



Proyecto “Colombia, Costa Rica, Nicaragua: Reduciendo el Escurrimiento de Plaguicidas al mar Caribe”



Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la producción de piña en Costa Rica



Contraportada

Autores:

Ing. Agr. Abel García Muñoz (BANACOL)
Ing. Agr. Merylyn Rodríguez Murillo (BANACOL)

Colaboradores:

Departamento de Asistencia Técnica y Agricultura (DATA) BANACOL

Ing. Agr. Milton Vásquez Salazar
Ing. Agr. Eliecer Arce Ramírez
Ing. Agr. Rodolfo Rodríguez Rojas. M. Sc
Ing. Agr. Andrés Araya Lapizar
Ing. Agr. William Méndez Leiva

Edición

Ing. Agr. Merylyn Rodríguez Murillo
Asistente Coordinadora Proyecto REP-Car BANACOL

Coordinación Regional Proyecto REP-Car

Dr. Alexander Cooman
PNUMA/UCR/CAR

Unidad de Coordinación Nacional

Dr. Elidier Vargas Castro (Coordinador MINAET)
Ing. Marco Vinicio Jiménez Salas (Coordinador actual MAG)
M.Sc. Luis Matarrita Díaz (Coordinador anterior MAG)
Dra. Pilar Alfaro Monge (REPCar)

Coordinador proyecto PNUMA-Banacol

Ing. Abel García Muñoz
Director del DATA BANACOL

Equipo Técnico de Proyectos Demostrativos

Ing. Agr. Abel García Muñoz
Ing. Agr. Merylyn Rodríguez Murillo
Ing. Agr. Rodolfo Rodríguez Rojas. M. Sc

Otros colaboradores

Sr. Yilbert Álvarez Jiménez
Ing. Agr. Julios Mbuga
Ing. Agr. Pedro Vargas Sánchez
Finca Agrícola Industrial San Cayetano

Índice

<i>Contraportada</i>	<i>II</i>
<i>Presentación</i>	<i>III</i>
<i>Índice</i>	<i>III</i>
<i>Introducción</i>	<i>II</i>
<i>Objetivo General</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
1 Sistema de Gestión Integrado de Producción	1
1.1 Principal legislación nacional en la producción de piña	1
1.2 Protección del medio ambiente.....	2
1.3 Higiene, salud y seguridad ocupacional	3
1.4 Manejo de agroquímicos.....	5
1.5 Muestreo de Residuos de plaguicidas	12
2 BPA en el proceso del cultivo de piña	17
2.1 Selección de áreas de producción	17
2.2 Preparación de suelo.....	17
2.3 Cosecha, selección y tratamiento de la semilla.....	23
2.4 Siembra	25
2.5 Utilización de cobertura plástica en la producción de piña	26
2.6 Desarrollo de plantación.....	32
2.7 Forzamiento	43
2.8 Manejo de fruta y cosecha	44
2.9 Empaque	50
3 Bibliografía	56
4 Anexos	58

Presentación

La piña es la tercera fruta tropical más importante en el mundo, después del banano y los cítricos (Bartholomew *et al.* 2003). En Costa Rica se inició su siembra en las sabanas de Buenos Aires de Puntarenas en la década de 1950, y ya para el 2005 las exportaciones costarricenses alcanzaron 900.000 toneladas métricas, con un crecimiento de 30% en relación con el año anterior, y un total de 30.000 hectáreas sembradas.

Las altas productividades del cultivo de piña dependen del éxito que se tenga en el manejo de cada uno de los factores controlables, como el suministro de agua y nutrientes; así como el control de plagas invertebradas y enfermedades. Las prácticas agrícolas que se realicen en las plantaciones de piña para el manejo de estos factores deben de ejecutarse de forma correcta y llevando registros claros, esto con el fin de cumplir con las normas nacionales e internacionales en materia de producción y protección ambiental.

La implementación de Buenas Prácticas Agrícolas es un elemento de competitividad en la agricultura moderna. La FAO define a las BPA simplemente como “hacer las cosas bien” y “dar garantías de ello” y son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles.

Con base en las consideraciones anteriores, el Departamento de Asistencia Técnica y Agricultura de BANACOL de Costa Rica división piña, estableció una alianza con el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones - MINAET, el Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA en el marco del proyecto “Reduciendo el Escurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe”- REPCar, para tratar de disminuir el impacto generado por los residuos de agroquímicos que escurren hacia nuestras costas.

Dentro de este proyecto, BANACOL apuesta por este Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de la piña, con el propósito de sugerir algunas de las prácticas necesarias, durante la ejecución de un proyecto productivo de esta índole. Así como su importancia en la calidad y los rendimientos del producto final. El manual está dirigido a pequeños, medianos y grandes productores de piña, así como a técnicos vinculados a este campo. Con este Manual esperamos contribuir a lograr una mejor eficiencia en las producciones de piña de Costa Rica con lo que se asegura la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Gabriel Montoya Aristizabal
Gerente General BANACOL

Nelson Andrade Colmenares
Coordinador PNUMA-UCR/CAR

Elidier Vargas Castro
Coordinador REPCar/MINAET

Alexandre Cooman
Coordinador Regional REPCar

Introducción

Banacol de Costa Rica es una empresa consolidada en la década de los 80's y autónoma en la cadena de producción. La Unidad de Producción de Piña de BANACOL está compuesta de 4 fincas ubicadas en Costa Rica: Entre las cuatro fincas suman más de 3000 hectáreas de producción de piña, más las áreas de protección que se encuentran adscritas a las fincas.

Banacol de Costa Rica está interesada en una producción de piña limpia, amigable con el ambiente y la salud de las personas, por esto tiene apertura para apoyar proyectos de investigación y propiciar y aportar el conocimiento que requiera la actividad para dilucidar toda duda referente a sus técnicas, tecnologías y/o prácticas agrícolas de producción que tengan relación con el ambiente y la salud humana.

Por su conciencia ambiental Banacol fue seleccionado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA para desarrollar uno de los proyectos demostrativos en piña, ejecutados en Costa Rica, bajo el marco del Proyecto Colombia, Costa Rica y Nicaragua reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe (REPCar). Este proyecto fue financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente GEF y se desarrolló en la Finca piñera Agrícola Industrial San Cayetano en la Vertiente del Caribe, donde se validaron nuevas prácticas agrícolas que permitieron la reducción del uso de agroquímicos en la producción de piña.

Como parte de los objetivos del proyecto se desarrolló el presente manual que recoge la experiencia de Banacol en la implementación de buenas prácticas agrícolas y ambientales, durante más de 20 años de producción de piña, tales como la utilización de cobertura plástica sobre el terreno a cultivar y la reducción del paquete de agroquímicos utilizado comúnmente por la empresa, entre otras prácticas, tendientes a minimizar el impacto ocasionado por el cultivo intensivo de piña.

El manual está integrado por dos grandes componentes, el primero es el Sistema de Gestión Integrado que incluye legislación nacional en la producción de piña, las buenas prácticas en la salud ocupacional, el manejo seguro de agroquímicos y los procedimientos para la toma de muestras de residuos de agroquímicos. El segundo componente es el proceso del cultivo donde se describen las prácticas desde preparación de terreno hasta la recolección y el empaque de la fruta.

El objetivo de este manual de Buenas Prácticas Agrícolas desarrollado por Banacol de Costa Rica, es ofrecer una herramienta de consulta para pequeños, medianos y grandes productores, con el fin de incentivar una producción la piña de forma sostenible y amigable con el ambiente.

1 Sistema de Gestión Integrado de Producción

Un sistema de gestión integrado constituye una estructura planificada dentro de la finca para el cumplimiento leyes y reglamentos aplicables en la operación. El objetivo de este sistema es desarrollar normas internas en la empresa para cumplir con los requisitos ambientales, sociales y de calidad, que exigen la legislación a nivel nacional e internacional, para la venta y exportación de piña fresca.

1.1 Principal legislación nacional en la producción de piña

Los puntos que se indican a continuación son un extracto de los trámites necesarios para las personas o sociedades anónimas que aspiran a convertirse en productores de piña en Costa Rica. Adicionalmente se mencionan la oficina o ente estatal donde gestionar cada uno de los procesos, el tipo de papelería necesaria a entregar para cada trámite, el costo económico y el tiempo aproximado de respuesta en cada proceso. Esto con el fin de que cada productor pueda hacer las proyecciones de inversión necesarias sin que se vean afectadas por estos procesos burocráticos.

1.1.1 En áreas nuevas

- Según la Ley Orgánica del ambiente N° 7554 cualquier actividad humana que generen residuos tóxicos o peligrosos requiere un estudio de diagnóstico ambiental y evaluación de impacto ambiental emitido por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.
- En caso de necesitar perforaciones se debe solicitar una concesión de posos otorgada por el departamento de agua del MINAET en cumplimiento con el artículo 17 de la Ley de aguas.
- Además se debe solicitar el permiso de uso del suelo y construcción de drenajes a la municipalidad correspondiente (plan regulador).



Figura 1. Áreas de amortización cercana a quebrada.

1.1.2 Conservación y protección forestal

- De acuerdo a la Ley Forestal 7575 en el artículo 33 dice se debe respetar las áreas que bordean nacientes permanentes en un radio de cien metros medidos de modo horizontal; en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana (Figura 1), medidas horizontalmente a ambos lados si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado; y en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses

artificiales contruidos por el Estado una zona de cincuenta metros medida horizontalmente. En el caso de posos perforados respetar un área de 40 metros lineales.

- Se debe realizar un inventario con un ingeniero forestal de los árboles que se requiera cortar en las áreas nuevas. Con esta información se solicita un permiso de corta de árboles al MINAET (Figura 2).

1.1.3 En proyectos de piña en operación

- Cada año se debe tramitar ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) un permiso para realizar la quema física de las plantaciones, definiendo de antemano las áreas y cronograma o calendarización con el que se van a quemar.
- Dentro de la Ley de Protección Fitosanitaria N° 7664 se establece lo siguiente:
 - Es obligación del propietario tratar, procesar o destruir los rastrojos de acuerdo con las técnicas dictadas por el Servicio Fitosanitario del Estado (art 20). Seguir las recomendaciones del “Plan de acción conjunto SFE - SENASA para el combate de la mosca de establo (*Stomoxys calcitrans*)(L.)”
 - No se puede emplear sustancias para uso agrícola si no se encuentra registradas ante el MAG y autorizadas para el cultivo de la piña (art 24).
- La Ley General de Salud establece que toda empresa agrícola debe de disponer de un sistema de recolección, separación, acumulación y disposición final de desechos sólidos, (art. 132), por lo que se debe presentar un plan de manejo de desechos para que sea aprobado por el Ministerio de Salud.



Figura 2. Árbol protegido en área de siembra por veda de corta.

1.2 **Protección del medio ambiente**

Toda finca debe ser responsable de identificar y valorar todos los impactos ambientales que genere la realización de su actividad, y además de incluir dentro de su sistema de gestión integrado las maneras adecuadas de minimizar estos impactos.

Recomendaciones:

- Las zonas no aptas para la agricultura o zonas de amortiguamiento de la finca (cercanas a fuentes de agua, planta empacadora, cultivos vecinos, áreas habitacionales) deben ser reforestadas. La finca deben dedicar de 20-25% del área para la conservación y delimitar corredores para la interacción entre zonas protegidas.
- En las áreas de amortiguamiento el control de malezas debe realizarse con moto guadaña o machete, en ningún momento se puede utilizar un herbicida.
- Ejercer adecuadas medidas de control de erosión en áreas con pendientes pronunciadas o propensas a la erosión como cultivos de cobertura, estabilización de canales de drenajes, uso de barreras en los canales, construcción de terrazas de base ancha, entre otras. (ver capítulo 5.2 de preparación de suelo).



Figura 3. Canales con estabilización de laterales con Vetiver y cobertura permanente.

- Se debe dar un manejo adecuado de aguas residuales y desechos sólidos provenientes de la unidad de producción, según lo establece el decreto de Vertido y reuso de aguas N°33061.
- Los canales donde circula agua regularmente deben permanecer con cobertura de plantas para evitar la deriva de agroquímicos y la erosión (Figura 3).
- En las orillas de las carreteras se deben sembrar barreras vegetales de porte bajo para que sirva de barreras de protección.

1.3 Higiene, salud y seguridad ocupacional

1.3.1 Higiene y salud

La buena salud e higiene de los trabajadores es fundamental para prevenir la contaminación física, química y biológica de las frutas, asegurando la inocuidad de producto hacia sus clientes. Es responsabilidad de la empresa dar guías de inducción a todo el personal nuevo sobre las buenas prácticas de higiene que deben prevalecer en las diferentes labores. Así como realizar capacitación constante a todo el personal para inculcar estas prácticas en la rutina diaria de cada empleado.

Buenas Prácticas de higiene al trabajador:

- No se debe permitir trabajar a personas afectadas o portadores de enfermedades infectocontagiosas en puestos donde exista el riesgo de contaminación biológica al producto final. Es indispensable que todo trabajador comunique cualquier afectación de su salud a su encargado inmediato para que este valore la necesidad de excluirlos de las labores relacionadas con la manipulación de la fruta.
- Entre las afecciones que se consideran excluyentes están: diarrea, ictericia, vómito, fiebre, dolor de garganta con fiebre, lesiones de la piel visiblemente infectadas, supuración de los ojos, oídos o nariz.
- Existen normas que deben cumplirse para mantener la salud e inocuidad de cada trabajador, que son: bañarse todos los días, usar inodoros en el campo (letrinas), lavarse adecuadamente las manos (Anexo 1), usar ropa limpia, mantener las uñas cortas y limpias, no usar joyas durante la ejecución de la labor (para eliminar los riesgos físicos).
- La finca debe tener disponibles en el campo letrinas cada 300 metros o 5 minutos caminando para el uso de los trabajadores.
- Todos los trabajadores deben tener la rutina de lavarse las manos en ciertos momentos, como son: al iniciar la jornada de trabajo, después de ir al servicio, fumar o comer, después de estornudar, toser o tocarse la nariz, después de manipular agroquímicos y al finalizar la jornada laboral.

Buenas Prácticas de higiene en la fruta:

- Descartar cualquier fruta que tenga contacto con el suelo.
- Cuando las frutas se transportan en distancias largas se deben mantener cubiertas para evitar contaminación con polvo, excretas de aves, semillas de malezas, etc (Figura 4).
- Toda herramienta de trabajo que entre en contacto directo con las frutas (cajas, bines) debe mantenerse limpia, sin contacto con el suelo, libre de aceite, grasa o cualquier otra sustancia que pueda contaminar las frutas.
- El trabajador debe limpiar adecuadamente sus botas o zapatos al cargar las frutas para evitar contaminar con tierra los bines o el piso del vehículo de transporte.



Figura 4. Utilización de saran para cubrir la fruta cosechada.

1.3.2 Seguridad ocupacional

Con el fin de prevenir los riesgos ocupacionales y mantener un medio de trabajo adecuado para el desarrollo de la labor que ejerza cada trabajador se debe establecer mecanismos de prevención y control de dichos riesgos.

BP para el control de riesgos laborales:

- Una empresa que contrate a más de 10 trabajadores debe contar con una Comisión de Salud Ocupacional, por su parte si la empresa contrata a más de 50 empleados deben contar con un departamento de salud ocupacional que vele por las condiciones de trabajo y desarrolle un programa de salud ocupacional, según el Reglamento del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Realizar una evaluación de riesgos por lo menos una vez al año o cada vez que se haga un cambio en algunas de las actividades. Para esta evaluación se puede usar el método FINE que define primeramente el grado de riesgo (GR) (Anexo 2) considerando la exposición (Exposición=E), los posible efectos a la salud (Consecuencias=C) y las medidas de control existentes (Probabilidad=P), donde la fórmula sería la siguiente $GR = C \times E \times P$ según los datos de la tabla del Anexo 2.
- Se comparan los resultados de la evaluación de riesgo FINE con los datos de la tabla del Anexo 3 para establecer las medidas de control necesarias para cada riesgo. En caso de que se presenten niveles de riesgo superiores a moderados se deben implementar y dar seguimiento de las medidas necesarias para reducir el riesgo en la labor.
- Los encargados de velar por el bienestar del personal tienen la responsabilidad de identificar las necesidades de capacitaciones del personal en relación a: los riesgos laborales, a cambios en las labores, a resultados de auditorías o planificación de respuesta a emergencias. Además se debe llevar un registro claro de cada una de las

capacitaciones realizadas en caso de auditorías o revisión por parte de organismos del estado.

- Cada uno de los encargados de las cuadrillas son responsables de asegurar la buena realización de las labores por parte del personal para reducir el riesgo de trabajo.

1.4 Manejo de agroquímicos

Los agroquímicos son muy importantes para la producción de piña. Estos son utilizados directamente sobre el suelo o el cultivo con el objetivo de dar nutrición y protección al cultivo para su adecuado desarrollo y lograr la cosecha de un producto de calidad de exportación.

Con el objetivo de proteger el ambiente y a las personas de los impactos de la aplicación de agroquímicos, productos orgánicos y biológicos es importante desarrollar en toda empresa un procedimiento establecido por el manejo seguro, transporte, almacenamiento, preparación de mezclas, aplicaciones manuales o mecánicas y la disposición de los desechos.

1.4.1 Selección del personal

Según el reglamento N° 18323 de disposición de personas que trabajan con agroquímicos para la selección del personal de aplicación, se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Todo el personal que labore en la formulación o aplicación de agroquímicos debe estar debidamente capacitado en el manejo de estos productos.
- Debe contar con condiciones de salud aptas para desempeñar esta labor, con examen médico y de colinesterasa (en caso que aplique organofosforados o carbamatos regularmente).
- Las personas deben ser mayores de edad, no ser mujeres embarazadas o en periodo de lactancia y que no padezcan de enfermedades en las vías respiratorias, enfermedades crónicas, hepáticas o renales.
- Preferiblemente no deben ser personas analfabetas.

1.4.2 Capacitaciones

La empresa debe procurar dar capacitación de forma práctica al menos dos vez al año a todas las personas relacionadas con el manejo de plaguicidas en los temas de: medidas de seguridad en el uso de plaguicidas, primeros auxilios en caso de intoxicaciones y uso adecuado del Equipo de Protección Personal (EPP).

