



INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL BANANO ORGÁNICO

Experiencias con organizaciones de
productores de Piura y La Libertad



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Departamento Federal de Economía,
Formación e Investigación DEFI
Secretaría de Estado para Asuntos Económicos



SECOMPETITIVO
Competitividad para el Perú



HELVETAS
Swiss Intercooperation

PERU



INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL BANANO ORGÁNICO

Experiencias con organizaciones de
productores de Piura y La Libertad

Publicación del proyecto “Mejoramiento de la competitividad de la cadena de banano de las regiones Piura y La Libertad”, ejecutado por el Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social – CEDEPAS Norte, en el marco del programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza – SECO.

HELVETAS Swiss Intercooperation

Programa SECOMPETITIVO

Iván Mifflin, Coordinador Nacional

Amarilda Luque, Asesora Técnica

Cooperación Suiza – SECO

Martin Peter, Director de la Cooperación Suiza – SECO

Mauricio Chiaravalli, Oficinal Nacional Senior

Romina Cruz, consultora comunicaciones

CEDEPAS NORTE

Karlhos Quinde Rodríguez

Yerly Gúmez Montalbán

Análisis y desarrollo de contenidos

Francisco Serrano

Corrección de estilo y cuidado de la edición

José Luis Carrillo Mendoza

Diseño, diagramación e impresión

Ediciones Nova Print S.A.C.

Av. Ignacio Merino 2448, Lince

Esta publicación se ha realizado con el apoyo del programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza – SECO. Visite: www.cooperacionsuizaenperu.org.pe/seco

Se terminó de imprimir en noviembre de 2017 en Av. Ignacio Merino 2448, Lince

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º XXXXXXX

Tiraje: 500 ejemplares

Primera edición: Lima, noviembre de 2017

Se autoriza la reproducción total o parcial de este documento siempre y cuando se mencione la fuente. Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los puntos de vista contenidos en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no expresan necesariamente la opinión institucional de la Cooperación Suiza – SECO. Cualquier error u omisión del documento son de responsabilidad exclusiva de los autores.



Tabla de contenido

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	7
PRESENTACIÓN	11
1. Antecedentes	15
2. Las oportunidades y los desafíos	21
3. Experiencias de innovación tecnológica	29
3.1 El proyecto	29
3.2 Innovaciones tecnológicas para mejorar la competitividad	34
3.2.1 Siembra de banano orgánico con meristemos	34
a) Objetivos	34
b) Contexto	34
c) Antecedentes	37
d) Descripción del proceso	37
e) Análisis de resultados	39
3.2.2 Tecnología de ozono para control fitosanitario	44
a) Objetivos	44
b) Contexto	45
c) Antecedentes	47
d) Descripción del proceso	50
e) Análisis de resultados	52
f) Desafíos	53
4. Principales lecciones	57
5. Conclusiones y recomendaciones	63
Referencias bibliográficas	65
Entrevistas y reuniones realizadas	69





Lista de siglas y acrónimos

ACPROBOQUEA	Asociación Comunal de Productores de Banano Orgánico de Querecotillo y Anexos
AGROIDEAS	Programa de Compensaciones para la Competitividad
ANPE PERÚ	Asociación Nacional de Productores Ecológicos
APBOSMAN	Asociación de Productores de Banano Orgánico Sector El Monte y Anexos – Mallaritos
APM Terminals	Arnold Peter Moller – Maersk. Empresa dedicada al diseño y administración de puertos, terminales marítimos y terrestres
APEM	Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango
APOQ	Asociación de Pequeños Productores de Banano Orgánico de Querecotillo
APROBO	Asociación de Pequeños Productores de Banano Orgánico de Ignacio Escudero
APROBOVCHIRA	Asociación de Productores de Banano Orgánico Valle del Chira
ASOBAN	Central de Asociaciones Bananeras de Sullana
ASOCAMB	Asociación Comunal Agroprotector Medano Blanco
ASPROSOL	Asociación de Productores Orgánicos Solidarios Manuel Bruno Suárez
AVACH	Asociación Valle del Chira
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
BOS	Asociación de Bananeros Orgánicos Solidarios Salitral (Sullana, Piura)
CAPO CALEB	Cooperativa Agraria de Productores Orgánicos CALEB
CAPOLL	Cooperativa Agraria de Productores Orgánicos La Libertad

CENBANOR	Central de Bananeros del Norte
CEPIBO	Central de Pequeños Productores Piuranos de Banano Orgánico
CIT	Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
CITE	Centros de Innovación Tecnológica
COIND	Consejo Consultivo Nacional de Investigación y Desarrollo
CNCF	Consejo Nacional de Competitividad y Formalización
CONCYTEC	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
EDAC	Equipo de Desarrollo Agropecuario de Cajamarca
FAIRTRASA	Sustainable Fair Trade. Empresa dedicada a la exportación de frutas frescas Fairtrade y Orgánica de América Latina
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIDECOM	Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad
FLO	Fairtrade Labelling Organizations International
FOB	Free on Board. Libre a bordo, puerto de carga convenido. Es una incoterm –una cláusula de comercio internacional– que se utiliza para operaciones de compraventa en las que el transporte de la mercancía se realiza por barco, sea por mar o por río
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
HELVETAS	HELVETAS Swiss Intercooperation
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IIPA	Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección Intelectual
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
IPA	Instituto Peruano del Algodón
IPEH	Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas
ITP	Instituto Tecnológico de la Producción



MIC	Manejo Integrado del Cultivo
MINCETUR	Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
MIP	Manejo Integrado de Plagas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONU DI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
ONG	Organización No Gubernamental
PRODUCE	Ministerio de la Producción
PROMPERU	Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo
PRONATUR	Promoter of Natural Agriculture. Institución que promueve el desarrollo de la agricultura ecológica y sustentable. Se dedica a la exportación de productos orgánicos (banano, café, cacao, entre otros)
RANSA	Empresa logística del Grupo Romero
REDAR PERÚ	Red de Agroindustria Rural del Perú
REDEX Perú	Red de Apoyo al Comercio Exterior
REPEBAN	Red de Productores de Banano Orgánico de Comercio Justo
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
SECO	Secretaría de Estado para Asuntos Económicos de Suiza
SIICEX	Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior
SINACYT	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
SUNAT	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria
TPE Paita	Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A.
ZED	Zonas Especiales de Desarrollo





Presentación

Esta publicación presenta la sistematización de experiencias de innovación tecnológica desarrolladas por el Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social – CEDEPAS Norte con seis organizaciones de pequeños agricultores de banano orgánico de exportación, que benefició a cerca de 450 pequeños agricultores ubicados en los valles de Jequetepeque y del Chira, del Bajo Chira, de las regiones La Libertad y Piura, respectivamente.

El proyecto “Mejoramiento de la competitividad de la cadena de banano de las regiones Piura y La Libertad” se ejecutó en el marco del programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza – SECO.

Tuvo como finalidad que las organizaciones de productores y productoras de la cadena de banano orgánico de La Libertad y Piura, articulados con actores público-privados, mejoren sus niveles de competitividad. Con ese propósito, actuó sobre tres factores clave: a) el incremento de la productividad en las fases de cultivo, cosecha, poscosecha y transporte del banano; b) el fortalecimiento de capacidades empresariales de productores y productoras; y, c) el reforzamiento de la institucionalidad de soporte de la cadena de valor del banano orgánico, en los niveles regional y nacional.

Para mejorar la productividad se desarrollaron investigaciones adaptativas que permitieran conseguir innovaciones tecnológicas que se encontraran al alcance de los pequeños agricultores que han logrado niveles más altos de productividad y de calidad de producto en los valles de Jequetepeque y Chira.

Acorde con los objetivos del proyecto, para la sistematización se tomó como eje central del estudio dos experiencias de innovación: i) la siembra de banano orgánico mediante la propagación de semilla *in vitro*, y ii) la utilización de tecnología del ozono como medida fitosanitaria del proceso productivo del banano en centros de empaque y transporte a países de destino. Ambas iniciativas fueron ejecutadas en el periodo de enero de 2016 a septiembre de 2017.

Los resultados de las innovaciones en la metodología de propagación de banano orgánico utilizando las semillas *in vitro* o meristemos combinada con buenas prácticas orgánicas han validado las hipótesis de éxito que el Proyecto se propuso, pues se elevó la productividad de 30 cajas/semana a 40 cajas/semana para el caso del uso de meristemos con prácticas innovativas. Por otro lado, las investigaciones en el uso de la tecnología del ozono permitieron demostrar que se puede reducir de 15% a 5%

las mermas en los contenedores como consecuencia del problema de la “pudrición de la corona” del banano orgánico. El proyecto demostró, además, que ambas innovaciones contribuyen a la mejora de los ingresos de los productores bananeros, sea por aumentos de la productividad como por reducción de los desperdicios de la fruta; y que los beneficios de dichas innovaciones absorben ampliamente sus costos con escalas mínimas de producción bajo esquemas de producción asociativa.

La metodología de sistematización fue participativa, y consistió en la reflexión y el análisis retrospectivo de las experiencias de innovación. Para reunir información se desarrollaron entrevistas y reuniones de trabajo con los principales actores directos del proyecto y representantes de instituciones públicas y privadas que han tenido incidencia en la cadena del banano orgánico.

El documento tiene como propósito promover el diálogo y el debate entre las organizaciones y personas comprometidas con el desarrollo del sector agroexportador de banano orgánico, con el fin de lograr la sostenibilidad y escalabilidad de tales innovaciones. Se trata del caso de pequeños productores que apostaron por realizar innovaciones tecnológicas, logrando su inserción en una cadena de valor de un producto con gran potencial exportador. Así se consiguió mejorar la productividad y calidad de su producción, lo que les permitió obtener mayores beneficios económicos.

Se ha organizado el documento en cinco capítulos. En el primero se presentan los antecedentes del banano orgánico en el norte del Perú; el segundo es una breve síntesis de las oportunidades y los desafíos de la cadena de este producto; en el tercero se analiza y reflexiona sobre los resultados y aspectos clave de las intervenciones desarrolladas para la adopción de las innovaciones; en el cuarto se examinan los factores de éxito y de riesgo vinculados a la gestión y la calidad de las experiencias de innovación tecnológica, así como las buenas prácticas identificadas a partir de las experiencias en la transferencia y adopción de tecnologías. Finalmente, el quinto capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones.

CEDEPAS Norte
Programa SECOMPETITIVO

Trujillo, septiembre de 2017







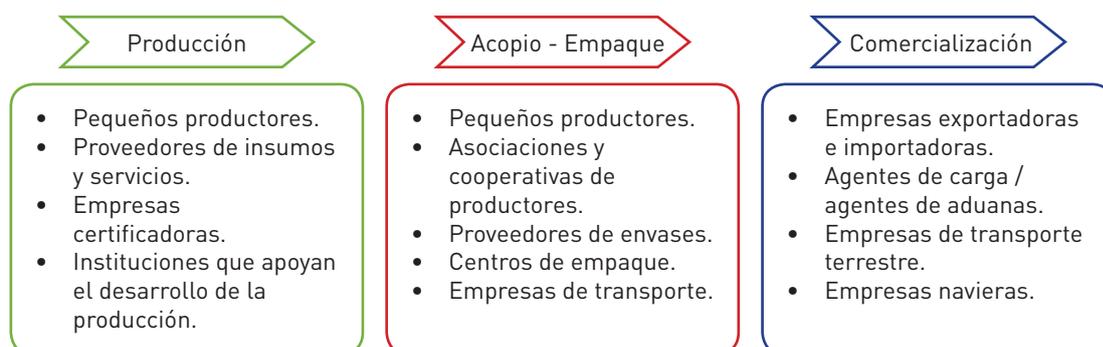
ANTECEDENTES

El banano orgánico se ha convertido en el norte del Perú en una alternativa real para mejorar los ingresos económicos y aliviar la pobreza de cientos de familias de pequeños agricultores. La actividad agrícola incide en la economía regional del ámbito rural por su capacidad para crear nuevos empleos permanentes, por generar el desarrollo de los mercados de insumos y servicios y por contribuir a un manejo adecuado de los recursos naturales y la conservación del ambiente. El principal incentivo para producir orgánicamente es el mayor precio de mercado que recibe el pequeño agricultor en los mercados internacionales.

El banano maduro es un alimento muy digestivo. Tiene un elevado valor energético: provee 1,1 a 2,7 kilocalorías (Kcal) por cada 100 g, presenta un alto contenido de vitaminas B y C (como el tomate o la naranja), así como numerosas sales minerales (hierro, fósforo, potasio y calcio) (SIICEX, 2014). Es exportado para ser consumido como fruta fresca, pero cuenta con otras formas de uso industrial: i) para la fabricación de almidón y harina; ii) para uso alimentario e industrial (pulpa de banano para la elaboración de alimentos infantiles, como jugo de banano clarificado y como bananos deshidratados o *snack*); y, iii) es posible utilizar partes de la planta y del fruto como materia prima en la fabricación de papel y de alcohol. Además, si se mezclan los desechos de la planta con resinas, se pueden fabricar láminas corrugadas para techos de vivienda (Danny Delgado et. al., 2017).

En la cadena del banano orgánico de exportación se pueden distinguir tres eslabones principales: i) producción orgánica, ii) acopio-empaque, y iii) comercialización (gráfico 1).

GRÁFICO 1 Cadena de valor del banano orgánico



FUENTE:
Elaboración propia.

Las zonas de producción de banano orgánico de exportación se localizan en las regiones Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, y en ellas intervienen más de 8 000 pequeños productores. En el año 2016 se contaba aproximadamente con 6 500 hectáreas destinadas al cultivo de banano de exportación en la zona norte del Perú; en el resto, más de 13 724 hectáreas, se cultivaba banano para el mercado nacional. Las principales zonas de producción se encuentran en Tumbes (24%) y Piura (71%) y, con una significativa menor extensión, en Lambayeque (3%) y La Libertad (2%) (cuadro 1).

CUADRO 1

Zonas de producción de banano en la región norte del Perú (2016)

Departamento	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)	Precio en chacra (S././kg)	Número de productores
La Libertad	486	7 923	16 319	0,64	751
Lambayeque	604	7 435	12 310	0,48	805
Tumbes	4 810	114 856	23 880	0,80	4 237
Piura	14 324	274 342	19 153	0,74	20 786

FUENTE: Ministerio de Agricultura.

NOTA: los datos incluyen productores y áreas cultivadas de banano que se destina al mercado nacional.

La estructura de producción agrícola se encuentra fragmentada, pues está constituida por miles de pequeños agricultores que tienen en promedio 0,9 hectáreas y se organizan en asociaciones de productores y cooperativas agrarias de productores que les permiten tener una mejor posición para adquirir insumos, comercializar la producción, acceder a información, a servicios financieros y a asistencia técnica (gráfico 2). Así, gracias a la asociatividad pueden reducir los costos de transacción y mejorar el acceso a mercados tanto de insumos como de servicios para alcanzar economías de escala, fortalecer su poder de negociación en la cadena y desarrollar la oferta según los estándares establecidos por los compradores (normas orgánicas).

GRÁFICO 2

Línea del tiempo de la cadena de valor de banano orgánico



FUENTE: Elaboración propia.



El desarrollo de la cadena de valor de banano orgánico ha presentado cambios importantes en lo que concierne a su estructura y a la participación de los actores en sus eslabones. A partir del año 1998, el Ministerio de Agricultura, mediante el Programa de Banano Orgánico, promueve la reconversión productiva¹ de áreas de cultivo de banano convencional a cultivo de banano orgánico de exportación. La de 1998-2000 fue una etapa de transición; se brindó capacitación y asistencia técnica a los agricultores en agricultura orgánica, y a través del programa de fondo rotatorio se les suministró fertilizante orgánico (guano de isla). Y no solo se sustituyeron plantaciones de banano convencional, sino que también se reemplazaron los cultivos de arroz y algodón por banano orgánico, con lo que este producto se convirtió en una alternativa de generación de mayores ingresos para los pequeños agricultores.

En junio de 2000 se obtuvo la certificación del banano de OCIA (Organic Crop Improvement Association²) para 240 hectáreas ubicadas en Salitral, Querecotillo, Samán y Huangala. La empresa DOLE exportó el primer cargamento de banano orgánico del valle del Chira.

En la segunda etapa (2001-2007), las empresas exportadoras integraban verticalmente la cadena; es decir, ofrecían asistencia técnica, proveían insumos y financiamiento, y gestionaban el proceso productivo; eran dueñas de la certificación orgánica, compraban la fruta en campo y llevaban a cabo el proceso de cosecha, poscosecha y exportación del producto.

A partir del año 2008 se desarrolló la tercera etapa, en la que se registró un paulatino proceso de reestructuración de la cadena, particularmente vinculado a las asociaciones de productores más antiguas, que asumieron funciones importantes en la gestión productiva, la cosecha y el empaque del producto³ para iniciar la exportación directa de una parte –aún no significativa– de la producción⁴ (Kroon, 2013).

También creció el número de asociaciones y organizaciones de segundo piso (APEX). Si en el año 2005 actuaban 10 asociaciones de primer nivel y CEPIBO como instancia de segundo piso, en 2008 las asociaciones de productores aumentaron a 14 y había dos centrales de productores: la Central de Pequeños Productores Piuranos de Banano Orgánico (CEPIBO), que surgió en 2002, y la Red de Productores de Banano Orgánico de Comercio Justo – Perú (REPEBAN CJ-Perú). Al 2012, las asociaciones de productores se habían articulado en cuatro centrales bananeras: Central Piurana de Asociaciones de Pequeños Productores de Banano Orgánico (CEPIBO), Red de Pro-

1 Es el cambio o transformación voluntaria hacia una producción agropecuaria diferente de la actual; busca innovar y agregar valor a la producción mediante la utilización de sistemas tecnológicos eficientes en toda la cadena productiva.

2 Asociación para el Mejoramiento de Cultivos Orgánicos.

3 Las estrategias para asumir la gestión de cosecha y de empaque son muy importantes: definen el avance en el escalonamiento en la cadena productiva y asignan un nuevo papel a las asociaciones de productores.

