del equipo técnico a cargo de esta actividad, quienes deben acompañar y asistir al productor durante el proceso de renovación. Atender las inquietudes del productor será crucial para asegurar el éxito.



FASES EN LA RENOVACIÓN DE COPA DE CACAO

4.1. Diagnóstico de la plantación

Antes de comenzar cualquier intervención debe conocerse el terreno sobre el cual se trabajará. Esta etapa, aparentemente obvia, es con frecuencia omitida. Muchas veces la planificación se realiza sobre la marcha y sin los objetivos claros.

A nivel de parcela, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Entender el manejo actual e identificar pautas para mejorar la productividad
- Identificar árboles de cacao productivos que no requieren la renovación de su copa.
- Identificar árboles de cacao candidatos a renovación de copa; sobre estos árboles se realizarán las actividades descritas en este capítulo.
- Identificar árboles de sombra mal ubicados y árboles de cacao que son hospederos de plagas y/o enfermedades. Estos deben ser eliminados.

4.2. Selección de genotipos superiores

4.2.1. Identificación y selección del material

Paralelo al trabajo de diagnóstico de la plantación, es necesario realizar la identificación y selección del material a propagar. Esta es una decisión crítica. Existen dos posibles fuentes de material: jardines clonales o bancos de germoplasma (o cualquier colección de genotipos de cacao) y las fincas de productores o el bosque natural.



DIAGNÓSTICO DE LA PLANTACIÓN A RENOVAR

- Indentificar el estado de la parcela
- Indentificar la condición de los árboles



GENOTIPOS DE CACAO A USAR COMO INJERTO

- Selección
- Caracterización



PREPARACIÓN DE LA PLANTACIÓN A RENOVAR

- Control fitosanitario
- Inducción de brotes basales
- Reducción de la altura del árbol
- Fertilización
- Eliminación de árboles no de-seados
- Instalación del sistema de riego (segun el caso)



OBTENCIÓN DE VARAS YEMERAS

- Cosecha
- Conservación
- Transporte



INJERTACIÓN

- Aplicación de la técnica de injertación más adecuada



POST-INJERTACIÓN

- Manejo del injerto y patrón

Los bancos de germoplasma tienen la ventaja de conservar múltiples copias de cada genotipo lo que ayudará en la obtención de una cantidad mínima de varas yemeras para iniciar con la reconversión de copa. Sin embargo, a largo plazo esto no bastará para abastecer las cantidades necesarias para la renovación de copa en muchas hectáreas de plantaciones. En este caso harán falta jardines clonales o colecciones de trabajo que básicamente son colecciones que cuentan con muchas réplicas de genotipos deseables (injertados en patrones para asegurar la fidelidad genética). Dichos jardines clonales tienen como función más importante la producción masiva de varas yemeras, para apoyar la renovación de copa a gran escala. Una ventaja adicional de trabajar en colecciones establecidas es que muchas veces los materiales de cacao cuentan con datos de caracterización agronómica (productividad, resistencia a plagas y enfermedades, compatibilidad…) y sensorial (calidad de la pulpa y el licor…) que es información muy valiosa para permitir el uso del mejor material según los intereses del agricultor.

Sin embargo, la realidad es que muchas veces los genotipos que se quieren usar para la renovación de copa se encuentran en parcelas de agricultores o en bosque natural, y por lo general son representados por un solo árbol. Esto significa que la disponibilidad de material es limitada. En este caso, es importante planificar para asegurar la disponibilidad y cantidad del material de interés que será necesaria al momento de iniciar la renovación de copa. Esto dependerá más de las características de los árboles donadores de material seleccionados que de los requerimientos del proyecto.

En la selección de genotipos de cacao nativo fino de aroma de interés hay varios elementos a considerar. A continuación, presentamos algunos de ellos:

- Alta productividad, reflejado en mínimo 40 mazorcas por año por árbol, un índice de mazorca (número de mazorcas que se requiere en promedio para obtener un kilo de granos secos) inferior a 20 y peso promedio de los granos de cacao superior a 1 gramo.
- Características organolépticas sobresalientes. Un primer indicador en este sentido puede ser la calidad sensorial de la pulpa, pero idealmente se cuenta con una evaluación sensorial del licor preparado de los granos por parte de un catador con conocimientos del mercado de cacaos finos de aroma.
- Tolerancia a plagas y enfermedades.
- Crecimiento adecuado en condiciones edáficas y climáticas poco favorables, esto puede ser considerado un indicador de vigor.

SUGERENCIA

Cuando se ha identificado un árbol de cacao (árbol donador) con características deseables para propagar, la disponibilidad de material vegetativo será una limitante. Las alternativas que puede considerar para incrementar la cantidad de material son:

- injertar el material deseado en plantas vecinas al árbol donador
- injertar el material deseado en plantas colindantes al área destinada a renovar

En ambos casos considere los cuidados y criterios que brindaremos líneas abajo para asegurar el crecimiento adecuado de estos injertos. Es importante hacer eso, meses antes de empezar la renovación para contar con material idóneo en la fecha deseada.



Fig. 2. Injerto en la misma planta madre para asegurar el abastecimiento de varas yemeras Santa Ana, La Convención, Cusco (Foto D. Zavaleta).

4.2.2 Compatibilidad reproductiva

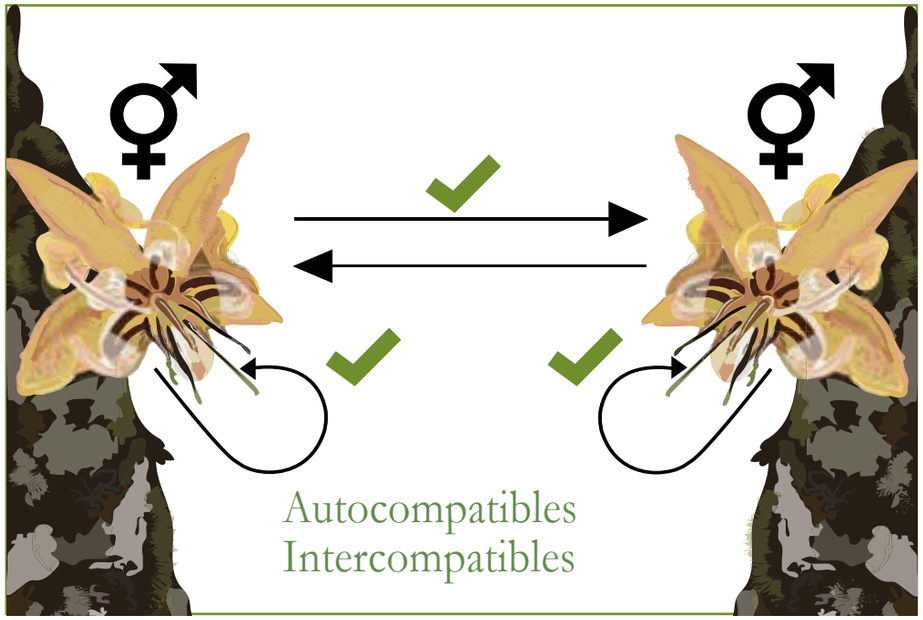
También es importante obtener información sobre la compatibilidad sexual de cada genotipo a usar. La compatibilidad sexual se refiere tanto a la autocompatibilidad como a la intercompatibilidad. A continuación, algunas precisiones que permiten entender mejor las diferentes formas de la (in) compatibilidad sexual en cacao (Aránzazu – Hernández et al. 2009, Phillips – Mora 2012, Ramirez 2019):

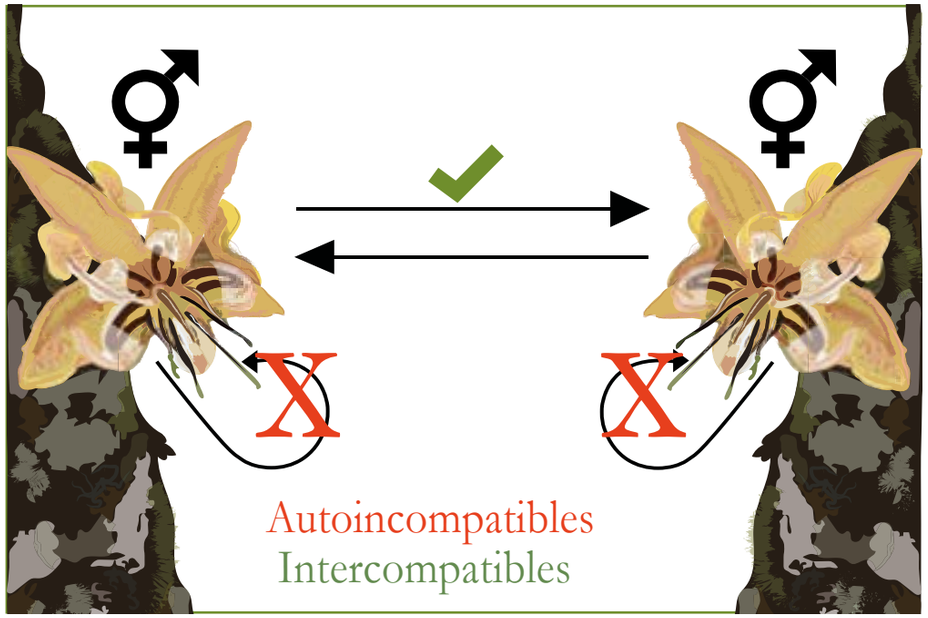
- Un genotipo es autocompatible cuando el polen de sus flores tiene la capacidad de fecundarse así mismo, logrando formar mazorcas con granos de buena calidad. En condiciones controladas (polinización manual) se dice que una planta es autocompatible, cuando la efectividad de polinización es mayor al 30%, es decir cuando 30% de las flores polinizadas con el polen de la misma planta resulta en la formación de mazorcas con granos de buena calidad. Cuando la efectividad de polinización es menor de 30% se considera que la planta es autoincompatible
- Dos genotipos son intercompatibles cuando el polen de sus flores tiene la capacidad de fecundar a las flores de otro genotipo. Es posible que el polen de un determinado genotipo no es capaz de fecundar las flores de otro genotipo, pero viceversa si, haciendo que dichos genotipos si sean intercompatibles Se considera que existe intercompatibilidad entre dos genotipos cuando la efectividad de la polinización es mayor al 30%. Cuando la efectividad de la polinización es menor al 30% se habla de interincompatibilidad.

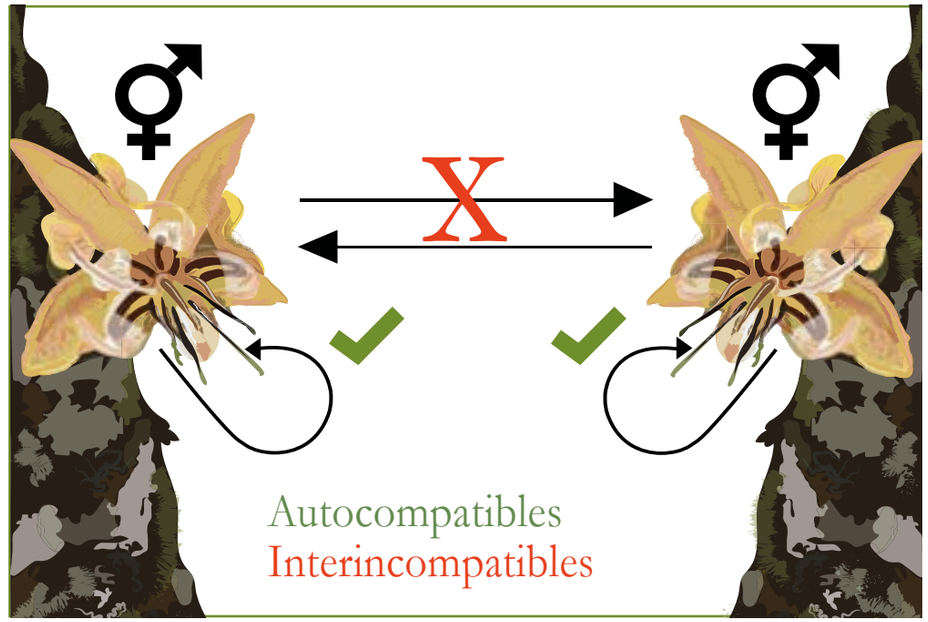
Un conocimiento mínimo sobre la compatibilidad sexual de los genotipos a usarse en la renovación de copa es recomendable, particularmente cuando el objetivo es usar un número limitado de genotipos. Por ejemplo, si se usara un solo genotipo que resulta ser autoincompatible, o una combinación de genotipos que son interincompatibles la productividad será mínima (Terrreros et al. y Royaert et al. citados por Phillips – Mora 2012). Al contrario, mediante la combinación de diferentes genotipos perfectamente intercompatibles en la plantacion, se puede maximizar la productividad. Por ende, la elección adecuada de los genotipos a usar en los esfuerzos de renovación de copa es crucial para el éxito productivo de la plantación.