BPA:

- El personal encargado de la bodega debe recibir además capacitación en relación al ordenamiento de la bodega y manejo de inventarios físicos.
- La empresa debe hacer disponible a todo personal relacionado con el manejo de agroquímicos las etiquetas y las fichas de seguridad química de cada producto utilizado. Además de contar con planes de emergencia a seguir en caso de intoxicación.

- Para escoger el producto correcto para el control de la plaga o enfermedad es importante que el encargado aplicaciones conozcan las principales plagas y enfermedades del cultivo y su ciclo de vida, además del modo de acción de cada producto utilizado.
- Según el Reglamento de Expendio y Bodegas de Agroquímicos N° 28659-S es necesario que toda bodega cuente con un Regente responsable para que emita las recomendaciones de las aplicaciones de agroquímicos.
- Se requiere un ingeniero agrónomo colegiado para la emisión y la firma responsable de las de las cédulas de aplicación.
- Toda aplicación que se realice sobre el cultivo debe tener una cédula de aplicación que se registre y justifique formalmente (las preventivas son calendarizadas de acuerdo a la edad del cultivo y las correctivas deben estar soportadas o justificadas por un muestreo previo).

1.4.3 Salud ocupacional en el manejo de agroquímicos

Para reducir los riesgos del personal en el manejo de agroquímicos la empresa debe velar por el cumplimiento de algunas normas y obligaciones de su parte y por parte del trabajador.

BPA en el manejo de agroquímicos

- Es responsabilidad de la empresa velar por el suministro, mantenimiento y sustitución de los EPPs que requiera cada trabajador para ejercer sin riesgo su labor (Decreto Ejecutivo N° 33507-MTSS, art 5, inciso d).
- El equipo de protección básico para el manejo de agroquímicos comprende: camisa de manga larga, pantalones largos de doble ruedo, guantes, botas impermeables de caña alta, sombrero de ala ancha, delantal impermeable, anteojos o escudo protector y un respirador con filtro adecuado para el agroquímico utilizado (de acuerdo a las especificaciones de la etiqueta del producto) (Figura 5).



Figura 5. Equipo de protección para la aplicación de agroquímicos.

- El patrono debe proporcionar todos los días la ropa limpia para ser utilizada en el manejo y uso de agroquímicos.
- Dentro de la finca debe existir duchas de circulación continua con dos áreas, una para la ropa sucia y otra para la limpia. Todo trabajador al concluir la jornada debe tomar una ducha y cambiar su ropa de trabajo, la cual quedará dentro de la finca para su respectivo lavado y almacenamiento (según el Decreto Ejecutivo N° 35124).

- Disponer de un botiquín con los materiales, equipos y medicamentos necesarios para atender una emergencia; este debe ser de fácil transporte, visible y de fácil acceso para todo trabajador.
- No comer, fumar o beber en el transcurso de las aplicaciones. Lavarse las manos, cara y cuello con abundante agua y jabón antes de realizar estas prácticas.
- Debe existir disponibilidad de servicios sanitarios fijos o portátiles en el área de trabajo. Así como contar el trabajador durante toda la jornada de agua potable para consumo y para el lavado de manos y cara antes de ingerir alimentos.
- Las aplicaciones manuales de plaguicidas deben realizarse en horas frescas del día, es prohibido su aplicación entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde. Además no se debe trabajar más de 4 horas continuas en aplicaciones.
- Debe respetarse el tiempo de reingreso a las áreas tratadas de acuerdo a cada producto (leer en la etiqueta). Para asegurarse de esto la finca debe colocar letreros en las áreas recientemente tratadas que indiquen la prohibición de ingreso de personal sin EPP (Figura 6).



Figura 6. Identificación de áreas tratadas con plaguicidas para evitar ingreso de personas durante el periodo de reingreso.

- Se debe realizar un examen de colinesterasa cada 2 semanas al personal encargado de formulaciones y re-empaque de agroquímicos; y cada 4 semanas a los trabajadores que laboran en el manejo y aplicación de plaguicidas tipo organofosforado y carbamatos con un periodo de exposición igual o mayor a 30 horas al mes (según Decreto N° 18323-S-TSS).
- Se debe leer con detalle el panfleto del producto para conocer el periodo de carencia (periodo entre una aplicación y la cosecha) para asegurar la inocuidad del producto al consumidor.

1.4.4 Selección de los productos

Cada agroquímico está registrado para un determinado número de cultivos y el control o manejo de un número específico de plagas o enfermedades. El profesional responsable de la finca debe utilizar los productos autorizados a nivel nacional e internacional en el cultivo y plaga específico; aplicarlos según las recomendaciones de la etiqueta para asegurar un control oportuno del problema que se presente y de esta forma evitar contaminación en los trabajadores, consumidores y el ambiente.

BPA en la elección de agroquímicos:

- El primer paso para la selección de algún plaguicida es la identificación acertada del problema fitosanitario. Es importante que la empresa busque ayuda especializada del estado o en forma privada para la identificación y evaluación de la condición adversa que se presente en cada caso. Evaluando la necesidad del uso de plaguicidas o la posibilidad de métodos alternativos para el control del problema.

- Seleccionar preferiblemente agroquímicos de etiqueta verde que faciliten el manejo por parte de los trabajadores, se degraden en menor tiempo por el ambiente y los períodos de carencia sean más cortos.
- Rotar los grupos químicos en el control específico de alguna población para evitar el desarrollo de individuos resistentes.
- Asegurarse que el producto por aplicar está incluido en la lista de productos aprobados por la empresa y registrados en la lista del SGI.
- Conocer las dosis y mezclas recomendadas para cada producto y situación. Además de la frecuencia de aplicación.
- Conocer el intervalo de reingreso a la plantación y el intervalo a cosecha.
- Conocer el equipo y técnicas de aplicación para cada producto, de manera que se ajusten a la disponibilidad de la finca.

1.4.5 Equipos de aplicación

Para la aplicación de cualquier agroquímico se debe estar seguro que el equipo de aplicación sea el adecuado, que se utilice de forma correcta y que este adecuadamente calibrado para liberar la cantidad de producto necesario por unidad de tiempo y área.

BPA:

- Calibrar el equipo de aplicación cada mes de acuerdo a las especificaciones del fabricante, necesidades del cultivo de la piña, clase de plaguicidas y topografía del terreno.
- Seleccionar las boquillas de acuerdo a las especificaciones del producto y la necesidad del cultivo. La eficiencia de la aplicación es determinada en gran medida por la elección de la boquilla y su uso correcto.
- En caso de presentarse obstrucciones en la boquilla al momento de la aplicación no se debe soplar la boquilla con la boca. Se recomienda utilizando el equipo de protección adecuado lavar la boquilla con agua y utilizar un cepillo de cerdas de nylon para intentar eliminar la obstrucción.
- Establecer un plan de mantenimiento regular de los equipos agrícolas. No se deben utilizar equipos con fugas en ninguna aplicación porque pueden ser fuente de contaminación del ambiente, desperdicio del producto e intoxicación del personal de aplicación.
- Es importante que el productor lleve un registro claro del mantenimiento y calibración de todos los equipos de aplicación para corroborar en caso de problemas.
- Realizar un lavado de todos los equipos después de cada aplicación para evitar corrosión del equipo y contaminación con distintos plaguicidas en otras aplicaciones. En caso de haber aplicado un madurante, un regulador de crecimiento o un herbicida selectivo realizar el lavado con carbón activado.
- Es importante tener un lugar para el lavado de los equipos donde se recoja adecuadamente las aguas de residuos en una fosa sanitaria o verter las aguas de lavado en áreas de barbecho dispuestas para este fin.

- Se recomienda probar con agua los equipos antes de salir al lugar de aplicación, para evitar desperdicio del producto y contaminaciones, en caso de existir fugas.
- Durante el mantenimiento de la maquinaria de aplicación se debe utilizar los EPP por parte de los mecánicos para evitar intoxicaciones.

1.4.6 Dosificación

La dosificación consiste en los pasos que debe seguir un productor para asegurarse que la cantidad de un determinado agroquímico aplicada en un área establecida, sea la recomendada por el panfleto.



Figura 7. Recogimiento del brazo del spray boom sin cierre de boquillas (sobredosificación).

BPA:

- Evitar repasar áreas ya aplicadas (sobredosificación), principalmente ocurre en las terrazas finales de una sección cuando el operador recoge el brazo del spray boom y no cierra las boquillas a tiempo (Figura 7).
- Elaborar los programas de aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes, con base en los análisis del suelo y el historial de incidencias de plagas y enfermedades de cada lote.

1.4.7 Cuidados en la aplicación

El productor debe velar que las condiciones ambientales, de la mezcla, del agroquímico y del equipo en el momento de realizar la aplicación sean las adecuadas para garantizar la efectividad de la aplicación, asegurando la calidad final de sus frutas.

BPA en la aplicación de agroquímicos:

- En los plaguicidas que se aplican disueltos en agua es indispensable medir el grado de acidez del agua y asegurarse que sea el correcto de acuerdo a las especificaciones del producto a utilizar.
- Es importante registrar en una bitácora (cédula de aplicación) todos los detalles de cada aplicación (fecha, plaguicida utilizado, dosis, plaga a controlar, condición ambiental en el momento de la aplicación, etc.). Para tener datos a verificar en caso de posibles fallos en la aplicación.
- Se debe manipular los recipientes de los plaguicidas con cuidado al hacer las mediciones. En caso de derrames alejar a todas las personas del sitio, lavar o utilizar un material absorbente como aserrín para recoger el derrame.
- No realizar las aplicaciones si el viento es fuerte, ni aplicar nunca en contra viento o si hay amenaza de lluvia.
- No se debe aplicar sobre drenajes o vías de agua para evitar contaminación.

1.4.8 Transporte y almacenamiento

Tanto el proveedor como los encargados de bodegas en las fincas deben tener sumo cuidado en la manipulación, transporte y almacenamiento de plaguicidas al tratarse de productos tóxicos para el ser humano. El profesional encargado de la bodega de agroquímicos debe recibir una capacitación adecuada que permita reducir el riesgo de una intoxicación.

Una buena condición de la estructura de almacenamiento de los agroquímicos puede minimizar el riesgo de las personas y el ambiente. Mejora la capacidad de respuesta ante eventuales emergencias como derrames o incendios, paredes de cemento y pisos impermeables (para la zona de mezcla). Además permite mantener la calidad de los productos, la cual puede afectarse por la presencia de luz del sol, la alta temperatura y la humedad.

BPA en almacenamiento:

- En la legislación nacional el decreto N° 28659 el Ministerio de Salud “Reglamento de expendios y bodegas de agroquímicos” se establecen las condiciones de infraestructura y almacenamiento de las bodegas de agroquímicos.
- La construcción debe ser sólida, resistente a los incendios y temperaturas extremas. Debe disponer de una iluminación adecuada, sin que permita la entrada directa de rayos de sol y con una ventilación adecuada.
- Debe mantenerse siempre ordenada, seca y limpia.
- La bodega debe contar con un desnivel del 1% en el piso y drenajes internos dirigidos hacia muros circundantes que permitan la retención cualquier tipo de derrame. Se debe contar también con algún material absorbente (arena o aserrín), una palita, escoba y un recipiente para la recolección de los derrames.
- El acceso a la bodega debe ser restringido (Figura 8).
- Los productos en la bodega deben acomodarse de acuerdo a su formulación (sólido, polvos o líquidos) donde los polvos se colocan en los estantes superiores y los líquidos en la parte baja de los estantes.
- Se deben separar también por el tipo de plaga que controla (insecticidas, fungicidas, nematocidas, etc.) y los herbicidas deben estar siempre separados del resto de los plaguicidas.
- Cada vez que ingresa productos a la bodega deben incluirse en el inventario de la bodega. Además debe verificarse que el producto que ingresa tenga: sello de seguridad, hoja de seguridad, la etiqueta y el panfleto; y que estos estén en español y en buenas condiciones.



Figura 8. Acceso restringido a la bodega de agroquímicos.

- Deben existir en la bodega equipo de medición adecuados para los diferentes tipos de formulaciones (líquidos con volumen y sólidos con romanas).
- Deben contar con extintores tipo ABC y botiquín de primeros auxilios. Se debe contar con un protocolo para la atención de emergencias y el personal debe estar debidamente entrenado para estos casos.
- En la bodega deben existir una rotulación clara que señale la entrada, la salida, la ubicación del extintor y rótulos de advertencia. Además debe estar visible la lista de los teléfonos de emergencia.
- La bodega debe tener una planta de tratamientos de aguas que reciba el agua del lavado de los equipos y del agua de la lavandería de los uniformes de aplicación.

BPA para el transporte:

- Los productos agroquímicos deben ser embasados en recipientes de buena calidad. Se deben rechazar los recipientes que presenten fugas o daños.
- El vehículo de transporte debe contar con superficies lisas, sin la presencia de extremos afilados o clavos que puedan dañar los recipientes.
- El embalaje y acomodo del producto dentro del vehículo de transporte debe ser ordenado, de manera que se eviten choque y caídas que puedan provocar el rompimiento de los recipientes y derrame del contenido.
- Los productos empacados en cartón o papel deben estar protegidos del agua.
- Los plaguicidas deben estar aislados de otro tipo de productos y de ninguna manera transportarse en la cabina junto con el chofer.
- El chofer del vehículo debe llevar la información del producto que transporta, como la etiqueta, panfleto o ficha de seguridad. Además debe conocer las medidas de seguridad necesarias para enfrentar una emergencia como un choque y evitar el derrame del producto.

1.4.9 Disposición de envases vacíos



Figura 9. Procedimiento para realizar el triple lavado en embases de agroquímicos.

Todos los embases vacíos de plaguicidas deben lavarse con el procedimiento del triple lavado. Que consiste en llenarlos hasta un cuarto de su capacidad, agitar vigorosamente por 30 segundos y verter el caldo en el equipo de aplicación, repitiendo estos pasos tres veces (Figura 9).

BPA:

- Todo embase vacío de agroquímicos debe perforarse para evitar su reutilización.
- Es obligación de los proveedores recoger todos los envases vacíos de los productos que comercializan, como son: bolsas, botellas, sacos o cualquier otro recipiente.
- No dejar los recipientes de agroquímicos vacíos es el

campo, sino disponer de un lugar bajo techo para su almacenamiento hasta ser entregados al proveedor o enviados a algún centro de acopio autorizado.

- Es importante que el centro de acopio o el proveedor le entregue al productor un registro de devolución de embases que indique la cantidad y el tipo de embases entregado para tener un registro de la disposición final que él le da a dichos residuos.

1.5 Muestreo de Residuos de plaguicidas

Se describe un protocolo de muestreo en agua, suelo y frutas en fincas de piña, para análisis físicos, químicos y biológicos requeridos por Ley o de establecimiento rutinario para la finca, desarrollado en conjunto con el CICA. Se pretende establecer la forma correcta según las recomendaciones del laboratorio para evitar contaminación en las muestras y homogenizar el procedimiento en las fincas.

Dentro de las consideraciones generales que se deben tomar en cuenta están:

- Para la recolecta de cualquier tipo de muestra es importante siempre usar guantes de látex desechable.
- Siempre solicite los frascos o bolsas al laboratorio donde se analizarán las muestras, con un lavado adecuado de acuerdo a los protocolos específicos cada tipo de muestra (Figura 8).
- Las muestras deben ir bien etiquetadas y preferiblemente dentro de una bolsa plástica con un nudo y con un marchamo de identificación debajo del nudo (Figura 10). Todo esto para evitar contaminación y extravíos de las muestras.



Figura 10. Diferentes frascos utilizados en el muestreo de plaguicidas en agua (izquierda), muestra de agua etiquetada y embolsada adecuadamente para su envío (derecha).

1.5.1 Procedimiento para el muestreo de agua

1.5.1.1 Agua de consumo humano y de proceso:

El monitoreo de agua para consumo humano y de proceso (antes de ingresar a la pila de lavado de fruta) se realiza cada 6 meses para análisis Bacteriológico y Fisicoquímico y una vez al año para el análisis de Plaguicidas. (Artículos 13, Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales; Reglamento de la calidad de agua potable)

Las consideraciones generales para el muestreo de agua para consumo humano y de proceso con las siguientes:

- Recolectar una muestra en cada pozo, tomándola de la llave metálica ubicada en la salida del mismo y realizar un muestreo aleatorio en diferentes puntos de la red de distribución (Figura 9).
- Para tomar las muestras abra la llave del tubo y deje correr el agua por 2 o 3 minutos si es una red distribución. Si es un pozo, tome la muestra luego de 10 minutos de iniciado el bombeo.
- Los análisis que se realizan son los siguientes:
 - o Microbiológico: NMP Coliformes totales, NMP Coliformes fecales, *Escherichia coli* termo resistente (44.5 °C), *Pseudomonas* y *Streptococos*.
 - o Físico químico: Color, Nitratos, Olor, Turbidez, Dureza, PH a 25 °C, Temperatura y Cloro total.
 - o Análisis de metales pesados.
 - o De plaguicidas: Organofosforados, Carbamatos y Organoclorados.

Para cada uno de los análisis a realizar se deben seguir ciertas consideraciones específicas para un adecuado muestreo. En el caso del análisis Microbiológico se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:



Figura 11. Muestra de agua para análisis microbiológico con cámara de aire.

- Si la muestra es clorada, utilice una bolsa que contiene una pastilla de tiosulfato para eliminar el cloro, el laboratorio debe proveer la pastilla junto con el envase.
- No enjuagar la bolsa con muestra.
- Llene hasta tres cuartas partes de la bolsa o el frasco. Asegúrese de dejar un espacio interno en el recipiente de colecta (cámara de aire) de 3 a 5 centímetros (Figura 11).
- Anote la hora de muestreo.
- Realice una medición del cloro residual, (en caso de ser agua clorada) y anote el resultado en la boleta de la muestra.
- Mantenga las muestras en refrigeración a una temperatura entre 1°C a 4°C (sin congelar).
- Entregue al laboratorio respectivo dentro de un plazo máximo de 24 horas después de recolectada para el montaje y análisis.

Para el muestreo de análisis físico químico se considera lo siguiente:

- Utilice una botella de polipropileno o polietileno de dos litros.
- Haga el muestreo después del dosificador de cloro (si hubiera alguno presente).
- Realice tres enjuagues a la botella con porciones pequeñas de muestra antes de tomarla.

- Es importante que la botella quede completamente llena con el agua de la muestra y sin burbujas.