4 En 2008 APPBOSA inició la exportación sin intermediarios de tres a cuatro contenedores semanales, y continúa exportando de nueve a diez contenedores semanales a través de las empresas exportadoras. En este mismo periodo, otras asociaciones, como BOS, iniciaron el proceso de exportación directa.

ductores de Banano Orgánico Comercio Justo (REPEBAN), Central de Asociaciones Bananeras de Sullana (ASOBAN) y Central de Bananeros del Norte (CENBANOR). En 2016 había en la región Piura 73 asociaciones de productores de banano orgánico (Dirección Regional Agraria de Piura).

A diferencia de esta última región, en La Libertad el desarrollo de las organizaciones de pequeños agricultores de banano es reciente. La asociación CALEB se constituyó el 9 de abril de 2014 con la participación de siete pequeños agricultores que reunían 9 hectáreas de cultivo de banano; para su organización contó con el apoyo de CEDEPAS Norte. Gracias a la acogida e interés de los agricultores de la zona, al finalizar el mes de abril de 2014 ya contaba con 12 socios y 15 hectáreas de cultivo de banano. El proceso de formalización de la asociación y la instalación de nuevas áreas de banano fueron apoyados por el proyecto PRODELL II ejecutado por CEDEPAS Norte. Asimismo, se proporcionó financiamiento para la construcción de cuatro centros de empaque, para lo que se contó con el cofinanciamiento de la Municipalidad de Chepén y de la Municipalidad del Distrito de Pacanga y aportes de la asociación CALEB. En el mes de diciembre de 2015 esta asociación se transformó en la Cooperativa Agraria de Productores Orgánicos CAPO – CALEB, que contaba con 53 socios y tenía 51 hectáreas de cultivo de banano orgánico.

En el valle del Jequetepeque está la Cooperativa Agraria de Productores Orgánicos La Libertad – CAPOLL, fundada el año 2013 sobre la base de la Asociación de Productores ABOLL, que aglutinaba a 10 socios con 20 hectáreas de cultivo de banano. Esta organización también contó con el asesoramiento técnico del proyecto PRODELL II para la siembra de nuevas áreas de banano utilizando semillas meristemáticas. Al finalizar el año 2016 tenía 15 socios y 50,5 hectáreas de cultivo de banano.

Actualmente, las cooperativas agrarias o asociaciones de mayor desarrollo son dueñas de las certificaciones Fair Trade, Orgánica y, en algunos casos, Global Gap; y están afiliadas a una de las centrales bananeras. Las organizaciones proveen asistencia técnica a sus asociados, compran los insumos, ofrecen préstamos sin interés u otorgan las garantías necesarias para que los agricultores obtengan crédito de entidades financieras, y asumen las labores de cosecha contratando como trabajadores a los familiares de los agricultores que están organizados y perciben sus remuneraciones bajo el régimen laboral del trabajador agrario. Los contratos con las empresas exportadoras o compradores son negociados colectivamente. Desde el año 2008 estas organizaciones ya realizan la exportación directa del banano en cajas empacadas puestas en contenedor en el puerto de Paita (Piura).

Otro grupo de asociaciones de desarrollo intermedio y jóvenes acceden a los mercados especiales (orgánico, comercio justo) a través de las centrales o las empresas exportadoras, que son las que gestionan la certificación, la asistencia técnica, el financiamiento, la adquisición de insumos, la cosecha y el empaque, y se encargan también de colocar la producción en el mercado internacional. Los contratos con las empresas exportadoras son individuales y, en algunos casos, informales.

A partir del año 2013 se produce un proceso de conversión de las organizaciones de productores: de asociaciones a cooperativas. En la región Piura, de 47 asociaciones



quedan 42: 5 se convirtieron en cooperativas. Uno de los factores principales que ha llevado a esta transformación es la ventaja que ofrece la figura empresarial de cooperativa, pues no está afectada a la retención del 1,5% del importe de la operación comercial (liquidaciones de compra) por el impuesto a la renta.⁵ La norma exonera a los productores de leche fresca, cacao y café, porque forman parte de cooperativas agrarias de productores. Esto fue un incentivo para que, desde esa fecha, las asociaciones de bananeros iniciaran el proceso de transformación a cooperativas agrarias. Luego de 17 años de producción de banano orgánico en el valle del Chira, esta ha experimentado un crecimiento gracias al incremento de la demanda del mercado internacional.



5 Resolución N° 028-2013/SUNAT del 28 de enero y Resolución N° 069-2013/SUNAT del 27 de febrero de 2013.





LAS OPORTUNIDADES Y LOS DESAFÍOS 2

Si bien hay mejoras en la comercialización directa (sin *brokers*⁶), aún existen debilidades en el proceso de acumulación de conocimientos, experiencias y recursos para mejorar la gestión empresarial de las organizaciones de reciente creación o pequeñas. Un problema fundamental que afecta a estas organizaciones es la escasez de capital humano⁷ (gerentes, personal técnico especializado), esto es, el no disponer de cuadros técnicos calificados para las áreas de administración, planeación de la producción, sistema de control interno, entre otras, servicios que reciben de las organizaciones de segundo nivel (centrales). Ello les impide exportar directamente su producción. Las organizaciones más avanzadas cuentan con personal remunerado para puestos de gerencia, y algunos que resultan claves para la cadena del banano (certificación, trazabilidad, comercialización) son captados de otras cadenas productivas de exportación (café, mango, entre otros) para aprovechar su experiencia y sus conocimientos. Un porcentaje importante de trabajadores administrativos y técnicos agrícolas, familiares de los socios, cuenta con un alto nivel de conocimientos y suficiente experiencia (*background*) para asumir funciones y tareas especializadas.

Para el desarrollo de competencias de los cuadros técnicos, las asociaciones de creación reciente y las pequeñas requieren mayor inversión en capacitación técnica y de gestión empresarial para formar líderes y ejecutivos; también existe demanda por asesoría en áreas de comercio internacional, tributación, gestión de sistemas de información gerencial, con el fin de negociar con las empresas exportadoras en mejores condiciones. En este contexto, el proyecto “Mejoramiento de la competitividad de la cadena de banano de las regiones Piura y La Libertad” propuso atenderlas por medio de un conjunto de actividades.

Otro problema es que las organizaciones pequeñas o de reciente creación tienen limitaciones para acceder a los mercados de capital (financiamiento), de insumos y de servicios para incorporar paquetes tecnológicos.⁸ La oferta de financiamiento existente no es adecuada al tipo de inversión necesaria para realizar adopciones

6 Persona o empresa que, por oficio, actúa como intermediaria en operaciones de compra y venta.

7 Es la capacidad productiva (nivel de conocimientos productivos) de las personas.

8 Conjunto de conocimientos empíricos o científicos, nuevos o adaptados, de acceso libre o restringido, jurídicos, comerciales o técnicos, necesarios para producir un bien o servicio.

tecnológicas, los costos de transacción⁹ son altos, y la oferta de servicios de transferencia tecnológica es limitada.

Los principales problemas identificados en los eslabones de producción y acopio-empaque están relacionados con mantener la calidad del producto (libre de enfermedades, inocuo; y no introducir banano convencional como banano orgánico para exportar), así como con el aumento de la productividad. Si la productividad y la calidad del banano son bajas, la forma de producción no es viable para participar en el mercado internacional. Ello explica que, como se puede apreciar en el cuadro 1, solo el 26% del número total de productores de banano participan en la cadena de valor del banano orgánico de exportación; el resto produce para el mercado nacional.

La producción obtenida por hectárea es de 25 a 35 toneladas por año, y de ella se exporta entre 65% y 80%. Los índices de descarte (volumen de producción no exportable) que presentan las asociaciones y cooperativas de productores varían entre 20% y 35%. Los rendimientos alcanzan entre 1 500 y 2 100 cajas (1 caja = 18,14 kg) exportables por hectárea por año; y el ratio de rendimiento es de 0,6 a 1 racimo por caja (Dulanto, 2010). Existe una *brecha tecnológica* importante entre los rendimientos potenciales y el promedio que obtienen las organizaciones de productores de menor desarrollo en contraste con las que se encuentran en un mayor nivel de desempeño productivo y de gestión.

Las brechas de productividad entre pequeños agricultores se deben, principalmente, a los niveles de inversión en el predio agrícola y diferencias de los paquetes tecnológicos que aplican por desconocimiento del manejo técnico, por falta de financiamiento para atender adecuadamente el cultivo y, en algunas zonas, por problemas de abastecimiento de agua:

- El nivel técnico de manejo del cultivo es de bajo a medio. No se aplica manejo integrado de cultivo (MIC) ni manejo integrado de plagas (MIP). Se observan como áreas críticas: i) uso de variedades con limitaciones productivas, ii) baja densidad de siembra, iii) deficiencia en la actividades de fertilización, iv) mal control poblacional (deshije), y v) labores de sanidad deficientes (Vegas, 2013).
- El sistema de riego predominante es por inundación o riego prolongado, lo que trae como consecuencia la reducción de la productividad y el aumento del *thrips* ("mancha roja"). Existen otras alternativas de riego tecnificado eficientes que utilizan aspersores con un bajo ángulo de trayectoria de agua o microaspersores que son recomendables para producción orgánica, además de que se adecúan mejor a cualquier tipo de topografía, cultivo y suelo; pero esta innovación no se adopta por su alto costo de inversión y de mantenimiento. Un diseño apropiado permitiría: i) duplicar el área que se va a regar; ii) optimizar el recurso hídrico a través de un riego uniforme; iii) incorporar fertilizantes orgánicos, solubles, durante el riego; iv) crear un microclima favorable para el desarrollo del cultivo; y, v) asegurar un mínimo humedecimiento del follaje, limitando el riesgo de

⁹ Costos incurridos para realizar un intercambio o transacción en el mercado.

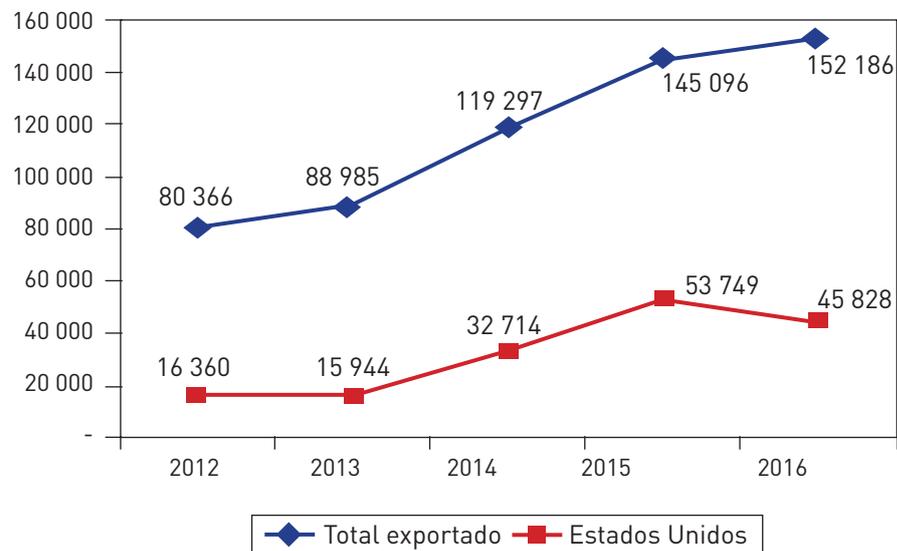


enfermedades micóticas.¹⁰ Asimismo, en algunas zonas, debido a los problemas de disponibilidad de agua proveniente de un canal, los agricultores utilizan pozos tubulares para regar los campos, lo que incrementa el costo de producción en aproximadamente 30%.

Otro factor que origina mermas y afecta la calidad del producto es el estado de las vías de acceso que conducen a las parcelas. Durante el transporte a los centros de empaque la fruta se maltrata.

Como proveedores de insumos y servicios participan las principales empresas exportadoras (por ejemplo, Logística Frutícola S.A.C., vinculada al Grupo DOLE), empresas proveedoras de abono, el programa Agro Rural (antes PROABONO, ligado al Ministerio de Agricultura), FERHATZOE Group, Red Star del Perú (fertilizante orgánico Levasa RSP). También, empresas dedicadas a la generación de semilla *in vitro* (Agrogénesis, Vitroplantas, etcétera). Se cuenta además con el apoyo y cooperación de gremios empresariales como las cámaras departamentales de comercio y producción; las direcciones regionales de agricultura, producción, comercio y turismo; INIA, SENASA, CITE agropecuarios y agroindustriales. Asimismo, se dispone de financiamiento y cooperación técnica de programas y proyectos especiales como PEJEZA, Sierra Exportadora, PROCOMPITE, algunas ONG y empresas del sector privado.

10 En la región Piura se han desarrollado experiencias de innovación tecnológica orientadas a mejorar el sistema de riego. La empresa NaanDan Jain Irrigation Ltd. suministró equipos y asesoría técnica a la Cooperativa Agraria APPBOSA para la instalación de un sistema de riego por aspersión subfoliar para irrigar 178 hectáreas de cultivo de banano orgánico el año 2009 (anexo 5.4).

GRÁFICO 3 Exportaciones de banano 2012-2016 (miles de US\$ - FOB)

FUENTE:
TradeMap.
Elaboración
propia.

En los países de altos ingresos, que han experimentado un crecimiento de la clase media¹¹ y de la tendencia a cuidar mejor la salud, en los últimos años se han incrementado los mercados de *productos sanos* y de algunas frutas, vegetales y hortalizas de alto valor nutritivo y de mayor posicionamiento *gourmet*.¹²

Al observar los principales mercados de destino de las exportaciones de banano orgánico, se aprecia una muy favorable evolución del consumo. En Alemania, por ejemplo, el volumen de venta de los productos orgánicos creció 10,6% sobre las 52 semanas finalizadas el 3 de abril de 2016. En los Estados Unidos, el volumen de venta de los productos cuyo empaque anuncia que son orgánicos creció 13,1% sobre las 52 semanas finalizadas el 30 de julio de 2016 (Nielsen NV, 2016).

El mercado mundial de banano orgánico representó el 3% del mercado mundial de banano en el periodo 2009-2012. Los cinco principales países exportadores fueron: República Dominicana, con una participación de 29%; Ecuador, con 25%; Perú, con 15%; Filipinas, con 13%, y Colombia, con 8% (Potts et al., 2014).

En 2013, el Perú exportó 124 123 toneladas (t) de banano fresco, por un valor total que bordeó los US\$ 88 millones y una densidad de valor de 689 US\$/t; mientras que en el año 2015, el volumen comercializado en los mercados del exterior fue de 191 161 t, representando un valor FOB de US\$ 145 millones y una densidad de valor de 760 US\$/t. En relación con el año 2012, en 2016 la exportación de banano fue superior en 71% en cuanto a volumen y en 89% por su valor FOB. Hubo en ese periodo un fuerte y sostenido crecimiento del valor exportado.

11 El Banco Mundial define como clase media a las personas con ingresos diarios entre 11 y 110 dólares al día.

12 Persona entendida en gastronomía o aficionada a las comidas exquisitas.



Otro factor que incidió en el desarrollo de la cadena de banano orgánico fue el Fenómeno El Niño (FEN). A diferencia de un FEN típico, el último, ocurrido en el periodo 2016-2017,¹³ se originó como resultado del desplazamiento de aguas del Ecuador hacia el sur y de condiciones atmosféricas atípicas, lo que trajo como resultado el colapso de la infraestructura: puentes, carreteras, antenas y redes eléctricas, de telecomunicaciones, centros educativos y de salud, viviendas; además de áreas de cultivo y pérdidas de vidas en diferentes áreas del país.¹⁴

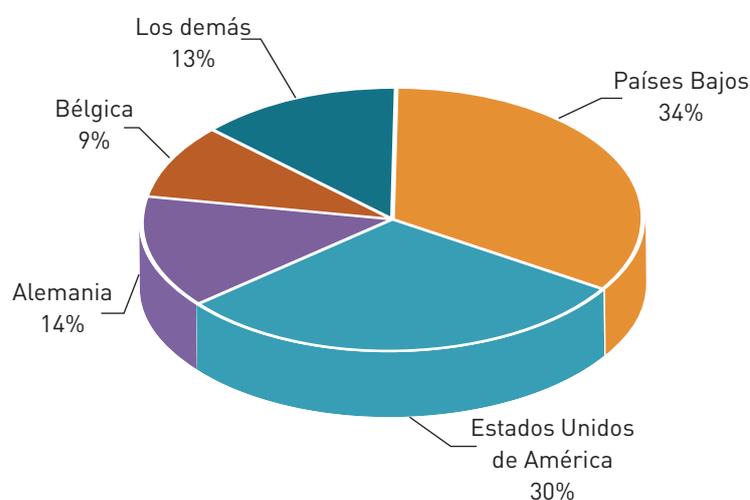
En la región norte fueron afectados los cultivos de banano orgánico por el aniego de campos que generó dificultades para las labores de cosecha y transporte y, posteriormente, el incremento de plagas por mayores temperaturas (BCRP, 2017). Las exportaciones de banano disminuyeron en -2,3%, valor FOB, en el periodo enero-abril 2017 con relación al año 2016. La región Piura dejó de exportar alrededor de 60 contenedores semanales, de los 200 que se envían en una campaña normal. Esto representó pérdidas de US\$ 800 mil semanales.¹⁵

En el año 2016, los principales destinos de las exportaciones de banano orgánico peruano fueron: Países Bajos (Holanda, 34%), Estados Unidos (30%) y Alemania (14%), que representaron, en conjunto, el 78% del volumen exportado. Luego se ubicaron Bélgica (9%) y otros 14 países (TradeMap) (13%).

13 El FEN típico se origina por el desplazamiento de las ondas cálidas Kelvin (ondas de gravedad modificadas por la rotación de la Tierra) provenientes del Pacífico Central y muestra un aumento en la temperatura subsuperficial del mar.

14 El comunicado del 12 de junio del Comité Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) considera que El Niño Costero finalizó en mayo 2017 y que esperan condiciones neutras en el mar para el resto del año.

15 Información publicada el 14/3/2017 en <https://goo.gl/gq2aVg>

GRÁFICO 4 Principales destinos de las exportaciones de banano orgánico, 2016

FUENTE:
TradeMap.
Elaboración
propia.



El mayor porcentaje de las empresas y organizaciones exportadoras desarrollan sus operaciones en los departamentos de Piura y Tumbes, donde se concentran las áreas de cultivo. El año 2015, 99% de las operaciones de exportación de banano orgánico se realizaron desde el puerto de Paita; solo el 1% de la carga fue exportada mediante transporte terrestre.