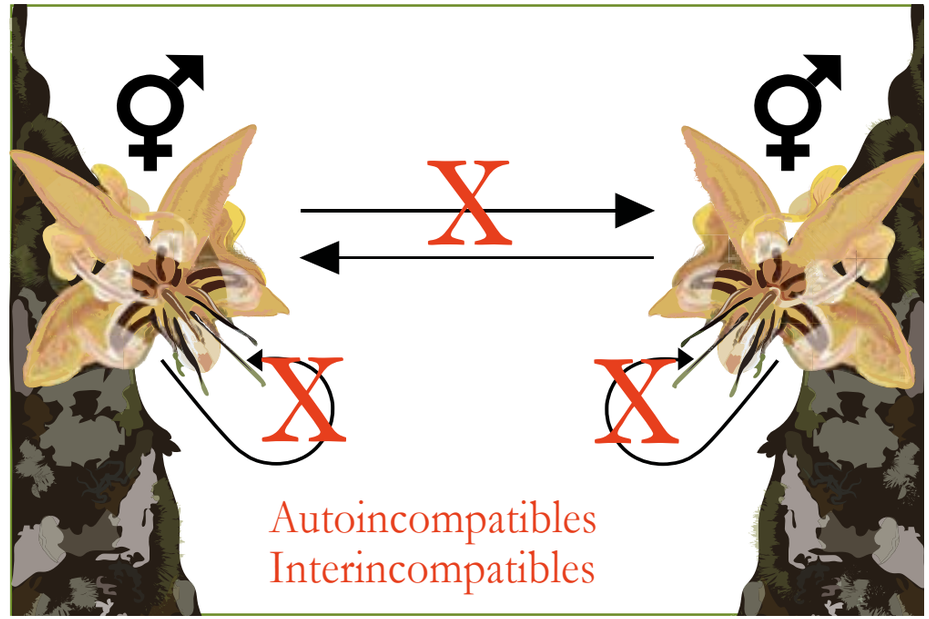
Estudios preliminares suguieren que la mayoría de los genotipos de cacaos nativos finos de aroma, como muchos de los cacaos Chuncho y cacaos blancos son autoincompatibles. Por ello, si se desconoce la compatibilidad de los cacaos a trabajar se puede trabajar con una mayor cantidad de genotipos, aunque la salida más efectiva sería realizar ensayos de compatibilidad. En este caso

Representación esquemática de compatibilidad genética en cacao









la publicación de Eskes et al. (2000) es una buena referencia.En la figura 3 puede observar la polinización manual en cacao Chuncho.



Fig. 3. Polinización manual en genotipos de cacao. Es importante conocer el grado de la compatibilidad entre los genotipos que serán usados en el proyecto de renovación de copas de cacao de este modo se asegura el éxito de esta actividad (Foto D. Zavaleta).

Cacao Chuncho injertado después de un año en Echarati, la Convención, Cusco (Foto D. zavaleta).

Banco de Germoplasma Gran Blanco – Piura

En la región Piura, todo se inició en el año 2006 con el descubrimiento del cacao blanco. Este descubrimiento motivó que CEPICAFE, hoy Cooperativa Agraria Norandino en coordinación con las ONG PROGRESO Y AVSF realice un primer diagnóstico que determinó la presencia de este tipo de cacao a nivel de todas las zonas productoras en la región. En los años 2007 - 2008 se iniciaron las primeras acciones de identificación, selección y recuperación de árboles promisorios, lograndose la primera selección de 1160 plantas madre con frutos de almendra de color blanca, color rosada y color violeta , con potencial de alta productividad.

En el año 2009 la Cooperativa Agraria Norandino, empezó un trabajo de identificación, selección, recuperación y concentración de cacao nativo de Piura en un banco de germoplasma ubicado en el CP La Quemazón – Distrito San Juan de Bigote – Morropón. En este banco se concentraron aproximadamente 25 genotipos de cacao nativo de Piura recuperados de toda la cuenca del Río Bigote, los criterios de selección entre los más importantes fueron los de alta productividad, características organolépticas sobresalientes, tolerancia a plagas y enfermedades y el color de almendra (blanco). En el banco se inició el proceso de evaluación de todos los materiales concentrados y como resultado de ello se seleccionaron los 8 mejores clones, los cuales posteriormente han sido concentrado en dos nuevas jardines clonales; la forma de propagación ha sido a través del injerto, utilizándose como patrón plantones producidos con semilla de la misma zona. La auto e intercompatibilidad de los 8 genotipos fue estudiada mediante experimentos de polinización manual. Esto permitió generar información que actualmente sirve para guiar la combinación de diferentes genotipos en plantaciones de agricultores.

Ya en los jardines semilleros a estas plantaciones de 4 años se les viene dando manejo técnico adecuado con un plan de fertilización y fitosanitario que cumplen con las normas de producción orgánica. La poda realizada en estas parcelas es la poda de mantenimiento, la cual se hace entre los meses de agosto y septiembre, en esta poda se elimina ramas innecesarias, así como ramas secas por ataque de *Phytophthora palmivora*. El riego en uno de los jardines clonales es por gravedad y en el otro es mixto (gravedad y aspersión), este último garantiza que los árboles siempre estén hidratados.



Natalio Reyes, sector Cardal, Piura. Productor líder para conservación y uso de los cacaos Blancos de Piura mostrando unos de los genotipos seleccionados por Norandino (Foto F. Yovera).

Selección de árboles elite de cacao Chuncho en fincas

La selección de plantas élites (genotipos) de cacao Chuncho, se realizó mediante la metodología participativa, siendo la experiencia del productor el factor fundamental en esta tarea de selección. Se visitaron parcelas con edad superior a 50 años., para asegurar que se trate de plantas francas de la zona y no híbridos comerciales introducidos a la región en décadas pasadas.

Los árboles seleccionados tenían características alta producción, resistencia a plagas, plantas con almendras de calidad superior, además de otras características, como formas de frutos y color de cotiledones. Luego se procedió con estudios de caracterización morfológica, agronómica y organoléptica de frutos de cacao Chuncho, para proceder de inmediato con la codificación de las plantas sobresalientes y su reconocimiento con la denominación o nombre local (cultivar).

En este sentido, luego de varios años se logró identificar plantas elites con características sobresalientes para el establecimiento de parcelas que garanticen producción, resistencia a plagas y calidad de las almendras acorde a los mercados que demandan cacao Chuncho.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL CACAO Chuncho	
Grupo genético	Chuncho
País de origen /Región	Perú/Cusco
Color de frutos maduros	Amarillo
Color de cotiledón	Morado a blanco
Forma del frutos	Elíptico a oblado
Rango de aromas y sabores	Frutal, floral
Disposición de frutos en tallo	Perpendicular
Longitud de pedúnculo	Menor de 17 mm
Compatibilidad sexual	Autoincompatible
Numero de semillas por mazorca	Menor de 40
Amargor y astringencia	Muy bajo
Relación teobromina/cafeína	Menor de 1.5



Productor Francisco Torres, La Convención, Cusco, guardian de diversidad de cacaos Chunchos mostrando su cosecha (Foto E. Thomas).

4.3. Preparación de la parcela a renovar

Las plantaciones candidatas a ser renovadas muchas veces son heterogéneas: presentan árboles de diferentes edades, diferentes arquitecturas, diferentes variedades o clones y con muchos años sin manejo adecuado. Por ende, es importante evaluar cual es la mejor estrategia de renovación para cada árbol individualmente. La Figura 5 presenta un árbol de decisiones que sugiere al lector cuales son las intervenciones más adecuadas considerando, principalmente, la arquitectura del árbol y la mensura de las ramas y tallos. Las actividades de renovación deben iniciarse culminada la campaña de cosechas (comúnmente conocida como época de descanso) y antes de la producción de flores.

4.3.1 Poda de renovación

El objetivo de la poda de renovación es producir chupones o brotes basales (es decir en la base del tronco) y habilitar ramas que sirvan para injertar. La preferencia siempre debería ser los chupones basales, ya que estos son de más fácil manejo y será posible formar la arquitectura deseada del árbol. Sin embargo, cuando los árboles cuyas copas se quieren renovar son muy jóvenes, y/o cuando no se logra la producción de chupones basales; la injertación en ramas puede ser una alternativa interesante a ser considerada. A continuación, describimos este proceso.

i Poda para injertar en brotes basales

Para estimular la producción de chupones o brotes basales (Fig. 4 & 6) hay que hacer una poda al centro de la copa para permitir el ingreso de luz solar directa a la base del tronco del árbol cuya copa se quiere renovar. Se recomienda realizar esta poda durante el periodo de descanso, es decir mientras la planta no se encuentre formando nuevos hojas , ramas, en floración o produciendo frutos. Puede ser ventajoso podar tocón de unos 20 cm encima del suelo.

Después de la poda se debe realizar la fertilización para estimular la aparición de brotes en la base del árbol. Para mayor detalle ir a la sección 4.3.3.

Una vez realizada la poda, monitorear el crecimiento de los brotes basales. Solo se deben conservar aquellos brotes que presenten las siguientes características:

- Elija el más vigoroso y de crecimiento vertical
- Longitud mayor a 20 cm
- Diámetro entre 1 o 3 cm
- Elija el más cercano posible al suelo
- No presentar daños de plagas o enfermedades
- No presentar quiebres o daños mecánicos



Fig. 4. Árbol de más de 5 metros con tronco recto con ramificación sobre los 2 metros, al cual se ha aplicado una poda para la apertura de la copa para generar brotes basales (Foto D. Zavaleta).

SUGERENCIA

La mejor técnica de injertación varía según la arquitectura del árbol y las condiciones del terreno donde se está trabajando. Para climas cálidos y secos se recomienda realizar la injertación en brotes basales. Para climas cálidos y húmedos la injertación se puede hacer, tanto en brotes basales como en ramas bajas (menos de un metro de altura).