El muestreo Plaguicidas se realiza de la siguiente forma:

- Utilizar botellas de vidrio oscuras y con tapa de rosca, con capacidad de 1L aproximadamente (especificar al laboratorio el tipo de molécula a muestrear para establecer el lavado requerido).
- No enjuagar la botella antes de tomar la muestra.

1.5.1.2 En canales, ríos y quebradas de desagüe de la finca

En canales y ríos que atraviesen la finca se debe realizar el muestreo en dos puntos, en la entrada y en la salida. Si es posible tome la muestra en el centro del agua, o donde se observe flujo continuo que represente las condiciones homogéneas del cuerpo de agua. La muestra se debe tomar en el menor tiempo posible entre la toma de la entrada y la salida.

Para el caso de las fincas que utilizan fuente de agua superficial para riego se debe realizar el análisis físico-químico, microbiológico y de plaguicidas, según las indicaciones dadas anteriormente de aguas para consumo humano.

1.5.1.3 En planta empacadora

En planta empacadora es importante conocer el volumen de agua que se gasta por día. En la pila de lavado de fruta se realiza un muestreo para determinar los siguientes parámetros:

- Demanda química de oxígeno (DQO), pH, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sustancias activas al azul de metileno (detergentes). Para el análisis de estos parámetros se recolecta el agua en una botella de polietileno o polipropileno de 2 L de capacidad.
- Además también se evalúa la demanda biológica de oxígeno (DBO), donde se utiliza una botellas oscuras de polietileno.
- Esta muestra debe ser enviada al laboratorio antes de 24 horas. El muestreo debe realizarse siguiendo las siguientes recomendaciones:

o Enjuague la botella de muestreo tres veces con porciones pequeñas de muestra.

o Evite partículas grandes no homogéneas, como hojas, en la muestra.

o La botella debe quedar completamente llena sin burbujas de aire, se recomienda presionar la botella hasta que el agua sobrepase la boca de la botella para colocar la tapa (Figura 12).



Figura 12. Botella completamente llena sin burbujas de aire.

- Para la toma de muestras de grasas y aceites:
 - o Utilice una botella ámbar de vidrio de boca ancha de aproximadamente 1 litro. Y llene hasta donde inicia el cuello de la botella.
 - o Nunca se lava la botella con una porción de la muestra a recolectar.
 - o Cuando la muestra es simple se toma de un solo golpe, colocando la boca de la botella en la superficie del agua y evitando que se derrame para que no se pierdan las grasas y los aceites.
 - o Una vez tomada la muestra acidifíquela con aproximadamente 10 gotas de HCl 1:1 o H₂SO₄ concentrado.
 - o Si el sitio de muestreo no permite la recolección de la muestra en forma directa, use un beaker lavado adecuadamente para la recolección de grasas para llenar las botellas.

1.5.2 Procedimiento para el muestreo de suelos y sedimentos:

- La cantidad de submuestras mínimas para formar una muestra compuesta son 12 que corresponde a la extracción de un barreno Holandés a 20 centímetros de profundidad.
- Para la toma de una muestra dentro de un lote se debe identificar el número de secciones del lote que se desea muestrear, de preferencia contar con un mapa, y distribuir aleatoriamente las 12 submuestras en todas las secciones.
- En caso de que se necesita realizar muestreos de suelo a mayores profundidades se puede utilizar un palín. Con el filo del palín se raspa el piso del agujero y se toma la muestra con un barreno en el piso limpio, procurando que las paredes no caigan sobre el fondo contaminando la muestra (Figura 13).



Figura 13. Limpieza del piso de muestreo (izquierda), toma de muestra de suelo a profundidad (derecha).

- Para tomar una muestra dentro de una sección, primeramente realizar un recorrido para conocer el número de terrazas que tiene, descartar las terrazas inicial y final y dividir la cantidad de terrazas restantes entre 12 para conocer cada cuantas terrazas tomar una submuestra. Las submuestras se tomarán dentro de las terrazas seleccionadas en la segunda cama y en la ante-penúltima de forma alternada, a 1.5 m del drenaje de gaveta o terciario.
- El barreno a utilizar se debe lavar primeramente con agua potable. después con agua destilada y finalmente con acetona calidad reactivo, esto cada vez que se toma una nueva

muestra, pero no entre las submuestras. Para remover adecuadamente las partículas de suelo del barreno se puede utilizar una esponja de cocina nueva y cambiarla por para cada vez que se necesite lavar el barreno.

- Para extraer las muestras del barreno se puede utilizar un puñal con un lavado similar al de los barrenos.
- Las muestras deben depositarse en una bolsa plástica de resina virgen, con sello de seguridad. Y se coloca una segunda bolsa para evitar su contaminación.
- Las muestras se transportan al laboratorio a temperatura ambiente.

1.5.3 Procedimiento para el muestreo de frutas:

- Una muestra debe incluir como mínimo 5 frutas.

- Utilizar siempre durante el muestreo guantes de látex nuevos para evitar contaminación.

- Colocar las frutas en bolsas de resina virgen y hacer un nudo a la bolsa. Se puede colocar la bolsa con las frutas en una caja de empaque para facilitar su transporte y manipulación (Figura 14).

- Identificar adecuadamente la muestra y colocar marchamo debajo del nudo para evitar confusiones de muestras.

- Las muestras de frutas se transportan a temperatura ambiente al laboratorio.

- Primeramente se selecciona el tamaño de la fruta a muestrear. Se puede tomar el tamaño de fruta que más se cosecha para evaluar las frutas que más se envían al mercado.



Figura 14. Muestra de frutas en bolsa de resina virgen con marchamo.

Es importante mencionar que el muestreo de fruta en planta se realiza para fines de certificación evaluando el 100% de los químicos que se utilizan en el ciclo productivo, mientras que el muestreo de fruta en campo se realiza cuando se desea evaluar un producto fitosanitario en particular.

1.5.3.1 **En campo**

- Conocer por mapa o recorrido el lote y sección a muestrear.
- Distribuir aleatoriamente dentro de la sección el número de submuestras a recolectar
- No tomar frutas de la primera y la última terraza de una sección

1.5.3.2 **En planta empacadora**

- Recolectar la fruta después del proceso de empaque para imitar las condiciones en que llega al consumidor.

- Se recolecta una fruta del tamaño seleccionado por caja hasta completar una caja.

2 BPA en el proceso del cultivo de piña

El proceso de producción de piña inicia desde la preparación de los suelos y se extiende hasta la exportación de la fruta producida. Para que el proceso de producción genere frutos de calidad, se debe realizar de forma correcta cada una de estas etapas. A continuación se describen los principales pasos a seguir para el desarrollo de un proyecto productivo de piña.

2.1 Selección de áreas de producción

Para la selección de un terreno para la siembra de piña se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Clima:** se puede escoger terrenos desde el nivel del mar hasta los 800 m de altitud, con un rango de temperatura entre 20 y 30 °C, si la precipitación es menor a los de 1320 mm anuales se debe pensar en la necesidad de riego (Py 1987).
- **Suelo:** suelos ideales para el crecimiento de la piña tienen alto contenido de materia orgánica con excelente drenaje interno (Hepton, 2003). La acidez (pH) debe estar entre 4,5 y 6,0 con niveles muy bajos de elementos tóxicos como el aluminio, pese a esto aún en suelos ácidos y pobres buenas productividades cuando se realiza buen manejo de la fertilidad, mediante prácticas de enmienda y agricultura de precisión.
- **Presión de plagas, enfermedades y malezas:** conocer los cultivos anteriores del terreno, sus historiales de plagas y enfermedades, y determinar el tipo de malezas presentes en el terreno y el banco de semillas en el suelo.
- **Terrenos colindantes:** conocer el tipo de actividad que se realiza en los terrenos colindantes, el historial del terreno y la posibilidad de escurrimiento de agua al lote de siembra.
- **Realizar una clasificación taxonómica del suelo y tomar en cuenta que la piña se cultiva en Costa Rica en oxisoles, ultisoles, alfisoles, inceptisoles, entisoles y andisoles.** En términos generales en oxisoles y alfisoles se requiere de riego por condiciones de clima, además en estas clases la erosión es una limitante debido a la estructura y topografía existente en el país. Por su parte en los entisoles se debe prestar especial atención al suborden Samments debido a su poca retención de humedad, fácil lavado, y riesgo de erosión debido a la necesidad de construcción de drenajes primarios para cultivar la piña ya que por lo general se ubican en zonas de fácil inundación y son suelos de muy escasa estructura. Los inceptisoles y ultisoles parecen tener menores problemas de manejo aunque su fertilidad hace que requieran programas de manejo de enmiendas y fertilidad más rigurosos (también los oxisoles).

2.2 Preparación de suelo

Las características que debe cumplir un suelo para el cultivo de la piña son que sea un suelo suelto con una humedad y profundidad adecuadas para asegurar un desarrollo idóneo del cultivo, para producir frutos con calidad de exportación. Hay que evitar que existan áreas donde se acumule agua o que tengan barreras internas como pisos de aradura compactados o estratos impermeables.

Se debe definir desde un inicio el tipo de sistema de preparación a implementar, si las condiciones de estructura y penetrabilidad del suelo lo permite se puede realizar labranza cero o mínima labranza, lo que reduce el riesgo de la erosión y la compactación del terreno.

2.2.1 En terrenos nuevos

Al iniciar en un terreno nuevo es indispensable realizar un levantamiento topográfico para obtener las curvas de nivel para trazar el sistema de drenaje y para la formación de los futuros lotes.

La adecuación del terreno es la práctica de eliminar troncos, piedras y sus raíces, esto es indispensable para iniciar las labores de preparación del terreno.

Solicitar al topógrafo realizar el trazado de las áreas aprovechables para la siembra paralelamente a las curvas de nivel, definiendo de previo el ancho de los lotes y metros de camino entre cada bloque, eso ayudaría muchísimo a la definición de los lotes y al cálculo del área aprovechable.

2.2.2 En plantaciones ya establecidas:

Las labores que se deben realizar para una adecuada preparación de terreno son las siguientes:

- o Eliminación del rastrojo de plantación: lo que comúnmente se ha realizado para eliminar el rastrojo del terreno y prevenir el desarrollo de la mosca de establo (*S. stomoxys*) es desecar la plantación que se desea renovar con la aplicación de un herbicida (generalmente paraquat). Y 30 días después, cuando las plantas aplicadas estén deshidratadas, realizar la quema física o con fuego; posteriormente se realiza la trituration e incorporación del material restante al terreno (Figura 15).



Figura 15. Quema química (izquierda) y física (derecha) de los rastrojos de la piña.

Existen otras alternativas para el manejo del rastrojo como es la incorporación del material vegetal en verde (sin la aplicación de herbicidas) que se realiza con el pase consecutivo de rastras; sin embargo este procedimiento puede generar compactación en el suelo, por lo que es necesario evaluar adecuadamente las condiciones y características del suelo antes de optar por utilizarlo.

Con la utilización de la cobertura plástica para la producción de piña, Banacol está realizando una nueva práctica para el procesamiento de los residuos de plantación, que

consiste en la elaboración de abono orgánico tipo bocachi. El proceso inicia con arrancar manualmente las plantas, la trituración del material y el transporte a un lugar techado para la elaboración del bocachi. El proceso tarda aproximadamente 5 semanas, y posterior a esto el bocachi se retorna al área de donde se extrajo y se incorpora con el proceso de preparación de terreno. Esta metodología representa una inversión inicial en infraestructura (bocachera) y maquinaria (carreta trituradora) (Figura 16), pero el costo operativo es más barato que la metodología tradicional de terreno y se reduce el tiempo de preparación de terreno en aproximadamente 2 meses. Esa reducción del tiempo preparación representa mayor disponibilidad de terreno para siembra y por ende mayor producción al año, por lo que la inversión se puede llegar a cubrir en un mediano plazo.



Figura 16. Carreta trituradora modificada don dos bandas giratorias, para la recolección del rastrojo del campo y su colocación en una carreta para su transporte.

- o Trampas para mosca: Una vez realizada la quema física (con fuego) se deben colocar trampas (bolsas plásticas impregnadas con un material adhesivo) alrededor de las áreas en renovación para el control de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans*). Es importante realizar esta labor entre los primeros 8 días después de la quema física, para evitar que la mosca adulta coloque sus huevos sobre los tallos de piña. Estas trampas se puede colocar cada 20 m una de la otra, en caso de presentarse altas poblaciones de la plaga se puede aumentar las trampas a cada 10 m y remplazarlas cuando se encuentren saturadas de las moscas adultas o cuando el material adhesivo se haya lavado por las lluvias.
- o Humedad del suelo para ser mecanizado: es indispensable que la persona a cargo de la preparación de terreno realice una inspección visual y táctil del suelo para determinar el momento en que la humedad sea la adecuada para el ingreso de maquinaria (cuando la humedad se encuentra entre el 50% y el punto de marchites permanente, Anexo 4). Si no se cuentan con esas condiciones es recomendable esperar mejores condiciones para evitar una compactación excesiva y bajos rendimientos de la labor a realizar.
- o Acordonado del rastrojo: consiste en el acordonamiento de los restos del cultivo manualmente de cama por medio y se realiza para mejorar el rendimiento de la labor de trituración. En caso de existir piedras en el terreno, durante el acordonado éstas pueden ser apartadas de las líneas de triturado para que el implemento no las impacte y este se dañe. Los productores que no cuentan con trituradora pueden realizar la trituración e incorporación del material con pases consecutivos de rastra.

- o Aplicación de descomponedor: existen productos en el mercado a base de bacterias levaduras, bacterias lácticas y la bacteria transformadora de celulosa como la *Cytophaga spp*, que aceleran la descomposición de la materia orgánica y reducen el tiempo de exposición de la misma a las moscas del establo. Estos productos se pueden aplicar antes de la trituración sobre los tallos acordonados o sobre los residuos entre los pases de rastra.

- o Trituración de los rastrojos: La labor consiste en el picado fino de los rastrojos acordonados con la utilización de una trituradora de bolillos o martillos (Figura 17). Esta labor se debe completar con la incorporación de los residuos al terreno (preferiblemente el mismo día) realizando un pase rastra y subsolado esto con el fin de evitar el desarrollo de la mosca del establo. El triturado se puede realizar en verde o en plantaciones secas (que hayan sido quemadas), sin embargo en el segundo caso el rendimiento y acabado de la labor es mejor. Antes de iniciar la trituración se debe tapar los drenes internos para no afectar el paso de la maquinaria.



Figura 17. Plantas acordonadas (izquierda) y proceso de trituración (derecha).

- o Pase de rastra: Otra de las labores que se realizan en la etapa de preparación de terreno es el pase de rastra, esta práctica es de mucha importancia para reducir el tamaño de los agregados (terrones), así como la incorporación de la materia orgánica o residuos restantes, además la rastra deja el suelo suelto y con mayor aireación y participa en el control de malezas. El número de pases a realizar depende del rastrojo a incorporar, del tamaño de los terrones, de la humedad y textura del suelo. Es recomendable que cada pase de rastra se realice con un intervalo de 15 a 22 días para no permitir el secado total de los agregados (la tensión de humedad del suelo entre de 5 a 10 atmosferas) y facilitar su desintegración de los mismos con cada pase.
- o Subsulado: Esta labor consiste en el pase de picos que penetran a profundidad en el suelo con la finalidad de aumentar la aireación del suelo al descompactarlo. Es ideal que el suelo este completamente seco (punto de marchitez permanente, 15 atmosfera) para obtener los mejores resultados. El primer pase de subsolador se puede realizar en diagonal al terreno, después de la incorporación del rastrojo triturado con la rastra; un segundo pase de forma perpendicular al primero, después de uno o dos pases de rastra y un último pase en dirección del encamado con el fin de favorecer el drenado interno del agua, después de la incorporación de la enmienda calcárea con la rastra.
- o Reacordonado y retriturado: esta labor sólo se realiza si queda mucho rastrojo sin triturar al descubierto, después del primer paso de la trituradora, se debe reacordonar manualmente el material vegetal sin triturar en líneas bien separadas (15 a 20m), para posteriormente pasar la trituradora sobre lo reacordonado. En algunas fincas se realiza el reacordonado al mismo tiempo que la primera trituración, colocando los rastrojos sin triturar sobre la siguiente línea de trituración y se ahorra el segundo pase de trituradora y la rastra y subsolado de incorporación.



Figura 18. Recaba y sedimentador de canal recolector.

o Recaba de canales de drenaje o apertura de drenes nuevos: una vez realizada la trituración se hace la valoración del drenaje actual del lote para determinar las partes bajas y la necesidad de nuevos drenajes tomando en cuenta los antecedentes del lote. Se debe valorar si los canales dentro o en periferia del lote en preparación ameritan ser recabados. En caso de requerir limpieza del sedimento o canales nuevos se debe realizar un levantamiento topográfico para determinar los nuevos cortes para poder evacuar las aguas adecuadamente. En los canales recolectores es importante cavar sedimentadores de por lo menos 2m largo

por 1m de profundidad y cada 50 m lineales, realizando el debido mantenimiento cuando estos estén llenos (Figura 18).

- o Nivelación: esta labor se trata de movilizar la menor cantidad posible de tierra para rellenar pequeñas depresiones dentro del lote, evitando así la presencia de microollas (zonas de menor crecimiento de la plantación por la acumulación de agua). Generalmente se realiza con una rufa o con tractor de oruga según el volumen a mover. Siempre se debe buscar dar pendiente hacia los drenes tratando de dejar los caminos como puntos altos. Al finalizar esta labor se realiza el encalado y posteriormente un pase de rastra y subsolado para incorporar y airear el suelo, ya que la nivelación provoca mucha compactación por el peso de la maquinaria.



Figura 19. Proceso de aplicación de enmienda calcárea.

- o Encalado: es la aplicación de enmiendas calcáreas para la corrección de la acidez del suelo y la aplicación de calcio y magnesio (en algunos casos) (Figura 19). Es preferible realizar esta práctica el mismo día que se niveló, cuando el suelo presente condiciones aptas para ser mecanizado y en un día que no hayan lluvias ni viento. Teniendo el equipo debidamente calibrado (Anexo 5, procedimiento de calibración de encaladora) se procede a repartir la enmienda de manera homogénea dentro del lote según la dosis recomendada (Anexo 6 y 7 cálculo de la dosis de enmienda por aplicar). La enmienda debe quedar en los primeros 30 centímetros del suelo, por lo que es necesario hacer la

incorporación con rastra el mismo día de su aplicación para evitar la pérdida por erosión hídrica, eólica y a estratos profundos por el subsolado.