El puerto de Paita es el segundo terminal del país. Se trata de un terminal multipropósito: allí se moviliza carga fraccionada y a granel (sólida y líquida), y más del 90% de la carga contenedorizada es de exportación, razón por la cual es necesario importar contenedores vacíos cuya tarifa de servicio es estándar y similar para contenedores llenos y vacíos.

La mayor parte de las exportaciones se realiza bajo la modalidad FOB. El exportador deja el contenedor en la grúa y desde ese momento el importador se hace responsable de la carga. Las actividades de manejo de esta en puerto –es decir, la mayoría de los cargos por las actividades incluidas en el THC¹⁶– son cobradas al exportador a través del pago de la tarifa del servicio estándar en el puerto de origen (en este caso, Paita). Es importante señalar que el flete pagado por el importador del producto peruano incluye el valor del THC de origen que, por definición, sirve para financiar los costos portuarios en los que incurre la línea naviera en Paita. Es decir, los costos logísticos de los productos de exportación incluyen dos veces el concepto del servicio a la carga que brinda el terminal portuario, lo cual tiene una incidencia directa en la competitividad del producto en el mercado internacional (Banco Mundial, 2017).

¹⁶ Terminal Handling Charge; cargo por manipulación del terminal portuario. Estos costos de manipulación pueden tener lugar tanto en el país de origen como en el de destino.



El transporte terrestre desde los centros de empaque hasta el puerto de Paita es tercerizado a los propios terminales extraportuarios (TPE Paita, APM Terminals, RANSA, etcétera) o a agentes de carga, agentes de aduanas que son encargados de realizar los trámites aduaneros necesarios.¹⁷ De forma similar, el transporte internacional terrestre es subcontratado a empresas o transportistas individuales especializados en ese rubro.

El mercado tiene una estructura atomizada y con un alto nivel de competencia. A julio de 2017, las principales empresas exportadoras que intervinieron en la cadena del banano fueron: Asociación de Productores de Querecotillo, APPBOSA, Agronegocios Los Ángeles, PRONATUR S.A.C., Asociación Valle del Chira, APBOSMAN, Agrícola San José S.A., Asociación de Bananeros Orgánicos de Salitral, Grupo Hualtaco S.A.C. (BIORGANIKA) y Cóndor Produce S.A.C. Las cinco primeras concentraban aproximadamente el 37,68% de las exportaciones de banano y estaban vinculadas directa o indirectamente a compañías transnacionales que tienen control y dominio del mercado internacional del banano (fijan los precios que pagan al agricultor).

CUADRO 2
Principales empresas exportadoras a julio de 2017

Exportador	Total FOB US\$	Peso neto (t)	% del peso total exportado
Asociación de Pequeños Productores Orgánicos de Querecotillo	1 098 636,00	1 483,18	9,57
Cooperativa Agraria APPBOSA	1 041 314,80	1 411,53	9,10
Agronegocios Los Ángeles S.A.C.	777 624,43	1 047,04	6,75
PRONATUR S.A.C.	717 012,00	979,56	6,32
Asociación de Productores de Banano Orgánico Valle del Chira	655 308,00	920,79	5,94
Cooperativa Agraria APBOSMAM	636 962,14	929,15	5,99
Agrícola San José S.A.	504 000,00	697,08	4,50
Asociación de Bananeros Orgánicos Solidarios Salitral	477 462,00	655,22	4,23
CAPEBOSAN – Jíbito	428 121,36	587,74	3,79
Grupo Hualtaco S.A.C.	389 676,00	540,03	3,48
Orgánicos Río Verde S.A.C.	276 556,80	383,12	2,47
Cóndor Produce S.A.C.	264 060,00	354,82	2,29
Central Piurana de Asociaciones de Pequeños Productores de Banano Orgánico	250 668,00	352,64	2,27
Cooperativa Agraria de Productores Orgánicos AMPBAO – CAPO – AMPBAO	241 440,00	330,87	2,13
Asociación de Productores de Banano Orgánico San Agustín de Mallares – APBOSA	233 838,00	319,98	2,06
Asociación Comunal de Productores de Banano Orgánico de Querecotillo y Anexos	211 399,20	293,87	1,90
Otros	3 087 707,00	4 217,74	27,20
Total	11 291 785,73	15 504,34	100

FUENTE:
SUNAT.
Elaboración propia.

17 Estos son: obtener reserva de espacios en los buques, organizar la retirada del contenedor del almacén, consolidar en el origen y trasladar hasta el terminal asignado.

Los pequeños productores destinan su producción a los mercados orgánico y de comercio justo (Fairtrade), este último de mayor exigencia, porque toma en cuenta: i) la inocuidad del producto, ii) la equidad social, iii) la preservación medioambiental, iv) el precio, y v) el trato justo a los trabajadores, en relación con las condiciones en que se produce y vende. Se utilizan, además, otros sistemas de certificación, como Global Gap (buenas prácticas agrícolas y de manufactura), Rainforest Alliance (antiguo proyecto de mejoramiento del banano Eco-OK), SA-8000 e ISO 14001.

Una de las principales características del mercado internacional del banano es la presencia de grandes empresas (DOLE, Chiquita, Fyffes, Del Monte, Compagnie Fruitière, etcétera), que estructuran la oferta en el mercado mundial y tienen participación en casi todos los eslabones de la cadena: producción, transporte marítimo, importación, maduración y distribución a las centrales de compra internacionales. Algunas de estas empresas tienen áreas de producción propias en países productores y completan su oferta exportable recomprando localmente o en países vecinos (Kroon, 2013). En estos últimos años se está observando que estas empresas tienden a reducir la inversión en el eslabón de producción, estableciendo contratos de compra a futuro con productores o asociaciones de productores para garantizar el abastecimiento. Son pocos los casos de empresas que conservan su base productiva. Esta nueva estructura de la cadena de valor abre una ventana de oportunidad para que las organizaciones de productores escalen en la gestión de la cadena y desarrollen iniciativas para tener mayor participación en la distribución del valor obtenido.





EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 3

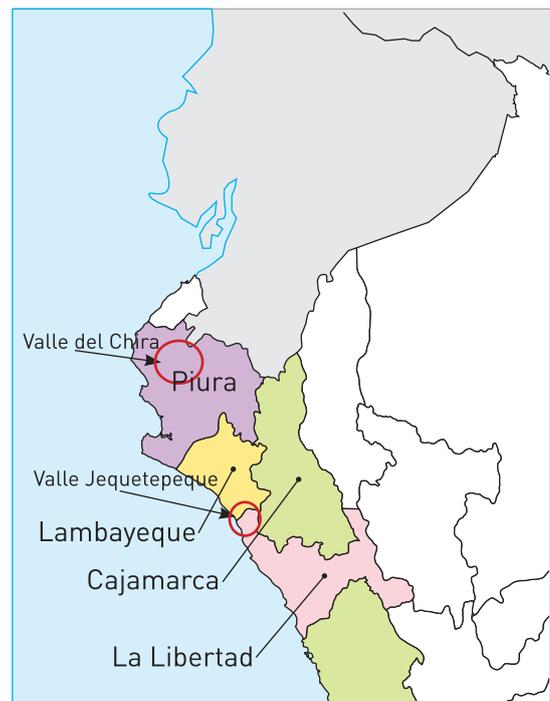
3.1. EL PROYECTO

El proyecto “Mejoramiento de la competitividad de la cadena de banano de las regiones Piura y La Libertad” tuvo como objetivo principal elevar el nivel de competitividad de la cadena de valor del banano orgánico en las regiones Piura y La Libertad. Fue ejecutado en los distritos de Pacanga, provincia de Chepén, región La Libertad; La Huaca y Salitral, provincia de Paita, y Que-recotillo e Ignacio Escudero, provincia de Sullana. El ámbito forma parte de dos importantes valles costeros del norte peruano: el de Jequetepeque, en la región La Libertad, y el del Chira, en la región Piura.

Los beneficiarios del proyecto fueron 446 pequeños(as) productores(as), quienes representan a familias de cinco miembros en promedio. Según indicadores del PNUD 2012, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del ámbito de intervención era de 0,45, y el ingreso mensual promedio, de S/ 585. Por el tamaño de los activos productivos, pertenecen a la pequeña agricultura familiar (PAF); tienen parcelas menores a las 5 hectáreas, cuya producción se orienta principalmente al mercado de exportación (cuadro 3).

Los pequeños productores estuvieron organizados en cuatro asociaciones y tres cooperativas agrarias de productores, y dispusieron de un total de 558 hectáreas de plantaciones de banano. El 17,2% del área total cultivada correspondió a siembra con meristemos de la variedad Williams. En el año 2016 exportaron 781,6 mil cajas de banano orgánico.

Durante el desarrollo del Proyecto se buscó generar economías de escala y asociación, para lo cual se promovió la fusión de dos pequeñas asociaciones del sector del Bajo Chira: la Asociación de Productores Sagrado Corazón de Jesús, de Pueblo Nuevo de



CUADRO 3
Grupo meta del Proyecto

Asociación / Cooperativa	Distrito / Sectores	N.º de productores	N.º de hectáreas (banano orgánico)	N.º de cajas de banano exportadas (último año)/ha	N.º de hectáreas (otros cultivos)
La Libertad		70	126,9	72 292	19,34
CAPO CALEB	Pacanga	55	82,44	53 392	16,1
CAPOLL	Pacanga	15	44,46	18 900	3,24
Piura		376	431,26	709 332	33,93
Asociación Valle del Chira (*)	Querecotillo, La Huaca, Ignacio Escudero	178	159,08	673 920	33,93
Cooperativa Agraria de Productores Peruanos Orgánicos	La Huaca, Salitral	71	93,81	30 720	0
Asociación Santa Clara de Macacará	La Huaca	89	104,32	1 584	0
Asociación Pueblo Nuevo de Colán	Paita	26	52,05	1 848	0
Asociación Miramar	Paita	12	22	1 260	0
Total		446	558,16	781 624	53,27

(*) Se trabajó con 35% del total de socios de la Asociación Valle del Chira.
Fuente: CEDEPAS.

Colán, y la Asociación Margen Izquierda del Río Chira Miramar. El propósito de esta fusión fue reunir un mayor volumen de banano orgánico para su exportación. Mediante talleres de capacitación se logró sensibilizar a los productores para constituir una cooperativa de productores, decisión que fue adoptada en una asamblea. Así estarían en mejores condiciones para negociar su producto final con una empresa exportadora, minimizar compras y asumir el pago de los certificados orgánico, Global GAP y Comercio Justo de manera conjunta.

Al finalizar el Proyecto, los beneficiarios están organizados en cuatro cooperativas y dos asociaciones (dos asociaciones y dos cooperativas en Piura, y dos cooperativas en La Libertad).

La Cooperativa Agraria de Productores Peruanos Orgánicos – CAPPO se integró al Proyecto a inicios del año 2017, con la finalidad de que sus socios participaran en las actividades de capacitación y para recibir asistencia técnica para la formación de la Cooperativa, con el compromiso de desarrollar actividades tecnológicas. Si bien no participó desde el inicio, su incorporación permitió el cumplimiento de algunos indicadores formulados al principio del Proyecto.

Entre los principales problemas que enfrentaban los pequeños productores y productoras al iniciarse el Proyecto se pueden mencionar: i) deficiente empleo de tecnologías e insumos de calidad; ii) fuerte presencia de plagas y enfermedades asociadas



CUADRO 4
Tipos de organizaciones en el ámbito del Proyecto

Características	Clasificación		
	Nivel I (básico)	Nivel II (intermedio)	Nivel III (avanzado)
Estructura organizacional	Cooperativa y/o asociación de productores, red de productores.	Organizaciones con trayectoria media en el mercado, cuya forma jurídica era asociación y/o cooperativa.	Cooperativa y/o en proceso de transformación a cooperativa.
Nivel de gestión interna	Sin facturación o con poca facturación de ventas y con manejo básico de libros, documentos contables y de gestión interna.	Con facturación de sus ventas y con manejo contable, financiero y de la gestión interna de la organización.	Con facturación de sus ventas y manejo interno eficiente de su organización.
Avance en la cadena comercial	Venta del producto en las plantaciones, sin mayor valor agregado.	Comercialización del producto bajo condiciones <i>ex work</i> .	Comercialización de su producción bajo condiciones FOB.
Certificaciones	Sin certificaciones o con certificaciones, pero sin utilizarlas para la negociación de su producción.	Con certificaciones orgánica, Global Gap y comercio justo, que se utilizan para la negociación de su producción.	Con certificaciones orgánica, Global Gap y comercio justo, todas utilizadas para la negociación de su producción.

FUENTE:
CEDEPAS
Norte, 2017.

al cambio climático; iii) bajos niveles de producción y altas pérdidas en poscosecha; iv) limitada gestión empresarial de las organizaciones de productores; v) deficiente acceso a servicios de asistencia técnica, créditos y mercados; y, vi) débil institucionalidad de apoyo a la cadena de valor.

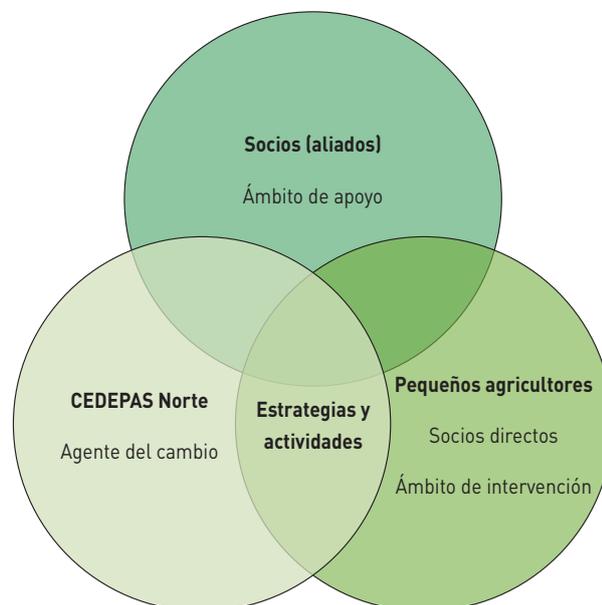
Frente a los problemas de productividad y calidad del banano orgánico de exportación, se propuso un conjunto de acciones orientadas a la realización de innovaciones tecnológicas para hacer competitivas a las pequeñas unidades productivas y lograr que las organizaciones de productores cuenten con mayores capacidades de gestión para participar en la cadena de banano orgánico.

A diferencia de las intervenciones realizadas en el pasado, con el Proyecto se incorporó el enfoque transversal de innovación para la adopción de la tecnología de siembra con semilla meristemática, añadiendo la realización de prácticas innovativas en el manejo del cultivo. Asimismo, se adoptó el desarrollo de investigación adaptativa para la aplicación de la tecnología de ozono para el control fitosanitario en las etapas de poscosecha y transporte al mercado de destino, con el propósito de mejorar los niveles de calidad del producto.

Un primer elemento consistió en tratar de articular a organizaciones de diferentes niveles de desarrollo para lograr procesos de aprendizaje colaborativo y retroalimentación entre los pequeños agricultores que participaban activamente en la gestión y actividades del proyecto para el logro paulatino de los resultados (cuadro 3).

En el proceso de obtener cooperación (sinergias), CEDEPAS Norte cumplió el papel de agente de innovaciones y articulador de oportunidades, para promover la creación y participación activa de diferentes actores en espacios que facilitarían sumar esfuerzos, recursos de instituciones públicas y privadas, empresas y organizaciones para intercambiar conocimientos y experiencias para el desarrollo de talleres, cursos, visitas de aprendizaje (pasantías), participación en ferias comerciales, realización de investigaciones adaptativas, entre otros. Además, se buscó establecer mecanismos y acuerdos de apoyo financiero y cooperación técnica para la realización de las innovaciones tecnológicas.

GRÁFICO 5 Escenario de ejecución del Proyecto

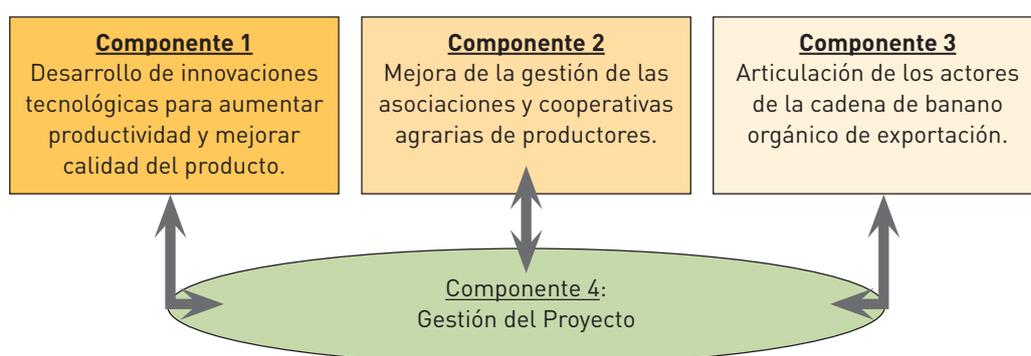


Establecidos tales propósitos, se participó en espacios de incidencia, como las mesas técnicas del banano y la Junta Nacional del Banano – JUNABA, en las que tomaron parte el gobierno regional de La Libertad, la Cooperativa Agraria CEPROVAJE, el Consorcio Raymondi, la Cooperativa Agraria de Productores Orgánicos La Libertad – CAPOLL, la Asociación de Productores Orgánicos CALEB La Libertad – APOCALEB, el CITE Agroindustrial de La Libertad, el Proyecto Especial Jequetepeque Zaña – PEJEZA, el Proyecto Especial CHAVIMOCCHIC, la Cooperativa Santa Clara de Macacará – La Huaca, la Asociación de Productores de Miramar, la Asociación Valle del Chira, la Fundación Olympic, el CITE Agroindustrial de Piura, la municipalidad distrital de La Huaca, la Universidad Nacional de Piura, la Dirección Regional de Agricultura, entre otras. Se programaron actividades y se propusieron agendas de trabajo que, además de influir en el comportamiento de actores clave con los que se establecerían alianzas (socios directos), dieron paso a acuerdos y permitieron definir mecanismos para que los actores pudieran contribuir mediante financiamiento y cooperación técnica a los cambios tecnológicos propuestos en el Proyecto.



