



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo
Estratégico de los Recursos
Naturales

Dirección General de
Diversidad Biológica

INFORME FINAL

SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA EL ANÁLISIS SOBRE ORGANISMOS Y MICRORGANISMOS DEL AIRE Y SUELO DEL MAIZ



Setiembre, 2016

ÍNDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	3
3.	ANTECEDENTES	5
4.	OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS).....	6
5.	ENFOQUE Y ALCANCE.....	6
6.	EQUIPO TÉCNICO	7
7.	ACTIVIDADES Y/O METODOLOGÍA	7
8.	RESULTADOS OBTENIDOS	22
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
10.	GLOSARIO	91
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	94
12.	ANEXOS	99

1. RESUMEN EJECUTIVO

El Ministerio del Ambiente (MINAM), en cumplimiento a la Ley 29811, Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de OVM al territorio nacional por un período de 10 años y su Reglamento, el Decreto Supremo N°008-2012-MINAM, promueve el estudio de Análisis sobre Organismos y Microorganismos del Aire y del Suelo del Maíz, con el propósito de contar con la línea de base de los organismos y microorganismos asociados al cultivo del maíz. Para este propósito, ha contratado los servicios del consorcio ECO DEVELOPMENT GROUP – WILFREDO CATALAN BAZAN, quien ha realizado el estudio de prospección y monitoreo orientado por los términos de referencia y en cumplimiento estricto del mismo.

El presente documento es el Informe final del estudio en mención, cuyo objetivo es conocer y caracterizar los organismos y microorganismos asociados al cultivo del maíz, su comportamiento, ecología y su distribución en el país. El trabajo se llevó a cabo en los 7 agroecosistemas del Perú establecidos según lo establecido en el plan de trabajo del servicio: costa norte, costa centro, costa sur, sierra norte, sierra centro, sierra sur y selva, abarcando 21 departamentos y 40 distritos.

La consultoría estableció los lineamientos metodológicos en base a los términos de referencia elaborados por el MINAM, y coordinados con los especialistas de la Dirección General de Diversidad Biológica (DGDB). El consorcio ha formado un equipo de profesionales de diversas especialidades en base a las necesidades del estudio, complementándose con los servicios de los laboratorios especializados: el laboratorio de Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología, el laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Mariano Tabusso” y el laboratorio del Museo de Entomología, ubicados en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Para los trabajos de campo, se ha recibido la orientación de las instituciones estatales como las Agencias Agrarias, SENASA, las municipalidades locales y los agricultores de las comunidades campesinas.

El trabajo de prospección ha permitido visitar a un total de 21 departamentos, 40 distritos ubicados en 7 agroecosistemas con mayor diversidad de maíz y extensión sembrada. Se realizaron encuestas a 153 agricultores, se tomaron muestras de suelo pareadas en 35 lugares, enfermedades de hojas en 7 agroecosistemas, y muestras de insectos en 70 lugares. La información de los campos evaluados, ha sido registrada y georreferenciada para la construcción de mapas temáticos.

El estudio ha permitido conocer la presencia de los organismos, microorganismos del suelo y del aire que están presentes y asociados al cultivo del maíz. Se ha obtenido información sobre los microorganismos del suelo agrupados en levaduras, mohos, Pseudomonas y actinomicetos; los microorganismos fitopatógenos de las hojas identificados hasta especies; los insectos fitófagos y controladores biológicos, así como el conocimiento de los agricultores sobre los organismos, microorganismos y manejo. Se incluye la información secundaria o teórica como marco conceptual, en base a las referencias nacionales e internacionales publicadas, con relación a los eventos OVM en maíz y de los organismos y microorganismos relacionados al cultivo del maíz.

Asimismo en el documento se incluye, los protocolos y metodologías de evaluación de organismos y microorganismos, toma, registro y envío de muestras y el análisis en los laboratorios, los mapas temáticos contruidos sobre la base de datos para cada organismo y microorganismos, estructura de la base de datos para el registro de información de organismos, microorganismos y la información agrocltural dada por los agricultores encuestados.