- o Encamado: después de la incorporación de la enmienda con un pase de rastra y subsolador, se procede a encamar según los diseños establecidos para cada lote, siempre que se pueda se debe encamar en curvas de nivel procurando que los caminos también queden en contorno y

no a favor de pendiente. El encamado o formación de camas se realiza en forma mecánica mediante el uso de la encamadora. La formación de camas también contribuye a la eliminación del exceso de agua, pues esta se desplaza por el espacio existente entre las camas. Las camas deben tener 30 centímetros de alto como mínimo, con un ancho de 65 centímetros y 110 centímetros de centro a centro (Figura 20). Se debe procurar mantener el ancho establecido de las secciones, respetando las áreas de camino.



Figura 20. Proceso de encamado: encamadora (izquierda), sección encamada (derecha).

- o Confección de drenajes internos: Los drenajes cuaternarios o temporales son otra alternativa para eliminar el exceso de agua en el terreno, estos drenajes se construyen de forma transversal a las camas de siembra y en algunos casos se construye un canal largo paralelo a las camas para la recolección de las aguas de todos los drenajes temporales que se conoce con el nombre de lineal o larguero. El espaciamiento entre cada cuaternario depende de las características del suelo del lote y puede variar entre 6 y 18 metros, más distanciado cuando la capacidad de infiltración del suelo es mayor. La profundidad de los cuaternarios puede ser de 60 - 80centímetros y los lineales a 80- 110centímetros. Las dimensiones de los drenes cuaternarios: 60centímetros de boca y 30centímetros de plan y para lineales 75 centímetros de boca y 35 de plan. Esta labor se puede realizar con miniexcavadora o zanjeadora.
- o Control de erosión: La erosión es el proceso por el cual los sedimentos acumulados en la superficie del suelo son transportados ya sea por el agua, el viento o procesos gravitatorios. El control de la erosión en piña busca bajar la velocidad del agua con obstáculos, para lo que se pueden utilizar plantas de piña, piedras o segmentos de bambú, entre otros. Se recomienda realizar el control de erosión en cuaternarios cada 8 m y en lineales cada 10-15 m en pendientes mayores al 2% y el doble de la distancia para pendientes menores al 2%. A todos los drenes permanentes se les debe sembrar vetiver (*Vetiveria zizanioides*) en ambos taludes cada 20centímetros y a 50centímetros de la parte alta del canal, cuando los taludes miden más de 1.5m se debe sembrar doble hilera de vetiver a 50centímetros más abajo de la primer fila (Figura 21, izquierda).

Se debe proteger las cabeceras de los cuaternarios donde textura sea arenosa e incluso de los lineales con algún geotextil para evitar la caída de los taludes (Figura 21, derecha). El mantenimiento de los drenes permanentes debe darse con chapias (No usar herbicidas) y el plan con pala o excavadora cuando sea necesario sacar el sedimento acumulado sin dañar la cobertura de los taludes.

Se debe proteger las cabeceras de los cuaternarios donde textura sea arenosa e incluso de los lineales con algún geotextil para evitar la caída de los taludes (Figura 24, derecha). El mantenimiento de los drenes permanentes debe darse con chapias (No usar herbicidas) y el plan con pala o excavadora cuando sea necesario sacar el sedimento acumulado sin dañar la cobertura de los taludes.



Figura 21. Control erosión: siembra de Vetiver en canales permanentes (izquierda), uso de geotextil en salida de cuaternario (derecha).

- o Conformado con pala: una vez construidos los drenes internos, se deben limpiar y conformar las cabeceras del encamado en cada dren, despejando 3 m a cada lado de las entrecamas de manera que el agua siempre tenga salida. Además con la pala se debe conformar las camas dañadas, hacer salidas a las microollas y limpiar las salidas de aguas de los caminos.
- o Conformado de caminos: Los caminos son la principal vía de acceso entre fincas y lotes y deben tener un ancho mínimo que permita el paso de la maquinaria más ancha utilizada en la finca. Se deben limpiar las salidas hacia los drenes temporales y conformar el camino con un desnivel hacia estas salidas para prevenir la formación de charcos, que son el inicio de pegaderos de la maquinaria y pueden provocar atraso en labores a realizar en cada lote.

2.3 Cosecha, selección y tratamiento de la semilla

Todo proceso productivo exitoso comienza con el uso de una semilla de calidad, que asegure un buen rendimiento y las características deseables en el producto final. La propagación o reproducción de la piña se realiza por el método asexual, utilizando los retoños que emergen de las diferentes partes de la planta, conocidos como coronas, basales y guías.

BPA en semillero:

- Se deben seleccionar áreas para semillero donde no se hayan presentado problemas de plagas o enfermedades, que presente un suelo con buenas características de drenaje y que haya sido de una buena productividad el ciclo anterior.
- Al iniciar la etapa de semillero se realiza una poda o chapea de las plantas madres a una altura aproximada de 80 centímetros. Esa chapea estimulará el desarrollo de las yemas axilares que se convertirán en los hijos útiles para la nueva siembra, además facilita la labor de deshija dentro de la plantación.

- La primera cosecha de hijos se puede realizar entre 22 a 30 días después de la chapea y se cosechan todos los hijos con un peso superior a 250 gramos. Las personas encargadas de deshijar deben sostener la planta con una mano (del pedúnculo) y con la otra mano tomar los brotes por la base para separarlos con un movimiento suave pero vigoroso para no dañar el tejido de la planta madre ni quebrar el hijo.
- El productor debe tener un rango de clasificación de la semilla establecido de acuerdo a su peso, para uniformizar los criterios, que le permita la clasificación de la semilla que se produzca dentro de la finca y la semilla que se compre a otros productores (Cuadro 1).
- El material de siembra cosechado se debe seleccionar y contabilizar de acuerdo al tipo de hijo y al peso del mismo, para la disponibilidad de la semilla y la obtención de secciones con plantas uniformes que simplifiquen las labores posteriores y garanticen una cosecha más uniforme (Figura 22, izquierda).

Cuadro 1. Ejemplo de rango de clasificación de la semilla de acuerdo a su peso.

Clasificación de la semilla	Rango de peso en gramos
Pequeña	150 a 200
Mediana	201 a 250
Grande	251 a 350
Súper	351 a 450
Extra súper	451 a 550

- La selección de la semilla deshijada se puede realizar en el campo colocando cada tipo y tamaño de semilla sobre una cama específica dentro de la sección. Cuando los hijos cosechados se van a quedar en el campo por algunos días es importante colocarlos con la raíz hacia arriba (pararlos) en grupos que faciliten el conteo, además esto evita la acumulación de agua que puede inducir al desarrollo de enfermedades y reduce la deshidratación debido a que el sistema foliar se encuentra hacia abajo. (Figura 22, derecha). En caso contrario se puede transportar la semilla a un lugar específico para su selección y posterior transporte al lugar de siembra.



Figura 22. Escala de hijos tipo Guía en campo de acuerdo a su peso (izquierda). Selección parado y agrupado de hijos en campo (derecha).

- Cosechar y eliminar la semilla improductiva que son los hijos de tierra, con gancho, enfermos, sin meristemo debido al mal manejo o mala operación de la deshija, con desarrollo de flor (paridos) o con las hojas muy dañadas.
- Realizar muestreo en el campo principalmente sobre los hijos de mayor tamaño para determinar la presencia de hijos paridos producto de la maduración de la frutas cercanas y así cosecharlos para ser desechados o utilizados para el control de erosión, permitiendo a la planta madre desarrollar un nuevo hijo.
- Realizar la desinfección de la semilla o cura con un insecticida (como diazinón) y fungicida (como Fosetil aluminio, metalaxil, entre otros) para prevenir el ataque de plagas y enfermedades, además a esta mezcla se puede adicionar un inductor de raíces, todos estos productos utilizados a las dosis recomendadas por el panfleto del producto.
- La cura de la semilla se puede realizar con curadoras automatizadas que cuentan con bandas para movilizar los hijos desde la selección a través de la pila de curado y hasta la carreta de transporte, o de forma más artesanal con pilas o estañones de curado donde se introducen los hijos. Siempre procurando el sumergido total de los hijos dentro de la solución y la utilización de EPP adecuado por parte del personal que realiza esta labor. En promedio se pueden utilizar 400 litros de mezcla por cada 20 000 hijos curados



Figura 23. Distribución de la semilla en el área de siembra.

2.4 Siembra

El objetivo de la siembra es establecer una plantación uniforme de piña con las mejores características de vigor para la producción de frutas que satisfagan las exigencias del mercado internacional. Cada sección de siembra debe guardar homogeneidad con respecto al tipo y tamaño de los hijos.

BPA:

- Realizar la distribución de la semilla necesaria por terraza, para evitar tener que recogerla después,
- es importante que la semilla distribuida se siembre el mismo día para evitar deshidratación (Figura 23).
- La siembra se realiza de forma manual con la utilización de una palilla o chuza, además se utiliza una cuerda marcada con las distancias de siembra (Figura 24, izquierda). La cuerda es colocada en el centro de la cama y en cada una de las marcas se siembra un hijo a un lado de la cama y se completa el otro lado sembrando un hijo en medio de cada 2 hijos de la hilera ya sembrada, a este sistema de siembra se le conoce como tresbolillo o triángulo (Figura 24, derecha).
- Las plantas se deben sembrar en forma vertical, las semillas del tipo Guía se plantan a una profundidad de 10 centímetros (4 pulgadas) desde la superficie del suelo y la del tipo Corona y Basal a 7.5 centímetros (3 pulgadas). Una densidad de siembra recomendada es de 71582 hijos por cada hectárea y para obtenerla se deben sembrar a 10

pulgadas entre plantas y 14 pulgadas entre hileras, en hilera doble en cada cama de siembra.



Figura 24. Implementos para la siembra (izquierda) y labor de siembra sobre cama (derecha).

- Al final de cama en cada terraza se realiza la siembra de 3 a 5 hijos en medio de las hileras de siembra a una distancia de 50 centímetros entre cada hijo. Esta labor se realiza con el objetivo de compensar las plantas que no se siembran en el área donde van los drenajes cuaternarios, además le permite dar más agarre a las plantas de las cabeceras de cada terraza.
- Se debe velar que las secciones queden completamente sembradas y limpias de cualquier residuo vegetal o plantas descartadas para evitar el estancamiento del agua en las gavetas y la generación de plagas y enfermedades.
- Cada sección se debe rotular con el número de lote, sección, la cantidad y el tipo de hijos sembrados, la fecha de siembra y área de siembra. Esta información debe estar disponible en un listado para coordinar y registrar las labores a realizar en cada sección y llevar la trazabilidad hasta el envío de las frutas.
- En los casos en que la plantación presente una mortalidad superior al 1% se debe realizar una resiembra. Esta labor es común realizarla a los 30 días de efectuada la siembra y normalmente se utilizan hijos de mayor tamaño a los utilizados en la siembra para compensar el tiempo de crecimiento de los hijos en las secciones.

2.5 Utilización de cobertura plástica en la producción de piña

Banacol apostó desde el año 2009 a la implementación de cobertura plástica para la producción convencional de piña debido a un problema fitosanitario que se presentaba en un suelo sin estructura, donde se dañaba la raíz con los cambios invierno-verano y esto permitía el ingreso de *Fusarium*. La utilización de la cobertura plástica permitió a la empresa realizar ciertas reducciones en las aplicaciones de agroquímicos necesarias para producir, equiparando el costo extra de la utilización del plástico.

2.5.1 Condiciones para la utilización de plástico

La utilización de la cobertura plástica se inició en suelos con características de difícil manejo relacionado con su textura y estructura, riesgo de compactación y el nivel freático. Suelos muy pesados (alto contenido de arcilla >55%) en áreas de topografía muy plana y

con influencia de un río, quebrada o lago que controle el nivel freático del lote, aún con drenajes, son por lo general áreas con problemas de desarrollo de raíz, baja tasa de crecimiento y muy susceptibles a enfermarse con *Phytophthora* sp y/o *Fusarium* sp.

Otra condición extrema del suelo son áreas de textura muy liviana (altos contenidos de limo y arenas muy finas (arena + limo > 85%)) donde es fácil la preparación del terreno, sin embargo al poco tiempo de encamado el terreno, por acción de las lluvias se crea una capa compactada entre 10 y 20 centímetros de profundidad (producto de la percolación de partículas finas) lo que interfiere con el buen desarrollo radicular, provocando de esta forma los mismos efectos del suelo pesado. Además son muy propensos a la erosión y pierden rápidamente la forma de las camas por efectos de las lluvias.

Estas dos condiciones en el suelo de un lote, lo hace un buen candidato al uso de cobertura plástica, ya que este elemento les confiere o mantiene la soltura de partículas que se obtienen con la preparación del terreno, pero debe procurarse siempre realizar una adecuada preparación de terreno.

2.5.2 Ventajas agronómicas del uso de la cobertura plástica en el cultivo de piña



Figura 25. Plantación de piña con cobertura plástica.

Una de las ventajas más importante que se puede mencionar con el uso de la cobertura plástica es la mejora en la productividad, al reducir los efectos de patógenos (enfermedades) y mejorar el aprovechamiento de la fertilización; se mejora las condiciones de crecimiento de raíz y aumenta la tasa de crecimiento del cultivo. Además ayuda a proteger el ambiente reduciendo las aplicaciones de agroquímicos como herbicidas y, en el caso de la experiencia de Banacol, los

nematicidas granulados. Por último evita las pérdidas de suelo por erosión en las áreas de producción.

Con el uso de la cobertura plástica se reduce la emergencia de malezas dentro del cultivo, por lo que se eliminan las aplicaciones dentro de la plantación de herbicidas, reduciendo el riesgo de contaminación de aguas con estas moléculas y equiparando los costos de la inversión en la compra del plástico.

En la finca de Banacol donde se inició el uso del plástico se presentaba un suelo sin estructura, altos en arenas y limos (clase Samments) que al descubierto después de la preparación de terreno pierde rápidamente la humedad por efecto del sol o bien se tienden a percolar las partículas finas por efecto de las lluvias y crea una capa compacta a pocos centímetros lo que afecta la penetración de las raíces y sus funciones básicas. La utilización del plástico permite proteger el suelo y mantener perfectas condiciones de preparación aún con sol y con lluvia, lo que ayuda a mantener la estructura de la cual el suelo carece.

2.5.3 Características del material de cobertura

El plástico de cobertura que ha utilizado Banacol es el negro - negro de 1.33 milímetros de espesor, con 1 año de protección ultravioleta. Se han utilizado rollos de 6 y 8 metros de ancho por 200 de largo para ajustar las áreas de siembra, dando un rendimiento de 13000 m² de plástico/Ha. Existen plásticos de mayor grosor y con protección solar hasta por 2 años, pero estos presentan costos más altos lo que encarece la labor. Además con el material utilizado se ha logrado finalizar segundas cosechas con buena cobertura y características del material adecuadas para realizar reciclaje del mismo.

2.5.4 Metodología de colocación plástico

Se requiere de buena supervisión para maximizar el aprovechamiento del plástico. El encargado de la colocación debe conocer las dimensiones de las secciones, la cantidad de camas que las conforman y la ubicación de los canales separadores y de los colectores de las terrazas, para determinar la cantidad de rollos y las dimensiones de los mismos necesarias para el área a emplastar.

Se debe procurar que el borde del plástico no quede en el fondo de los canales colectores, porque esto haría necesario la utilización de anclajes; o sobre las camas porque dificultaría la labor de siembra al haber doble capa de plástico que romper para poder sembrar.

Pasos a seguir:

1. Extender todo el rollo de plástico a lo largo de las camas utilizando un rodillo empotrado sobre un cabestrillo para facilitar la labor.
2. Ir abriendo el plástico a lo ancho de las camas y avanzar en tramos pequeños ya que mejora la labor y evita el desperdicio de material.
3. Colocar trozos de tierra en los bordes laterales del plástico, entre camas y canales terciarios, para que el plástico se acomode mejor y tome la forma de las camas.
4. Repasar halando el plástico al final de cada cama para que no queden arrugas que compliquen la siembra.
5. Avanzar en la siembra, conforme se avanza en la colocación del plástico para evitar que el viento lo levante y desacomode.



Figura 26. Pasos de la colocación cobertura plástica para la siembra de piña.

Por lo general uno de los extremos de la sección tiene un canal (larguero) este produce un aumento en el consumo de plástico, por esta razón siempre debe utilizarse a este lado el de 8 metros de ancho para que no quede el borde en el fondo de la cama o muy cercano a este, y que haga necesario el uso de anclajes para sujetarlo. Se debe procurar que los traslapes (15-20 centímetros) entre plásticos queden en la parte plana (entre camas).

Los traslapes se deben sostener con tierra, pues el viento puede quitar el plástico, una vez que se distribuye la semilla y se siembra las plantas de piña, el plástico queda totalmente anclado.

2.5.5 Principales cuidados que se deben tener al sembrar sobre cobertura plástica

Uno de los principales cuidados que se debe tener con la implementación de la cobertura plástica en la producción de piña es el manejo de aguas de escorrentía. Por el efecto impermeabilizante del plástico sobre grandes áreas de siembra, la cantidad de agua que se escurre por los drenajes secundarios y primarios puede ser muy alta y la velocidad que esta alcanza puede repercutir en erosión de los drenes y aumento acelerado del caudal de los ríos o riachuelos cercanos a las plantaciones, por lo que se recomiendan algunas medidas para mitigar el efecto de las aguas de escorrentía:

- Hacer pequeñas barreras de suelo en los canales entre las terrazas, antes de colocar el plástico, para amortiguar el agua de escorrentía durante las lluvias.
- Mantener los canales permanentes con cobertura vegetal constante que proteja los taludes del efecto erosivo del agua.

- Proteger las salidas de los canales de gaveta o separadores de terrazas con algún textil para evitar su erosión.
- Una lluvia ligera puede mejorar el rendimiento de la colocación, al pegar el plástico al suelo, sin embargo una lluvia fuerte imposibilita la colocación, al no permitir halar el plástico sin romperlo para colocarlo apropiadamente.
- Evitar colocar plástico en pendientes pronunciadas, ya que el agua genera mucha escorrentía en los drenajes y puede ser peligroso para los trabajadores. En terrenos cercanos a aguas superficiales (ríos, quebradas y lagos), prevenir la contaminación con los fertilizantes nitrogenados y fosforados, reduciendo los volúmenes de aplicación o las dosis de estos productos en los primeros 4 meses de desarrollo del cultivo, cuando el follaje aún no cierra completamente.
- El terreno debe ser bien preparado (subsulado profundo y suelo suelto).
- Supervisar que si se descubre el suelo el trabajador no siembre esa área, sino que la deje sin sembrar, posteriormente se coloca el plástico nuevamente y se siembra.
- Respetar las distancias establecidas por ley entre la plantación y los cuerpos de agua.