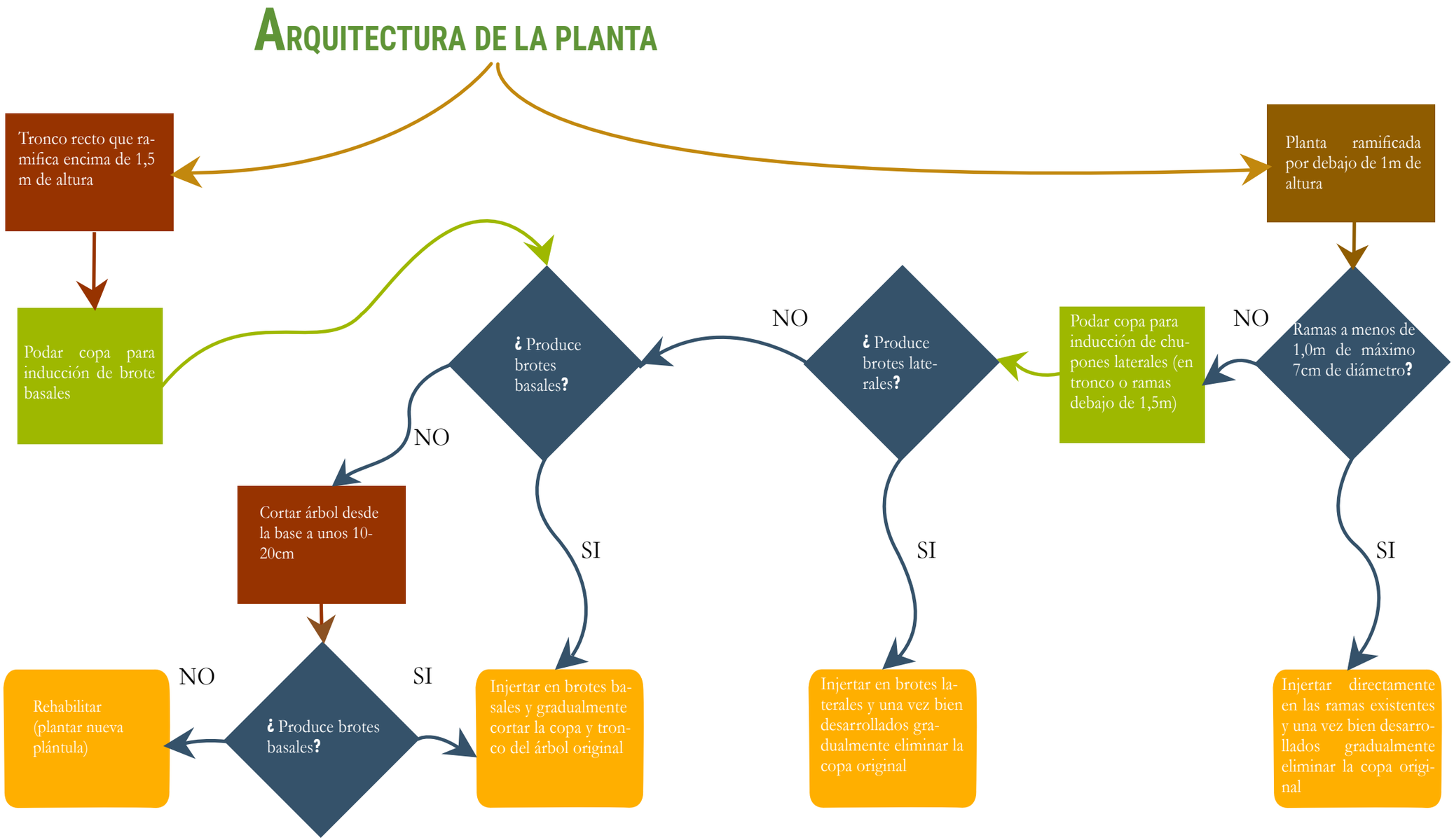


Fig. 5. Árbol de decisiones para elegir la mejor estrategia de renovación a través de la injertación, partiendo de la arquitectura del árbol y sus dimensiones.



Fig. 6. Brotes basales obtenidos por la apertura central de la copa. Nótese que son brotes originados en la parte más baja de la planta (Foto D. Zavaleta).

SUGERENCIA

Evitar hacer cortes de tipo anillado en la base de la planta para inducir la formación de brotes. Estas heridas son la entrada de enfermedades vasculares, ingreso de insectos cortadores y pudrición. Por lo tanto, si se busca generar brotes basales es recomendable siempre comenzar a trabajar en la copa del árbol.

Los brotes basales viables para injertar presentan un diámetro de entre 1 a 3 cm, corteza lisa de color pardo, libre de plagas y enfermedades. Asegúrese realizando un corte en forma de "T" por encima del lugar de injertación y observe:

- Cambium (parte viva de la corteza) de crema a verde,
- Leño de color crema
- Presencia de savia,
- Sin presencia de enfermedades observables en la corteza como escoba de bruja o pudrición parda,
- Después de unos minutos de realizado el corte no se observa oxidación en la rama.

Si se cumplen estas características usted está frente a un brote basal o chupón óptimo para injertar (Fig. 7).

SUGERENCIA

La importancia de seleccionar un chupón o brote basal adecuado para la injertación tendrá implicancias para la futura planta. Se seleccionan los brotes basales más cercanos al suelo porque estos se podrán independizar del tocón, formando sus propias raíces. Se recomienda manejar de 3 a 4 brotes distribuidos en la base del patrón, con el objetivo de realizar tres injertos por plantas.

ii. Poda para injertar en ramas principales

En arboles jóvenes que presenten ramificaciones hasta un metro por encima del suelo puede ser ventajoso injertar directamente sobre ramas jóvenes (Fig. 8). En principio, se debería eliminar todas las ramas enfermas, rotas, resecas y viejas del árbol para tener acceso a las ramas más jóvenes sobre las cuales se realizará el trabajo de injertación. También es útil reducir el volumen de la copa para permitir el ingreso de luz en las partes donde se realizarán los injertos.



Fig. 7. Chupón o brote basal o de cacao ideal para injertar, cumple con las características descritas en el texto (Foto D. Zavaleta).



Fig.8. Arbol de menos de 3 metros de altura con ramas jóvenes y sanas, adecuado para ser injertado en ramas (Foto D. Zavaleta).

Las ramas viables para injertar deben tener un diámetro máximo de 7 cm, presentar corteza libre de plagas y enfermedades. En ellas debe observar un color pardo claro y sin signos de resequedad ni cuarteamiento. Asegúrese realizando un corte en forma de "T" (aproximadamente a un metro de altura desde suelo) y observe:

- Cambium (parte viva de la corteza) de color crema claro o amarillo pálido,
- Leño de color blanco
- Presencia de savia cuando desprende ligeramente la corteza
- Sin signos de enfermedades vasculares (escoba de bruja y/o pudrición parda), estos se reconocen como puntos de color negro o marrón oscuro distribuidos en el cambium.
- Después de unos minutos de realizado el corte no observa oxidación en la rama.

Si se cumplen estas características usted está frente a una rama óptima para injertar (Fig. 9).



Fig.9. Rama de cacao ideal para injertar, cumple con las características descritas anteriormente (Foto D. Zavaleta).

Caso Cacao Chuncho - Cusco

Situación inicial: Se seleccionaron doce parcelas: 8 en el sector Centro Poblado Echarati y 4 en el sector de Kiteni (La Convención, Cusco). Las parcelas contaban con árboles de diferentes variedades, edades, tamaños y con diferente manejo. se realizaron las siguientes acciones:

1. **Poda:** La situación inicial eran árboles de arquitectura y edades diferentes. En los árboles más antiguos y grandes, se buscó generar brotes basales para injertar, realizanfo la apertura central de la copa a fin de permitir el ingreso de luz directa a la base del tronco. Los arboles jóvenes y pequeños injertos de clones comerciales. En este caso se aprovechó la arquitectura del árbol para injertar en las ramas. Las ramas se limpiaron y se procedió a realizar una poda de rehabilitación (reducción de la copa y eliminación de ramas viejas o dañadas) y sanitaria (eliminando ramas infestadas). En algunos casos injertar en las ramas fue inviable en arboles jóvenes, por ello se procedió a generar brotes basales.

2. **Fertilización:** Se fertilizó con una dosis de NPK, acorde a lo indicado por los estudios de suelo. Para aquellas parcelas con produccion organica, se utilizó insumos permitidos por la certificacion organica.

3. **Riego:** Solo se aprovechó el agua de las lluvias. Por ello, es importante planificar las actividades a fin de aprovechar lo mejor posible las condiciones climáticas.

4. **Sanidad:** Desde la aparición de los chupones se realizó la inspección para detectar posibles enfermedades o plagas. Se identifico la presencia de insectos de las familias Cerambycidae y Formicidae y para su control se procedió a retirarlos de manera manual y a quemar maleza y hojarasca para ahuyentarlos. Estos insectos pueden ocasionar quiebres del brote en la base y por ende no se deben usar dichos chupones para injertación (Fig. 10).

5. **Manejo de brotes:** El manejo adecuado de los brotes basales y su cuidado es crucial para asegurar el éxito de la injertación. La aparición de los primeros brotes ocurrió 30 a 40 días después de la poda. Antes y durante la aparición de los primeros brotes basales se limpió la base de los árboles (eliminando hojarasca y malezas) para incentivar su formación. Se seleccionaron los mejores 3-4 mejores brotes considerando que estos estén distribuidos en el árbol, y se les aplicó, al menos dos veces al mes, *Trichoderma* sp. para evitar el ataque de enfermedades fúngicas hasta el momento de la injertación. En este estudio se injertaron en múltiples chupones para garantizar que al menos uno sobreviva, pero según el caso se puede optar de injertar en un solo chupón, dependiendo de los objetivos planteados al inicio del proyecto. Una práctica aconsejable, en los injertos más próximos al suelo, es aporcar con tierra con ceniza para estimular el enraizamiento del brote (Fig. 11).



Fig. 10. **Ataque de Cerambycidae en la base de un injerto (Foto D. Zavaleta).**



Fig. 11. **Brote basal de 3 meses de edad, nótese las primeras raíces un mes después de ser aporcado (D. Zavaleta).**

Caso Cacao Blanco de Piura

Situación inicial: Se seleccionaron y prepararon doce parcelas (áboles mayores de 10 años) en La Quemazón, San Juan de Bigote. Todas las parcelas pertenecían a miembros de la Cooperativa Agraria Norandino. Se realizaron las siguientes acciones:

1. **Poda:** Considerando la situación sombreada de las plantaciones se realizó la poda drástica para generar una buena entrada de luz directa a la base de las plantas y la ventilación de las plantas. La finalidad fue estimular la aparición de brotes basales. Sin embargo, se observó poca presencia de estos. Esto puede ser debido a las condiciones secas (cacao solo puede ser cultivado con irrigación) o al hecho que el cacao nativo de Piura no genera muchos brotes, o ambos. En este caso se ha estimulado la producción de chupones aéreos o brotes laterales, es decir chupones que aparecen encima de las ramas inferiores de los árboles.

2. **Fertilización:** Dado que las plantaciones a injertar se manejan bajo las normas de producción orgánica de la cooperativa, y previo al cálculo de fertilización de acuerdo con el análisis de suelo, se ha fertilizado con productos permitidos por la certificación orgánica. El fin de la fertilización es nutrir bien a las plantas para garantizar el éxito de los injertos.

3. **Riego:** realizado por gravedad y con una frecuencia de 15 a 25 días, dependiendo de la ubicación de la parcela y de la disponibilidad de agua. La única fuente de agua son los ríos.

4. **Sanidad:** Desde la aparición de los brotes cuando se realizó la inspección para detectar cualquier posible enfermedad o plaga. Se identifico la presencia de *Phytophthora* en ramas y tallos severamente afectados, estos fueron eliminados en la poda sanitaria. El control consistió en raspado de las heridas y aplicación de pasta bórdales (cal + sulfato de cobre).

5. **Manejo de brotes:** De 40 a 60 días después de la poda se observaron los primeros brotes basales listos para ser injertados. De todos los brotes aparecidos, se seleccionan de 3 a 4 brotes basales vigorosos y más cercanos al suelo. En aquellas plantas que generaron pocos brotes basales, se seleccionaron 3 a 4 brotes laterales más vigorosos debajo de 1.5m sobre el suelo. Para ambos casos se consideró que la posición de los brotes basales laterales seleccionados estén en lados opuestos, ya que estos serán las posibles ramas o plantas. Al igual que en Cusco, aquí también se injertaron en múltiples chupones para garantizar que al menos uno sobreviva, pero según el caso se puede optar por injertar en un solo chupón.

4.3.2. Poda sanitaria

Una de las razones para renovat una plantación de cacao es la alta incidencia y severidad de plagas y enfermedades. Por lo general esto viene dado por un escaso o inadecuado manejo de la parcela, condiciones ambientales favorables para el desarrollo de ciertos patógenos y plagas, y/o por el uso de variedades de cacao susceptibles a estas.

Junto con la poda de renovación es necesario realizar una poda sanitaria para eliminar frutos, ramas o tallos afectados por cualquier enfermedad o plaga. La eliminación debe ser total, pues la presencia de tejidos infectados puede contagiar a los futuros injertos. Frutos con algún tipo de enfermedad fúngica deben ser retirados y enterrados, preferiblemente lejos de la parcela. Ramas y brotes infestados deben ser podados y eliminados de la parcela.

Se recomienda desarrollar un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades, que no solo consideré la poda sanitaria como paso previo a la injertación, sino también, el cuidado de los injertos. Sobre esto hablaremos más adelante.

La aplicación de hongos antagonistas o entomopatógenos puede ser una alternativa ecológica y económicamente viable. La dosis y aplicación de estos debe ser recomendada por un especialista. Las actividades de campo nos indican que la aplicación de productos comerciales a base de *Trichoderma* spp. da buenos resultados para el control de enfermedades fúngicas. La dosis usada fue: 800 gramos en 320 litros de agua por hectárea. La aplicación se realizó 3 veces cada 15 días.