Considerando que los procesos de transferencia tecnológica¹⁸ son complejos, se trató de no tener recetas o fórmulas predefinidas sobre las innovaciones tecnológicas por realizar; más bien, estas se fueron diseñando y adaptando a las condiciones sociales, económicas y culturales, con la participación de los socios que contribuyeron en su realización. Se logró, así, establecer una dinámica de concertación y compromiso adecuados para los cambios propuestos y un proceso de trabajo enfocado en dar solución a las necesidades previamente determinadas por los beneficiarios: i) productividad en campo, ii) calidad, y iii) disminución de mermas antes y durante el transporte.

El Proyecto se ejecutó a través de cuatro componentes:



El *primer componente* se orientó a la transferencia de tecnologías para su adopción por los pequeños agricultores, promover el desarrollo de servicios de extensión¹⁹ y asistencia técnica (facilitar el acceso a la tecnología disponible) con el fin de resolver los factores críticos que afectaban la productividad y la calidad del producto de las organizaciones de productores participantes.

El *segundo componente* fue programado para atender la demanda de servicios de capacitación y asistencia técnica con el fin de fortalecer los niveles gerenciales de las organizaciones, contribuir a la aplicación de políticas y prácticas de equidad de género en las organizaciones, promover la creación y fortalecimiento de cooperativas agrarias y redes empresariales, y abordar los problemas y necesidades de gestión comercial para incrementar las exportaciones y participar en otros mercados.

El *tercer componente* buscaba la articulación de los actores de la cadena del banano orgánico con las instituciones públicas y privadas, para lo cual se promovió la conformación y realización de reuniones de mesas técnicas regionales del banano orgánico para la formulación de propuestas de políticas públicas o proyectos orientados al desarrollo de la competitividad de la cadena.

18 El proceso comprende generación, validación y ajuste de tecnología, con el objeto de facilitar la innovación y el uso de la adopción tecnológica.

19 Servicio que, mediante actividades de capacitación, contribuye a mejorar los métodos y técnicas agrícolas, a aumentar la productividad y los ingresos, y a mejorar el nivel de vida de los pequeños agricultores.

Con el fin de obtener los objetivos y resultados esperados, en el *cuarto componente* se definió el modelo de organización, presupuesto y recursos para la gestión del Proyecto en dos ámbitos de acción: La Libertad y Piura. Se contrató a un gerente de proyecto; a cuatro asesores técnicos en manejo integral de producción, cosecha y poscosecha de banano; a dos asesores técnicos en gestión comercial, y a un contador y un administrador. El soporte administrativo y la supervisión del Proyecto estuvieron a cargo de los directores de CEDEPAS Norte de las sedes zonales de Piura y La Libertad (Ciudad de Dios).

3.2. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR COMPETITIVIDAD

A continuación se presenta la sistematización de dos experiencias de innovación tecnológica desarrolladas en el marco del proyecto “Mejoramiento de la competitividad de la cadena de banano de las regiones Piura y La Libertad”, realizadas con el apoyo del programa SECOMPETITIVO de la Cooperación Suiza – SECO en los sectores Piura (valle bajo del Chira) y en La Libertad (valle del Jequetepeque).

CUADRO 5
Productores(as) y áreas por organización

Región	Organización	N.º de productores	N.º de productoras	Total productores	Total (ha)
Piura	AVACH	152	26	178	159,08
	Santa Clara	76	13	89	104,07
	CAPPO	51	20	71	93,81
	Pueblo Nuevo	26	0	26	52,05
	Miramar	11	1	12	22,00
La Libertad	CAPO CALEB	48	4	52	88,90
	CAPELL	13	2	15	50,46
Total		377	66	443	570,37

3.2.1. Siembra de banano orgánico con meristemos

a) Objetivos

La innovación de siembra de banano orgánico con semilla *in vitro* tuvo como objetivos:

- Aumentar el rendimiento mediante la siembra de semilla de alta calidad genética y fitosanitaria para incrementar la productividad a un ratio de 1,0 a 1,5 cajas en promedio por racimo en condiciones óptimas.
- Producir plantas sanas, de calidad uniforme a escala, a partir de un genotipo selecto y con una tasa de multiplicación ilimitada.
- Incorporar nuevas prácticas de manejo técnico del cultivo, que posibiliten el incremento del potencial productivo de los cultivos instalados.



- Incrementar áreas de banano orgánico utilizando semilla mejorada para conseguir plántones libres de enfermedades y adaptados a los tipos de suelos y clima.

b) Contexto

Cinco métodos se utilizan a escala internacional para conseguir material de propagación (semilla) de banano:

- Cormos extraídos de campos en producción de banana y plátano.
- Cormos reproducidos en parcelas de multiplicación.
- Plantas de microcormos cultivados en viveros.
- Plantas originadas de yemas secundarias (PIBS),²⁰ producidas en cámara húmeda, camas de semilla y cultivadas en viveros.
- Plantas de cultivos de tejidos cultivadas en viveros de dos fases.

Cada método tiene procedimientos, insumos y equipos específicos que generan material de propagación a una tasa característica y riesgos particulares de transmitir plagas y enfermedades a través del material producido. Los métodos van desde unos pocos trozos de cormos (chupones) extraídos de huertas familiares, a camas de semillas con unos pocos cientos de plántulas distribuidas a nivel local a una unidad de manufacturación para la producción de varios miles de plantas *in vitro* (FAO-CIP, 2007).

El método de cultivo de tejidos *in vitro* consiste en aislar una porción de la planta (*explante*) y proporcionarle artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial para regenerar una planta nueva. Este tipo de cultivo de tejidos implica solo multiplicación de la planta madre, sin necesidad de introducir ni modificar genes; por ello es aceptado por las normas orgánicas de los países importadores de banano orgánico.

Es necesario contar con experiencia y procedimientos estrictos para reducir los riesgos de contaminación, variación somaclonal²¹ y activación de virus y, al mismo tiempo, mantener los costos de producción dentro de límites razonables. El costo de las plantas *in vitro* es el principal factor que limita una difusión más amplia de este método de propagación entre los pequeños agricultores.

La técnica de cultivo de tejidos *in vitro* ofrece las siguientes ventajas: i) crecimiento homogéneo de las plantas; ii) planificación de cosechas de forma más acertada; iii) precocidad en el momento de la parición; iv) calidad de la fruta; y, v) vigor de las plantas, así como la obtención de material vegetativo en cantidad suficiente para la siembra de grandes áreas de terreno (Carrillo, 2004; Ortega et. al., 2010).

Existen cuatro técnicas de cultivo de tejidos de banano: i) cultivo de meristemos apicales, ii) cultivo de *scalps* o multimeristemos, iii) cultivo de callos, y iv) cultivo de embrioides (Facultad de Ciencias Agrarias, 2016).

20 Siglas de Plants Issus Bourgeons Secondaires (francés).

21 Evento que puede aparecer durante el cultivo *in vitro* y se refiere a las modificaciones genéticas en las células y los tejidos cultivados.

En la región norte del Perú, el método principal de propagación de plantas de banano es a través de rizoma o cormo.²² En años recientes se han desarrollado algunas experiencias de propagación utilizando otras técnicas con el fin de garantizar la obtención de plantación uniforme y libre de enfermedades.

Como parte de las actividades del proyecto “Desarrollo de la oferta tecnológica de banano orgánico en la región Piura”, promovido y financiado por el Ministerio de Agricultura y ejecutado por la Dirección Regional Agraria Piura, se realizó la difusión de la técnica de producción rápida de semillas de banano orgánico, usando el procedimiento de propagación Hamilton modificado II tipo “estaca de vampiro”.²³ Esta experiencia se desarrolló en los campos de experimentación del INIA – El Chira Piura, institución que también tuvo a su cargo las actividades de capacitación y asistencia técnica. Fue promovida porque ofrecía tres ventajas: i) la posibilidad de establecer núcleos semilleros con un ratio de rendimiento de 1:15; es decir, cada hectárea de núcleo semillero ofrecía semillas para la instalación de 15 hectáreas con una densidad de siembra de 2 500 plantas por hectárea; ii) la reducción en un 75% del costo de semillas; y, iii) la disminución del riesgo de diseminación de enfermedades e insectos (MINAGRI-GR Piura-INIA Piura, 2010).

El costo de producir una (1) hectárea de semilla fue de US\$ 3 155, y se obtuvieron 20 000 hijuelos a un costo unitario de US\$ 0,16. Si bien esta técnica ofrecía la posibilidad de obtener semilla en forma masiva, a bajo costo y disminuyendo el riesgo de propagación de plagas, se recomendó desarrollar experiencias de propagación de plantas *in vitro* para la producción de semilla mejorada.

El año 2007, el Laboratorio de Biotecnología del Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña (PEJEZA) inició sus actividades con la finalidad de contribuir a la propagación de plantas a escala libre de virus, mediante técnicas de cultivo de tejidos *in vitro*. A través del laboratorio, desde su creación, se han proporcionado plantas y/o semillas mediante convenios a agricultores o instituciones que desarrollan proyectos de forestación o instalación de cultivos comerciales (caña de azúcar, fresa, papa, camote, flores, frutas).

Como parte de las actividades de generación de innovaciones del proyecto PEJEZA, a pedido de una asociación de agricultores, el Ministerio de Agricultura desarrolló el protocolo de producción de plantines *in vitro* de banano, procediendo a la validación de la semilla mediante la instalación de 20 hectáreas en el valle de Jequetepeque. Se lograron resultados satisfactorios en campo en relación con el incremento de la productividad y de la calidad del producto.

22 Yema vegetativa que sale de la planta madre, sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma. Es utilizada como semilla vegetativa. Se prefieren las que proceden de plantas jóvenes y sanas.

23 Consiste en introducir una estaca de bambú que se coloca en el centro del pseudotallo, entre el quinto y sexto mes de edad, cuando la planta haya emitido, en promedio, 20 hojas. Con esta práctica se elimina la dominancia apical, que origina la emergencia prematura y rápida de un número mayor de hijuelos.



CUADRO 6
Ingreso neto por hectárea de banano

Cajas/año/ha	Precio/ caja de 18,14 kg/ (US\$)	T. C.	Ingreso/ha/año (S/)	Costo de producción ha/año (S/)	Ingreso líquido/ ha/año (S/)	Ingreso líquido/ ha/mes (S/)
2000	6,00	3,3	39 600	25 000	14 600	1 217

FUENTE:
CEDEPAS
Norte.

Los primeros resultados fueron distintos a los obtenidos con semilla tradicional, gracias al incremento del tamaño del racimo. Desde 2009 el ratio era de 0,5 a 0,9, es decir, con un racimo se llenaba media caja o, en el mejor de los casos, 0,9 de caja. La instalación en campo de plántulas *in vitro* permitió, en las primeras cosechas, obtener ratios de 1,4 a 1,6 cajas promedio, lo que quiere decir que con un racimo se obtenían entre 1,4 y 1,6 cajas de banano de 18,14 kg cada una. Con estos rendimientos se logró obtener 2 000 cajas/ha, igualando o superando lo alcanzado en otras zonas. Además, los propios productores y productoras informan que se consigue una rentabilidad superior a los S/ 1 200 (cuadro 6).

c) Antecedentes

- a) Al inicio del Proyecto se tenía previsto utilizar como proveedor de insumos al Programa Especial Jequetepeque Zaña – PEJEZA, el que proveería a todas las áreas meristemáticas en las regiones Piura y La Libertad. Sin embargo, esto no ocurrió debido a: i) su imposibilidad de incrementar su capacidad instalada, como inicialmente se tenía previsto, lo que impidió obtener la producción de material meristemático en las cantidades demandadas; ii) la sobredemanda de meristemas de empresas aliadas instaladas en el valle deseosas de instalar áreas de ese cultivo.

En consecuencia, en la región La Libertad fue PEJEZA el proveedor fundamental, apoyado por algunas otras empresas proveedoras como GALITEC, pero en Piura el proveedor fue solo GALITEC.

- b) Para la selección del proveedor complementario de semillas *in vitro* se realizó el estudio de la oferta existente considerando: i) precios, ii) calidad de semilla, y iii) adaptación a las condiciones de suelos y clima del ámbito de intervención del Proyecto. Así se logró identificar a la empresa GALITEC.
- c) Existió un retraso en la siembra de material meristemático, prevista por el Proyecto para los meses de abril, mayo y junio de 2016. Ese año, debido a la ruptura del sifón de Samán en el mes de marzo (infraestructura hidráulica que abastecía el 90% de las áreas intervenidas en la región Piura), hubo desabastecimiento de agua para riego, problema que fue parcialmente solucionado a fines del cuarto trimestre para realizar la siembra.

d) Descripción del proceso

Esta innovación se basó en el análisis de los resultados de tres grupos objetivo de evaluación, uno en Piura y dos en La Libertad, los que se describen a continuación:

CUADRO 7
Dosificación de fertilizantes (kg/ha/año)

Cantidad anual	Productos	Kilos	%N	%P	%K	% S. O		Kg/ha/año					
						S	N	P	K	S. O	S		
40	Bioeurope N 12.5	1 000	12,5	0	0	70	0	125	0	0	0	700	0
20	Sulfato de Potasio	1 000	0	0	50	0	0	0	0	500	0	0	0
20	Bioeurope NP 3.11	500	3	11	0	8	0	15	55	0	40	0	0
80	Compost	3 200	1	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
TOTAL								172	55	500	740	0	

FUENTE:
 CEDEPAS
 Norte.

i. Áreas instaladas con cormos

Parcelas que fueron instaladas con variedad Cavendish Valery, utilizando como material vegetativo los hijuelos y/o cormos de las plantaciones antiguas. Esta tecnología existe sobre todo en el valle del Chira y del Bajo Chira, en la región Piura.

El trabajo en estas áreas consistió en la aplicación de labores culturales tradicionales, con un paquete de fertilización adecuado y un manejo de plagas y enfermedades; fue desarrollado en forma eficiente y oportuna, bajo un estricto proceso de acompañamiento del equipo técnico del Proyecto.

El paquete de fertilizantes se muestra en el cuadro 7.

- Frecuencia de aplicación: cada 1,5 meses.
- Las prácticas tradicionales implementadas fueron: labores culturales, manejo de densidad poblacional (deshije) y de calidad preventiva (protección de racimo).
- Método de aplicación: piquete (capacidad de campo).

ii. Áreas instaladas con meristemas

Se considera la totalidad de hectáreas que estuvieron instaladas antes del inicio del Proyecto, fundamentalmente en Chepén, y las áreas existentes en Miramar. Todas ellas implementaron prácticas tradicionales de manejo agronómico del cultivo de banano, paquete de fertilización y otros ítems que se detallan a continuación.

- Frecuencia de aplicación: 1,5 meses.
- Las prácticas tradicionales implementadas fueron: labores culturales, manejo de densidad poblacional (deshije) y de calidad preventiva (protección de racimo).
- Método de aplicación: piquete (capacidad de campo).

iii. Áreas instaladas con meristemas, aplicando prácticas innovativas en el manejo del cultivo

Cultivos de meristemas recientemente instalados con el Proyecto, a los cuales se les agregaron *prácticas innovativas de manejo técnico del cultivo*:



- Deshije, utilizando una herramienta adaptada para la eliminación de hijuelos no productivos, de modo que se previene el daño del rizoma de planta madre que generaría problemas fitosanitarios.
- Deschive, consistente en dejar parte del pedúnculo de la manilla de banano en el raquis, como prevención ante el eventual ingreso de microorganismos patógenos. A esta práctica se la conoce como “mordida de burro”.
- Eliminación de brácteas jóvenes con fines fitosanitarios, para prevenir el hospedero de insectos (*thrips* de la “mancha roja”).
- Frecuencia de aplicación: 1,5 meses.
- Las prácticas de manejo implementadas fueron: labores culturales, manejo de densidad poblacional (deshije) y de calidad preventiva (protección de racimo), complementadas con las prácticas innovativas descritas.
- Método de aplicación: piquete (capacidad de campo).

La utilización de *tecnología de semilla meristemática*, sumada a la implementación de prácticas agrícolas innovativas en el manejo técnico del banano, posibilitó: a) un mejor retorno del hijuelo, b) un incremento de la vigorosidad del hijuelo, c) una disminución del tiempo promedio de llenado de racimos, y d) la presencia de frutos con cortos periodos de madurez fisiológica.

e) **Análisis de resultados**

El equipo técnico del Proyecto se constituyó en el principal implementador y evaluador de los resultados obtenidos, que se describen a continuación:

- En la región Piura se instalaron siete parcelas demostrativas en los siguientes sectores: Paita (La Huaca, Macacará, Viviate, Pueblo Nuevo de Colán y Miramar), Sullana (Querecotillo-San Pedro) e Ignacio Escudero (Santa Sofía), conducidas por agricultores de las organizaciones Asociación Valle del Chira, Asociación Santa Clara de Macacará y Cooperativa Sol de Colán. Y en la región La Libertad se instalaron cuatro parcelas en los sectores El Algarrobal, El Truz, Sebastopol y Corralones, pertenecientes a las cooperativas agrarias CALEB y CAPOLL.
- La densidad poblacional promedio de plantas sembradas por hectárea fue de 1 600 plantines. En las parcelas que ya se cosecharon, el rendimiento de cajas/racimo fue de 0,9 a 1,2. En cuanto al rendimiento de producción, se obtuvieron de 1 300 a 1 924 cajas de banano orgánico de exportación. Los porcentajes de merma oscilaron entre 2% y 8%.
- Las diferencias obtenidas en las diversas parcelas demostrativas en relación con los rendimientos y mermas se deben a: i) las condiciones del clima, ii) el manejo agronómico, y iii) los tipos de suelos. En los sectores de Viviate y Macacará se obtuvieron menores rendimientos porque los suelos son franco-arenosos, de modo que constituyó un desafío para los productores garantizar un buen manejo agronómico del cultivo de banano para tener mayor productividad y, en las siguientes cosechas (Rs), minimizar las mermas y mejorar rendimientos de cajas/racimos hasta llegar a 35 cajas semanales en promedio.
- La meta inicial del Proyecto era obtener compromisos de financiamiento complementario de instituciones para la instalación de 112 hectáreas en La Libertad

CUADRO 8
Resultados obtenidos en las parcelas demostrativas

VARIABLES	Pueblo Nuevo	Miramar	Santa Clara	Sector Viviate	CALEB	CAPOLL
Edad del cultivo promedio	9 meses	9 meses	9 meses	9 meses	11 meses	11 meses
Superficie cosechada (ha)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Densidad poblacional (promedio: N.º de plantas/ha)	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600
Densidad de matas/ha	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600	1 600
Racimos/mata-año	1,00	1,00	1,00	1,00	1	1
Ratio de rendimiento (N.º de cajas/racimo)	0	0	0,9	0,9	1,2	1,2
Cajas/ha-semana	0,00	0,00	28	25	37	37
Cajas/ha-año	0	0	1 456	1 300	1 924	1 924
Peso de racimo promedio (kg)	0	0	20	20	20	20
Kg/ha-año	0,00	0,00	29 120	26 000	34 826	34 826
Kg exportables / ha-año (1caja = 18,14 kg)	0,00	0,00	26 790	23 920	34 129	34 129
Merma (%)	0,0	0,0	8%	8%	2%	2%

FUENTE:
CEDEPAS
Norte.

y 116 hectáreas en Piura. El número total de hectáreas instaladas en La Libertad fue 57,96, el 83% (47,96 hectáreas) de las cuales contaron con financiamiento íntegro de capital propio de los pequeños agricultores (el resto fue cubierto por el Consorcio Raymondi).²⁴ En la región Piura fueron instaladas 95,18 hectáreas en total; por sectores: 52,05 hectáreas de meristemas (plantines) en Pueblo Nuevo de Colán, 70% financiado con recursos de un programa del Estado y 30% con capital propio de los productores; 6,00 hectáreas de cormos (hijuelos) en Macacará, financiadas íntegramente por los productores; 10,13 hectáreas de cormos (hijuelos) en el sector Santa Sofía (Ignacio Escudero), financiadas por los agricultores; 33,63 hectáreas de hijuelos en la Huaca, financiadas también por los agricultores, y 2,5 hectáreas con meristemas (plantines), financiadas íntegramente por los socios (cuadro 8).