2.5.6 Experiencia en la recolección y disposición del plástico en área de renovación

De acuerdo a la experiencia de Banacol la metodología de recolección del plástico en áreas de renovación que mejor rendimiento ha dado ha sido de forma manual. La recolección del plástico se puede realizar después de la quema química de las plantas o con los rastrojos en forma verde lo que conlleva mayor dificultad al manejar volúmenes de plantas más grandes.

Las plantas de las primeras 3 camas se acordonan sobre la entrecama donde traslapan las láminas de plástico. Se corta el plástico en el borde de los canales y se recoge primero en el área de las terrazas y con la ayuda de una pala se remueve el sedimento sobre el plástico del canal para su posterior recolección. Las plantas de las camas siguientes se pueden acordonar sobre las camas donde ya se recogió el plástico. El rendimiento promedio de la labor se estableció entre 35 a 50 horas hombre por



Figura 27. Recolección manual de la cobertura plástica.

hectárea, dependiendo de la presencia de sedimentos o rastrojos sobre el plástico que retrase la labor (Figura 27).

La mayoría de las empresas que comercializan coberturas plásticas tiene el compromiso de recibir el material una vez finalizado el ciclo productivo. Y si el material presenta características adecuadas para reciclar (plástico no quebradizo sino que presente elasticidad) algunas empresas recicladoras se comprometen a remunerar a las fincas, cuyo precio varía dependiendo de las características del material.

2.5.7 Uso de Trichoderma en la producción de piña.

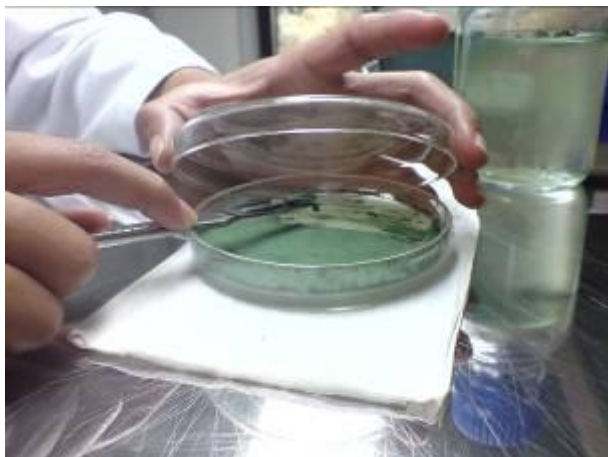


Figura 28. Producción en laboratorio de *Trichoderma*.

En la experiencia de Banacol se han tenido muy buenos resultados en el uso del *Trichoderma* en la etapa de preparación de terreno con la posterior colocación de la cobertura plástica; esto debido a que se forma un microclima entre el plástico y la zona radicular donde se potencializa el poder antagonista de *Trichoderma* y se reducen los problemas continuos de *Phytophthora* y *Fusarium*, mejorando la productividad obtenida.

El *Trichoderma* es un hongo benéfico y antagonista, utilizado en agricultura para combatir hongos fitopatógenos del suelo. El *Trichoderma* tiene la capacidad de competir por espacio contra estos hongos fitopatógenos y colonizar el suelo, lo cual hace que el cultivo tenga menos probabilidades de ser atacado y afectado por estos hongos perjudiciales (Figura 28).

Puede reproducirse en varios sustratos, pero el más utilizado es el arroz 80% grano entero, por lo que para aplicaciones con boom este debe lavarse para evitar atasco de boquillas de aspersión.

El *Trichoderma* también tiene las ventajas de que puede penetrar unos milímetros en las raíces de los cultivos y estimular el sistema de defensas naturales de las plantas (producción de fitoalexinas), que son compuestos que protegen las plantas contra el ingreso de hongos y bacterias dañinas. Adicionalmente esto estimula la producción de mayor volumen de raíces lo que favorece directamente la capacidad de absorción de nutrientes por parte del cultivo mejorando su crecimiento y desarrollo.

Las condiciones ideales de aplicación para este producto son horas frescas, sin mucho sol (entre 20 a 24°C) como regla general se puede considerar que una espora de buena calidad requiere entre 3-4 horas para establecerse en campo e iniciar un nuevo ciclo de crecimiento y multiplicación. Por eso las aplicaciones deben hacerse a las 6 a.m, máximo las 8 de la mañana si el día se ve nublado, pero siempre es mejor hacerlas después de las 5 de la tarde y antes de las 7 de la mañana.

En la aplicación de *Trichoderma* en el cultivo de piña se utilizan dosis de 5 a 8 kilogramos por cada aplicación con unas 3 aplicaciones por ciclo del cultivo. Para la activación de las esporas del *Trichoderma* se mezcla cada 5 kilogramos, con 1 kilogramo de leche en polvo en aproximadamente 20 litros de agua y se deja reposar por 15 minutos antes de agregarlo al spray boom. Se puede utilizar un galonaje mínimo en verano de 620 gls/ha, mientras que en invierno se usan 400 gls/ha.

2.6 Desarrollo de plantación

2.6.1 Fertilización del cultivo

El estado nutricional de una planta de piña tiene una influencia importante en el crecimiento de la planta y consecuentemente en la producción y calidad de la fruta. La adecuada nutrición inicia con una semilla nutrida, por lo que los productores no deben descuidar la fertilización de sus áreas de semillero.

BPA:

- Para establecer un plan de fertilización es indispensable realizar un análisis de suelo en la etapa de preparación de terreno, para conocer las condiciones químicas y físicas bajo las cuales se va a producir y la capacidad del suelo de suplir los principales nutrientes necesarios para las plantas de piña.
- Se puede realizar también un análisis físico o de textura para establecer la capacidad del suelo de retener agua y determinar el distanciamiento adecuado de los drenajes terciarios y cuaternarios para evacuar el exceso de agua presentes en las terrazas. Este exceso de agua se relaciona con la presencia de hierro (Fe) y manganeso (Mn) reducidos que son tóxicos para las plantas en altas cantidades y generan antagonismo con la absorción de elementos como calcio (Ca) y magnesio (Mg).
- Los programas de fertilidad se deben ajustar en función de los nutrientes presentes en el suelo y de los niveles foliares que se deseen alcanzar para garantizar una productividad y calidad de la fruta para cumplir con los estándares del mercado. Es por esto que durante el desarrollo de la plantación se realizan análisis de nutrientes a nivel foliar para hacer correcciones en la fertilización y cumplir con los rangos óptimos establecidos por la empresa (Cuadro 2).
- Se puede realizar este tipo de muestreos en tres ocasiones en cada plantación, a los 3, 5 y 7 meses después de siembra (Figura 28), para realizar correcciones en la fertilización en edades tempranas del ciclo sin afectar la productividad. Los muestreos no deben mezclar hojas de diferentes secciones y se debe tomar muestras de secciones que pertenezcan a los mismos grupos de desarrollo de plantación para facilitar las aplicaciones posteriores.



Figura 28. Muestreo de hoja D (hoja más larga) para evaluación de los niveles foliares de nutrientes.

Cuadro 2. Rangos óptimos foliares de una plantación de piña con productividades de 7000 a 7500 cajas/ha, justo antes de la inducción de la floración (siete meses de edad), Departamento de Asistencia Técnica y Agricultura, BANACOL.

Nutriente	Rango*	Unidades
Nitrógeno	1.50 – 2.00	%
Fósforo	0.10 – 0.12	%
Potasio	2.50 – 2.90	%
Calcio	0.28 – 0.45	%
Magnesio	0.25 – 0.44	%
Azufre	0.20 – 0.30	%
Sodio	Menos de 0.01	%
Hierro	45 – 120	ppm
Manganeso	75 – 100	ppm
Boro	35 – 40	ppm
Cobre	10 – 15	ppm
Zinc	25 – 30	ppm
Molibdeno	0.10 – 0.15	ppm
Aluminio	25 – 55	ppm
Materia Seca	50 – 75	%

- En el análisis de suelo se evalúa el pH y el porcentaje de saturación de acidez, esta información permite establecer la necesidad de aplicación de alguna enmienda en la etapa de preparación de terreno, para mitigar los efectos negativos de la acidez del suelo sobre la productividad (Anexo 6 y 7, cálculo de la cantidad de enmienda a aplicar).



Figura 29. Fertilización granulada en inicio de desarrollo de plantación.

- En las aplicaciones de fertilizantes en la planta de piña se aprovecha la anatomía de las plantas (hojas) para llevar la solución de sales fertilizantes al punto de inserción de las hojas (axilas) donde existen raíces absorbentes y también se drena parte del caldo de la aplicación hacia la raíz de la planta, por lo que la mayoría de aplicaciones se realizan vía foliar. Sin embargo, 30 días después de la

siembra, la piña comienza a emitir raíces que están en 2 a 3 pulgadas de la base y que son capaces de

absorber nutrientes para un desarrollo inicial, por lo que la aplicación de un fertilizante granulado de forma manual en la base de las plantas y en los primeros días después de siembra puede ser bien aprovechado por el cultivo (Figura 29).

- El productor debe siempre considerar la calidad de los fertilizantes utilizados, en relación a sus contenidos de metales pesados, principalmente si se van a aplicar después de la inducción floral (fuerza) para evitar contaminar la fruta con estos elementos.
- Para las aplicaciones foliares se debe tener en cuenta el estado de los equipos de aplicación, los cuales deben recibir calibración y mantenimiento periódicamente (1 vez cada dos meses). Es importante también que el productor realice un mantenimiento continuo de los caminos dentro de la finca para garantizar una aplicación homogénea a todas las secciones, cuando esta se realiza con “spray boom”.
- Cuando se trabajan en lotes sembrados con cobertura plástica es importante disminuir las fuentes de fertilizantes nitrogenados en los primeros 3 meses de desarrollo de la plantación para reducir la pérdida de este elemento en forma de nitratos que provocan la contaminación de las aguas.
- Una excelente alternativa para fertilizar en suelos bajo cobertura plástica en los primeros 3 meses, mientras el cultivo cierra, es realizar las aplicaciones con el método manual o stroller, ya que las aplicaciones se hacen dirigidas a la planta, se maximiza el aprovechamiento del fertilizante y se reduce al máximo la posible pérdida de sales fertilizantes y contaminación de aguas.
- El uso de semilla superior a 500 gramos de peso debe ser una regla en suelos bajo cobertura plástica, para hacer el cultivo cierre a los 3 meses o menos de haberse sembrado.

2.6.2 Control de malezas

Las malezas encontradas en el agroecosistema de la piña son poaceas, plantas de hoja ancha y ciperáceas. La presencia de semillas de malezas cuarentenarias en la corona de la piña es una de las razones de rechazo de embarques enteros en el mercado destino, es por eso la importancia de tomar medidas para evitar la colonización de los terrenos con este tipo de plantas.

BPA:

- Utilizar semilla (hijos) provenientes de lotes limpios de malezas cuarentenarias y no cuarentenarias.
- La limpieza de la maquinaria utilizada en la preparación de terreno para evitar el traslado de semillas de un lugar a otro.
- Una adecuada preparación de terreno con la eliminación de residuos vegetales y una estructura fina del suelo para la aplicación de un herbicida pre-emergente con buenas condiciones. Además se requiere que el suelo este a capacidad de campo (1/3 atmosferas) al aplicar el herbicida para una buena adherencia en los coloides del suelo.
- Control oportuno de las malezas antes de que florezcan para evitar aumentar el banco de semillas del terreno.
- Control manual de malezas cuarentenarias y colocación en sacos o bolsas plásticas para su posterior eliminación enterando en fosas en lugares alejados de las plantaciones.

- Utilización de coberturas o barreras vivas en drenajes permanentes, como pasto vetiver para crear condiciones de sombra sobre los drenajes que controlen las malezas (Figura 30).



Figura 30. Utilización de cobertura plástica en plantación y pasto vetiver en los drenajes para en el control de malezas.

- El uso de cobertura plástica en las plantaciones permite un control casi total de la emergencia de malezas, reduce del uso de herbicidas y minimiza el riesgo de contaminación de las frutas con semillas de malezas cuarentenarias.
- Escogencia de herbicidas adecuados al tipo de malezas.
- Realizar capacitación del personal encargado del control de malezas para la identificación de las principales malezas cuarentenarias para la exportación de la piña.

2.6.3 Manejo Integrado de plagas

Las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de Piña y las medidas preventivas que se pueden implementar son:

2.6.3.1 Ratas de campo: *Signodon hispidus*



Figura 31. Fruta con daño de rata.

Cuando se inicia la formación de la fruta hasta que comienza la cosecha, puede presentarse el ataque de roedores en la plantación. Los roedores causan daños a las frutas (Figura 31); por lo tanto, es importante realizar monitoreos rutinarios en las áreas de cultivo, tanto del daño, como de la población. Se pueden realizar tres aplicaciones de cebos envenenados de forma preventiva a los 30, 60 y 90 días después de siembra. Los cebos más utilizados presentan ingredientes activos como Brodifacouma, Bromadiolona y Flocuomafen y se recomiendan dosis de 2 kg/ha de producto comercial que contienen 0.005 % de ingrediente activo (i.a), en cada una de las aplicaciones.

2.6.3.2 Cochinilla harinosa: *Dysmicoccus brevipes*

Es una de las plagas más importante en el cultivo de piña. Son pequeños insectos blancos del orden de los Homópteros, que se localizan en las axilas de las hojas inferiores de la planta, las raíces y en el fruto. La cochinilla puede ingresar por las flores abiertas al interior de cada frutículo, lo que representa un problema de rechazo en planta de difícil control (Figura 32). Se alimentan chupando la savia de las plantas transmitiéndole el virus del “Wilt”, cuyos síntomas son una coloración amarillo-rojiza, un secamiento del ápice hacia la base de la hoja y un enrollamiento en el borde de las hojas más afectadas.



Figura 32. Cochinilla externa (izquierda) e interna (derecha) en fruto de piña

Las cochinillas presentan una relación simbiótica con hormigas del género *Solenopsis sp* (hormiga de fuego), *Pheidole sp* (hormiga cabezona) y *Iridomyrmex sp* (Hormiga argentina), donde las primeras son cuidadas y transportadas a mejores lugares de alimentación por las hormigas, mientras las hormigas se alimentan de las secreciones azucaradas que producen las cochinillas.

La cochinilla tiene un ciclo de vida incompleto y es ovovivíparo. Los huevos para madurar y alcanzar su desarrollo pueden durar entre 3 y 9 días. En su ciclo de vida muda tres veces, en un periodo de aproximadamente 34 días y unos 27 días después empiezan su vida de adulto. El tiempo de vida es aproximadamente de 90 días, de los cuales 56 los pasa en el periodo adulto (Gullan y Martín 2003).

BPA:

- Una adecuada preparación de terreno para reducir la presencia de colonias de hormigas.
- Desinfección del material de siembra.
- Monitoreo de la población de cochinillas y aplicaciones de insecticidas cuando se sobrepase el umbral de tolerancia (1% de incidencia en plantación).
- El monitoreo de las poblaciones de hormigas se puede realizar utilizando atún colocado en vasos plásticos y se realizan aplicación de cebos cuando se presentan altas poblaciones.

2.6.3.3 Gallina ciega: *Phyllophaga* sp

Esta plaga también conocida como "gusano blanco", ataca las raíces de las plantas provocando un amarillamiento progresivo hasta causarle la muerte.

BPA:

- Buena preparación de terreno y eliminación de materia orgánica.
- Monitoreo y trapeo masivo con feromonas o luz de adultos en época reproducción (entre mayo y julio).
- Aplicación de un insecticida al suelo granulado al inicio del ciclo productivo.
- Monitoreo de larvas en la raíz de las plantas para toma de decisión en la aplicación de insecticida- nematicidas en la etapa de desarrollo de plantación.

2.6.3.4 Mariposa del fruto o gusano barrenador de la piña: *Strymon basilides*

Conocida comúnmente como Tecla o gusano barrenador de la piña, la hembra de esta mariposa deposita los huevos en las bracteas de la fruta antes de que se abran las flores, las larvas de color rosado penetran por la base carnosa de la bráctea, llega a las bases florales y por último penetra al fruto causando cavidades internas. Los frutos afectados presentan una exudación gomosa de color ámbar la cual se endurece al contacto con el aire. Al salir la larva realiza un orificio en el fruto el cual puede servir de entrada a hongos o bacterias (Figura 33).

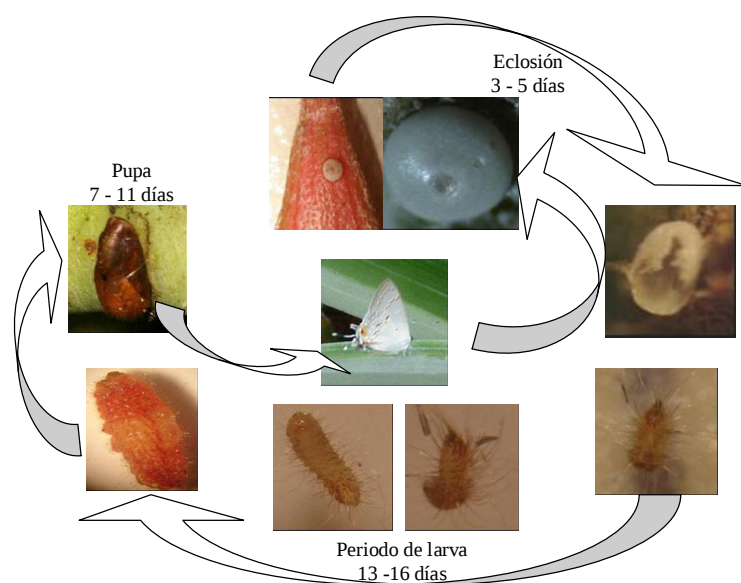


Figura 33. Ciclo de vida de la Thecla (*Strymon basilides*).