4.3.3. Fertilización de la parcela

Para estimular la inducción de brotes basales, brotes aéreos o mejorar la calidad de las ramas a injertar, se debe aplicar después de la poda algún fertilizante alto en nitrógeno. De ser necesario se puede aplicar un fertilizante balanceado, basándose en el análisis de suelo. El especialista o técnico agropecuario encargado de las actividades debe sugerir la dosis y forma de aplicación.

Es importante hacer coincidir la programación de la fertilización con el inicio de la época de lluvias, así se asegura el uso eficiente de los nutrientes por parte de la planta. Se recomienda hacer la aplicación de los fertilizantes a 50 cm de la base de la planta, de esta manera se tendrá una producción de brotes.

4.3.4. Cosecha, conservación y transporte de material a propagar

i. Cosecha de varas yemeras

Se debe realizar la cosecha de varas yemeras durante las primeras horas del día, idealmente antes de la salida de los primeros rayos de sol y máximo hasta las 10 AM, o bien en la tarde (después de las 4 PM).

Para la cosecha es importante considerar lo siguiente:

- Ramas adultas, rectas, sanas y de buena consistencia.
- Tener una edad máxima de 2 meses, con brotes a punto de emerger. La vara o rama de cacao entra en madurez a partir de los 3 meses; no se recomienda utilizar varas de esa edad.
- Cada vara debe medir de 15 a 40 cm de largo y contener de 7 a 10 yemas o al menos 3 yemas viables y en estado de latencia. Esto lo puede ver en detalle en la Fig. 12.
- Corteza integra de color pardo oscuro, sin manchas o quemaduras causadas por el sol o el ataque de plagas y enfermedades.
- Hojas sanas y bien desarrolladas, maduras de color verde oscuro.

Es muy importante de eliminar todas las varas que no cuenten con las características deseadas como se detalla en lo que sigue.

SUGERENCIA

Es importante garantizar que la planta madre no tenga ningún problema de estrés por déficit hídrico, esto garantiza la turgencia (presencia de savia) de la vara a cosechar. De ser necesario se puede regar la planta en las semanas previas a la cosecha de las varas. Una forma de garantizar varas en buenas condiciones es cosechar solo durante la época de lluvias. Al cortar las varas no tirarlas al suelo. En contacto con el suelo puede causar contagio de enfermedades.

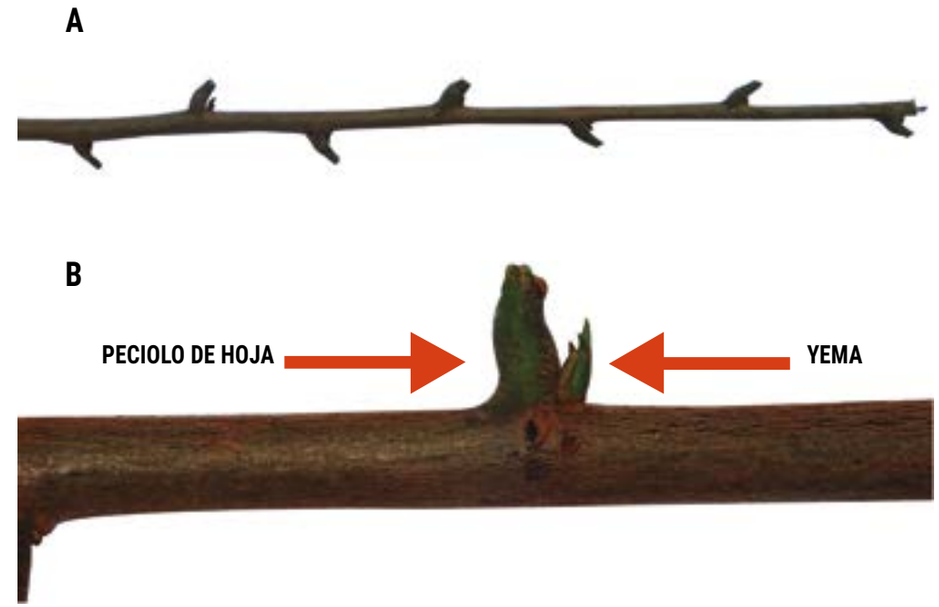


Fig. 12. Vara yemera ideal para injertar con 7 brotes (A). El color pardo es un indicador para tomar en cuenta, asegúrese de contar con brotes y abundante savia. Detalle de posición de la yema en la axila del peciolo de hoja de cacao (B) (Foto D. Zavaleta).

Varas con síntomas o signos de enfermedad o plagas

Evitar varas que presenten problemas de sanidad como presencia de escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), pudrición parda (*Phytophthora* sp.), daños por asta de torito (*Hoplophorion pertusa*) u otro signo o síntoma de enfermedad o plaga (Fig. 13). Varas con problemas sanitarios aunque tengan un prendimiento exitoso, tendrán problemas en el crecimiento del injerto o incluso la muerte. De igual manera, evitar aquellas varas que presenten roturas, quiebres o heridas.

Varas sin savia

Evite usar varas sin savia, porque no tendrán éxito en la propagación. Puede identificar una vara sin savia, si al cortarla transversalmente, esta tiende a oxidarse en menos de un minuto, presentado primero una coloración amarillenta y luego parda (Fig. 14).

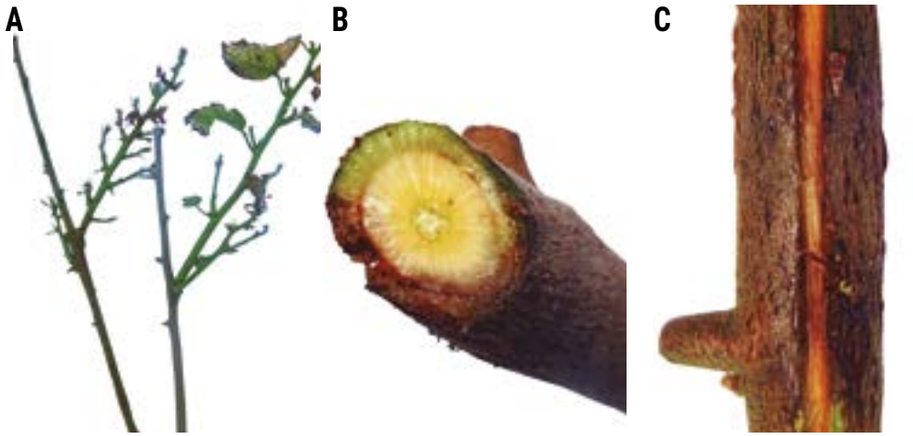


Fig. 13. A. Varas yemeras con signos de escoba de bruja en sus brotes medios. B. Corte transversal de vara yemera observe el cambio de color marrón, esto indica la presencia de escoba de brujas, al igual que los puntos del mismo color. C. Corte longitudinal en vara yemera donde se aprecia lesiones causadas por escoba de bruja. En todos estos casos, estas varas yemeras no deben ser usadas (Foto D. Zavaleta).



Fig. 14. Corte transversal en vara yemera, nótese la oxidación de color amarillento en la sección transversal (algunos segundos después de ser cortada) y la savia forma una goma al centro del corte (Foto D. Zavaleta).

Varas demasiado lignificadas o demasiado jóvenes

Se recomienda el uso de varas de entre 1 y 2 meses de edad. Varas demasiado maduras estarán más lignificadas y con menos savia, por lo tanto, el porcentaje de prendimiento será menor.

Por otro lado, varas muy jóvenes, a aquellas de menos de 1 mes de edad y que aún no han lignificado suficientemente, serán más sensibles al desecamiento durante el proceso de injertación, por lo tanto, la mortandad puede ser mayor (Fig. 15).



Fig. 15. Vara yemera con dos estados nótese la transición, parte izquierda vara demasiado lignificada, parte derecha vara demasiado juvenil (Foto D. Zavaleta).

Varas sin yemas

Evitar el uso de varas sin yemas o con yemas que aún no han terminado de desarrollar (Fig. 16), pues, pese a tener éxito en la injertación, su desarrollo será muy lento, pues primero el injerto debe formar yemas que se convertirán en hojas, esto puede tomar más tiempo del estimado, y por lo tanto se perdería una de las principales ventajas de la injertación. Observe la presencia de brotes en los peciolos, si no existen brotes o no están desarrollados, descarte esa vara.



Fig. 16. Vara yemera sin yemas, estas varas deben ser desechadas. Puede verificar la ausencia de yemas entre la unión del peciolo y la vara (Foto D. Zavaleta).

Varas con cojines florales

Las varas con presencia de cojines florales (Fig. 17) tienen éxito en la propagación, pero al ser ramas fisiológicamente adultas tienden a producir frutos sin crecer.Entonces producirán en la siguiente campaña.



Fig. 17. Vara yemera en floración, debe descartar este tipo de varas (Foto D. Zavaleta).

Varas obtenidas de brotes basales

Hay que evitar usar varas obtenidas de brotes basales, si bien es cierto que pueden tener éxito en la propagación, estas no producirán frutos en el tiempo esperado, porque aún se encuentran en un estado fenológico juvenil.

ii. Conservación y transporte

Para asegurar el éxito de la injertación, las varas cosechadas deben usarse, de preferencia, el mismo día. Si la vara es cosechada en un lugar diferente al lugar de injertación, es decir, si requiere ser transportada, esto debe hacerse bajo condiciones que minimicen el stress por calor y la pérdida de agua. El paso de los días puede minimizar el vigor de la vara y reducir el éxito de la injertación.

A continuación, se bridan recomendaciones para el transporte de varas yemeras. La técnica más idónea dependerá del tiempo d e almacenamiento, así como a las condiciones climáticas a las que estará expuesta la vara yemera.

- **Transporte de corta duración:** Cortar las hojas de la vara dejando el pecíolo. El tamaño sugerido de una vara es de 40 cm. Humedecer una tela de algodón en agua limpia, envolver y empacar en un bolsa plástica o cinta film y amarrar con plástico o cinta de embalaje. No usar sogas, soguillas o rafia para asegurar las varas, esto maltrata a las varas (Figs. 18,19). Se recomienda realizar atados de máximo 100 varas. Para maximizar el uso del material debe cosecharse sólo la cantidad de varas estimadas para el día de trabajo. A fin de evitar el estrés por altas temperaturas, mantenga siempre las varas en condiciones de humedad y bajo sombra.





Fig. 18. A. Varas cosechadas sobre tela de algodón humedecida, observe que un grupo de varas está atado con rafia, evite esto pues puede dañar los brotes de las varas. B. Varas yemeras dentro de bolsa plástica para conservar la humedad, esto solo es útil para unas pocas horas (Foto D. Zavaleta).