El informe contiene en los anexos los registros de las evaluaciones de organismos y microorganismos, los organismos benéficos con relación a las plagas insectiles y microorganismos fitopatógenos, los eventos transgénicos de maíz existentes en el mercado internacional, formulario de encuestas, registro de fotografías de los agroecosistemas, las parcelas de maíz muestreadas y la base de datos de las encuestas a los agricultores.

2. INTRODUCCIÓN

El MINAM, con el fin de generar la línea de base del maíz que permita una adecuada evaluación, prevención, y gestión de los impactos potenciales, sobre la biodiversidad nativa, de la liberación de organismos vivos modificados (OVM) y brindar la información sobre el estado actual de los organismos y microorganismos asociados al cultivo del maíz en los agroecosistemas del Perú, ha contratado los servicios de ECO DEVELOPMENT GROUP – WILFREDO CATALAN BAZAN, para que realice el estudio de prospección, colección, elaboración de mapas de distribución y el registro de los conocimientos tradicionales relacionados a los organismos y microorganismos asociados al cultivo del Maíz en el país.

El maíz es una de las cuatro especies vegetales que constituyen la base de la alimentación mundial, junto con el trigo, el arroz y la papa. Es de origen americano, habiéndose determinado dos centros de domesticación, uno en México y otro en el Perú; en ambos lugares se han encontrado vestigios del consumo de maíz hace más de 5000 años.

En el Perú, el maíz Amarillo Duro, es un cultivo de importancia económica, por ser un insumo importante en la industria avícola y porcina, fuentes importantes de proteína animal para la alimentación humana. Se siembra alrededor de 300 mil hectárea anuales en la costa y la selva, en pequeñas extensiones en los valles interandinos. La producción cubre el 40 % de la demanda de consumo nacional generando trabajo a lo largo de toda la cadena productiva para miles de peruanos. El maíz amiláceo y semicristalino cumple más, la función social, como seguridad alimentaria económica de varios millones de peruanos en la zona rural de la costa y principalmente de la sierra.

La importancia radica en la diversidad de razas, variedades y compuestos, siendo algunas variedades como el Blanco Cusco Gigante del Cusco y el maíz Morado cultivos de exportación desde más de medio siglo, generando ingresos económicos a miles de peruanos y el aporte al PBI nacional. En los últimos años ha crecido el consumo y la exportación de maíz en choclo. El maíz forma parte de la cultura de los pueblos andinos y en la selva, es considerada en las fiestas tradicionales, mitos y ceremonias rituales de permiso o agradecimiento a la tierra trabajada “Pachamama”, a los fenómenos meteorológicos benignos al cultivo “Hjanaqpacha” y las relaciones amigables entre pueblos y familias. La importancia

ambiental del maíz radica en la interacción con los organismos y microorganismos en los agroecosistemas, esta relación es amplia y dinámica que permite el flujo de energías y el intercambio de carga genética de las poblaciones.

El maíz es un cultivo con alto grado de atracción para los organismos y microorganismos; se reportan más de 120 especies de insectos fitófagos asociados al cultivo. Siguiendo la cadena trófica, se encuentran a los organismos denominados controladores biológicos predadores, parasitoides y entomopatógenos. Por otro lado constituye hospedante de los microorganismos como hongos, bacterias, virus, nematodos y otros grupos denominados, micoplasmas y espiroplasmas, que interactúan con microorganismos antagonistas en la parte aérea o en el suelo. La zona de la rizósfera es la más habitada por los microorganismos y cumplen funciones importantes en procesos físico-químicos y biológicos del suelo.

Por los valores, económicos, sociales, culturales y ambientales, el maíz debe pasar por una consideración especial en la protección contra aquellas intenciones que sean tecnológicas, políticas y sociales que atente su integridad genética, ambiental, su valor social y cultural en los agroecosistemas del Perú. En ese contexto es de prioridad emprender acciones como el presente estudio que permita formar la línea de base como avance importante en el conocimiento de toda una ciencia y conocimiento que giran alrededor del cultivo, para lo cual se ha planteado como objetivo conocer y caracterizar los organismos y microorganismos asociados al cultivo del maíz.