BPA:

- Monitoreo y trapeo de los adultos con bolsas de color rojo impregnadas de sustancias adhesivas principalmente alrededor de zonas cercanas a bosques o tacotales.
- Aplicación de insecticida al inicio de la floración, entre las semanas 9 y 11 después de la inducción floral. Se puede utilizar insecticidas químicos alternados con insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis*.
- Eliminar de los alrededores de las plantaciones plantas hospederas de la Tecla como son las Heliconia o platanillas que son hospederos alternos de esta plaga.
- Respetar franjas sin cultivo alrededor de las zonas con bosque o tacotales de aproximadamente 15 metros.

2.6.3.5 Nemátodos de los géneros: *Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Criconemoides*.

Son pequeños organismos vermiformes que se alimentan de las raíces de la piña, afectando el desarrollo normal de la planta y causando pérdidas económicas en el cultivo. Las partes de la raíz afectadas por los nematodos ofrecen puntos de entrada de hongos tales como *Fusarium* spp, *Verticillium* spp y *Pythium* spp.

BPA:

- Realizar una adecuada preparación de terreno y eliminación de material vegetal del ciclo anterior.
- Realizar muestreo para determinar niveles de infestación de la población y tomar medidas correctivas cuando estas poblaciones sean muy altas (más de 10000 nemátodos por gramo de raíz).
- Eliminar plantas muy afectadas, que presentan marchites y amarillamiento.
- Se puede realizar entre 2 a 3 aplicaciones preventivas de nematicidas, una granular al suelo en el primer mes después de siembra (esta aplicación se ha eliminado en las plantaciones con cobertura plástica, sin aumentos significativos en los niveles de las poblaciones), y una o dos más (dependiendo del nivel infestación en ciclos anteriores) entre el segundo y cuarto mes después de siembra.
- Se debe tomar en cuenta que los productos utilizados sean aprobado nacionalmente e internacionalmente para su uso en piña.
- Debido a la alta toxicidad que presentan los nematicidas químicos, en su aplicación se debe utilizar un EPP completo y seguir las medidas de seguridad propias del manejo de agroquímicos.
- Rotar periódicamente los nematicidas utilizados para reducir la resistencia que la plaga puede adquirir al producto.



Figura 34. Nematodo del género *Helicotylenchus* (izquierda) y *Pratylenchus* (derecha) vistos a 400X de resolución.

2.6.3.6 Caracol: *Opeas* sp.

Los caracoles se alimentan de las raíces principalmente de sus ápices, lo que provoca síntomas de enanismo y coloración rojiza de las hojas de las plantas de piña afectadas. Estos organismos se localizan en los primeros 10 centímetros de suelo, cerca de las raíces de las

plantas donde se concentra la mayor cantidad de alimento. Su ciclo de vida es de 64 días. Los ambientes húmedos, con material en descomposición, favorecen su reproducción.

BPA:

- Realizar muestreos de los niveles de las poblaciones y del daño para prevenir explosiones demográficas.
- Un manejo adecuado de la humedad de los terrenos con construcción de drenajes u otras prácticas, ya que en terrenos con alta humedad se presentan problemas de esta plaga.
- Una adecuada preparación de terreno que permita la eliminación de los residuos vegetales de la superficie del suelo.
- Disminuir el uso de compuestos a base de calcio que favorecen el metabolismo de los caracoles, principalmente en lotes con problemas anteriores de esta plaga.

2.6.3.7 Sinfílicos: *Scutigerella immaculada*

Los sinfílicos son pequeños artrópodos blancos, de cuerpo blando y antenas largas (Figura 35), que se mueven muy rápido en el suelo y se alimentan en las secciones tiernas de las raíces, con lo que se afecta la absorción de elementos nutritivos y por tanto se reduce el crecimiento y los rendimientos finales. Además favorecen la entrada de patógenos.



Figura 35. Sinfílico (*Scutigerella immaculada*).

BPA:

- Realizar una adecuada preparación de terreno, que permita controlar que la humedad del suelo no sea excesiva.
- Realizar muestreos de población en plantaciones jóvenes.
- Control con nematicidas cuando se presentan altas poblaciones.

2.6.3.8 Picudo: *Metamasius dimidiatipennis*

El adulto es atraído por el olor de tejidos en descomposición o frutos sobre maduros. El ciclo del picudo se desarrolla por completo dentro de la planta de piña, los huevos se localizan en las axilas de las hojas y en los tallos, las larvas se alimentan de tallos, coronas, hijos y frutos, y el adulto succiona savia de las hojas ocasionando excoriaciones (Figura 36). Su mayor efecto se observa en la etapa de establecimiento de cultivo



Figura 36. Picudo *Metamasius dimidiatipennis*

BPA:

- Realizar muestreos en horas tempranas de la mañana para establecer niveles de población.
- Mantener los semilleros limpios de esta plaga para evitar su diseminación.
- Un adecuado manejo de los residuos de cosecha.
- Realizar una adecuada incorporación de los rastrojos.
- Las trampas con feromonas se pueden utilizar para determinar los niveles de infestación o en forma masiva para el control de la plaga.

2.6.4 Enfermedades en el cultivo de la piña

2.6.4.1 Podredumbre del corazón y las raíces: *Phytophthora parasitica*, *Phytophthora cinamommi*

La podredumbre del corazón y las raíces ocasiona grandes daños en los suelos de drenaje difícil, poco permeables y de pH alto. Se manifiesta como una decoloración de las hojas, iniciando por la roseta o “cogollo”, que pasan de verde a amarillo y por último a rojo, las cuales posteriormente se desprenden con facilidad. El olor fétido es típico de la pudrición en la parte basal de las hojas jóvenes y existe un decaimiento de la planta y posterior muerte. Ocasionalmente puede presentarse en la inflorescencia (Figura 37).

Esta enfermedad habitualmente se presenta poco después de la siembra y puede causar pérdidas del 80 a 90%. Por eso el manejo de la Pudrición del corazón de la roseta y las raíces es crítico durante los tres primeros meses de la planta.



Figura 37. Síntomas característicos de la pudrición del corazón por *Phytophthora* sp.

BPA:

- Utilizar semillas vigorosas y almacenarlas adecuadamente exponiendo su base al sol hasta que seque la herida y luego proceder a desinfectarlas con un producto químico.
- Para el control de esta enfermedad es importante sembrar en suelos bien drenados.
- Se debe evitar heridas innecesarias en la planta cuando se realizan labores dentro de la parcela.

- El control químico se realiza con la desinfección de la semilla, y se continúa con aplicaciones de fungicidas (principalmente Fosetil aluminio y metalaxil) en forma preventiva durante la época de lluvias.

2.6.4.2 Podredumbre bacteriana del corazón: *Erwinia chrysanthemi*



Figura 38. Planta de piña con síntomas característicos de *Erwinia chrysanthemi*.

Causada por la bacteria anaeróbica facultativa *Erwinia chrysanthemi* que presenta un amplio rango de hospederos en el trópico y subtropical. La primera evidencia de esta enfermedad es la presencia de una lesión húmeda en la base blanca de las hojas centrales de la espiral, conforme avanza la enfermedad se desarrolla en toda la parte central de la planta y cuando avanza hacia la parte verde de las hojas se observa como una bomba hinchada de agua de color verde oliva (Figura 38).

BPA:

- Seleccionar semilla sana de lotes que no presenten síntomas de la enfermedad.
- Sembrar en áreas bien drenadas, con camas levantadas a una altura adecuada.
- Evitar causar heridas en la plantación en etapas tempranas de desarrollo (primeros 3 meses de desarrollo).
- No manipular las plantas enfermas dentro de la plantación.

2.6.4.3 Pudrición del retoño: *Thelaviopsis paradoxa*

Causa podredumbre en los retoños, el tallo, las hojas (moteado blanco de la hoja) y el fruto (podredumbre negra o blanda). Se puede presentar en el campo pero principalmente es un problema de poscosecha, donde se pueden presentar pérdidas de hasta el 70% de las frutas. El inicio de la enfermedad se relaciona directamente con la presencia de heridas en las plantas o frutas y en el caso de poscosecha con temperaturas muy altas de almacenamiento.

BPA:

- Desinfectar adecuadamente las áreas de empaque donde se prepara y acondicionan los frutos para la exportación.
- Desinfectar los hijos de piña antes de la siembra.
- En los frutos que se destinan para la exportación se recomienda desinfectar la sección del pedúnculo.
- Empacar todas las frutas cosechadas antes de las 8 horas de haber sido cosechadas.

2.6.4.4 Marchites roja (wilt)

La Marchites roja de la Piña está relacionada con un virus y la presencia de cochinilla harinosa *Dysmicoccus brevipes* como su trasmisor. Esta enfermedad se percibe con un enrojecimiento progresivo de las hojas más antiguas, seguido de un encorvamiento de los bordes de las hojas hacia la cara inferior y su extremidad hacia el suelo. Las hojas pierden su turgencia y toman un color rosa amarillento, mientras que la extremidad cambia de coloración parda y se seca.



Figura 39. Planta de piña con síntomas característicos de la marchites roja.

El manejo preventivo de la Marchitez se inicia con la utilización de semilla sana, el acertado manejo de la cochinilla harinosa y la eliminación de plantas afectadas. Todo ello contribuye a disminuir la incidencia de la enfermedad.

2.6.5 Uso del riego

Aunque la piña registra buena tolerancia a períodos secos, por sus características botánicas y fisiológicas; para una mayor producción, calidad y competitividad se requiere una adecuada dotación de agua, a fin de garantizar el suministro de los requerimientos mínimos durante todo el período de crecimiento activo y más adelante en la floración y fructificación. Por consiguiente, más que la intensidad, interesa una adecuada distribución que garantice como mínimo 16mm de agua por



Figura 40. Riego por aspersión en plantación de piña.

semana para un adecuado desarrollo de la fruta de piña (para calcular adecuadamente la necesidad de riego ver el Anexo 8).

La mejor hora para regar es cuando la temperatura ha bajado, es decir, al atardecer, en la noche y primeras horas de la mañana (madrugada) para así evitar mayores pérdidas de agua por evaporación y arrastre del viento.

BPA:

- Se considera más eficiente al riego por aspersión en plantaciones de piña (López, 2003), debido a la capacidad de las plantas de acumular agua en el centro de la roseta que forma las hojas y absorberla por medio de las raíces secundarias cortas en las axilas de las hojas.

- El riego por aspersión permite un perfecto control de la lámina de riego aplicada y un ajuste bastante rígido en las condiciones de suelo-clima-planta involucradas en el sistema, además se pueden regar eficientemente terrenos de pendiente pronunciada.
- El riego por aspersión presenta la desventaja de que tanto la velocidad como la dirección del viento afecta la uniformidad de la aplicación, esto sumado a altas temperaturas y humedad relativa baja, provoca alta pérdida de agua por evaporación.
- Las intensidades de aplicación de los aspersores son superiores a los 10 mm/hr por lo que no son adecuados para suelos pesados ni para altas pendientes, ya que pueden producir escorrentía.
- El fabricante proporciona un rango óptimo de presión en el cual trabajar el aspersor para optimizar su eficiencia.
- Es importante dar un entrenamiento a todo el personal acerca del proceso de irrigación y dar seguimiento en campo.
- Siempre hay que llevar un registro de precipitaciones para determinar si se cumple la lámina de agua que requiere el cultivo o si es necesario realizar un riego extra para suplir toda el agua que el cultivo necesita.
- Para finalizar con la temporada de riego debe darse un aumento en las precipitaciones de manera que el suelo se sature y alcance la capacidad de campo.
- Es importante conocer la calidad del agua para riego, por lo que se recomienda realizar 2 muestreos al año con los análisis exigidos por las autoridades nacionales e internacionales y llevar registro de los resultados (ver Capítulo 3 sobre muestreo en agua).
- Se requiere de un caudal de 0,5 litro por segundo para regar una hectárea de piña y es necesario solicitar una concesión de uso de agua con el MINAET (ver Capítulo 3, sistema de gestión integrado).

2.7 Forzamiento



Figura 41. Aplicación nocturna de etileno con carbón activado para la inducción floral de plantas de piña.

El forzamiento consiste en la inducción química de la floración de las plantas de piña lo que permite reducir el ciclo del cultivo, asegurar la uniformidad de la fruta y programar las cosechas de acuerdo a las necesidades del mercado.

La época adecuada para la inducción floral es cuando la plantación alcanza la edad de 6 a 9 meses después de siembra, con un peso de planta entre 5 a 6 libras y una altura entre 0.80 a 1.20 metros.

Para inducir la floración se utiliza Etephon o Etileno con carbono activado, esta aplicación se debe realizar por la noche, no debe haber lluvia y las plantas no deben presentar demasiada agua en las

axilas (Figura 41).

BPA:

- Para el forzamiento es indispensable que se ajuste el pH de la mezcla a 8, utilizar altos volúmenes de agua, más de 2500 litros por hectárea cuando se usa sprayboom o de 30 a 50 ml de la solución al follaje por cada planta en caso de aplicación con equipos manuales.
- Para establecer el momento oportuno de forzamiento el parámetro más importante es el peso de planta, por lo que es necesario realizar muestreos de peso cuando se acerca la edad establecida. Ello significa sacar la planta, eliminar la raíz y pesarla, se puede muestrear entre 0,5 a 1% del total de plantas de una sección para establecer su peso promedio.
- Luego de 7 días se puede hacer la prueba del meristemo para chequear la inducción, que consiste en seccionar el tallo de unas 50 plantas por hectárea en forma longitudinal para comprobar el desarrollo del meristemo apical. El crecimiento de ese meristemo es indicativo de que la planta fue correctamente inducida para formar la flor y posterior fruto (Figura 42).
- En caso de presentarse una inducción menor al 80% es recomendable realizar una segunda aplicación lo más pronto posible para inducir el 100% de las plantas.



Figura 42. Evaluación del forzamiento por prueba de meristemo.

2.8 Manejo de fruta y cosecha

2.8.1 Estimación de producción

La estimación es una determinación visual de la fruta en el campo desde 6 hasta la 1 antes de cosecha, lo que es lo mismo a partir del día 110 después de la fuerza o inducción, con el fin conocer de antemano la cantidad de fruta disponible y el tipo de fruta que será ofrecida al mercado.

Para una adecuada estimación se puede muestrear de 1% al 2% de la plantación. El recorrido para el muestreo debe abarcar toda el área evaluada, realizando un recorrido en zigzag dentro de la plantación. La evaluación incluye: tamaño de la fruta, edad de la fruta, plantas pérdidas y factores de rechazo por agentes físicos, químicos o biológicos.

No solamente se debe estimar la fruta que se obtuvo a partir de la inducción artificial, si no que puede existir fruta que se forzó de forma natural que debe ser estimada de igual manera para incluirla dentro de la producción de la finca. La fruta natural, como se le conoce, es inducida en lotes que presentan condiciones de desarrollo adecuadas para la floración (pesos de planta superiores a 5 libras) por factores climáticos como son días cortos y noches largas y cuando se presentan temperaturas frías. Factores como desnutrición y estrés anteriores de la época fría pueden inducir mayormente la floración natural.

En la zona norte y atlántica del país la época en que se presentan condiciones de frío son principalmente entre noviembre y marzo (Cuadro 3). Para la estimación de la fruta natural se inicia con una evaluación de meristemo desde 14 días después de un evento de frío, donde se determina el % de floración natural presente. Después de 40 días del fenómeno de frío, cuando el cono de la fruta ya haya emergido, se realiza una evaluación visual donde se clasifica cada fruta natural de acuerdo a su estado de desarrollo para determinar aproximadamente cuando debe ser cosechada (ver Anexo 9, estado de desarrollo del fruto de la piña).

Es importante realizar un adecuado control de plagas en frutas naturales, para evitar que sean un reservorio de las mismas. Cuando la finca considere que el porcentaje de fruta natural es muy bajo y no se quiere cosechar es mejor eliminarlas tempranamente para evitar el desarrollo de plagas de fruta.

Cuadro 3. Distribución anual de meses fríos en zona norte y atlántica de Costa Rica que inducen la floración natural.

Ciclo de Floración Natural	Meses del año											
Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Eventos de bajas temperaturas		•	•	•	•	•						
Inducción Natural			•	•	•							
Cosecha de Natural									•	•	•	

2.8.2 Control de volcamiento

En los bordes de drenajes en áreas cercanas a cosecha se presenta volcamiento de plantas debido básicamente a que el sistema radicular no es capaz de proveer anclaje para la planta debido a su posición en el terreno. Para controlar esto, una vez que los lotes alcanzan una edad de 90 días después de la inducción floral se realiza el control volcamiento. Este consiste en la amarra con piola (mecate plástico) de los bordes de las terrazas (Figura 43).

BPA:

- Primeramente se rodea cada una de las terrazas con el mecate, procurando que todas las hojas queden sujetas para que sirvan de protección a los frutos.
- La amarra inicial debe realizarse tomando por lo menos 4 plantas localizadas en una cama interna.
- Se realiza el amarre terminal en el punto de partida de la piola y posteriormente se tensa la piola cada metro realizando un nudo que se amarra a la planta de la segunda cama. Se

debe procurar hacer presión sobre las plantas para hacer las amarras y que la piola quede bien ajustada.

- Esta práctica también previene la quema de sol en los bordes de las terrazas, al colocar las frutas en posición vertical evitando la exposición a la radiación de los costados de las frutas que es la zona más susceptible.



Figura 43. Plantación de piña antes de colocar la piola (izquierda) y después de colocar la piola (derecha).

2.8.3 Control de quema de sol

En épocas del año de mucha radiación solar se produce la quema externa de los frutos y esto representa un importante motivo de rechazo de la fruta desde campo. En ocasiones la quema es tan leve que no se percibe en la cáscara, pero sí en la parte interna de la fruta, lo que provoca rechazo en planta de empaque.

Los efectos del sol se observan principalmente en los bordes de la plantación, pues es la zona más expuesta a la radiación, ya que en las zonas internas, las mismas hojas cubren la fruta. Existen diferentes prácticas que se utilizan para proteger los frutos de los efectos del sol, las más utilizadas son relacionadas a cubrir el fruto, y se puede mencionar:

- Sarán: Debe ser de 30% de sombra, pues a un mayor porcentaje se ve afectado el crecimiento de la fruta en sus últimas semanas, ya que la piña no tolera la sombra. El sarán es utilizado ya sea en los bordes como en el interior la plantación, dependiendo de las condiciones ambientales (Figura 44, izquierda).
- Bolsas o papel periódico: se utilizan bolsas o pliegos de papel periódico que se coloca en cada una de las frutas, esta cobertura da muy buenos resultados, sin embargo demanda mucha mano de obra lo que es muy costoso.