- **Transporte de media duración (24 horas de almacenamiento)** Cosechar las varas yemeras a primera hora de la mañana, cortar las ¾ partes de la hoja. Envolver un paquete de varas con plástico o cinta film para evitar la pérdida de humedad, sin dejar espacios sin envolver. Empacar usando una tela humedecida. Durante

su transporte las varas deben ser almacenadas en cajas de poliestireno expandido (EPS), conocidas comúnmente como tecnopor. Como alternativa, puede usar cogollo de plátano como contenedor, de igual manera debe proceder como se indica. (Fig. 20)

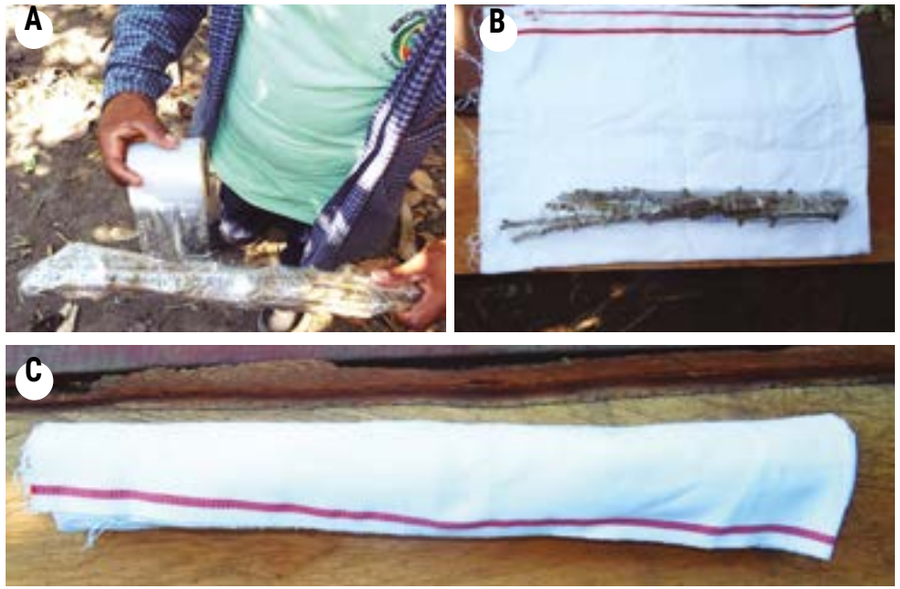


Fig. 19. A. Varas yemeras envueltas en plástico para conservar la humedad. B Varas empaquetadas en plástico y tela humedecida (retirar el exceso de agua). C, Paquete listo para transportar, evite amarrar (Foto D. Zavaleta)

- **Recomendaciones para el transporte de larga duración:** Primero cortar ¾ partes de la hoja. En este caso, es preferible no cortar los extremos de las varas. Segundo, sumergir ambos extremos de la vara en parafina derretida (cera), esto sellará la vara y evitará perdida de agua (Fig. 20). Finalmente, replique los pasos explicados anteriormente. Durante su transporte las varas deben ser almacenadas en cajas de poliestireno expandido (EPS) o en un cogollo de plátano como empaque.

SUGERENCIA

Se ha verificado que las varas de cacao Chuncho, bajo este método de conservación de larga duración pueden seguir aptos para injertar hasta 3 días después de ser cosechadas.



Fig. 20. A. Vara sellada en sus extremos con parafina derretida, selle ambos lados de la vara. B, Preparación del cogollo de plátano para transporte. C., Cogollo de plátano conteniendo un paquete con varas yemeras envueltas en tela húmeda y envuelto con cinta film para mantener la humedad (Foto D. Zavaleta).

4.4 Tipos de injertos utilizados en cacao

Injerto en brotes basales

Para injertar en chupones o brotes basales, se pueden usar las siguientes técnicas:

- Injerto púa central
- Injerto púa lateral tipo momia
- Injerto en parche

Injertó en tallos o ramas

Para injertar en tejidos más gruesos como tallo o ramas, se recomienda usar las siguientes técnicas:

- Injerto púa lateral
- Injerto púa lateral tipo momia

El esquema en la figura 21 ayudará a tomar una mejor decisión.

CARACTERÍSTICAS PARA INJERTAR EN BROTES BASALES	CHUPÓN O BROTE BASAL	RAMA	CARACTERÍSTICAS PARA INJERTAR EN RAMAS
• libre de plagas y enfermedades			• libre de plagas y enfermedades
• 2 a 3 meses de edad			• Ramas jóvenes
• Crecimiento vertical			• Corteza libre de musgo
• Diámetro basal: 1 a 2 cm			• Diámetro de la rama: menos de 7cm
• Crecimiento a no más de 30cm del suelo			• Rama a no más de 1 m (máximo 1,5 m) del suelo
• Cambium de color amarillo pálido			• Cambium de color amarillo pálido y corteza interior color rosa
• Presencia de savia abundante			• Presencia de abundante savia
• Vigorosidad			• Rama sin daños mecánicos
• Injerto púa central	Si	No	• Injerto púa central
• Injerto púa lateral	Si	Si	• Injerto púa lateral
• Injerto púa lateral tipo momia	Si	Si	• Injerto púa lateral tipo momia
• Injerto en parche	Si	No	• Injerto en parche

Fig. 21. Recomendaciones para injertar según las características de la rama portainjerto.



Muestra de cacaos conservados por Francisco Torres (Véase página 23; foto E. Thomas).

Procedimiento para la injertación

4.4.1. Injerto púa central

Esta técnica puede ser empleada para injertar en el tallo de plantones o chupones o brotes basales de árboles más grandes.

Procedimiento:

a Con ayuda de una tijera de podar dividir la vara yemera en secciones, llamados injertos, que contengan un mínimo de 3 yemas viables cada una. Inmediatamente, y en el injerto, con una navaja realizar dos cortes laterales y opuestos entre sí de manera que forme una púa o cuña (Fig. 22a). Considere que la púa debe usarse dentro de los 2 minutos posterior al corte.

b Cortar de forma transversal la sección apical del chupón o brote basal a una distancia de entre 30 o 50 cm desde el suelo, este servirá como patrón (Fig. 22b).

c Realizar un corte a 3 a 5 cm de profundidad en la parte central del chupón o brote basal (Fig. 22c).

d Introducir la púa o cuña del injerto en el patrón (Fig. 22d). Otra alternativa es seguir los pasos a, b y c, y justo antes de introducir el injerto al patrón colocar cinta parafina. En este caso ya no se usa una bolsa plástica, mencionado en f.

e Envolver y ajustar ligeramente la unión entre el injerto y el patrón con plástico y asegurar con un nudo de seguridad (Fig. 22e).

f Finalizar colocando una bolsa plástica (que servirá de cámara húmeda) sujetada a la altura de la unión del injerto (Fig. 22f). En climas húmedos o lluviosos, colocar simplemente la bolsa sin necesidad de ajustarla.

Cuando el injerto haya formado 3 hojas nuevas, aproximadamente 20 a 30 días después de la injertación, realizar un pequeño corte en el plástico que envuelve la unión entre patrón e injerto sin retirarlo. Para desatar el injerto, tenga cuidado con no dañar el patrón. En caso de usar bolsa como cámara húmeda, retirarla después de 20 días.

Use el siguiente enlace o escanee el código QR para saber mas:

https://youtu.be/ZWlMP3ZG1f0

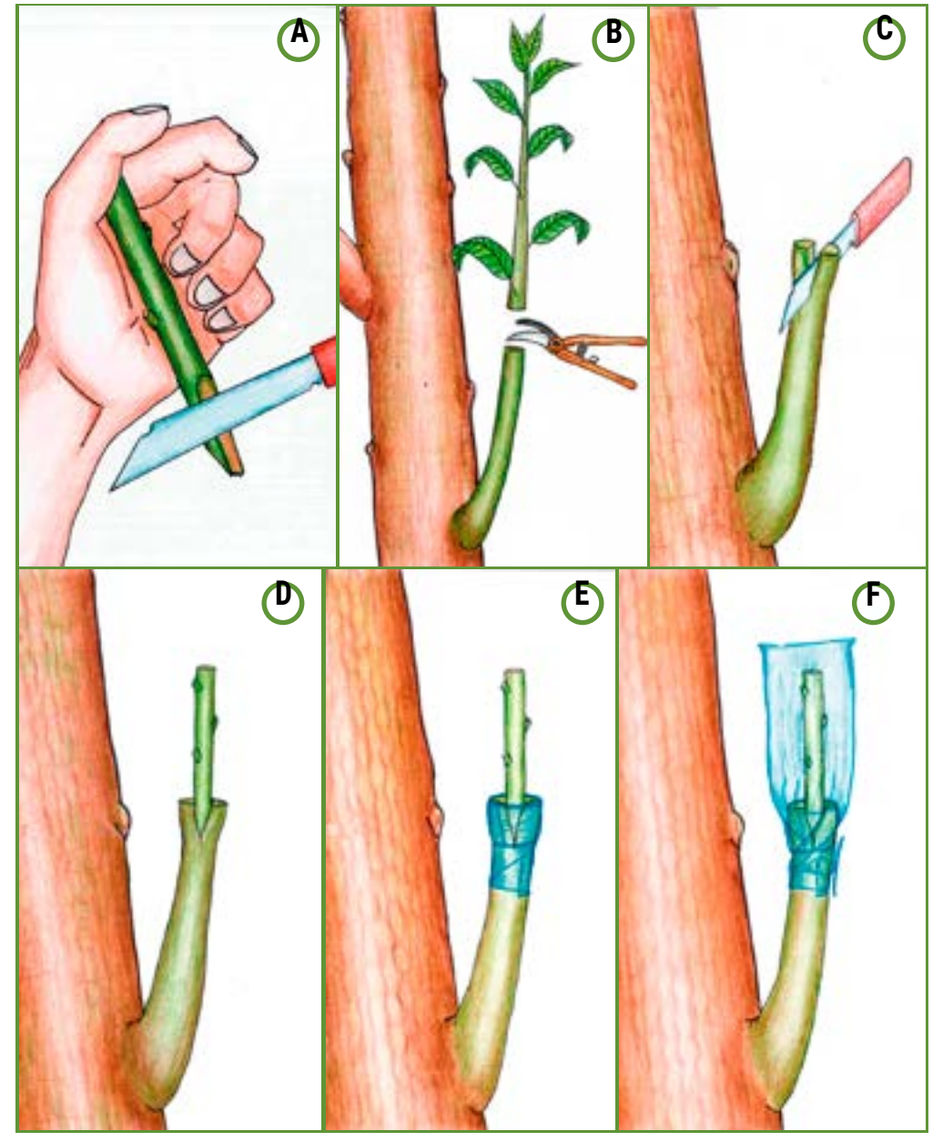


Fig. 22. Procedimiento para injertar en púa central, usando bolsa plástica como medio de protección (servirá de camera húmeda) (Ilustración Kelvin Cunaiqur).

4.4.2. Injerto púa lateral

La metodología de injertación con púa lateral es semejante a la púa central, con la diferencia, que en este método la púa del injerto se coloca en uno de los bordes en un corte transversal hecho al patrón. Es una de las técnicas más usadas por su simpleza y efectividad.

Procedimiento:

a Dividir la vara yemera en secciones, que contengan un mínimo de 3 a 4 yemas viables cada una. En el injerto, inmediatamente realizar un corte lateral en forma de púa (Fig. 23a).

b Cortar de forma transversal la sección apical del chupón o brote basal que formará el patrón a una distancia de entre 30 o 50 cm desde el suelo (Fig. 23b).

c En el patrón decapitado, realizar un corte por fuera y paralelo al eje del chupón, por aquí se unirá el patrón y el injerto púa (Fig. 23c).

d En el patrón, levantar la corteza del corte para introducir el injerto (Fig. 23d). Asegúrese que la corteza del patrón cubra toda la parte cortada del injerto.

e Envolver y ajustar ligeramente la unión entre el injerto y el patrón con plástico o cinta parafina. Esto debe hacerse de abajo hacia arriba. Asegurar con un nudo de seguridad (Fig. 23e).

f Crear una cámara húmeda, colocando una bolsa de plástico sobre el injerto (Fig. 23f).

Cuando el injerto haya formado 3 hojas nuevas, aproximadamente 20 a 30 días después de la injertación, realizar un pequeño corte en el plástico que envuelve la unión entre patrón e injerto, esto permitirá al injerto crecer sin que exista riesgo de ahorcamiento. Tenga cuidado con no dañar al patrón. 20 días después se puede retirar por completo el vendaje.