- Durante el periodo de ejecución del Proyecto se instalaron 153,14 hectáreas nuevas de cultivo de banano orgánico de exportación; de ese total, 112,51 hectáreas correspondieron a campos sembrados con meristemas de la variedad Williams; el resto –es decir, 40,63 hectáreas– fueron instaladas con semillas tradicionales (hijuelos) de la variedad Cavendish (cuadro 9).

24 Consorcio conformado por la Universidad Nacional de Trujillo, CEDEPAS Norte y la Asociación de Desarrollo Social LESTONNAC.



CUADRO 9
Áreas de cultivo instaladas con el Proyecto

Organización	Distrito/Provincia	Sector	Variedad Cavendish, subvariedad Valery (hijuelos)	Variedad Cavendish, subvariedad Williams (meristemas)	Proveedor
PIURA					
Asociación Santa Clara de Macacará	La Huaca (Paita)	Macacará/ Viviate	6,00		Productor
Cooperativa Sol de Colán	Colán (Paita)	Pueblo Nuevo de Colán		52,05	GALITEC
Asociación Valle del Chira	La Huaca (Paita)	La Huaca	1,00	2,50	Vivero Génesis
	Ignacio Escudero (Sullana)	Santa Sofía	10,13		Productor
Cooperativa CAPPO	La Huaca (Paita)	La Huaca	23,50		Productor
LA LIBERTAD					
CALEP	Pacanga (Chepén)	San José de Moro		38,31	GALITEC/PEJEZA
CAPOLL	Pacanga (Chepén)	Corralones/El Truz/Sebastopol		19,65	GALITEC/PEJEZA

FUENTE:
CEDEPAS
Norte.

Se ha logrado incrementar el ratio productivo de 0,83 cajas/racimo a 1,00 caja/racimo para plantaciones que fueron instaladas con semilla meristemática, y a 1,3 cajas/racimo para plantaciones que fueron instaladas con semilla meristemática e implementadas con prácticas innovativas. Asimismo, la productividad se elevó de 25 cajas/semana a 32 cajas/semana para el caso de semilla con cormos, y de 30 cajas/semana a 35 y 40 cajas/semana para el caso de meristemas con prácticas tradicionales y con prácticas innovativas respectivamente. Además, con las mejoras logradas en las buenas prácticas agrícolas y prácticas de manufactura (BPA y BPM) se consiguió reducir el porcentaje de mermas primero de 25% a 15% y luego a 10%, conforme se aprecia en el cuadro 10.

- El ingreso promedio por hectárea por mes se elevó de S/ 880 (sin proyecto) a S/ 1 390 al término de este. El incremento de los ingresos promedio/ha/familia se debe a la introducción de la variedad de semilla Williams, que ofrece mayores ventajas, y a los cambios en las prácticas de manejo técnico del cultivo (*prácticas innovativas*), que permitieron mejorar el ratio productivo y redujeron el costo de producción. Asimismo, gracias a la asistencia técnica en la comercialización del producto se consiguió mejorar el precio pagado por caja exportada, porque se pudo contar con un aliado comercial que ofreció mejores precios. Los indicadores obtenidos por los agricultores que realizaron las innovaciones tecnológicas, en contraste con los que no las realizaron (grupo testigo), les han permitido mejorar sus ingresos.

CUADRO 10
Indicadores de resultados

Tipo de semilla	Sin Proyecto		Con Proyecto			Variación % (2)/(1)	Variación % (3)/(1)
	CORMOS	MERISTEMOS (1)	CORMOS	MERISTEMOS (2)	MERISTEMOS + PRÁCTICAS INNOVATIVAS (3)		
N.º de ha	244,52	103	332,46	123	94,51		
Ratio productivo promedio (cajas/ racimo)	0,7	0,83	0,82	1	1,3	20,48	56,63
Productividad (cajas/ha/sem)	25	30	32	35	40	16,67	33,33
Ingreso neto promedio por ha/ familia	832	957	1 331	1 456	1 775	52,17	85,51
Merma en campo	30%	25%	20%	15%	10%	-40,00	-60,00
Precio promedio por caja de banano al productor	19,81	19,81	20,36	20,36	20,36	2,78	2,78
Costo de producción (US\$/caja)	3,4	3,5	3,20	3,1	3	-11,43	-14,29
Precio recibido por el pequeño productor (US\$/ caja)	5,8	5,8	6,2	6,2	6,2	6,90	6,90
Utilidad Neta promedio de pequeño productor (US\$/ caja)	3	3	3,6	3,6	3,6	20,00	20,00

FUENTE:
CEDEPAS
Norte.

- Al inicio del Proyecto, los pequeños agricultores no tenían claros los conceptos concernientes al manejo integral. Las parcelas eran establecidas de diferentes maneras, no se aplicaban buenas prácticas de deshije, escalonamiento de siembra, enfundado, etcétera. Con el Proyecto se introdujeron prácticas agrícolas innovativas de manejos de cultivos que respondieron a las necesidades identificadas, como: i) deshije, para prevenir el daño del rizoma de planta madre y evitar los problemas fitosanitarios; ii) deschive, consistente en dejar parte del pedúnculo de la manilla de banano en el raquis, como prevención ante el eventual ingreso de microorganismos patógenos (práctica que se conoce como “mordida de burro”); y, iii) eliminación de brácteas jóvenes con fines fitosanitarios. A partir



de los resultados que progresivamente se han ido alcanzando, los agricultores comprendieron la importancia de realizar cambios en las prácticas agrícolas y de manufactura.

- En La Libertad, antes del Proyecto, el deshije se manejaba haciendo uso de hijos profundos que, por el origen de su crecimiento, ocasionaban el tumbado de plantas y un retorno tardío. Con el Proyecto se implementó el uso de hijos de yema o corona, que, en virtud de su origen y vigor, no ocasionan tumbado de plantas, como consecuencia de lo cual se evitaron mayores pérdidas en la etapa de producción y menor productividad por hectárea. Asimismo, se estableció un paquete tecnológico consistente en implementar un manejo y cuidado eficiente de racimo (a tiempo), y un programa de fertilización y labores culturales adecuadas como parte del manejo del cultivo para mejorar el desempeño expresado en los indicadores de productividad al momento de la cosecha.
- En Piura, durante el levantamiento de la línea base en las organizaciones se encontraron varias deficiencias en el manejo agronómico en el cultivo de banano orgánico, priorizándose las labores del manejo de densidad poblacional (deshije) y de calidad preventiva (protección de racimo). El hecho de que hubiera una alta población de plantas perjudicaba el desarrollo vegetativo del cultivo, por la competencia de nutrientes, lo que, a su vez, repercutía en el desarrollo del racimo y en la calidad preventiva. Se estableció la realización de tres pases por semana para las labores del cuidado de racimo, lo que trajo como resultado un mejoramiento en la calidad de racimo en campo.
- Ahora los beneficiarios ya realizan las labores oportunamente, lo que les permite mejorar sus ratios productivos, pues estas labores se aplicaron a través de capacitaciones y asesoramiento técnico personalizado en las organizaciones beneficiarias del Proyecto.
- Con la innovación tecnológica de sembrío con meristemos *in vitro* se demostró que es posible usar eficientemente los recursos produciendo banano de exportación bajo los principios de la agricultura orgánica, porque ella posibilita un mejor uso de los recursos naturales por la sustitución de cultivo de arroz por banano orgánico, y porque el paquete tecnológico difundido está orientado al manejo sostenible de los suelos.
- Los estándares de calidad de vida y bienestar de las familias de los pequeños agricultores muestran mejoras significativas. Los ingresos económicos adicionales les han permitido acceder a mejores servicios de educación, salud, alimentación y vivienda. Además, han mejorado los niveles de autoestima de las familias participantes.
- Gracias al desarrollo de la innovación tecnológica a través de las ECA y otras actividades, se ha logrado incorporar las preocupaciones productivas y gerenciales de las organizaciones. Así lo manifestaron algunos directivos y productores en las entrevistas que concedieron para este estudio. A continuación, algunos testimonios.

Román Ruiz Salinas

Presidente del Comité de Administración – Cooperativa Sol de Colán

Antes del proyecto yo era un delegado o representante de mi lugar; no lograba consolidarme como un representante de nivel en mi localidad. Con el Proyecto entendí la cadena de banano, el liderazgo que debería presentar para gestionar eficientemente mi cooperativa, y asumí el reto de máxima autoridad al interior de la cooperativa. Ahora me siento importante y capaz de ocupar cualquier cargo que mi organización y pueblo necesiten.

Sandra Velásquez Escobar

Socia – Cooperativa CAPOL

Yo siempre quise ganarme un respeto en mi cooperativa, y como profesional que voy a ser, siempre he querido apoyar en los procesos de mejora continua. Luego del proceso de capacitación que nos dictaron en el programa de formación gerencial, mis conocimientos se incrementaron, conocí un poco más del banano en la región Piura (cuna del banano) y de los logros de sus productores para mejorar productividad y calidad. Ahora me siento con capacidad y en el deber de apoyar permanentemente a mi organización y mi región.

- En términos generales, con el Proyecto se consiguió identificar y promover el liderazgo empresarial de cincuenta productores y productoras de Piura y La Libertad, como consecuencia del proceso de capacitación y asesoría en los aspectos organizativos y empresariales. Se logró transferir conocimientos y “descubrir” nuevos liderazgos en las organizaciones, facilitándose la descentralización de roles y funciones de sus miembros, promoviendo procesos de democratización de las decisiones y compartición de roles. Muestra de estos liderazgos son los acuerdos comerciales con empresas (alianzas estratégicas) lideradas por ellos(as), su participación como miembros de los comités directivos de sus organizaciones y en las mesas técnicas de banano.

3.2.2. Tecnología de ozono para control fitosanitario

a) Objetivos

Considerando que el problema que vienen presentando los frutos del banano de exportación está relacionado con dos factores principales –la pudrición de corona causada por hongos patógenos que infestan los bananos por malas condiciones de empaque, y la maduración, originada por la cosecha de bananos de diferentes edades



y/o de bananos de alto calibre con maduración fisiológica, que ocasionan pérdidas económicas a las organizaciones–, se propuso realizar la investigación adaptativa para conseguir los siguientes objetivos:

- Mejorar la calidad del banano orgánico en centros de empaque de pequeños productores bananeros.
- Evaluar el impacto del ozono en el control fitosanitario durante las etapas de lavado, empaque y transporte al mercado de destino.
- Contar con una alternativa tecnológica, económica y viable, para mejorar el proceso productivo de las unidades bananeras, en el contexto de pequeños productores de las regiones bananeras del país.

b) Contexto

El ozono es una variedad alotrópica del oxígeno cuya molécula triatómica (O_3) se genera por la activación de la molécula diatómica (O_2) del oxígeno. Esta activación puede ser provocada por la acción de una descarga eléctrica o por la energía irradiada por los rayos ultravioleta.

En el año 1997, la FDA (Food and Drug Administration) de los Estados Unidos reconoció al ozono como elemento seguro para su utilización en contacto con alimentos; y en 2001 emitió el fallo final aprobando la normativa de uso de ozono en alimentos en las etapas de procesamiento o almacenamiento (Bataller-Venta, 2010). Actualmente existen procesos de limpieza y desinfección, así como técnicas de conservación en diferentes agroindustrias. Se aplica ozono en cámaras frigoríficas, en la conservación de vegetales, en la industria pesquera y de carnes, en la industria del vino, en el proceso de maduración de quesos y en la conservación de huevos.

Otro uso importante del ozono es para potabilización del agua, tratamiento de aguas residuales, desinfección y recirculación de agua en piletas, piscinas, etcétera. Este elemento permite eliminar con mayor rapidez y eficacia los factores que causan la contaminación del agua: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que provocan un crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radiactivas y el calor (Solsona, 2002).

El ozono actúa rápidamente sobre la materia orgánica y los agentes biológicos, debido a su alto potencial de oxidación, superior al del cloro y sus derivados (hipoclorito de sodio, cloramina, dióxido de cloro, etcétera). Ello le permite eliminar bacterias y microorganismos.

En el *Codex Alimentarius* o Código Alimentario,²⁵ el ozono es definido como elemento funcional para el tratamiento de alimentos como agente antimicrobiano y desinfectante. Cumple la misma función con el agua destinada a consumo directo, el hielo o sustancias de consumo indirecto, como el agua utilizada en el tratamiento

25 Fue establecido por la FAO y la Organización Mundial de la Salud en 1963 para elaborar normas alimentarias internacionales armonizadas, que protegen la salud de los consumidores y fomentan prácticas leales en el comercio de los alimentos.

o preservación del pescado, productos agrícolas y otros alimentos perecederos. El proceso de ozonización está basado en el alto poder del ozono como oxidante protoplasmático general, lo que permite la destrucción de bacterias, atacar virus, esporas y quistes resistentes de bacterias y hongos.

■ **El ozono en la cadena del banano**

En las plantaciones de banano del Ecuador se consumen alrededor de 4,7 millones de litros de fungicidas al año para controlar la *sigatoka negra*, producida por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, que tiene como consecuencia la maduración prematura de la fruta y, por consiguiente, la reducción del peso del racimo hasta en 50% y, en casos extremos, la pérdida del 100% de la producción esperada. Debido a que el control con fungicidas tiene un alto costo y contamina el ambiente, entre los años 2012 y 2013 se realizaron ensayos de aplicación de agua ozonizada en una plantación de 21 hectáreas durante 12 semanas. Este ensayo preliminar contó con el apoyo del Centro Tecnológico Agrario y Alimentario de Palencia (ITAGRA-España), y con él se logró que la *sigatoka* no avanzara del estado 2 y 3 (pequeñas manchas en la hoja). También se aplicó agua ozonizada sobre muestras de bananos recién cosechados y se compararon con muestras sin tratar después de cinco semanas de vida verde: la fruta de las muestras tratadas se encontró en mejor estado, libre de daños y pudriciones y menos decolorada y madura.²⁶

En el año 2014, el Instituto de Investigaciones y Transferencias de Tecnología de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, desarrolló la investigación de uso del ozono para controlar la plaga en una (1) hectárea de plantaciones de banano. En la fase experimental de la investigación se mezcló ozono con oxígeno y agua, y luego se aplicó el líquido resultante a las plantaciones. El rociado se realizó a través de riego y fumigación manual, en ciclos de 2, 4, 6 y 8 días, en distintos lotes. Se exportaron 40 cajas de la fruta a Rusia y los Estados Unidos. Mediante este experimento se retrasó de 21 a 41 días el tiempo de maduración y se redujeron los costos de control de plagas en 40%. Además, se consiguió un fuste mayor de la planta. Generalmente se cosecha cuando la planta tiene siete u ocho hojas, pero con el ozono llegó a tener de diez a once. A partir de los resultados, el equipo de investigadores concluyó que la aplicación de ozono tiene beneficios ambientales, económicos y sociales.²⁷

Cuando se mezcla agua con ozono se obtiene un líquido desinfectante para hacer aplicaciones foliares o radiculares a los cultivos, con sistemas de riego tecnificado, mochilas o fumigadoras estacionarias. Es efectivo y no deja residuos; tampoco genera resistencia en las plagas. Un sistema de agua ozonizada para agricultura en el Perú, compatible con sistemas de riego y con capacidad de hacer aplicaciones foliares y radiculares, tiene un costo aproximado de S/ 18 000 para 20 a 40 hectáreas, mientras que un sistema básico tiene un precio de alrededor de S/ 2 000 para menos de 3 hectáreas. Los resultados se observan entre los 5 y los 15 días de aplicación. El principal efecto del ozono recae sobre los hongos que atacan el cultivo.²⁸

26 En <https://goo.gl/KpVAGi> - 29/08/2017

27 En <https://goo.gl/FLr7oP> - 12/07/2017. Otro trabajo de investigación consultado fue de Pincay Rivera (2014)

28 En <https://goo.gl/H9PQu5> - 28/08/2017.



■ **Utilización en otras cadenas productivas**

En la selva del Perú y en Piura también se han realizado investigaciones acerca del uso de la tecnología de aplicación de ozono. En el primero de estos lugares, como parte del manejo fitosanitario y nutricional en los cultivos de café (para control de *roya*); y en el segundo, en cultivos de limón, para control de picadores chupadores. En ambos casos se obtuvieron resultados positivos en las diferentes etapas fenológicas de desarrollo de la planta, como el aumento de la vigorosidad del cultivo y el mejoramiento del sistema de defensas de las plantas a enfermedades, de modo que las plantas respondan mejor al trabajo agronómico.

c) Antecedentes

En la cadena del banano orgánico existen una serie de ‘cuellos de botella’ a lo largo de las diferentes etapas del proceso productivo, desde las actividades agrícolas hasta el transporte al mercado de destino. En la etapa agrícola están presentes los problemas fitosanitarios que generan la disminución de la calidad y el incremento de las mermas del producto previo a su cosecha. Durante la etapa de empaque las dificultades más recurrentes son:

- i. La merma en el peso del producto empacado al mercado de destino, que en algunos casos es elevada. Podría reducirse si hubiesen estudios o protocolos que estandarizaran el peso de empaque *versus* el peso de llegada al mercado de destino. Hay que considerar que existe un diferencial de peso que se pierde

CUADRO 11
Principales motivos de descarte del banano orgánico

Etapa	Motivo	Porcentaje de descarte
Cultivo	Exceso de número de bananos en racimo	5% a 10%
Empaque	Requisitos de calidad	20%
Puerto de destino (EE. UU., Europa y Japón)	Pudrición de corona y maduración	15% EE. UU. 20% Europa 25% Japón

FUENTE:
CEDEPAS
Norte y
Empresa
DOLE.

en el transporte al mercado de destino por procesos inherentes a la maduración y/o evaporación de agua del producto fresco.