Además de estas opciones existen moléculas químicas que se pueden aplicar sobre el fruto y permiten la protección contra los efectos del sol; entre estas se pueden mencionar:

- Polímetros de resina de pino: actúa como un antitranspirante formando sobre el fruto una capa brillante que lo protege de la deshidratación. Es un producto eficiente previniendo la pérdida de agua poscosecha y las quemaduras a nivel foliar de las plantas. La concentración recomendada es de 1% V/V.
- Protectores a base de arcillas: existen productos a base de arcillas de silicio o caolinitas, las cuales forman una película de finas partículas que funcionan como

barrera física. Las dosis recomendadas van de 20 a 50 kg/ha, dependiendo de las recomendaciones del producto. Se pueden iniciar las aplicaciones desde los 45 días después de la inducción floral evitando aplicar muy cercano a la cosecha, porque puede manchar la fruta y ser motivo de rechazo en planta de empaque (Figura 44, derecha).



Figura 44. Protección de fruta contra la quema de sol: con saran (izquierda), con la aplicación de productos a base de arcillas (derecha).

- Aceite agrícola: es aceite vegetal altamente concentrado (90%), utilizado como coadyuvante en la aplicación de otros agroquímicos. Cualquier aceite dependiendo de la dosis puede actuar como potenciador de los rayos UV o como factor de protección.

2.8.4 Pre-maduración

La pre-maduración es un muestreo que se realiza en lotes cercanos a cosecha para determinar si la fruta ha alcanzado una madurez fisiológica adecuada para realizar la aplicación del madurante o “desverdezador” de la cáscara. Esto debido a que las piñas no son climatéricas, por lo que no maduran una vez cosechadas y deben recolectarse cuando alcance las características organolépticas adecuadas para su comercialización.

El muestreo de pre-maduración consiste en determinar la translucidez de la fruta, así como la cantidad de sólidos totales que posea (dulzura). La translucidez es una forma de expresar el color de la pulpa de la piña, que cambia de una apariencia opaca cuando está inmadura, a una apariencia vidriosa y jugosa a medida que las frutas se maduran. Por su parte los grados brix (% de sólidos solubles) se recomienda sean superiores a 12 para realizar la maduración.

BPA para el muestreo de pre-maduración:

- Se elimina la cáscara de la fruta y se realiza un corte longitudinal.
- El corte se coloca en una bolsa y se macera hasta sacar el jugo.
- Este jugo es depositado en el refractómetro, luego se coloca a la luz para tomar la medida de los grados brix.
- Para determinar la translucidez se realiza un corte transversal a la fruta en la parte basal.
- Se coloca la fruta a favor de la luz.

- La translucidez se mide en forma visual determinando el % de área del corte con zonas translúcidas, utilizando distintas escalas (según la empacadora).
- La fruta que presente una translucidez mayor a 50% tendrá una menor vida en anaquel al ser más susceptible a golpes.



Figura 45. Evaluación de la madurez interna de la piña: corte longitudinal (izquierda), medición de los grados brix (derecha).

2.8.5 Aplicación de inductor a la maduración

Una vez definidas las áreas que han alcanzado un estado de maduración interno adecuado se realiza la aplicación del madurante. El propósito de la maduración artificial es que la fruta se madure uniformemente y de esta manera se disminuyan los costos de cosecha, además se busca uniformizar la madurez externa de la fruta, con la interna, pues la interna normalmente ocurre antes que la externa.

Para la maduración se realiza la aplicación de Ethephon a una dosis de 1 a 2,5 litros /ha, utilizando entre 2800 a 3800 litros de la mezcla por ha en caso de aplicaciones con “spray booms”.

BPA:

- Es muy importante que cuando se aplique el inductor la fruta quede totalmente cubierta, para que la cáscara tome color en forma uniforme. Esta aplicación se realiza una semana antes de la cosecha y se repite al tercer día de ser necesario.
- La respuesta de la coloración de la cáscara de la fruta después de la aplicación se ve afectado por las condiciones climáticas. Condiciones de mucha precipitación y alta humedad favorecen la maduración interna (translucidez) y retardan la madurez externa. Por su parte las altas o bajas temperaturas no favorecen una coloración eficiente de la cáscara.
- El pH del agua debe ser de 2 a 3 para un adecuado desverdecimiento de la fruta.

2.8.6 Cosecha

La cosecha es un aspecto clave para la calidad de la piña que se comercializa.

Las primeras frutas que se cosechan en un sección son la fruta natural, que es la que se forza por las condiciones ambientales antes de aplicar el inductor artificial, y la fruta de

los bordes que está más expuesta a la radiación solar; estas dos tienden a madurarse antes que las demás frutas de la sección y es importante cosecharlas con anterioridad para que puedan ser exportadas.

BPA:

- Antes de iniciar la labor cada encargado de cosecha debe tener claro las características de la fruta a cosechar de ese día y comunicársela a cada cosechador. Los cosechadores deben decidir cuáles frutas cosechar, siguiendo las indicaciones de su encargado de cosecha, en cuanto a apariencia, color y tamaño.
- Los cosechadores realizan su labor a lo largo de los surcos, desprenden la fruta de la planta manualmente, tomándola por la base de la corona y flexionando hacia su cuerpo hasta romper el pedúnculo.
- La fruta que presente algún tipo de pudrición, sufra maltrato severo o esté muy sucia durante la cosecha, debe ser descoronada y dejada en el campo.
- Para la recolección de las frutas se puede utilizar una cosechadora, que es una máquina que tiene un brazo con una banda transportadora que se extiende a lo largo de la sección. El cosechador debe colocar la fruta cosechada cuidadosamente sobre la banda transportadora con la corona orientada hacia el lado contrario de la máquina para evitar golpes sobre la corona, lo cual es un motivo de rechazo. La fruta es estibada en la carreta, en posición horizontal hasta un máximo de ocho filas (Figura 46).
- Para el caso de las fincas pequeñas que colocan las frutas en cajas plásticas, es importante procurar la limpieza de la caja y evitar colocar las mismas en el suelo para que las frutas no se contaminen.
- Siempre es importante mantener la limpieza del personal encargado de la cosecha de la fruta. Todo el personal, especialmente los encargados de estibar la fruta deben mantener muy limpia toda su vestimenta (botas, guantes y ropa) para evitar contaminaciones a la fruta. Además toda cuadrilla de cosecha debe contar con agua potable y jabón para el lavado de las manos del personal cada vez que van al baño, comen o estornudan.



Figura 46. Cosecha de la fruta de pila: colocación de piña sobre banda transportadora (izquierda), estibación de piña de forma horizontal en carretas (derecha).

Recomendaciones para el transporte de piñas hasta la planta de empaque:

- El operario del tractor debe velar por mantener las carretas en óptimas condiciones de funcionamiento y limpieza, lavando las carretas antes de ser cargadas.
- La velocidad máxima para el transporte de la fruta es de 8 KPH, de manera que estas no sufran de golpes y dependiendo del estado del camino la velocidad debe disminuir.
- Las carretas con piña deben entregarse al encargado de recibir la fruta en la planta empacadora; el cual debe velar de ingresarlas en el orden de ingreso a la planta. En caso de que la fruta no pueda ingresar en ese momento se tiene que colocar algún tipo de protección sobre las piñas para evitar que el sol las queme.
- Desde la cosecha hasta el empaque el tiempo máximo permitido es de 16 horas, ya que un periodo mayor deteriora la calidad del fruto. El tiempo óptimo es de 4 horas.

2.9 Empaque

Para las frutas de exportación el proceso del empaque debe garantizar que la piña a empacar se le dé el manejo adecuado para asegurar la calidad de la fruta.

2.9.1 Recibido de fruta en planta y lavado

El recibo de la fruta se realiza para llevar un control de toda la fruta que es enviada de campo y será procesada en planta empacadora. Es importante registrar todos los datos de cosecha y transporte para tener un orden en el proceso y contar con los datos necesarios para determinar su procedencia (trazabilidad).

Además de esta información, es importante realizar una inspección de la calidad externa e interna de cada carreta que llega del campo, evaluando la apariencia general, color, tamaño, presencia de daños físicos, enfermedades y cualidades externas de la fruta, para ser reportados al área de selección o para tomar decisiones de empaque.

Toda planta empacadora debe contar con una pila de lavado para ingresar la fruta y eliminar la suciedad externa. En la pila se puede adicionar productos desinfectantes que eliminen los microorganismos que pueda traer la fruta de campo; generalmente se utiliza hipoclorito de sodio a una concentración de 50 - 100 ppm. El pH debe estar entre 6,5 y 7,5 para mayor efectividad del cloro como desinfectante, además, se deben hacer cambios frecuentes del agua de la pila, debido a que el cloro se inactiva con la materia orgánica (polvo, hojas, etc.).



Figura 47. Pila de lavado de frutas de piña en área de recibo.

Para la descarga de la fruta la carreta se abre y por medio de chorros de agua que se encuentran en la parte superior se impulsa la fruta hacia la banda de ascenso que la llevará al área de selección. Las frutas que se hunden son descartadas del proceso por estar sobremaduras.

Recomendaciones:

- Las carretas deben ser lavadas antes de ingresar a la pila de lavado, para eliminar el exceso de suciedad que traen del campo, de esta manera el agua de la pila de lavado permanece limpia por más tiempo.
- En algunos casos esta pila puede contar con un sistema de enfriamiento, lo que permite disminuir la temperatura de la fruta que ingresará a empaque y aumentar su vida útil. Además reduce el tiempo requerido de la fruta empacada en el área de pre-enfriamiento lo que significa un ahorro de energía.

2.9.2 Selección de fruta y rechazo

El proceso de selección consiste en la eliminación de las frutas que no cumple con los requerimientos de calidad del comprador. El proceso de selección se hace manualmente. En el área de selección el personal calificado selecciona las frutas de acuerdo a las características de empaque establecidas, eliminando las frutas que presenten cualquier defecto o problema que sea considerado motivo de rechazo. Es importante que la persona que selecciona procure observar todos los lados de cada fruta y descartar la que presenta defectos (Figura 48) (Anexo 10, Lista de motivos de rechazo de frutas en planta empacadora).



Figura 48. Selección de frutas y aplicación de cera y fungicidas.

Además de la apariencia externa deben existir inspectores de calidad que evalúen la calidad interna de las frutas y determinen la presencia de problemas que sean motivo de rechazo, como son: alta translucidez, golpe de agua, grados brix bajos, entre otros (Anexo 10).

El producto que no cumple con los requerimientos de calidad para la planta empacadora, se debe sacar rápidamente de la planta empacadora, mediante bandas transportadoras o en los recipientes, especialmente los que presenten problemas de pudrición. Esta práctica permite minimizar el riesgo de contaminar el producto sano.

En el área de rechazo se cuantifica la cantidad de fruta rechazada, así como los diferentes motivos de rechazo, realizando el conteo del 5% de las frutas de rechazo. Cada una de las frutas deben ser separadas manualmente de sus coronas, donde las coronas pueden ser utilizadas como semilla y las frutas se envían en camiones a las plantas procesadoras de jugo.

En esta etapa de selección se realiza también la aplicación de la cera y un fungicida (Triadimefon generalmente). La cera se puede aplicar por inmersión, aspersión o cascada, de manera que cubra totalmente la fruta pero no se encere la corona. La cera mejora la apariencia de la piña y a la vez contribuye a disminuir los problemas de oscurecimiento interno, relacionados con los daños por frío y de pérdida de humedad (Figura 49).



Figura 49. Aplicación de cera en forma de cascada sobre las frutas de piña.

El pedúnculo es la parte basal de la fruta por donde está unida a la planta madre, como a la hora de realizar la corta se produce una herida, es importante realizar la labor de curado de pedúnculo, la cual consiste en colocar un sellante o un fungicida que impida la entrada de hongos por esta herida.

Las ceras más utilizadas en piña son polietileno /parafina o carnauba/parafina y entre los fungicidas están los benzimidazoles y el triadimefon.

2.9.3 Clasificación y empaque

La piña una vez seleccionada entra en el área de empaque, donde se clasifica primeramente según su tamaño. Esta clasificación se puede realizar de forma manual o con la utilización de una máquina que pese y distribuya en diferentes bandas cada una de las frutas.

Los tamaños de las frutas se determinan según la cantidad de frutas del mismo tamaño que se empacan acostadas, en una caja de cartón corrugado de 60 centímetros de largo por 40 centímetros de ancho y 15 de alto (aproximadamente); y pueden ir desde tamaño 4 hasta 10, donde en las 4 caben 4 piñas por caja y son las más grandes, en tanto que las 10 son las más pequeñas. Por otro lado cuando se empacan frutas sin corona (crownless), cada caja tendrá dos frutas más del tamaño designado, que corresponderán al espacio ocupado por las coronas. Cada una de las cajas una vez empacadas, deben pesar entre 11,4 – 12,5 kg.

Otra característica que los encargados del empaque deben seleccionar es el color de las frutas, que debe ser uniforme por caja, y se establece de acuerdo al destino de envío y solicitud del cliente (Anexo 11).

La fruta debe ir acomodada en forma horizontal, orientada hacia la parte más ancha de la caja, colocando una fruta hacia una dirección y su compañera inmediata en sentido contrario, para que la



Figura 50. Labor de encolillado de las coronas de las piñas con pistola neumática.

cáscara de las frutas se separe por medio de la corona de la siguiente fruta sin sufrir daños. A cada fruta se le coloca una etiqueta en la corona con el nombre de la compañía comercializadora y el país de origen, esta tarea se conoce como encolillado.

Recomendaciones:

- En caso de clasificación de pesos de forma manual realizar calibraciones periódicas del personal, pesando piñas de diferente tamaño en una romana y determinar la correspondencia con los rangos establecidos para cada peso dentro de la planta empacadora.
- Realizar muestreos constantes para comprobar que el peso de las cajas sea el adecuado. El peso debe ser ligeramente mayor de lo que indica la caja, para compensar la pérdida de humedad del producto durante el transporte.
- La velocidad de empaque no debe ser muy rápida para evitar golpes en la fruta.
- Los empacadores deberán tener cuidado de introducir divisiones de cartón a las primeras cajas de las 5 filas que forman la paleta para fortalecer las cajas y que resistan el peso de toda la paleta. Esta operación debe hacerse durante el empaque y no después para evitar el maltrato de las coronas.
- Cuando se utilizan pistolas neumáticas para encolillar las frutas se debe tener sumo cuidado con el manejo de las agujas y la eliminación de toda la caja en caso de quebrarse la aguja por el peligro físico que representa para el consumidor.

2.9.4 Paletizado

Una vez empacadas las cajas se colocan sobre tarimas de madera de 1,0 x 1,2 m en capas de 5 cajas por 14 niveles (70 cajas) para formar lo que se denomina paletas (pallets). El paletizado es realizado de forma manual o automática según sea la capacidad de la planta empacadora y esta labor permite agilizar la manipulación del producto empacado (Figura 51).



Figura 51. Formación de paletas.

Todas las cajas de los primeros 5 niveles de la paleta llevan divisores de cartón para permitir resistir el peso de las capas superiores. Se colocan también esquineros plásticos largos en cada una de las esquinas de la paleta y luego se colocan las amarras plásticas o flejes con una buena tensión para amarrar las cajas. En general se colocan 6 flejes por tarima, en las capas 1, 3, 7, 10, 12, y 14. Una vez flejeada la tarima se procede a poner los códigos de empaque en cada caja de la paleta. Y por último se hace toda la codificación para la trazabilidad.

Un acomodo adecuado de las cajas sobre las tarimas es importante para que las paletas sean estables y permitan la correcta circulación de aire. Se deben colocar de manera ordenada y que las ventilaciones en los lados de las cajas queden alineadas y permitan el paso del aire a través de las mismas.

Además que los agujeros del fondo de la caja coincidan con los orificios de la tarima, esto reduce el tiempo de enfriamiento.

Recomendaciones:

- Se recomienda el uso de películas impermeabilizantes sobre la superficie del cartón de empaque que permita minimizar el efecto de la alta humedad en el ambiente durante el transporte y almacenamiento de la piña.
- Se debe revisar la buena calidad de todos los materiales de empaque y evitar la presencia de plagas en las bodegas de almacenamiento que puedan ser motivo de rechazo en puestos de control.
- La forma de la paleta debe ser uniforme para procurar su estabilidad.

2.9.5 Pre-enfriado y almacenamiento de las paletas

El objetivo del enfriamiento es reducir la temperatura de la fruta hasta alcanzar la temperatura óptima para su almacenamiento y transporte, con el fin de aumentar su vida comercial. En las plantas empacadoras pueden existir túneles de pre-enfriado con o sin sistema de aire forzado, para lograr que la fruta llegue a los 7 grados que es la temperatura adecuada para mantenerla en condiciones óptimas.

Las paletas deben ser colocadas a lo largo del túnel de tal manera que el aire circule entre las cajas y las enfríe. Por esta razón es que las cajas tienen pequeñas aberturas, ya que permiten la circulación del aire y disminuye el tiempo de pre-enfriado.

Las cámaras de almacenamiento resguardan la fruta hasta el momento de su despacho a puerto. Las condiciones óptimas para el almacenamiento y transporte de la piña son 85-90% de humedad, a una temperatura de 7 a 10 °C (fruta madura) o 10 - 13 °C (fruta verde madura). Es importante mantener una buena rotación del inventario de cámaras, para que de esta manera la fruta más vieja sea la primera en salir de las cámaras.



Figura 52. Túnel de enfriamientos (izquierda), área de almacenamiento de las paletas (derecha).

Recomendaciones:

- Acomodar adecuadamente las cajas en las paletas de manera que coincidan los agujeros del fondo de las cajas con los de la tarima y colocar las paletas dentro del túnel de enfriamiento con las ventanas de aireación expuestas al flujo del aire frío reduce el tiempo necesario para alcanzar la temperatura idónea de almacenamiento.

- Debe existir revisión constante de la capacidad de refrigeración instalada, para que se ajuste a la cantidad de paletas que se empacan y al tiempo de enfriamiento disponible.
- Es importante revisar constantemente la temperatura interna de la piña almacenada para evitar que se envíe con temperatura alta y se presenten problemas de sobre maduración y deterioro del producto y rechazo del mismo en el puerto de destino.
- El tiempo máximo de permanencia de las piñas en cámaras de almacenamiento es 3 días para Europa y 4 días para Estados Unidos.