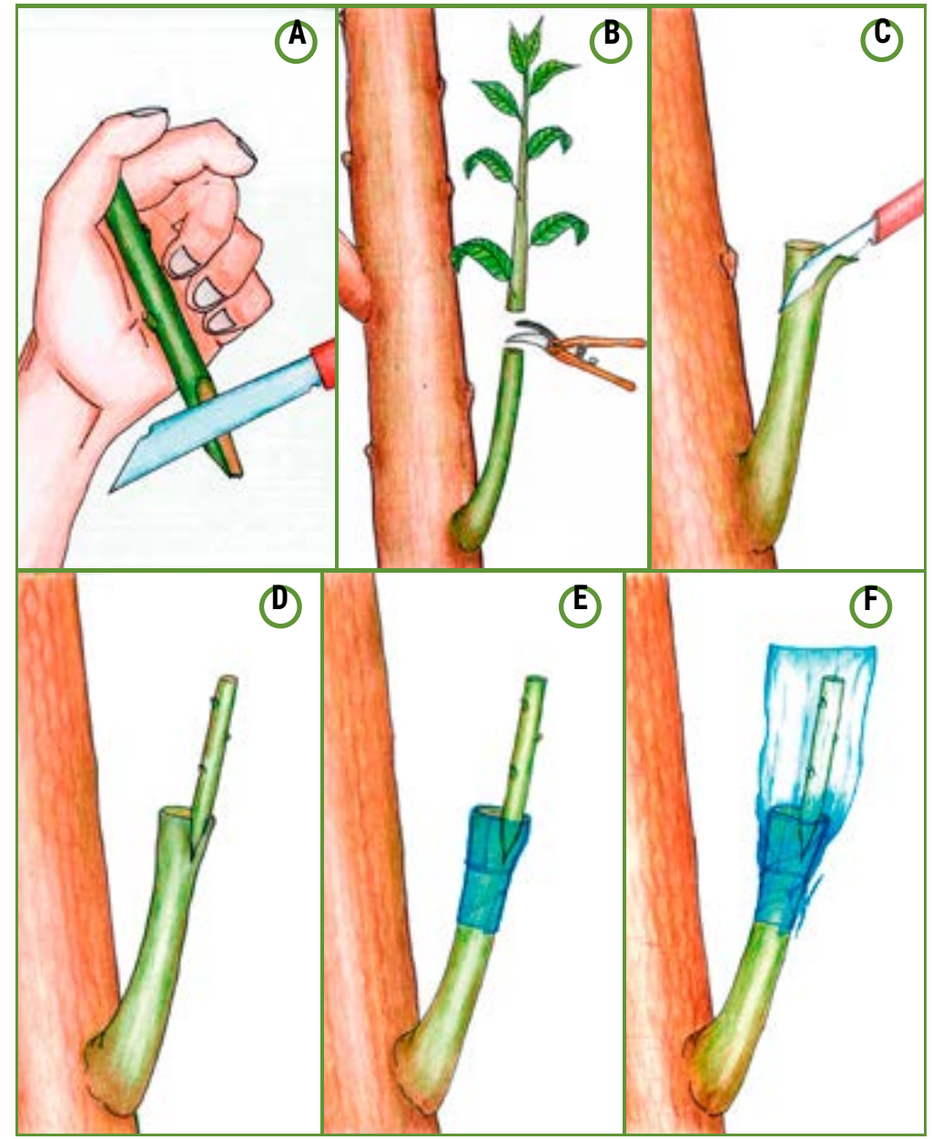


Fig. 23. Procedimiento para injertar en púa lateral, como bolsa plástica como cámara húmeda (Ilustración Kelvin Cunaique).

4.4.3. Injerto púa lateral, variante tipo momia

El injerto tipo momia es una variante de la metodología anterior. Este método es relativamente más fácil de hacer con altos porcentajes de prendimiento. Puede realizarse tanto en tallo como en ramas.

Procedimiento:

a Dividir la vara yemera en secciones, injertos, que contengan un mínimo de 3 a 4 yemas viables cada una. Realizar un corte lateral en forma de púa (Fig. 24a).

b Cortar la sección lateral del patrón, tallo o rama lateral, en forma "T" (primero un corte transversal (Fig. 24b) y luego un corte vertical (Fig. 24c) a una altura promedio de 30 o 50 cm (en zona húmedas o inundables se recomienda realizar el corte a mayor altura).

c Con la navaja levantar la corteza del patrón e introducir la púa del injerto, haciendo coincidir el corte lateral de esta corteza con el corte del injerto (Fig. 24d).

d Envolver y ajustar ligeramente la unión entre el injerto y el patrón con plástico o cinta film y asegurar. El amarre debe realizarse de abajo hacia arriba ajustando la unión mientras se envuelve (Fig. 24e).

e Envolver por completo (Fig. 24f). No es necesario amarrar el injerto con el patrón usando sogas, rafias o jebe, esto puede dañar al patrón.

Cuando el injerto haya formado 3 hojas nuevas, aproximadamente 20 a 30 días después de la injertación, realizar un pequeño corte en el vendaje que envuelve la unión entre el patrón y el injerto. Tenga cuidado con no dañar al patrón. 2 meses después, cortar la cinta de amarre en la parte baja del injerto.

Use los siguientes enlaces o escanee los códigos QR para saber más:

Injerto púa lateral, variante tipo momia en tallos

https://youtu.be/0HJ2Zb2TZYg

Injerto púa lateral, variante tipo momia en ramas

https://youtu.be/U9F-4nxBqio

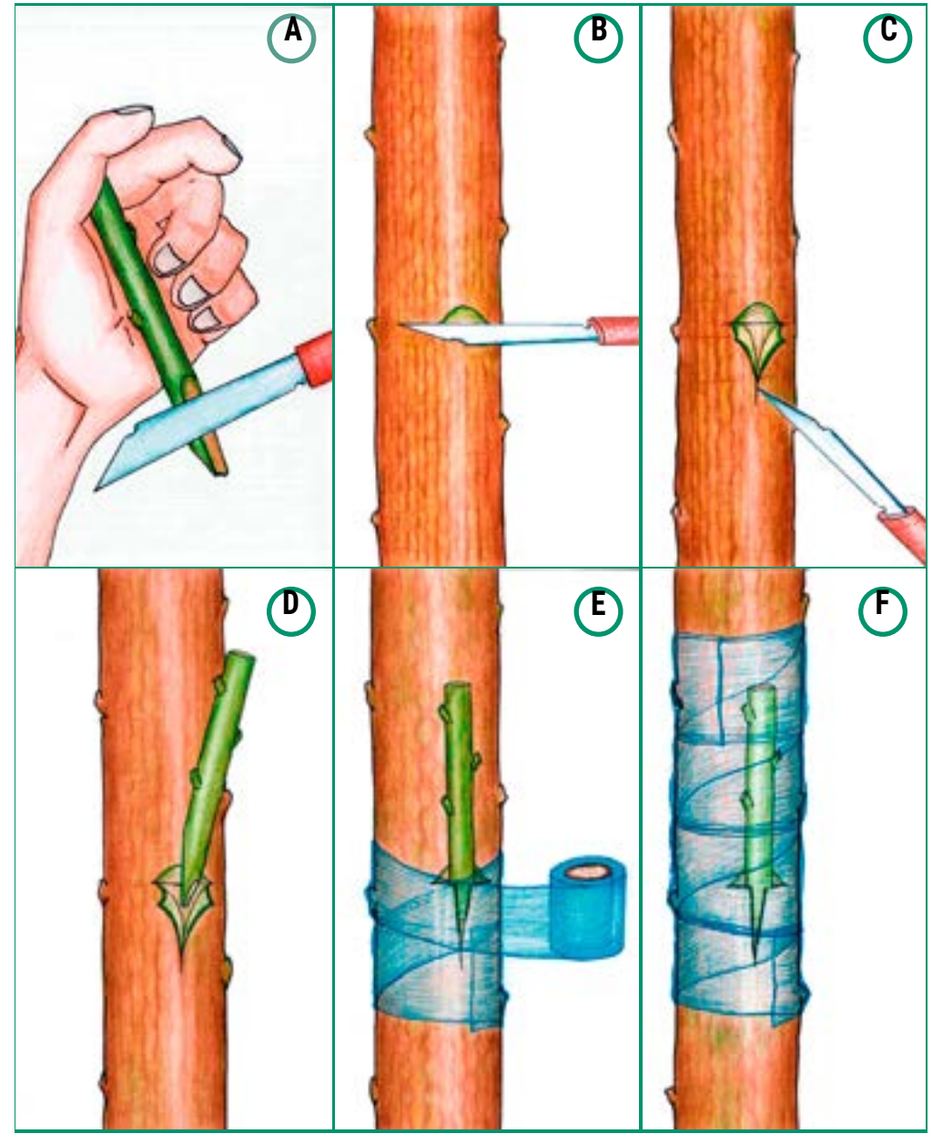


Fig. 24. Procedimiento para injertar en púa lateral tipo momia en una brote basal o chupón basal (Ilustración Kelvin Cunaique).

4.4.4. Injerto tipo parche

Esta técnica de injertación consiste en unir un pedazo de corteza rectangular que contenga una yema obtenida de una vara yemera (injerto), con la corteza de otra planta (patrón).

Se puede realizar en plantas jóvenes (vivero) o chupones o brotes basales de árboles adultos. Es muy importante que la vara yemera y el patrón tengan el mismo diámetro. Después de efectuada la injertación, las primeras flores aparecen a los 12 meses.

Procedimiento:

a Realizar dos cortes verticales y un corte horizontal en la corteza del patrón a unos 30 cm del suelo (Fig. 25a). Eliminar las hojas inferiores que pueden estar presentes en el patrón.

b De la vara yemera extraer una yema en forma de parche, de igual ancho y largo que el corte realizando en el patrón. Para esto, realizar dos cortes horizontales y dos cortes verticales (Fig. 25b).

c Retirar el parche de la vara yemera tenga especial cuidado de no quebrar la yema (Fig. 25c).

d Inmediatamente colocar el parche en la apertura de la corteza del patrón abriendo suavemente su corteza, de acuerdo con la longitud del parche, hasta introducirlo por completo sin tocar la parte inferior. La lengüeta del patrón abraza 50% del parche sin afectar la yema (Fig. 25d).

e Amarrar de abajo hacia arriba, con cinta plástica cubriendo totalmente y presionando ligeramente para impedir el ingreso de agua (Fig. 25e y Fig. 25f).

f Este es un proceso muy delicado, por ello se recomienda desinfectar la navaja en cada corte. Puede usar alcohol medicinal al 70%.

Después de 15 días desvendar totalmente el injerto. Si la yema mantiene un color marrón claro se logró un injerto exitoso de lo contrario debe volver a injertar.

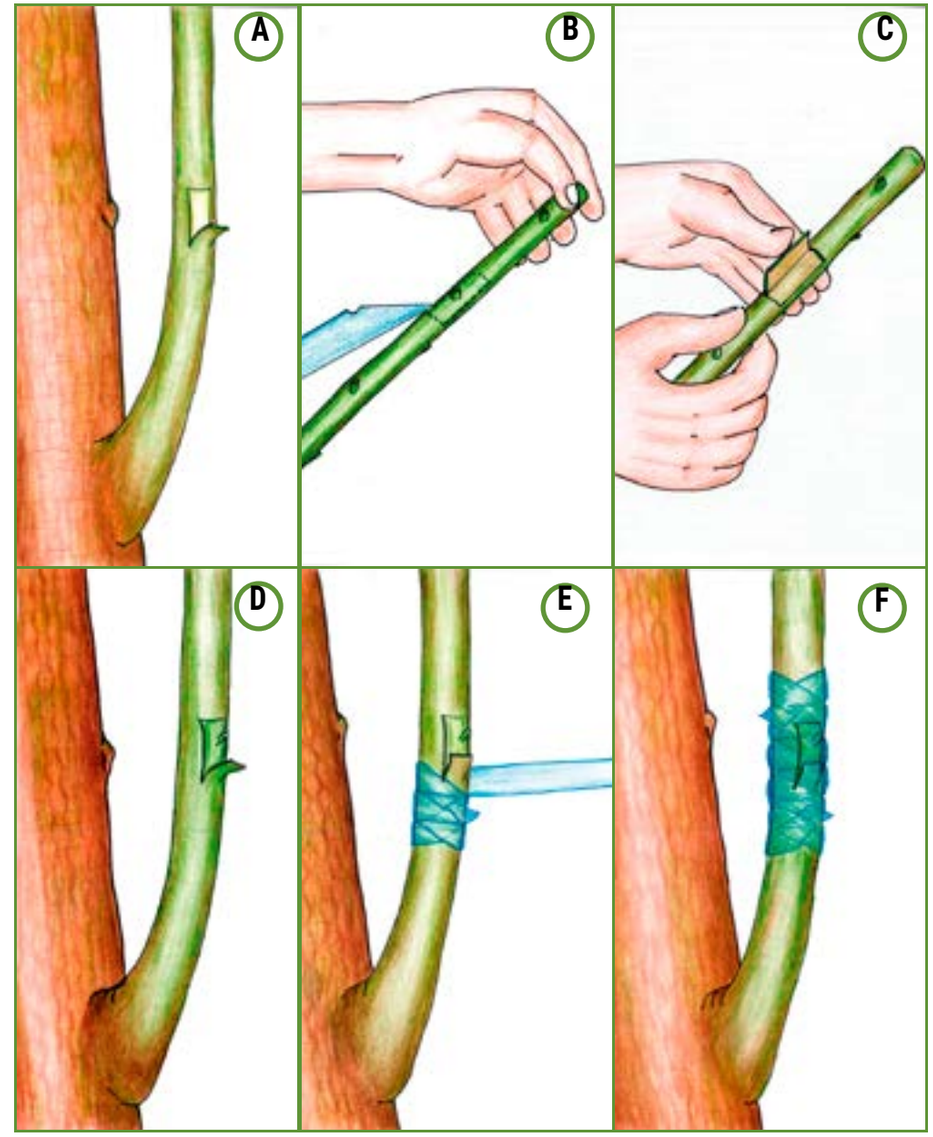


Fig. 25. Procedimiento para injertar en parche en un chupón o brote basal (Ilustración Kelvin Cunaique).