- ii. Problemas fitosanitarios por “pudrición de la corona”, que genera pérdidas significativas en los volúmenes de exportación una vez que el contenedor es abierto en el mercado de destino.

La mayor parte de la producción de banano orgánico de las zonas de intervención del Proyecto se exporta; sin embargo, el fruto que no cumple con los parámetros de calidad requeridos para la exportación es descartado (entre el 10% y el 20%, en promedio), sea por estar dañado físicamente, por ser muy pequeño, etcétera. Aun así, se los puede aprovechar industrialmente, incluso en la preparación de alimentos.

En el puerto de destino se reporta también una reducción de la calidad del banano orgánico exportado, lo que se relaciona con dos factores principales: la pudrición de la corona como resultado de la presencia de hongos patógenos que infestan los bananos por malas condiciones de empaque, y la maduración, originada por la cosecha de bananos de diferentes edades y/o de bananos de alto calibre con maduración fisiológica, con cáscara verde pero ya en proceso de maduración (cuadro 11).

CEDEPAS Norte, entidad implementadora del Proyecto, planteó una investigación adaptativa para la adecuación y validación del uso de la tecnología del ozono en el control fitosanitario y reducción de mermas en el transporte del banano, teniendo en cuenta, además, la experiencia recopilada en Machala, Ecuador, mediante la pasantía realizada en agosto de 2016 con apoyo del CITE Agropecuario CEDEPAS Norte, que contó con la participación del equipo del Proyecto y de los principales líderes de las organizaciones del banano. Esta pasantía permitió conocer con claridad los beneficios de la ozonización del banano, los mecanismos de su utilización y tomar contacto con un especialista. Así se logró constatar que, para el caso específico de la etapa de campo, la tecnología se aplicaba al cultivo convencional de banano (no orgánico), debido a que su efecto bacteriostático afectaba a los microorganismos patógenos y no patógenos en el cultivo. Ello no está permitido en la normativa orgánica, ya que atenta contra la conservación de la flora microbiana (control biológico).

En septiembre de 2016, el especialista en uso de ozono del Ecuador hizo una visita al ámbito de producción del banano orgánico en Piura, para indagar por las zonas



idóneas para la investigación, y estableció los siguientes requisitos fundamentales:

- Un centro de empaque ubicado cerca de una parcela, que facilite la investigación a nivel de parcela y de manejo poscosecha.
- Un centro de empaque fijo con tinas revestidas de mayólica.
- Un centro de empaque con acceso a energía eléctrica para el funcionamiento del generador de ozono.

Con la información recogida en el Ecuador mediante la pasantía, y con las especificaciones técnicas del generador de ozono, se estableció contacto con tiendas proveedoras de equipos en el Perú que tuvieran experiencia acumulada en la aplicación de ozono en frutas y vegetales. Así se identificó a varias empresas con experiencias en la ozonización del agua, a pocas con experiencia en vegetales, y a la empresa Boss Tech S.A.C., con experiencias en frutas, vegetales, pesca, agua, etcétera.



En octubre de 2016 se recibió la asesoría técnica de un especialista del Ecuador sobre las especificaciones técnicas del generador de ozono y los mecanismos de funcionamiento de este elemento. A través de varias comunicaciones del especialista con los técnicos de Boss Tech, se lograron establecer las pautas técnicas para la adquisición e instalación del generador del ozono, que se detallan a continuación:

■ **Especificaciones técnicas de la maquinaria de ozono**

- Generadores de ozono: 10 gr/hora
- Funcionamiento: continuo
- Consumo eléctrico: 180 W
- Dimensiones: 350 × 250 × 630
- Material: acero inoxidable

Se evaluó *ex ante* la aplicación de agua ozonizada para el control fitosanitario en el cultivo de banano, con la finalidad de aprovechar sus bondades para mejorar el sistema de defensas de las plantas. Después de consultas técnicas con las certificadoras y de revisar las normas técnicas orgánicas y Global Gap, se confirmó que no se hace referencia al uso de ozono en campos de cultivo.

Por otro lado, revisando la literatura de aplicación de ozono en agricultura convencional (informes de investigación: Llerena Hidalgo et. al., 2015; Bucio Villalobos et. al., 2016; Pérez Calvo, 2016) para realizar control de barrido –es decir, eliminar todo tipo de organismo vivo en el suelo y ambiente–, se conoció que este tipo de control, al ser utilizado,

podría atentar contra los organismos benéficos (controladores biológicos) presentes en campo cuando se desarrollan los cultivos bajo los principios de la agricultura orgánica. Es preciso mencionar que no existe información precisa u oficial respecto a este tipo de control en agricultura orgánica, por ser tecnología de reciente aplicación. Por los motivos antes señalados, se decidió no utilizar ozono en campo para no correr riesgos de alteración del control biológico; y quedó como tema de investigación y validación la aplicación de ozono en las fases de empaque y transporte de banano, debido a que no atenta contra la flora microbiana sino disminuye la presencia de microorganismos presentes, favoreciendo la inocuidad y calidad del producto.



d) Descripción del proceso

En el mes de noviembre del año 2016 se realizó la visita y asesoramiento técnico del especialista-investigador en aplicación de ozono para control fitosanitario. El especialista se hizo presente en la zona para explicar la importancia del ozono (O_3) en el manejo fitosanitario de plagas y enfermedades en el cultivo del banano, así como para tratar el tema de las concentraciones de O_3 en tinas con agua ozonizada y el tiempo que deben ser sumergidas las

frutas. En este proceso, fue instalado el generador de ozono y tinas de procesamiento, con la finalidad de recibir capacitación sobre manejo del equipo para la realización de pruebas. Se contó además con la participación de un técnico de la empresa proveedora del equipo.

Se estimó realizar la investigación en la etapa de poscosecha (empaque y transporte) para determinar el efecto de la aplicación de ozono al agua de proceso, y su aplicabilidad como controlador microbiano, fundamentalmente en la parte superior del clúster (corona), que es donde se presenta la mayor recurrencia de problemas de pudrición por efectos de incidencia de hongos, generando la disminución de la calidad del producto en el mercado de destino.



■ Lugar de desarrollo de la investigación

Para el trabajo de campo se coordinó con los directivos de la Cooperativa Agraria de Productores Peruanos Orgánicos – CAPPO, con la finalidad de realizar la selección del lugar donde se instalarían la tina de proceso y el equipo generador de ozono. Se consiguió el apoyo de un productor del distrito de Salitral, quien facilitó el terreno para la construcción de las dos tinas de proceso, con material de concreto, que luego sería recubierta con mayólica, con



capacidad de volumen de 9 m³ cada una. El referido productor también proporcionó las muestras de fruta para los ensayos, muestra experimental y muestra testigo.

■ **Nivel de alianzas interinstitucionales para la investigación**

La Cooperativa de Productores Agrarios CAPPO brindó apoyo logístico y mano de obra para el procesamiento de las frutas. La empresa DOLE proporcionó la cámara de refrigeración con la finalidad de simular el tiempo de transporte marítimo en contenedor a los Estados Unidos y Europa, y la Fundación Olympic donó fondos para la realización de la investigación.

■ **Metodología de la investigación**

La metodología consistió en realizar la cosecha tradicional de la fruta, para luego aplicar agua ozonizada en tina de proceso y simular el tiempo de transporte de la fruta a puerto de destino con el uso de una cámara de frío (contenedor); el tiempo fue de 25 días para Europa y Japón. Pasado el periodo de transporte, se abrió la cámara de frío para la evaluación de las coronas y verificar el efecto de la aplicación. Se realizaron 16 tratamientos de agua ozonizada a muestras de frutas y un tratamiento a muestra testigo. Los ensayos fueron llevados a cabo con dos concentraciones de ozono de 1 g y 2 g de O₃/m³, y cada tratamiento tuvo dos tiempos de inmersión (5, 10, 15 y 20 minutos).

El trabajo de investigación fue ejecutado en la etapa de poscosecha (empaquete y transporte), ya que no hay restricciones conocidas del uso de ozono en fruta empaquetada, y porque en esta etapa no se presentan organismos vivos que podrían ser afectados por la aplicación de ozono.

El ensayo propuesto tuvo dos fases:

Primera fase. Para el procesamiento de frutos se cosecharon racimos de banano con madurez fisiológica; luego fueron closteados por trabajadores de la zona, y sumergidos en tinas de proceso de ozonólisis con una concentración de 1 g y 2 g de O₃/m³. Para cada tratamiento se emplearon 5 clústeres de banano que fueron sumergidos y luego asperjados o fumigados con fungicida orgánico en la zona de la corona. Los otros tratamientos no fueron fumigados. Para su trazabilidad, cada tratamiento fue identificado con cintas de color verde, azul, blanco y amarillo. Luego se los empacó en cajas de cartón con bolsas *polypak*, y posteriormente fueron pesados. Esta etapa tuvo como objetivos:



- Inhibir la contaminación del banano fresco.
- Potabilizar el agua de proceso.

- Cicatrizar la corona del clúster.
- Eliminar agentes patógenos que se encuentren en el agua de proceso.



Segunda fase. Los frutos de banano empacados se incubaron en cámara de frío ozonizada a una temperatura de 14 °C por un tiempo de 25 días, que simula el transporte marítimo a los países de destino. En la cámara se instaló un equipo generador de O₃ con la finalidad de retardar la maduración al bloquear el gas etileno y para que la fruta tenga buenas características de firmeza, consistencia y calidad.

Esta segunda fase tuvo como objetivos:

- Inhibir la formación de etileno, hormona de maduración.
- Inhibir la pudrición de corona en los clústeres de banano en puerto de destino.
- Evaluar la pérdida de peso de los bananos por deshidratación.

e) **Análisis de resultados**

Después de 25 días de incubación en cámara de frío, se realizaron las evaluaciones de severidad de pudrición de la corona en frutos de banano procesadas en ozonólisis. Todos los tratamientos de sumersión de 5, 10, 15 y 20 minutos, incluido el testigo, presentan grado de severidad cero (0); las frutas mostraron corona completamente sana y limpia externamente, lo que se debe a que en el agua ozonizada se aplicó alumbre y cloro.

La firmeza²⁹ de los frutos osciló de 1,35 a 1,65, datos superiores a la muestra testigo, que alcanzó 1,30. La temperatura de la pulpa de la fruta osciló entre 22 °C y 29 °C.

En todos los tratamientos en agua ozonizada se observó pérdida de peso con un promedio de 0,55 kg por caja sometidas a 1 g de O₃, 0,44 kg a 2 g de O₃, y en el tratamiento testigo la pérdida de peso fue de 0,52 kg.

La fruta presentó un color amarillo intenso uniforme, con buena presencia, buena estética, de buena calidad y con sabor agradable. La uniformidad de la coloración se debe a que el plástico de empaque tuvo orificios, lo que permitió una mejor distribución del ozono en la caja.

Con la aplicación de ozono se consiguió aumentar el tiempo de almacenamiento, lo que extiende la vida útil de la fruta para su transporte a lugares más lejanos, o

29 La firmeza mide la resistencia a daños físicos ocasionados por medios mecánicos durante la recolección, manipulación y transporte; depende del momento y método de recolección y de la temperatura de almacenamiento. Se mide con el valor de Young, un indicador de la resistencia de un material sometido a un esfuerzo de tensión o compresión, y se interpreta como la máxima fuerza que se puede aplicar al material sin romperlo.



le permite estar más tiempo disponible en los mercados finales; es decir, existe la posibilidad de exportar a otros mercados más distantes, de mejores precios, o desconcentrar la oferta hoy dirigida a solo tres países (Estados Unidos, Holanda y Alemania).

Con la aplicación de ozono se eliminan factores de riesgo por vertido de agentes potencialmente tóxicos para el medio ambiente. El ozono está clasificado únicamente como agente irritante Xi en aire, y no como carcinogénico. Disuelto en agua, el ozono resulta completamente inocuo.

Los tratamientos con ozono no producen compuestos secundarios ni incluyen aditivos que resulten perjudiciales para el entorno: carecen por completo de impacto ambiental. Es inestable tanto en el agua como en el aire, y se descompone expuesto al oxígeno en un tiempo corto sin generar subproductos de reacción indeseables; es decir, recupera su estado original (O_2) al cesar el motivo por el que se generó, o bien al interactuar con partículas orgánicas, con virus, bacterias, protozoos, etcétera. Los compuestos de cloro, en cambio, sí tienen impacto ambiental, pues dan lugar, en el proceso de oxidación, a subproductos muy persistentes y peligrosos como los clorofenoles o trihalometanos (de probado carácter cancerígeno).

También se asegura la inocuidad de la fruta. Los microorganismos no desarrollan resistencia al tratamiento con agua ozonizada. En cambio, hay estudios que dan cuenta de brotes de contaminación en alimentos por microorganismos resistentes al cloro.

Se disminuye el volumen de agua destinada a las tinas de proceso, porque permite ciclos de concentración mayores que redundan en una mayor permanencia del agua en circulación sin necesidad de purgas o cambios de agua.

f) Desafíos

Los resultados obtenidos en la investigación adaptativa forman parte de la primera etapa del proceso de innovación tecnológica para el uso de ozono en empaque y transporte del banano orgánico de exportación. A continuación se describen brevemente las tres etapas del proceso de innovación y adopción tecnológica de uso de ozono.

- a. *Primera etapa.* En el marco del proyecto “Mejoramiento de la competitividad de la cadena de banano de las regiones Piura y La Libertad” se tuvo como propósito evaluar la aplicabilidad de la tecnología del ozono a los procesos de campo, de empaque y transporte del producto, mediante pruebas pilotos –bajo condiciones

COLOR

Sin ozono



Con ozono



MADURACIÓN

Sin ozono



Con ozono



CUADRO 12
Resultados obtenidos en cloración vs. ozonización

Variables	Cloración	Ozonización
Olor	Desagradable en agua	Ninguno
Sabor	Desagradable en agua	Ninguno
Color	Amarillento	Incoloro
Poder de oxidación	1,36 V	2,07 (superior)
Mecanismo de reacción	Oxidación indirecta	Oxidación directa
Residuos	Persistentes y peligrosos	Sin residuos
Acción antibacteriana	Variable; depende de especies. Origina resistencia	Elevada. No origina resistencia
Acción antivírica	Casi nula	Elevada
Acción antiparasitaria	Leve	Elevada
Actividad antifúngica	Leve	Elevada
Actividad sobre quistes y esporas	Leve	Elevada
Actividad en microcontaminantes (detergentes, fenólicos, sustancias clóricas, plaguicidas, hidrocarburos)	Ninguna o leve	Elevada

FUENTE:
Pérez
(2007).

similares a las desarrolladas durante su traslado al mercado de destino-. Asimismo, se pretendió establecer si existen o no resultados significativos que permitan continuar avanzando para su aplicación a escala (multiplicación de la innovación). El resultado más importante de esta etapa es haber logrado controlar, a nivel piloto, el problema de pudrición de la corona de banano, una de las enfermedades más importantes en poscosecha; las pérdidas económicas por esta enfermedad se estiman entre el 25% y el 30% de la fruta exportada (Aguilar Ancotta, 2013).

- b. *Segunda etapa.* Estuvo orientada a preparar las condiciones para desarrollar el protocolo que permita sustentar la viabilidad de la aplicación de ozono en el proceso productivo de banano con certificación orgánica. Es preciso indicar que el ozono cumple todos los requisitos para tratamientos poscosecha de la producción orgánica de frutas y vegetales.³⁰
- c. *Tercera etapa.* Está relacionada con la aplicación de la tecnología a gran escala, en la que se propone implementarla en el marco de protocolos estandarizados y validados por la certificadora y las empresas importadoras. En esta etapa se desarrollarían envíos de contenedores de producto ozonizado a mercados de destino evaluando los resultados en materia de calidad, eficiencia y satisfacción del importador y de los clientes directos (consumidores finales).

Para el cálculo del beneficio económico de la implementación de esta tecnología se simuló una organización que exporta (en condiciones FOB) ocho contenedores por semana, a un precio de US\$ 13 824 por contenedor, con un nivel promedio de rechazo

30 Información publicada el 19/6/2015 por José Juan Roselló en <https://goo.gl/UksDuX>



CUADRO 13

Inversión promedio de instalación de sistema de ozonización por centro de empaque

Descripción	Monto (US\$)
Generador de ozono / Sistema a inyección	7 315,00
Tubería y accesorios de sistema de ozonización	700,00
Obras civiles para mejora de tina.	400,00
Generador de energía eléctrica 5 HP	780,00
Asesoría técnica para diseño e instalación de sistema de ozonización en centro de empaque	1 000,00
Gastos preoperativos (otros)	500,00
Total (US\$)	10 695,00

FUENTE:
CEDEPAS
Norte.