2.9.6 Despacho



Figura 53. Carga de paletas dentro de los contenedores.

El despacho se realiza en el momento en que se definen las salidas de los barcos.

Esta tarea consiste en cargar las paletas dentro de los contenedores, según haya sido definido para enviar en el barco. Las paletas son cargadas por destino (USA o Europa) y por marca (Figura 53).

Esta actividad se puede controlar mediante el uso de un dispositivo que registre los códigos de barras de las paletas cargadas por contenedor (Hand held), lo que a su vez genera una guía de transporte de la fruta.

Recomendaciones:

- En el momento en que se tenga que despachar fruta, el área de despacho debe estar entre 7 y 8 °C al igual que los contenedores y los furgones, para evitar condensaciones que pueden provocar el desarrollo de hongos.
- Los encargados de despacho deben velar que la limpieza y temperatura de los contenedores y furgones sea la adecuada para el envío de la fruta a los puertos.

3 Bibliografía

- Álvarez, M. 2007. Estimación de niveles erosivos dentro de cultivos de piña (*Ananas comosus*) en San Carlos. Tesina práctica
- Bartholomew, DP; Paull, RE; Rohrbach, KG (eds.). 2003. The pineapple: botany, production and uses. New York, US, CAB International. 301 p
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación costarricense de la ciencia del suelo. San José, Costa Rica, 157 pp.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo (ACCS). San José, Costa Rica. p. 241-246.
- Cerdas Araya, M; Montero Calderón, M. 2005. Guías Técnicas del manejo de poscosecha de la piña en el mercado fresco. San José, C.R.: MAG.46 P.
- Doneen, LD; Westcot, DW. 1984. Irrigation practice and water management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, 2nd ed, 1 Rev. 1. 59-63.
- Estado de la Nación. 2005. Programa Estado de la Nación en desarrollo humano Sostenible, Undécimo informe CONARE. Costa Rica. p. 201 - 205.
- García, EE. 1997. Introducción a los plaguicidas. EUNED, Costa Rica. 476p.
- García, J, Fuentes, G. 1992. Opciones al uso unilateral de plaguicidas. Vol.I, EUNED, Costa Rica. 149 p.
- González, L. C. 2005. Expansión piñera en el Caribe. Opinión Ambiental. San José, Costa Rica. No. 29: 4-5.
- Grupo Nación. 2008. Estado, piñeras y paz social. La Nación, San José, CR, oct. 3.
- Gullan, P; Martín, J. 2003. Sternorrhyncha (jumping plant lice, whiteflies, aphids, and scale insects). Annual Review of Entomology, 42:23-50.

- Hepton, A. 2002. Culture System. p. 109-142. In: The pineapple: botany, production and uses (D . P. Bartholomew, R. Paull and K. G. Rohrbach, eds.). CABI Publishing, Wallingford.
- IRET-UNA. 1999. Manual de plaguicidas: guía para América Central. 2ª ed. EUNA. Universidad Nacional, OPS/PLAGSALUD, Costa Rica. 395 p.
- Jiménez, JA. 1999. Cultivo de la piña: Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación. San José, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 224 p.
- MAG; FAO. 1997. Extensión participativa para la agricultura conservacionista: conceptos, estrategias y metodologías. San José, Costa Rica. 49 p.
- Malézieux, E; Cote, F; Bartholomew, DP. 2003. Crop environment, plant growth and physiology. In Bartholomew, D.P; Paull, R.E.
- Molina, E. 1998. Encalado para la corrección de la acidez del suelo, ACCS, San José, Costa Rica. 45 p.
- Monge, J. 1996. Moluscos: moluscos de importancia agrícola y sanitaria en el trópico: la experiencia costarricense. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. P 99.
- Py, C; Lacoëuilhe, JJ; Teisson, C. 1987. The pineapple: cultivation and uses. Trad. D Goodfellow. Paris, FR, Editions G.-P. Maisonneuve and Larose. 568 p.
- Rohrbach, K.G. eds. The pineapple: botany, production and uses. New York, US, CAB International. 301 p.
- Samson, J.A. 1991. Fruticultura tropical. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 396 pp.
- Tisdal, SL; Nelson, WL; Beaton, JD. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4th. Ed. Macmillan, New Cork, USA.
- Vásquez, K. 2006. Costa Rica y su exportación de piña. Entorno Bananero, órgano informativo de la industria bananera 6(20): 28-30.

4 Anexos

Anexo 1. Esquema de la forma de lavado correcto de manos, según la Organización Mundial de la Salud.



Anexo 2. Factores para definir el grado de riesgo laboral.

Factor	Clasificación	Puntaje
1. Consecuencias: C	Varias muertes: efectos masivos	50
	Muertes	0
	Lesiones extremadamente graves (incapacidad permanente) posible enfermedad ocupacional	30
	Enfermedades incapacitantes	20
	Lesiones incapacitantes	10
	Heridas, politraumatismos menores	5
	Lesiones leves	1
2. Exposición: E	Continuamente(75% a 100% de la jornada)	10
	Frecuentemente (80% a menos del 100%	8
	Moderadamente (50% al 80% de la jornada)	6
	Ocasionalmente (5% a menos del 80% de la jornada)	5
	Raramente (del 1% a menos del 5% de la jornada)	2
	Remotamente posible (meno del 1% de la jornada)	1
	No existe contacto con el riesgo	0,5
3. Probabilidad: P	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo continua.	10
	Es completamente posible, nada extraño (probabilidad de 0.8 a 1)	8
	Podría ser la consecuencia esperada	6
	Existe la posibilidad de que suceda (0.5)	3
	Probabilidad de moderada a baja	2
	Sería una consecuencia remota	1
	Nunca a sucedido, pero podría	0,5

Anexo 3. Rango de priorización de los factores de riesgo y la repuesta requerida.

Rango	Tipo de riesgo	Respuesta
GR es Mayor de 450	Insoportable	Implica una reducción inmediata del riesgo, esto para poder comenzar o continuar con el trabajo.
GR e Mayor a 300 menor o igual a 300	Extremo	Cuando no se puede comenzar el trabajo sin que se haya controlado el riesgo.
GR es Mayor a 200 menor o igual a 300	Grave	Cuando no se debe comenzar el trabajo sin que se haya reducido el riesgo.
GR es Mayor a 100 menor o igual a 200	Moderados	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo.
GR es Mayor a 30 menor o igual a 100	Bajo	Cuando no se necesita mejorar la acción preventiva.
GR es Menor o igual a 30	Soportable	Cuando no se requiere una acción específica.

Anexo 4. Guía del contenido de humedad del suelo (Irrigation Practice and Water Management 1 Rev. 1, FAO, 1984).

	Textura			
	Gruesa (arenoso, franco arenoso)	Moderadamente gruesa (arenoso o franco limoso)	Mediana (Franco, franco arcilloso, franco arcilloso limoso, arcilloso arenoso)	Fina (arcilloso, arcilloso limoso o arcilloso ligero)
A la capacidad de campo contiene:	60-100	100-150	150-200	200-250
	(mm de humedad disponible por metro de suelo)			
	Contenido de la humedad del suelo			
Más que la capacidad de campo	Aparece agua cuando se hace rebotar la tierra en la mano.	Se escurre agua cuando se amasa la tierra.	Al apretar la tierra sale agua.	Se forman charcos y hay agua en la superficie.
Capacidad de campo	Al apretar la tierra no aparece agua pero queda marcado en la mano el contorno húmedo de la bola			
75-100% de humedad disponible	Tiende a mantenerse ligeramente unida, a veces forma una bola débil al presionarla.	Forma una bola débil que se rompe fácilmente; no se alisa.	Forma una bola y es muy dúctil; se alisa fácilmente si tiene una cantidad relativamente alta de arcilla.	Forma fácilmente una cinta entre los dedos, es lisa al tacto.
50-75% de humedad disponible	Parece seca, no forma una bola al presionarla.	Tiende a formar una bola al presionarla, pero rara vez se mantiene unida.	Forma una bola; algo plástica, a veces se alisa ligeramente con la presión.	Forma una bola; forma una cinta al apretarla entre el pulgar y el índice.
25-50% de humedad disponible	Parece seca. No forma una bola con la presión.	Parece seca. No forma una bola con la presión.	Se desmorona un poco, pero forma una bola.	Algo moldeable. forma una bola con la presión.
0-15% de humedad disponible	Seca con granos sueltos. Se escapa entre los dedos.	Seca, suelta. Se escapa entre los dedos.	Polvorienta, seca, a veces con encostramiento ligero, pero éste rápidamente se convierte en polvo.	Se ve húmeda pero no forma bien una bola.

Anexo 5: Calibración de una la encaladora.

- Para una adecuada calibración la máquina, debe estar limpia, bien engrasada, y la granulometría de las enmiendas a utilizar debe ser similar dentro de la misma aplicación.
- La calibración se hará de acuerdo a la dosis deseada para cada tipo de enmienda y se debe contar con un manual de la encaladora que explique cómo regular la máquina a la dosis requerida.
- Para el cálculo de la dosis por hectárea se debe generar la siguiente información:
 - o $Q \text{ (Kg/min)} = \text{Caudal}$. En el campo la forma de calcular el caudal, de forma sencilla, es llenar la tolva hasta la mitad, por lo menos, con el tipo de enmienda que se va a usar, se coloca un receptor, por ejemplo una lona que recoja todo el abono que la máquina pueda aportar y se marca el dosificador con un determinado índice según la escala de la máquina. Se pone en marcha la máquina y se mide el tiempo, por lo menos un minuto, después se cierra el distribuidor, se pesa el abono recogido durante ese tiempo en una báscula y dividiendo el peso en Kilogramos por el tiempo en minutos, obtenemos el caudal de abonado. Midiendo los caudales para los distintos índices de la máquina, podemos tener un listado para saber el caudal que aporta cada índice de la escala.
 - o $\text{Velocidad (Km/h)} = \frac{\text{distancia recorrida (m)}}{\text{tiempo (segundos)}} \times 3,6$. La velocidad de avance se determina definiendo una marcha del tractor a la cual se realizará la labor y posteriormente se avanza por un tiempo establecido (segundos) y se mide la distancia recorrida.
 - o $\text{Anchura de trabajo (m)}$: determinada por la anchura de los brazos de aplicación de la encaladora.
- $\text{Dosis (Kg/ha)} = \frac{Q \text{ (Kg/min)} \times 600}{\text{velocidad (Km/h)} \times \text{anchura de trabajo (m)}/600}.$

Anexo 6: Ecuaciones para el cálculo de dosis de enmienda calcárea necesaria a aplicar de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.

$$\%SA = \frac{\text{Ac. Int}}{\text{CICE}} \times 100$$

- %SA= Saturación de acidez.
- Ac. Int= acidez intercambiable.
- CICE= Ca + Mg + P + Al + H

La saturación de acidez es una medida del porcentaje del complejo de intercambio catiónico que está ocupado por Al y H. Casi ningún cultivo soporta más de 60% de saturación de acidez y el valor deseable para la mayoría de las plantas oscila entre 10 a 25% (Molina, 1998). La piña se considera un cultivo altamente tolerante a la saturación de acidez, por lo que su saturación deseada es de 30% (Bertsh, 1995).

El criterio para el cálculo de la dosis de cal es utilizar la cantidad necesaria para alcanzar el % de saturación de acidez que sea tolerable para el cultivo, de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$\%SA = \frac{1,5 (Al - RAS) (CICE)}{100} \times f$$

Al = %de saturación de acidez existente en el suelo.

RAS = % de saturación de acidez deseado.

CICE = Capacidad de intercambio catiónico efectiva

f = 100/ PRNT

PRNT(Poder relativo de neutralización total) = (VN x ER)/100

VN(Valor de neutralización) = es la capacidad para neutralizar ácidos que tiene un producto encalante agrícola. El valor de neutralización del carbonato de calcio uso se le ha asignado el valor 100% y sirve como punto de referencia para calificar el valor de neutralización de otros materiales encalantes.

Anexo 7. Valor de neutralización (VN) de diferentes productos químicos puros, constituyentes de materiales encalantes (Tisdale et al., 1985)

Producto	VN (%)	Kg de producto equivalente*
Carbonato de calcio	100	100
Carbonato de calcio y magnesio	109	92
Hidróxido de calcio	135	74
Oxido de calcio	179	56
Oxido de magnesio	250	40

*Cantidad (Kg) de producto que produce el efecto de 100 kg de carbonato de calcio puro

ER(Eficiencia relativa) = es el grado de finura del material encalante, las partículas mayores de 2 mm se consideran inefectivas, entre 0,25 y 2 mm presentan 50% de efectividad y las menores a 0,25 mm son 100% efectivas. Entonces el ER de un material encalante es igual a:

ER = (% partículas < 0,25mm x 1,0) + (% partículas > 0,25mm < 2mm x 0,5) + (% partículas > 2mm x 0,0)

Anexo 8: Datos para calcular la necesidad del riego del cultivo.

$$\text{Lámina neta (Ln) (en mm)} = ((\text{CC} - \text{PMP}) / 100) * \text{Dap} * \text{Prof} * \% \text{Ag}$$

- CC: capacidad de campo.
- PMP: punto marchitez permanente.
- Dap: densidad aparente.
- Prof: profundidad de raíces.
- %Ag: porcentaje de agotamiento.

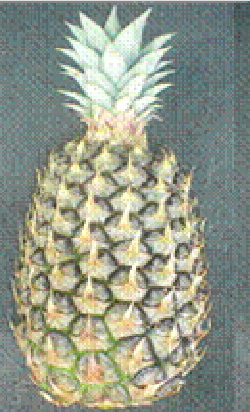
$$\text{Lámina bruta (Lb) (en mm)} = \text{Ln} / \text{Ef}$$

- Ef: eficiencia de aplicación, varía según el tipo de riego.

$$\text{Frecuencia de riego} = \text{Ln} / \text{ETr}$$

- ETr (evapotranspiración real o de cultivo en mm/día) = $k_c * E_{To}$
 - o K_c : coeficiente de cultivo. Este coeficiente incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo. Debido a variaciones en las características del cultivo durante los diferentes periodos de crecimiento, para un determinado cultivo la K_c cambia desde la siembra hasta la cosecha
 - o E_{To} : evapotranspiración potencial. Esta variable expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año sin considerar las características del cultivo ni del suelo.

Anexo 9. Estados de desarrollo de la fruta de piña una vez emergido el cono.

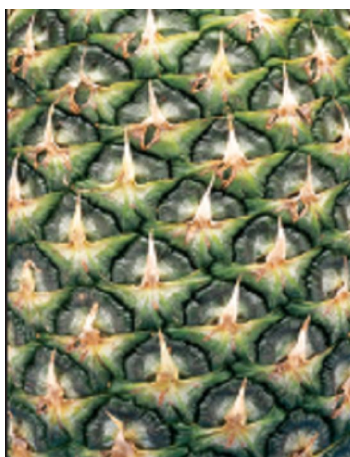
Cono Temprano		49 ddf	Cono Tardío		56 ddf
					
Flor Baja	64 ddf	Flor Media	72 ddf	Flor Alta	82 ddf
					
Flor seca 1	Flor seca 2		Fruta crecimiento	Fruta desarrollo	
96 ddf	104 ddf		118 ddf	137 ddf	
					

Anexo 10. Motivos de rechazo en fruta de piña y tolerancia de cada uno por caja.

Motivo de rechazo	Nombre del defecto	Descripción	Tolerancia por caja
Defectos	Cicatriz	Lesión que afecta no más de 2 ojos.	Lesión que afecta no más de 2 ojos.
	Corchosis	Brácteas del fruto quemadas que producen una cintura	Rechazo
	Corona con cuello	Tallo de la corona sin hojas al lado de la fruta	No más de ¼ de pulgada
	Corona larga	Más de 1.5 veces que el largo de la fruta	Ninguna
	Corona múltiple	Brote múltiple de coronas	Ninguna
	Corona pequeña	Menos de 0.5 veces el largo de la fruta	Ninguna
	Fruta cónica	Menor diámetro de la fruta en el cuello que en la base	Diferencia de no más de ¼ de pulgada
	Fruta deforme	Forma de la fruta no cilíndrica asimétrica	Ninguna
	Fruta Grande	Más del tamaño #4	Ninguna
	Fruta pequeña	Más pequeña que el tamaño #10	Ninguna
	Golpe de agua	Oscurecimiento interno de los folículos de la fruta	
	Quema basal	Parte externa del Fruto amarillenta. Parte interna pardusca seca	Rechazo
Enfermedades y plagas	Daño por Thecla	Galerías de Lepidóptera <i>Strymon Basilides</i>	Ninguna
	Erwinia		Rechazo
	Gomosis	Presencia de miel seca producida por la Thecla	Ninguna
	Phytophthora	Pudre café	Rechazo
Manejo	Brix bajo	Contenido de sólidos solubles	El mínimo debe ser de 13.5 en el nivel de la granja y 14 en el puerto de desembarque.
	Color alto	Más alto que el color 3	No se permite más de color 3 en el nivel del comerciante
	Color bajo	Menor que color 1	No se permite menos de color 1 en ningún lugar
	Corona dañada	Daño mecánico producido a la corona	No más del 15% dañando

Motivo de rechazo	Nombre del defecto	Descripción	Tolerancia por caja
	Corona torcida	El eje de la corona no está recto	No se permite más de 30 grados
	Fruta sucia		Limpieza en la finca. Rechazo al recibo
	Golpes	Daños en la piel que afectan la pulpa	Ninguna – puede producir rechazo de la caja
	Pedúnculo viejo	Base de la fruta con apariencia deshidrata	Rechazo
	Quemadura por el sol	Frutos parduscos.	Tres frutos claramente afectados (amarillo claro)

Anexo 11. Escala de color para empaque de fruta.



Completamente verde



Centro de los ojos comienzas a mostrar coloración amarilla



Algunos ojos parcialmente con coloración amarillo



Mayoría de los ojos parcialmente con coloración amarilla



Todos los ojos amarillo con remanentes de coloración verde alrededor del ojo



Todos los ojos amarillo con pocos trazos de color verde



Banacol

**Parque empresarial Forum 1 edificio H piso 1 Pozos Santa Ana,
Apartado .Postal 9066155**

Central telefónica 2504 5000 Fax 2504 5050



**Ministerio de Ambiente,
Energía y Telecomunicaciones**