4.5. Buenas (y malas) prácticas de injertación

El éxito de la injertación depende en gran medida de la experiencia y habilidad del injertador, de su conocimiento y criterio en la obtención de yemas, de la elección del momento óptimo de injertación y del nivel de detalle considerado en la planificación y logística. Por ello, se puede afirmar que actividades improvisadas casi siempre fracasan. Durante la etapa de planificación debe considerar las condiciones climáticas, factores internos y externos a las plantas los cuales repercuten en la unión del patrón y el injerto.

A continuación, se presentan algunas consideraciones para asegurar una injertación exitosa.



Taller de injertación para mujeres en la Quemazón Piura (Foto F. Yovera).

a Usar herramientas no adecuadas



Evite el uso de herramientas no diseñadas para la injertación (cuchillos de cocina, machetes, cutter, etc.). Si bien es cierto que el éxito de esta actividad depende en gran medida de la habilidad del injertador y de las condiciones bajo las cuales se realiza, es recomendable usar las herramientas adecuadas para evitar deteriorar el material a propagar y por seguridad del propio injertador

Se recomienda realizar esta actividad con las herramientas adecuadas. La navaja debe estar afilada y sin presencia de suciedad u oxido. Debe tener en cuenta que la herramienta puede ser un vector de transmisión de enfermedades por eso se recomienda la desinfección con alcohol, antes y después de una jornada de trabajo o cuando se va de una parcela a otra.

b Falta de coincidencia entre el parche y el patrón



El parche tomado de la vara yemera no coincide con el corte realizado en el patrón. Esto ocasiona que el agua ingrese por las zonas libres pudriendo al injerto, además estas zonas pueden ser entradas de patógenos, suciedad, insectos y zona de desecamiento.



Si el parche coincide con el corte realizado ambas partes entran en contacto dando como resultado un injerto exitoso. Siempre monitorear el desarrollo del injerto.

c Injertar muy alto



Evitar injertar en brotes o ramas demasiado altas, por encima de un metro. Esto puede traer problemas a la larga, una vez que el injerto empiece a generar frutos existe algo de riesgo de quiebre o desgajo. Además, puede dificultar el manejo de la planta a futuro.



Se recomienda injertar en brotes entre 30 y 50 cm y en ramas por debajo de 1 m de altura. Con esto se asegura que el injerto se desarrolle de manera adecuada y pueda independizarse fácilmente del patrón.

d Desvendar fuera de la fecha indicada



Descuidar los injertos puede ocasionar deterioro, daño y pudrición en las hojas y guía apical, inclusive la muerte del injerto. En la fotografía se observa un injerto al cual no se le retiro la bolsa plástica (cámara húmeda) de manera oportuna, el injerto fue exitoso, pero no pudo crecer por falta de espacio. Este injerto fue descartado por estar deforme.



Se recomienda monitorear constantemente los injertos para identificar problemas y corregirlos oportunamente. El correcto desvendado de los injertos permitirá que crezcan adecuadamente.

e Desvendar totalmente el injerto



Evitar desvendar completamente el injerto cuando este aún es pequeño, generalmente, entre 2 o 3 semanas después de la injertación. Esto puede ocasionar que el injerto quede expuesto a las condiciones cambiantes del clima.



Desvendar gradualmente al injerto, dependiendo de la técnica, puede ser a partir del día 20. Con una navaja afilada, y sin dañar el patrón ni el injerto, realizar pequeños cortes en el plástico para ayudar a que los brotes puedan emerger. Observe los primeros cortes realizados próximos a los brotes para permitir el crecimiento de las hojas.

f Desvendar fuera de fecha (después de fecha)



No plafinicar bien las actividades de injertación, ni el manejo de los injertos, por lo general, lleva a situaciones de poco éxito y fracazos. En la Fig. se observa un injerto que fue abandonado, el vendaje con el que fue injertado no fue retirado oportunamente, esto ocasiono que el injerto termine quebrandose poco tiempo después.



Retirar oportunamente el vendaje permite que el injerto se desarrolle de manera adecuada, reciba la luz que requiere para crecer y no tenga barreras físicas para desarrollarse. No olvidar de retirar los plasticos usados y depositarlos en un tacho de basura.

g Desvendar agresivamente (daños al patrón)



El uso de herramientas inadecuadas, con poco filo y sin la experiencia necesaria, puede ocasionar daños en la corteza, que si bien pueden ser considerados como superficiales, puede ser foco de infección, inclusive puede generar desconfianza en el productor por las malas practicas en su parcela.



El uso de una navaja de injertar o un cutter (solo para esta actividad) permite un desvendado limpio y sin dañar el patron ni el injerto.

h No cuidar al injerto de enfermedades y plagas



La presencia de enfermedades en injertos puede deberse a una parcela con problemas sanitarios o a varas enfermas que fueron llevadas para injertar. Una adecuada poda sanitaria permite evitar el contagio de los injertos, tambien es preciso verficar que el material a ser usado no presente sintomas de alguna enfermedad. Evite propagar enfermedades.



Preparar adecuadamente la parcela antes de la injertación y la selección acertiva del material a propagar permite el desarrollo de injertos saludable y vigorosos. Es necesario el monitoreo constante para prevenir el ataque de enfermedades.

i No usar sellantes



Al momento de cortar gradualmente el patron debe aplicarse algun tipo de sellante o cicatrizante, de preferencia a base de cobre para prevenir alguna infección por patogenos. En la foto se observa un patron sin cicatrizante, que a las pocas semanas se seco. Esto por la pérdida de agua o por dar lugar a la entrada de enfermedades ó insectos perforadores.



Aplicar una pasta sellante permite prevenir la deshidratación del injerto y cerrar el ingreso a patogenos e insectos. Se puede usar productos comerciales como arbokol classic (Copolímero acetato de vinil-eter) o preparados a base de ceniza, cobre y aceite agrícola.

4.6. Manejo de los injertos

En esta sección se brindan recomendaciones para el manejo adecuado de los injertos. Se desarrollan a modo de preguntas los aspectos más relevantes del manejo a fin de brindar las condiciones óptimas que aseguren su prendimiento y crecimiento.

¿Cuándo desvendar?

El momento adecuado para realizar el desvendado de los injertos estará sujeto al monitoreo que haga el responsable de campo. De manera general y en base a la experiencia se recomienda tener presente lo siguiente:

Se ha podido observar que en condiciones óptimas (sin extremos de temperatura y precipitación) el desvendado se puede realizar entre los 20 y 30 días después de la injertación. El desvendado deberá hacerse de manera gradual, nunca se debe quitar totalmente el plástico utilizado como vendaje, por ello, el desvendado puede ser considerado un proceso de varias etapas.

El momento de desvendar el injerto está condicionado por algunos factores como:

- Calidad de la yema (madurez, vigor y turgencia)
- Experiencia del injertador
- Estado fisiológico del patrón y edad
- Temperaturas bajas que retrasan el prendimiento
- Régimen de lluvias, puede adelantar el desvendado en caso de lluvias intensas

¿Cómo desvendar?

Cada tipo de injerto tiene su particularidad al momento de desvendar. Estos son detallados a continuación:

Púa central. Durante el monitoreo, el responsable de la injertación debe observar la vigorosidad del injerto y el desarrollo de los brotes. El desvendado de este tipo de injerto se realiza en dos tiempos.

Primero: Tres semanas después de la injertación, y siempre que los injertos tengan más de 3 brotes de hoja nueva con longitud de al menos 5 cm, puede retirar la bolsa que sirve de cámara húmeda.

Segundo: aproximadamente 5 días después de retirar la cámara húmeda, y una vez que las hojas hayan crecido pueden hacer ligeros cortes en la cinta de vendaje (con una navaja afilada), esto dejará crecer a las hojas. Dos semanas después puede retirar por completo el plástico que sirve como vendaje.

No tener en cuenta este procedimiento gradual resultará en problemas como el quemado de brotes, seguido del desecamiento y muerte del injerto.

Púa central. y Púa lateral tipo momia Tres semanas después de la injertación, y una vez formados los brotes, entre 1 a 3 cm de tamaño, proceda de la siguiente manera:

Primero: Con una navaja realizar un solo corte lo más cercano a los brotes de hoja que estén emergiendo; será por esa abertura por donde irán saliendo las hojas a medida que crecen.

Segundo: Si el injerto se realizó en una rama, la cinta o plástico utilizado como vendaje debe de permanecer entre 2 a 4 meses, en promedio, para ello se recomienda el monitoreo constante, ya que retirarlo antes de tiempo ocasiona desprendimiento del injerto. Si se injertó en brotes basales este tiempo puede ser menor. Por eso es importante la comunicación entre el responsable de la injertación y el productor a fin de programar un cronograma de visitas para inspeccionar el trabajo.

Considere que para plantaciones adultas injertadas en tallos o ramos el vendaje debe de permanecer más tiempo ya que el riesgo de desprendimiento del injerto es mayor.

Parche Observar la aparición de los primeros brotes. Antes de abrir los primeros brotes deben tener al menos 1 cm de tamaño. Se recomienda hacer el primer corte de la cinta de vendaje en la parte inferior, para evitar el ingreso de agua, luego continuar con los demás cortes, todos los cortes deben realizarse durante el mismo día. Es preferible descubrir completamente el brote para evitar “encharcamiento” de agua.

¿Cuándo y cómo podar el injerto?

La finalidad de podar un injerto es formar adecuadamente la estructura de la nueva copa, para ello se debe de eliminar toda rama que no cumpla con tal fin. Las primeras podas pueden realizarse a partir del sexto mes de injertado y tienen como finalidad formar la copa. El momento óptimo de podar los injertos estará sujeto al constante monitoreo, ya que cada injerto tendrá un desarrollo diferenciado entre sí.

Al momento de podar los injertos se recomienda usar tijera de podar de mano. Evite el uso de machetes o sierras muy gruesas.

¿Cómo hacer el control fitosanitario?

Desde el momento del desvendado el injerto se encuentra expuesto a las condiciones de su entorno, una de ellas es la posibilidad de ser atacado por alguna enfermedad o plaga preexistente en la parcela renovada. Si realizó bien el manejo de las plantas donadoras de varas yemeras y selecciono adecuadamente las varas, no debería existir incidencia de enfermedades a causa de estas.

El control sanitario consiste en eliminar ramas con escoba de bruja, *Phytophthora* u alguna plaga, como asta de torito. A nivel de frutos quitar frutos con signos de escoba de bruja, mazorca negra, moniliasis o insectos perjudiciales como chinches o mazorquero. Se recomienda enterrar estos para evitar futuros contagios.

La mejor manera de realizar el control fitosanitario es la prevención. Por ello además del control mecánico recomendado líneas arriba, se recomienda el uso de fungicidas, pudiendo ser orgánicos. Por ejemplo, los productos a base de *Trichoderma* spp. son efectivos en el control de hongos como la escoba de bruja. Puede usar la misma concentración recomendada en la sección 4.3.2.