CUADRO 14

Centros de empaque en los que es factible incorporar el sistema de ozonización para control fitosanitario

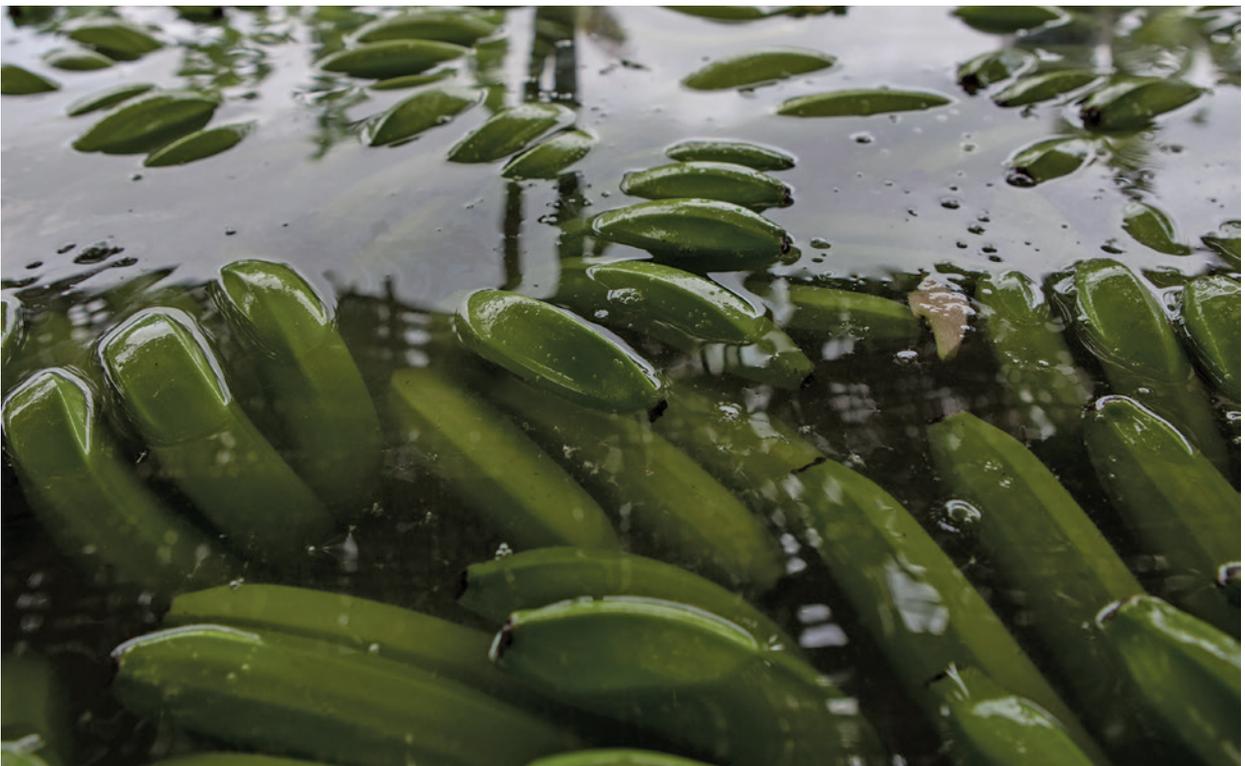
Organización	Distrito/Provincia	Sector	Número de centros de empaque)
PIURA			
Asociación Santa Clara de Macacaré	La Huaca (Paita)	Macacaré/ Vivate	TODOS
Cooperativa Sol de Colán	Colán (Paita)	Pueblo Nuevo de Colán	TODOS
Asociación Valle del Chira	La Huaca (Paita)	La Huaca	TODOS
	Ignacio Escudero (Sullana)	Santa Sofía	TODOS
Cooperativa CAPPO	La Huaca (Paita)	La Huaca	
LA LIBERTAD			
CALEP	Pacanga (Chepén)	San José de Moro	TODOS
CAPOLL	Pacanga (Chepén)	Corralones/El Truz/Sebastopol	TODOS

FUENTE:
CEDEPAS
Norte.

del 15% del total de sus contenedores por problemas de “pudrición de la corona”, y con un nivel de ingreso promedio por ventas anual de US\$ 4 888 166,40. Con la perspectiva de disminuir el porcentaje de rechazo a 5%, y haciendo una inversión promedio de US\$ 7 315 para la adquisición de un equipo ozonizador, y US\$ 3 380 para la implementación del sistema de ozonizado, generador de energía, obras civiles y asesoramiento técnico, el margen de ingresos por ventas se incrementaría en US\$ 564 383,4 (11,54%) al primer año de inversión (cuadro 13).

Si bien es cierto que en el ámbito de intervención del Proyecto se cuenta con 5% de los centros de empaque que disponen de red eléctrica para el abastecimiento de energía a los generadores de ozono, para la operatividad de la tecnología es necesaria la utilización de una fuente que puede ser suministrada por un generador móvil de energía, por lo que se considera que es posible multiplicar la innovación tecnológica en desarrollo en el 100% de los centros de empaque existentes en el ámbito del Proyecto (cuadro 14).

Con la realización de las tres etapas va a ser posible estandarizar procesos y protocolos ligados a la tecnología de ozono para el control fitosanitario en la cadena del banano orgánico. Esta innovación permitirá reducir mermas, mejorar las calidades del fruto e incrementar ingresos.





PRINCIPALES LECCIONES 4

- Antes del inicio del Proyecto (diciembre de 2015), las instituciones encargadas del seguimiento de indicadores climáticos manifestaban altas posibilidades de presencia del FEN en la región norte del país para la temporada enero-abril de 2016. Ello no sucedió en los niveles esperados, a pesar de que hubo fuertes precipitaciones en la región. Los efectos de los cambios climáticos no pueden predecirse en la magnitud y en los espacios previstos, y no han sido uniformes en las zonas de producción de banano orgánico (algunos sectores fueron afectados en mayor magnitud que otros).
- En el marco del Proyecto se desarrollaron acciones con los productores para la elaboración y ejecución de planes de acción para disminuir los efectos del FEN, como:
 - ✓ Replanteo de prácticas culturales: sacudida de fundas, para evitar enfermedades post-FEN (Speklin); limpieza de campos para eliminación de malezas; labores de descompactación de suelos; replanteamiento de plan de fertilización, etcétera.
 - ✓ Asimismo, se apoyó en la reactivación de drenes, gestión de financiamiento para implementación de planes de acción, asesoramiento para disminución de costos, entre otros.
 - ✓ Participación en espacios de incidencia para gestión y reactivación de sifón de Samán, a través de Mesa Regional del Banano, Junta Nacional del Banano y gobiernos locales, entre otras.
- Un hito del proceso de innovación de siembra con meristemos, así como del de reconversión productiva (sustitución de cultivos por banano), fue la disponibilidad de capital propio por parte de los pequeños agricultores; sin embargo, esta condición o perfil empresarial no ha sido común: algunos sectores de pequeños agricultores necesitaron financiamiento complementario externo para adoptar la innovación de siembra con semilla meristemática. El monto de inversión inicial por hectárea fue de S/ 17 545, y el costo de las semillas meristemáticas representó el 43% del total. No existen en el sistema financiero regional productos

crediticios adecuados, adaptados a la estructura y condiciones que permitan al pequeño productor obtener recursos complementarios para realizar innovaciones tecnológicas que requieren un monto significativo de inversión. Las experiencias promovidas mediante los proyectos de los gobiernos regionales, AGROIDEAS y PROCOMPITE son de financiamiento no reembolsable. Aun cuando en algunos casos se dispone de financiamiento complementario de Agrobanco, estas iniciativas no se orientan al desarrollo de productos crediticios que puedan ser ofrecidos por el sistema financiero.

- En el caso de la experiencia de siembra con semilla meristemática se logró conseguir financiamiento de la Fundación Olympic por un monto de S/ 100 000 para conformar un fondo semilla para la instalación de áreas en los sectores de Pueblo Nuevo de Colán y Miramar. Sin embargo, estos fondos no fueron utilizados debido a la destrucción del sifón de Samán, que es parte de la infraestructura de riego para los dos sectores, problema que fue solucionado a fines del año 2016. En 2017, por factores climáticos originados por el FEN (erosión de suelos, pérdidas de áreas de cultivo por inundación, cambio de temperatura, oleajes), se suspendió la instalación de nuevas áreas de banano. De ahí que, para no afectar la obtención de resultados debido a fenómenos climáticos, es importante diseñar un sistema flexible de financiamiento para cambiar la cobertura de atención según condiciones y riesgos en las zonas de intervención.
- Para llevar a escalas mayores las innovaciones tecnológicas promovidas no basta intercambiar conocimientos y experiencias, encontrar tecnologías apropiadas o soluciones adecuadas y difundirlas; tampoco, desarrollar recomendaciones y buenas prácticas con la participación de otros actores. Es necesario buscar que todo el proceso de innovación tecnológica esté soportado en cambios sociales, en la búsqueda de acuerdos y obteniendo aportes de los actores para superar las limitaciones o restricciones que existen en cada situación. Para lograr esto es importante comprender que no todas las innovaciones tienen la misma naturaleza; por consiguiente, no hay fórmulas o estrategias que puedan funcionar en diferentes situaciones.
- Para lograr la participación efectiva y la integración de los pequeños agricultores se necesita llevar a cabo un proceso de inducción, sensibilización y capacitación. Es importante mostrar, con indicadores tangibles, la conveniencia y necesidad de realizar la adopción de innovación tecnológica. Inicialmente, los resultados suelen ser solo de tipo económico (ingreso, precio de venta, cantidad vendida, reducción de costos, etcétera); luego se presenta otra etapa en la que los pequeños productores ponen atención a las innovaciones que inciden en las capacidades organizativas y empresariales para aumentar su participación en la distribución del valor obtenido en la cadena de banano orgánico de exportación.
- El trabajo técnico realizado anteriormente con los productores fue de orientación y asesoría; los promotores técnicos no participaban activamente en las actividades que realiza el pequeño productor. Esto cambió con la metodología de aprender haciendo (ECAS-escuelas de campo). En un primer momento los productores fueron reacios al cambio; comentaban que habían visitado técnicos en banano de



diferentes regiones para brindar orientación y asesoría técnica y sus plantaciones seguían en las mismas condiciones, con ratios bajos de 0,40 y 0,50 caja/racimo. Por ello, esta vez se llevaron a cabo acciones de inducción, sensibilización y capacitación para aumentar productividad y mejorar calidad del producto. Se realizaron ECA y se dotó de nuevas herramientas; se hicieron visitas a parcelas de productores para apreciar y contrastar *in situ* las diferentes labores que permiten mejorar la producción. También se efectuaron viajes de aprendizaje (pasantías) al Ecuador y visitas a plantaciones de mayor desarrollo en la región Piura. Este proceso de aprendizaje mediante visitas a otras experiencias fue cambiando el modo de pensar de los pequeños agricultores, y así se consiguió la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) y la adopción de las innovaciones tecnológicas en sus campos. Además de sembró con semilla *in vitro*, se promovieron cambios en las labores de deshije, fertilización, manejo y cuidado de racimo y riego. De esta forma se mejoró el cultivo y se obtuvieron ratios en un rango de 1 a 1,30 cajas/racimo. Además, para asegurar la permanencia y sostenibilidad de las innovaciones, fue necesario promover la realización de cambios organizativos y de gestión empresarial.

- Las innovaciones tecnológicas son sostenibles si se desarrollan capacidades y se establecen mecanismos de gestión para que los pequeños agricultores participen desde un inicio en el desarrollo de los emprendimientos tecnológicos. Para esto es conveniente diseñar estrategias que generen cambios en la gestión para lograr la sostenibilidad de las innovaciones, más que pensar en servicios o bienes que son necesarios para producir el cambio deseado.
- Para que los pequeños agricultores se apropien realmente de las iniciativas de innovación tecnológica, además de ejecutar las actividades tendientes a contribuir con ese propósito, es clave considerar aquellas innovaciones que fortalezcan las capacidades organizativas y empresariales de las organizaciones, buscando la participación interactiva e inclusiva en la medida en que sea posible. Con el fin de llevar adelante este proceso hay que tratar de incorporar organizaciones de productores de diferente nivel de desarrollo.
- En la resolución de los problemas productivos y económicos mediante propuestas de innovación, de cambios en los procesos o productos, juegan un papel destacado los jóvenes. Aproximadamente el 32% de los productores que participaron en el desarrollo de las experiencias de innovación son menores de 35 años. Durante la visita a un sector de la Cooperativa de Productores CALEB, un agricultor joven comentó que la decisión del promotor técnico, de ponerse ropa de trabajo y realizar labores de deshije junto con ellos, fue un elemento clave que lo llevó a cambiar de actitud en lo que respecta a la orientación técnica proporcionada por el promotor técnico. A pesar de que había cierta resistencia de los agricultores adultos, quienes señalaban en todo momento que “los técnicos siempre dan orientaciones que no sirven de nada”, “no traen buenos resultados”, “es lo mismo de siempre”..., el joven agricultor decidió realizar los cambios en el protocolo de deshije, siguiendo las orientaciones y recomendaciones del promotor técnico. Ello le permitió conseguir buenos resultados que, al ser mostrados a los demás agricultores, los llevó a “romper el hielo” para emprender las innovaciones en las prácticas agrícolas.

- Es necesario buscar el despliegue de capacidades mediante la formación y participación de líderes jóvenes en el desarrollo de experiencias de innovación; asimismo, crear condiciones favorables para la apropiación de conocimientos y desarrollo de capacidades para la gestión empresarial, la gestión de procesos administrativos, la distinción de roles o funciones comunitarios y empresariales, la definición de metas y cómo evaluarlas, la capacidad de control y organización empresarial, el manejo e interpretación de informaciones financieras y contables, etcétera.
- El modelo cooperativo es percibido, equivocadamente, como una opción organizativa negativa o perjudicial para los pequeños productores. Esta apreciación se genera básicamente por el problema de agente-principal, es decir, en las relaciones que se establecen entre los directivos, empleados y socios de las cooperativas para la toma de decisiones y el gobierno de la cooperativa. La desconfianza y la deslealtad de algunos socios con la cooperativa; la conformación de grupos al interior de la organización por afinidad familiar o amical; los conflictos o diferencias en la distribución de los resultados, en la programación y ejecución de inversiones o presupuestos, en muchas ocasiones impiden fortalecer institucionalmente tanto el aspecto organizacional como comercial de la cooperativa. Las organizaciones de productores que participaron en el Proyecto presentaban muchas debilidades en su capacidad de gestión empresarial, a pesar de estar constituidas formalmente. Por eso, fue esencial trabajar estrechamente con ellas para fomentar un cambio de actitud ante la coordinación y la acción colectiva, mediante el fortalecimiento de las capacidades gerenciales y empresariales. Es decir, el proceso de capacitación y asistencia técnica, además de buscar el desarrollo de las capacidades técnico-productivas, consideró aspectos relacionados con las capacidades de gestión empresarial y comercial de las organizaciones.
- Cualquier iniciativa de desarrollo y adopción de innovación tecnológica necesita contar con un equipo encargado de administrar los recursos, coordinar lo técnico con lo administrativo, interactuar con socios estratégicos. Sin embargo, en el ámbito de ejecución del Proyecto se observó que las capacidades institucionales y operativas de los que podrían jugar el papel de agentes o articuladores en el desarrollo de innovaciones (INIA, CITE) aún son débiles. En consecuencia, CEDEPAS Norte consideró pertinente buscar la conjugación de recursos y articular la participación de actores de la región, a través de la conformación de mesas técnicas, para desarrollar acciones conjuntas, obtener recursos complementarios, cooperación y asistencia técnica para el desarrollo y adopción de las innovaciones tecnológicas.
- Mayor vinculación de los centros e instituciones de investigación y desarrollo con los pequeños productores, así como mayor relación y trabajo conjunto entre los destinatarios finales y los investigadores, permitirán que los procesos de innovación y adopción tecnológica respondan en mayor medida a las demandas reales de los pequeños agricultores, y a que exista un mayor grado de adopción. Para obtener la colaboración y participación de los actores es necesario promover la creación de mecanismos adecuados y efectivos que faciliten la participación activa de los actores.
- Para conseguir vinculación y articulación entre actores se debe promover la conformación de redes de innovación tecnológica a través de mesas de trabajo



y mesas técnicas que convoquen a diversos actores para que, voluntariamente, contribuyan al conocimiento y proporcionen recursos complementarios (financiamiento, equipamiento y locales) para el desarrollo de innovaciones tecnológicas. Estas redes de innovación deben promoverse con una estructura no jerárquica, basada en la colaboración y consenso de sus miembros.

- En el pasado los proyectos han sido diseñados bajo un enfoque de oferta, sin considerar la opinión de los productores sobre cuáles son sus problemas principales y su disposición a comprometerse en la ejecución del Proyecto. Como consecuencia, los proyectos se basaban en un programa de asistencia técnica propuesto desde arriba, y en muchas ocasiones sin tomar en consideración los factores de mercado. A diferencia de estas experiencias, en el marco del Proyecto se trató de que en los procesos de selección y evaluación de las innovaciones tecnológicas intervengan las organizaciones de los pequeños productores con el propósito de identificar las innovaciones tecnológicas que contribuyen a resolver los principales problemas identificados por los agricultores.
- Cuando no son bien diseñados, los proyectos de innovación resultan inciertos, tienen periodos de gestación largos y suelen incluir una gran proporción de activos intangibles (como el capital humano) que tienen un alto costo y un uso muy limitado. A ello se suman los problemas de obtención de fondos por el alto costo de la innovación tecnológica. Por los motivos antes señalados, es conveniente proponer esquemas de innovación tecnológica incrementales, económicamente accesibles a los pequeños agricultores, que, además de mejorar, produzcan cambios notorios en los procesos o en el producto; es decir, no se trata de hacer cambios enmarcados en lo que ya se viene haciendo, sino más bien de ir modificándolo progresivamente para no continuar haciendo lo mismo. Esto es posible con la colaboración y cooperación técnica de empresas o instituciones dedicadas a la investigación y desarrollo para que contribuyan con aportes complementarios para el desarrollo de las innovaciones tecnológicas.
- La accesibilidad y disponibilidad de insumos complementarios claves para la realización de innovaciones tecnológicas son factores importantes que no pueden ser descuidados al momento de formular el proyecto de innovación. Algunos pueden no estar disponibles o accesibles en la cantidad y frecuencia necesarias, lo que posiblemente afecte el desempeño de la tecnología. Con el fin de adoptar exitosamente determinada tecnología, debe evaluarse si es adecuada y accesible en el contexto particular propuesto.
- Durante la ejecución de las actividades de promoción de desarrollo y adopción de innovaciones se cambió en tres oportunidades al jefe del Proyecto. En los dos primeros casos se debió a la falta de identificación de los profesionales con él; si bien contaban con calificación y vasta experiencia en la gestión de proyectos, estos aspectos habían sido adquiridos y desarrollados en el sector empresarial. De manera que para el desarrollo de emprendimientos de innovación tecnológica con pequeños productores, además de calificación, es importante que los profesionales que asuman la dirección de un proyecto tengan mucha experiencia de trabajo con grupos y organizaciones de pequeños agricultores.





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5

El éxito y la sostenibilidad de las innovaciones tecnológicas promovidas en la agrocadena de banano orgánico de exportación dependen en gran medida de la acción coordinada y organizada de sus participantes con otros actores o socios. Los puntos críticos identificados para la sostenibilidad de las innovaciones promovidas en el marco del proyecto han sido: i) la necesidad de desarrollar suficientes conocimientos técnicos en los productores; ii) la capacidad de las organizaciones de segundo y tercer nivel para ofrecer servicios de apoyo técnico y comercial a sus asociados para el desarrollo de innovaciones tecnológicas; y, iii) niveles de gestión colectiva para asumir los desafíos de desarrollo de la competitividad de la cadena del banano tomando en consideración los requerimientos de los mercados cada vez más estructurados. En estos aspectos, quedan los desafíos o retos para que, a través de las redes de innovación o mesas técnicas, con participación de los actores, se continúen desarrollando actividades para superar estas limitaciones.

La innovación tecnológica de utilización de ozono en empaque y transporte de banano está en proceso de desarrollo para lograr su validación y posterior multiplicación; de tal manera que esta iniciativa no puede ser medida con los mismos parámetros e indicadores clásicos de evaluación, debido a que tiene tiempos de incubación superiores al ciclo del Proyecto en el que fue promovida (dos años). Si esta iniciativa es analizada bajo el enfoque comercial y financiero clásico, se corre el riesgo de terminar destacando opciones que no traen cambios significativos y castigar las que son innovadoras porque aún no se perciben los impactos masivos.

En la innovación tecnológica con meristemas, además del tiempo que llevó desarrollar los plantines *in vitro* (seis meses desde el momento de realizar el pedido), la preparación del terreno y, luego, la siembra hasta la cosecha, toman un tiempo promedio de 10 meses. Es decir, en el mejor de los casos, el periodo de incubación es de 16 meses.

Con relación al uso de ozono para control fitosanitario, el proceso de innovación fue de casi 10 meses y comprendió las siguientes fases: i) identificación de proveedores (1 mes); ii) viajes de estudio (1 mes), selección del lugar para la instalación del

centro de empaque experimental; iii) contratación de especialista en fitopatología y desarrollo de la investigación (5 meses); y, iv) elaboración del informe (1,5 meses).

La innovación tecnológica de siembra con meristemas –además de mostrar incrementos en la productividad de 30 a 40 cajas/ha/semana por la introducción de la variedad Williams, que ofrece mayores bondades productivas en la primera cosecha (R_0), como ingresos netos de cada productor de S/ 1 997 mensual/hectárea contra S/ 1 248 con semilla meristemática de variedad Cavendish Valery (convencional)– ha contribuido a evitar la degradación de los suelos (salinización) por el alto consumo del recurso hídrico, como ocurría con las áreas de producción de arroz que fueron sustituidas. Ahora los pequeños bananeros son conscientes de la importancia de la utilización de insumos orgánicos en la preservación de la salud tanto por el productor y sus familias como por el consumidor final, lo que no era posible con el cultivo de arroz.

La siembra de banano de la variedad Williams representa una inversión inicial alta debido al precio de la semilla (que representa el 42% del monto de inversión inicial), las exigentes necesidades de agua y nutrición; asimismo, considerando que el flujo de caja normal del pequeño agricultor es afectado porque el cultivo demora 9 a 10 meses para obtener la primera cosecha, es muy importante diseñar esquemas de financiamiento o de portafolio de cultivos o actividades complementarias para asegurar la obtención de ingresos y, así, cubrir los gastos operativos de la plantación y el mantenimiento de la familia del pequeño agricultor hasta que se obtenga la primera cosecha.

Con relación a la innovación tecnológica de uso de ozono para el control fitosanitario, es evidente que estas nuevas tecnologías pueden ser sostenibles y replicables, y sus impactos en la reducción de las mermas y reducción de costos han sido confirmados y validados. Para ello es necesario, además: i) fortalecer las capacidades de las organizaciones de productores en materia de recursos humanos y soporte logístico para internalizar las tecnologías considerando la sostenibilidad; y, ii) es necesario continuar esfuerzos de investigación y el desarrollo de proyectos de innovación para seguir afinando las tecnologías y haciéndolas aún más accesibles a los productores.

Es importante estimular la participación del sector privado en la investigación y el fortalecimiento de los canales mediante los cuales los centros de investigación y desarrollo tecnológico interactúan con el sector privado. Solo mediante la participación de este sector en el desarrollo de iniciativas de innovación tecnológica se podrá modernizar y gestionar la pequeña agricultura hasta convertirla en un negocio competitivo para el productor.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Ancota, René, Raquel García, José Dulanto y Edgar Maldonado. (2013). Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa spp. L.*) en Piura, Perú. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 4, n.º 1, enero-junio. Colombia: UNAD.
- Alexandratos, N. y J. Bruinsma. (2012). *World Agricultural Towards 2030/2050: the 2012 revision*. Roma: FAO.
- Arteaga, William. (2014). *Situación y perspectivas del sector agroexportador*. Lima: PROMPERU.
- Amat, Carlos. (2017). Producción de farináceos se mantendría estable. *Reporte Semanal*, año 18, n.º 20, junio, pp. 5-6. Lima: Departamento de Estudios Económicos de Scotiabank.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2017). *Reporte de inflación. Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2017-2018*. Lima: BCRP.
- Banco Mundial. (2017). *Análisis de los costos marítimos y portuarios en el Perú*. Lima: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR.
- Bataller-Venta, Mayra, Sandra Santa Cruz y Mario García. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 41, n.º 3, septiembre-diciembre, pp. 155-164. La Habana, Cuba.
- Bayona, Benjamín, Wilmer Lintano y Enrique Zapata. (2011). *Los determinantes de la producción exportable del banano orgánico en el valle del Chira*. Piura.
- Boche, A. (1996). *Evaluación de los parámetros de producción entre las variedades de banano (*Musa sapientum L.*) Gran Nain y Williams en el departamento de Izabal, Guatemala*. Tesis de Ingeniería Agrícola. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Bucio Villalobos, Carlos, Fidel Díaz, Oscar Martínez y Juan Torres. (2016). Efecto del ozono sobre la población microbiana del suelo y el crecimiento de plantas de fresa. *Revista Tierra Latinoamericana*, volumen 34, n.º 2, abril-junio, pp. 229-237. Chapingo, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo AC.
- Carrillo Villatorio, Moisés Antonio. (2004). *Evaluación de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano (*Musa spp.*) en la fase de vivero, bajo condiciones de sombreador*. Tesis. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Universidad de San Carlos de Guatemala.

- CENAN. (2016). *Control analítico de la fortificación de la harina de trigo en los molinos del Perú. Año 2015*. Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición – CENAN.
- CEPAL/FAO/IICA. (2015). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016*. San José, Costa Rica: CEPAL/FAO/IICA.
- Comisión de Diversidad Biológica. (2010). *Perú: país megadiverso*. Lima: SERNANP.
- CONCYTEC. (2016). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica*. Lima: CONCYTEC.
- Delgado García, Danny R., Leandro A. Guevara Sánchez, Ana C. Higidio Páez y Frich G. Torres Vega. (2017). *Planeamiento estratégico para el banano orgánico en el Perú 2016-2026*. Tesis de magíster en Administración Estratégica de Empresas. Lima: CENTRUM – Escuela de Posgrado – PUCP.
- Días Avila, Antonio Flavio, Sergio Salles-Filho y Juan Ernesto Alonso. (2010). *Impacto de la inversión pública en investigación y desarrollo e innovación agraria en el Perú. La experiencia de INCAGRO*. Lima.
- Dulanto, José. (2010). *Experiencias en el manejo agronómico del cultivo de banano orgánico de exportación en el Valle del Chira-Sullana a nivel de pequeños productores*.
- Facultad de Ciencias Agrarias. (2016). *Tema 10: Clasificación de tejidos – Meristemas*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste. Obtenido de <https://goo.gl/67BwiX>
- FAO/CIP. (2007). *Material de propagación de calidad declarada. Protocolos y normas para cultivos propagados vegetativamente*. Consulta de expertos. Lima, 27-29 de noviembre de 2007.
- FAO. (2017). *Producción orgánica de banano en Perú*. Foro Mundial Bananero.
- FIDA. (2004). *Diez claves de éxito para el desarrollo rural*. Lima, Perú.
- Ferreira, Francisco H., Julián Messina, Jamele Rigolini, Luis-Felipe López C., María A. Lugo y Renos Vakis. (2013). *La movilidad económica y el crecimiento de la clase media en América Latina*. Banco Mundial.
- Fuentes, Nancy. (2013). Panes sucedáneos y granos andinos. Los nuevos integrantes de la panadería. *Revista Panera*, año 7, n.º 37, pp. 26-28. Lima: Panera Ediciones S.A.C.
- Ginocchio, Luis. (2008). La experiencia de Perú: los servicios de extensión en INCAGRO. En *Los sistemas de extensión y transferencia de tecnología agropecuaria en América Latina. Consideraciones y reflexiones para el mejoramiento de las prácticas de extensión en el Paraguay* (pp. 20-26). Asunción: Banco Mundial. Oficina de Paraguay.
- Gómez, Rosario. (2007). *La agricultura comercial peruana: incentivos de mercado para la inversión*. Documento de Discusión DD/07/21. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
- Guerrero, Dante, Christian Gallo, Baldemaro Merino, Eduardo Núñez, Alexander Ramírez y Milagros Reyes. (2012). *Diseño de la línea de producción de licor a partir del banano descarte*. Piura: Facultad de Ingeniería Industrial – Universidad de Piura.



- Guerrero, Dante, Alfredo Chong, Paul Guzmán, Marco Silva, Giacomo Vittoria e Isaac Yarlequé (2012). *Diseño de la línea de producción harina, puré y deshidratado a base de banano orgánico*. Piura: Facultad de Ingeniería Industrial – Universidad de Piura.
- Guzmán, P. (2014). *Estudio experimental de la elaboración de puré de banano orgánico de la región Piura*. Tesis de Ingeniería Industrial. Lima: Universidad de Piura.
- IICA – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2014). *La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible*. San José, Costa Rica: IICA.
- INEI (2013): *Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima: INEI.
- Jave Nakayo, Jorge L. (2016). *La certificación orgánica*. Lima: SENASA.
- Kroon, Angélica. (2013). *Producción, comercialización y responsabilidad social en sectores de banano, quinua, mango, castaña y kiwicha en Perú*. Consultado en: <https://goo.gl/4FLzBG>, 10/08/2017
- Kuiper, Derk y Erika Zárate. (2013). *Evaluación de huella hídrica del banano para pequeños productores en Perú y Ecuador*. TASTE Foundation y Agrofair.
- Llerena Hidalgo, Ángel, Rafael Castaño Olivo y Cristóbal Joaquín Aguirre. (2015). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la sigatoka negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. *Revista Alternativas*, vol. 16, n.º 2, pp. 66-75.
- Ministerio de Economía y Finanzas – MEF. (2015). *Evaluación de resultados de la ejecución y operación de las iniciativas de negocios PROCOMPITE que iniciaron su ejecución en los años 2010, 2011 y 2012*. Lima: MEF.
- MINAGRI / GR Piura / INIA Piura. (2010). *Tecnología para la producción rápida de semilla (hijuelos) de banano (Musa sp.) en campo*. Lima: MINAGRI / GR Piura / INIA Piura.
- MINAGRI. (2012). *Plan Estratégico Sectorial Multianual del Ministerio de Agricultura 2012-2016*. Lima: MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura. (2017). *Boletín estadístico de comercio exterior agrario. Abril 2017*. Lima: MINAGRI.
- Ministerio del Ambiente – MINAM. (2016): *¿El mundo cambió? ¿Cambia el mundo! Cambio climático para principiantes*. Lima: MINAM.
- Nielsen, N. V. (2016). *¿Qué hay en nuestra comida y en nuestra mente? Ingredientes y tendencias de comida fuera de casa alrededor del mundo*.
- OCDE. (2006). *Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Tercera edición. Madrid: OECD-EUROSTAT-Tragsa.
- ONUDI. (2017). *Revisión de la situación actual de la Red de Centros de Innovación Tecnológicos (CITE) en Perú. Lineamiento para su avance y fortalecimiento*. Lima: ONUDI.
- Ortega, Nathalie, S. Korneva, O. Ruiz, E. Santos y E. Peralta. (2010). *Obtención de multimeristemas y callos de diferentes variedades de banano y plátano (Musa spp.) a partir de "meristemas apicales" y "scalps"*. Guayaquil: Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) – Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Ortiz, R., A. López, S. Ponchner y A. Segura. (2007). *El cultivo del banano*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- Pérez Calvo, María del Mar. (2007). *Ventajas de la ozonización aplicada a alimentos*. España: Cosemar Ozono.
- Pérez Calvo, María del Mar. (2016). *Control de nematodos con agua ozonizada*. España: Cosemar Ozono.
- Pincay Rivera, Joseph David. (2014). *Determinación de la dosis óptima de ozono en ppm para el manejo de Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis) en una plantación de banano procedente de meristema*. Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Potts, Jason, M. Lynch, A. Wilkings, G. Huppé, M. Cunningham y V. Voora. (2014). *The State of Sustainability Initiatives (SSI) Review 2014. Standards and tge Green Economy*. IIED-IISD.
- Rendón Schneir, Eric (2010). *La gestión pública de la innovación agraria en el Perú: antecedentes y perspectivas*. Cuadernos de Investigación 11, agosto. Lima: Escuela de Postgrado de la Universidad Peruana de Ciencias.
- Robinson, J. y V. Galán. (2011). *Plátanos y bananas*. Segunda edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Santa Cruz, Francisco. (2009). *Gestión del desarrollo agrario y los gobiernos regionales*. Documentos de Debate 2. Lima: Grupo Propuesta Ciudadana, ANGR.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. (2014). *El fenómeno El Niño en el Perú*. Lima: SENAMHI.
- Sierra, L. (1993). *El cultivo de banano: producción y comercio*. Medellín, Colombia.
- Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior – SIICEX (2014). *Ficha plátano orgánico*. Lima: SIICEX.
- Solsona, Felipe y Juan Pablo Méndez. (2002). *Desinfección del agua*. Lima: OPS/CEPIS.
- Torres, Swing. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Lima: Proyecto Norte Emprendedor – Swisscontact.
- Trigo, Eduardo, Nicolás Mateo y César Falconí. (2013). *Innovación agropecuaria en América Latina y el Caribe: escenarios y mecanismos institucionales*. Banco Interamericano de Desarrollo – BID.
- UNCTAD-INFOCOMM. (2015). *Banano. Perfil de INFOCOMM*.
- Vegas Rodríguez, Ulises. (2013). *Manejo integrado de banano orgánico*. Pacanga, Chépén, La Libertad: AGROBANCO.



ENTREVISTAS Y REUNIONES REALIZADAS

19 DE JULIO DE 2017

PRIMERA REUNIÓN CON EL EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO (PIURA)

- Yerlly Gúmez (Directora de filial Piura – CEDEPAS Norte)
- Eddy Atoche (especialista en cultivo de banano)
- Miguel Morales (especialista en cultivo de banano)
- Karlhos Quinde (especialista en organización y comercialización)
- Raúl Márquez (productor)
- Facilitó instalaciones para el desarrollo de los ensayos de aplicación de ozono
- Distrito Salitral
- Cooperativa Agraria de Productores Peruanos Orgánicos – CAPPO

20 DE JULIO DE 2017

- Efraín Seminario (delegado)
- Gabriel Atoche (productor)
- Alejandro Vilela (productor)
- Argenis García Nole (productor)
- Productores del sector Santa Sofía
- Asociación de Productores “Valle del Chira”
- Distrito Ignacio Escudero – Sullana
- José Luis Valladares Figueroa (productor)
- Héctor Arévalo Valladares (productor)
- Sector Pueblo Nuevo de Colán
- Cooperativa de Productores Agrarios “Sol de Colán”
- Distrito de Colán – Paita
- Ing. René Aguilar Ancocota
- Especialista en fitopatología
- Docente de la Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de Trujillo
- Encargado de realizar el trabajo de investigación de uso de tecnología de ozono

21 DE JULIO DE 2017

- Ing. Maddy Rojas
- Fundación Olympic

Constituida por la empresa Olympic Perú Inc., filial de la petrolera estadounidense Olympic Oil and Gas Corp. Como parte de sus actividades en la región Piura a través de un programa de responsabilidad social han otorgado financiamiento para la instalación de plantaciones de banano con semilla meristemática, así como para la realización de los ensayos de uso de tecnología de ozono con el Proyecto.

- Lic. Leopoldo Castañeda (Gerente Vivero Motupe)
- Ing. José Dulanto (representante técnico comercial)
- Viveros Génesis
- Agrogénesis S.A.C.
- Empresa dedicada a la propagación de semilla in vitro

24 DE JULIO DE 2017

- Miguel Santa Cruz (presidente)
- Jorge Velásquez (productor)
- Cooperativa Agraria de Productores La Libertad – CAPOLL
- Distrito de Pacanga – Chepén
- Alindor Romero Hernández (presidente)
- Alejandro Suyón Chiroque (productor)
- Vicente Vásquez Díaz (productor)
- Manuel Vásquez Díaz (productor)

SEGUNDA REUNIÓN CON EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO (CIUDAD DE DIOS)

- Yerlly Gúmez (Directora de filial Piura – CEDEPAS Norte)
- Danny Atoche (especialista en cultivo de banano)
- Hugo Ruiz Abanto (jefe de Producción)
- Julio del Mastro (especialista en organización y comercialización)

25 DE JULIO DE 2017

- Yerlly Gúmez (Directora de filial Piura – CEDEPAS Norte)
- Ing. Melva Cabrera (exresponsable de comercialización)