4.7. Manejo de la parcela injertada

Despunte o apertura de la copa

Después de liberar el injerto, se realiza la poda de la copa del patrón (la planta original) de modo que permita el ingreso de luz. Este proceso es gradual. Tener presente lo siguiente:

- **Si el injerto se realizó en una rama**, se va eliminando la copa del patrón de forma gradual, empezando por las partes más altas, hasta llegar a aproximadamente 1 metro del injerto. Este proceso se realiza cuando el injerto se encuentre en su segunda brotación y haya formado ramas. Hacer esto antes puede causar estrés en el injerto, pudiendo llegar a morir. De igual manera, si realiza el corte muy cerca al injerto este podría secarse.
- **Si el injerto se realizó en un brote basal**, se debe librar la copa desde la parte superior e ir bajando la copa de manera gradual, para permitir el ingreso de luz directa.

En todos los casos, debe aplicarse un sellante a base de cobre en los cortes para evitar el ingreso de patógenos. Puede adquirir productos en tiendas comerciales o preparar uno usando ceniza, cobre y aceite agrícola. Hacer esto usando una brocha limpia.

Corte del patrón

Cuando el injerto se encuentre establecido y haya crecido adecuadamente, se debe eliminar la copa del patrón. Para ello considerar lo siguiente:

- **Si el injerto se realizó en una rama o un tallo**, y este haya desarrollado y formado ramas, se debe eliminar todas las ramas del patrón por encima de este a 35 cm. Esto dará espacio para que el injerto forme la nueva copa.
- **Si el injerto se realizó en un brote basal**, eliminar el tronco del patrón a una distancia no menor de 30 cm del injerto. Primero asegurarse que el injerto haya formado un sistema radicular propio. Como ya recomendamos esto se puede conseguir aporcando al injerto, puede usar ceniza para prevenir el ataque de insectos cortadores. Finalizar con la aplicación de sellantes.



Fig. 26. **Arbol de cacao Gran Blanco de Piura injertado después de un año y medio en la Quemazón Piura (Foto F Yovera).**



Fig. 27. **Arbol de cacao Chuncho injertado después de un año y medio en Echarati, la Convención, Cusco (Foto J Conza).**



REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

- Aranzazu Hernández F; Martínez Guerrero N; Rincón D; Palencia Calderón G. 2009. Materiales de cacao en Colombia, su compatibilidad sexual y modelos de siembra. FEDECACAO; CORPOICA. Cali – Colombia. 28 p
- Ardelean, CF; Becerra-Valdivia, L; Pedersen, MM et al. 2020. Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum. Nature 584, 87–92. DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-020-2509-0
- Bilderback T; Bir RE; Ranney T.G. 2014. Grafting and Budding Nursery Crop Plants. North Caroline State Extension Publications. Online en 26 p.
- Brickell CD; Alexander C; Cubey JJ; David JC; Hoffman MHA; Leslie AC; Malécot V; Jin X. 2009. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. 8 va. Edición. Scripta Horticulturae 10 (151). 184 p.
- Cubero JI. 2013. Introducción a la mejora genética vegetal. 3ra. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 570 p.
- Echeverri Rodríguez, J.H. 2006. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). No. 78: 101 – 105. (Hoja Técnica).
- Echeverri Rodríguez, J.H. 2013. Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos. Tercer volumen. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Jose, Costa Rica. 57 p.
- FEDECACAO – PRONATTA (Federación Nacional de Cacaoteros). 1999. Fundamentos para la Modernización de Cultivos de Cacao y Practicas para el sostenimiento de la productividad. Santafé de Bogotá – Colombia. Sp.
- IDH – Dalberg. 2015. Smallholder tree crop renovation and rehabilitation (R&R). 78 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2006. Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú. Lima – Perú. 75 p.

- Aranzazu Hernández F; Martínez Guerrero N; Rincón D; Palencia Calderón G. 2009. Materiales de cacao en Colombia, su compatibilidad sexual y modelos de siembra. FEDECACAO; CORPOICA. Cali – Colombia. 28 p
- Ardelean, CF; Becerra-Valdivia, L; Pedersen, MM et al. 2020. Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum. Nature 584, 87–92. DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-020-2509-0
- Bilderback T; Bir RE; Ranney T.G. 2014. Grafting and Budding Nursery Crop Plants. North Caroline State Extension Publications. Online en 26 p.
- Brickell CD; Alexander C; Cubey JJ; David JC; Hoffman MHA; Leslie AC; Malécot V; Jin X. 2009. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. 8 va. Edición. Scripta Horticulturae 10 (151). 184 p.

- Cubero JI. 2013. Introducción a la mejora genética vegetal. 3ra. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 570 p.
- Echeverri Rodríguez, J.H. 2006. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). No. 78: 101 – 105. (Hoja Técnica).
- Echeverri Rodríguez, J.H. 2013. Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos. Tercer volumen. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Jose, Costa Rica. 57 p.
- FEDECACAO – PRONATTA (Federación Nacional de Cacaoteros). 1999. Fundamentos para la Modernización de Cultivos de Cacao y Practicas para el sostenimiento de la productividad. Santafé de Bogotá – Colombia. Sp.
- IDH – Dalberg. 2015. Smallholder tree crop renovation and rehabilitation (R&R). 78 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2006. Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú. Lima – Perú. 75 p.
- Schroth, G; Faria, D; Araujo, M. et al. 2011. Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil. Biodivers Conserv 20, 1635–1654 (2011). https://doi.org/10.1007/s10531-011-0052-x
- Snoeck, D; Koko, L; Joffre, J; Bastide, P; Jagoret, P. 2017. Cacao Nutrition and Fertilization. In Lichtfouse, E (editor). Sustainable Agriculture Reviews (vol. 19). VI, 304 p.
- Ramírez, SI; López, O; Zaragoza, S; Villarreal, JM. 2009. Guía práctica para la renovación de plantaciones improductivas de cacao. Tuxtla Gutiérrez. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas, Fundación Produce Chiapas. 17 p.
- Resolución Ministerial N.º 0332-2016-MIDAGRI, 2016. Expediente sobre Pedido de Reconversión Productiva N.º 218-2016-PRP. Diario Oficial El Peruano. Perú. 15 jul.
- Rojas, S; García, J; Alarcón, M. 2004. Propagación asexual de plantas: Conceptos básicos y Experiencias con especies amazónicas. Bogotá, Colombia, CORPOICA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. 55 p
- Tarmadja S. 2015. The Cacao Flower Visitor Insects Diversity and their Potentialities as Pollinators. International Conference on Biological Science (3, Vol. 2, 2013, Yogyakarta, Indonesia). Universitas Gadjah Mada, Indonesia. 540-543 p. DOI http://dx.doi.org/10.18502/kls.v2i1.212
- Thomas, E; van Zonneveld, M; Loo, J; Hodgkin, T; Galluzzi, G; van Etten, J. 2012. Present spatial diversity patterns of Theobroma cacao L. in the neotropics reflect genetic differentiation in pleistocene refugia followed by human-influenced dispersal. PLoS ONE 7:e47676. DOI: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0047676
- Zarrillo, S; Gaikwad, N; Lanaud, C et al. 2018. The use and domestication of Theobroma cacao during the mid-Holocene in the upper Amazon. Nat Ecol Evol 2, 1879–1888. DOI: https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x



6 ANEXO 1: Origen de la diversidad de cacaos en el Perú

El cacao, como especie botánica, se originó hace aproximadamente 10 millones de años (Whitlock et al. 2015). Ha tenido un periodo muy largo de evolución como consecuencia de cambios climáticos pasados y la interacción con fauna y flora antes de la llegada de los primeros humanos a las Américas, hace apenas 15 a 30 mil años atrás (Ardelean et al. 2020). La llegada del humano a las Américas coincidió con el periodo de la última glaciación. Durante este periodo una reducción en la precipitación causó un fuerte impacto en la vegetación del área que hoy día conocemos como la cuenca Amazónica, probablemente cubierta por áreas de bosque húmedo tropical intercalados por bosques secos e inclusive sabanas. Como consecuencia, los primeros humanos que llegaron a la cuenca Amazónica encontraron diferentes áreas boscosas con cacao separados por otros tipos de vegetación a la adaptación a condiciones de crecimiento locales dio origen a diferentes variedades o ecotipos de cacao. Este proceso de diversificación de diferentes poblaciones de cacao, probablemente, ocurrió con mayor intensidad en la amazonia peruana a causa de su cercanía a los Andes, donde las condiciones climáticas se mantuvieron con mayor humedad y donde el aislamiento de poblaciones fué promovido por el sinfín de valles en la ceja de selva.

Al encontrarse con esta diversidad de cacaos, las primeras poblaciones humanas iniciaron el proceso de selección de las variedades de mejor sabor de pulpa fresca, las que llevaron a sus campamentos donde inicialmente germinaron entre los desechos de cocina y gradualmente se comenzó a cultivar y distribuir a mayores distancias. De esta manera, el humano se convirtió en el dispersor más importante de cacao hasta el día de hoy. De hecho, es muy probable que el dispersor original de cacao se extinguiera como consecuencia de los cambios climáticos de la última glaciación en combinación con la caza humana.

Desde los primeros intentos de selección y cultivo, los humanos comenzaron a ampliar la diversidad de cacao que encontraron originalmente. Como resultado, hoy en día contamos con más de 15 grandes grupos genéticos de cacao a nivel mundial, la gran mayoría con presencia en

Perú (Motamayor et al 2008). Estos 15 grupos genéticos son una combinación de 3 orígenes predominantes: origen natural, origen humano (cultivares), y grupos que son una mezcla entre los dos orígenes. Los cultivares más reconocidos son los grupos genéticos de cacao Amelonado o Catongo del este de Brasil, Criollo de Centroamérica, y el Nacional de Ecuador. De estos, el Amelonado es generalmente considerado como cacao convencional, mientras el Criollo de Centroamérica y el Nacional de Ecuador son conocidos como cacaos nativos finos de aroma. El Amelonado probablemente fue domesticado del material de la zona fronteriza entre Colombia, Perú, y Brasil, y fue distribuido hacia la embocadura del rio Amazonas. Los cacaos finos de aroma probablemente son el resultado de procesos de domesticación en la Amazonia Peruana y Ecuatoriana (Thomas et al 2012).

La evidencia más antigua e indiscutible de esta domesticación son los restos arqueológicos de la cultura Moche-Chinchipe-Marañón ubicada en la parte Amazónica del norte peruano y sur ecuatoriano, y data de más de 5.200 años (Olivera-Núñez 2018; Zarrillo et al. 2018). Mediante rutas de negocio transandinos el cacao fue introducido tempranamente a la costa peruana y ecuatoriana donde dio origen al cacao Blanco de Piura y el Nacional de Ecuador que pertenecen al mismo grupo genético (Arevalo-Gardini et al. 2019). El origen genético del cacao Criollo de Centroamérica sigue siendo tema de debate, Algunos defienden que tiene su origen en la Amazonia ecuatoriana y de allí fue llevado a Centroamérica (Cornejo et al. 2018), mientras que otra hipótesis sugiere que el cacao centroamericano tiene su origen en el cacao Blanco de Piura y Nacional de Ecuador (Thomas et al. 2012). Esta última hipótesis se defiende entre otros porque tanto el cacao Criollo como el Nacional de Ecuador originalmente tenían pepa blanca y son aromáticos, y hay evidencia de intercambio interoceánico de cultivos entre Centroamérica y la costa peruana y ecuatoriana (Larranaga et al. 2020).

Además, existe la hipótesis que la domesticación del cacao fino de aroma comenzó antes de la cultura Moche-Chinchipe-Marañon más al sur de la Amazonia peruana mediante la selección, cultivo y distribución de los materiales más apetecidos por sus sabor y aroma de pulpa (Thomas 2017; Thomas et al. 2012). De hecho, postula que el cacao Blanco de Piura/Nacional de Ecuador tendría un origen en común con el cacao Chuncho. El cacao Chuncho se destaca por tener una diversidad en sabores y aromas sin par en el mundo que sin duda es el resultado de largos procesos de domesticación a cargo de grupos indígenas, hoy en día representados por los Matsigenka.

Está claro que la diversidad única de cacaos finos de aroma en el Perú presenta un tesoro subexplotado, y esperamos que el éxito del cacao Chuncho y el cacao Blanco de Piura en los mercados internacionales pueda multiplicarse en las muchas otras variedades que se encuentran en el campo.



Alliance

Bioversity

CIAT

CGIAR

RESEARCH PROGRAM ON
Forests, Trees and Agroforestry

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo

APP CACAO