3. ANTECEDENTES

El 14 de noviembre de 2012 fue promulgado el Decreto Supremo 008-2012-MINAM, que aprueba el reglamento de la ley 29811, Ley que establece la Moratoria al Ingreso y Producción de Organismos Vivos Modificados al Territorio Nacional por un Período de 10 años. En su artículo 28° menciona expresamente que "las líneas de base son producto de la investigación dirigida hacia la obtención de **información científica y tecnológica**, relativa al estado de la **biodiversidad nativa**, incluyendo la diversidad genética de las especies nativas, que puede potencialmente ser afectada por OVM y su utilización, con fines de regulación, las mismas que forman parte de los insumos necesarios en los análisis de riesgo para la liberación de OVM al ambiente".

Asimismo, en el artículo 29° se establece el contenido mínimo de una línea de base y en el artículo 30° establece que la construcción de las líneas de base se realizará por etapas respecto de especies que puedan ser afectadas potencialmente por los OVM o su utilización, considerando en primer orden de prioridad a las especies nativas.

Con el propósito del cumplimiento de la ley 29811 y su reglamento, el área de Recursos Genéticos y Bioseguridad de la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente ha programado realizar la línea base de la fauna insectil y de los microorganismos del aire y del suelo, blanco y no blanco asociados al cultivo de maíz en el Perú; **para la cual se está desarrollando el servicio de consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz.**

4. OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS)

ECO DEVELOPMENT GROUP SAC en consorcio con **WILFREDO CATALÁN BAZÁN**, llevarán a cabo el servicio bajo la normatividad vigente en concordancia con las pautas dadas en las reuniones realizadas con el área usuaria de la Dirección General de Diversidad Biológica (DGDB) del Ministerio del Ambiente (MINAM); a fin de cumplir con los objetivos general y específicos del servicio, establecidos en los términos de referencia.

Objetivo General:

- Conocer y caracterizar los organismos y microorganismos asociados al cultivo de maíz, su comportamiento, ecología y su distribución en el país.

Objetivos Específicos:

- Realizar la prospección y muestreo de organismos, y microorganismos de aire y suelo asociados al cultivo de maíz para su identificación y determinación de su distribución en el Perú.
- Establecer la metodología para la caracterización de los organismos y microorganismos asociados al cultivo de maíz con fines de bioseguridad.
- Establecer la metodología de monitoreo de la presencia y estado de los organismos y microorganismos asociados al cultivo de maíz nativo, especialmente coleópteros, lepidópteros, bacterias y hongos.
- Elaborar bases de datos georreferenciadas sobre los puntos de muestreo para la generación de mapas temáticos, base del monitoreo futuro.
- Preparar mapas temáticos de distribución de organismos y microorganismos del aire y del suelo, blanco y no blanco.

5. ENFOQUE Y ALCANCE

El enfoque desarrollado para el presente estudio comprende la fase gabinete inicial, fase de campo y fase de gabinete final. En la fase de gabinete inicial se plasma la planificación del servicio y se estructura la metodología para la toma de muestras de suelo con maíz y sin maíz, insectos y enfermedades en hojas; a su vez se diseñan los formatos para el registro de datos de muestras y formatos de encuestas para el levantamiento de información agro cultural. La fase de campo tiene un alcance de 21 de Departamentos: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Ancash, Lima, Ica, Huánuco, Cerro de Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Tacna, Moquegua, Apurímac, Cusco y Puno; focalizándose la toma de muestras en los distritos donde se siembran maíz nativo. El análisis de la muestras de suelo con maíz y sin maíz, insectos y enfermedades en los laboratorios de la UNALM, se alterna con la fase final de gabinete donde se consolidan los resultados de los análisis de laboratorio e información agro cultural.

6. EQUIPO TÉCNICO

El equipo técnico estará formado por:

- **Jefe del Estudio**
Ing. Wilfredo Catalán Bazán
- **Asistentes de Campo**
Blga. Lily Carolina Lapeyre Alzamora
Ing. Gabriela Cárdenas Huamán
Ing. Modesto Huamán Masi
- **Personal técnico de apoyo**
Ing. Carlos Edmundo Remigio Távara
Ing. Diogardo Humberto Velasco Munguia
Ing. Líder Neyra Velásquez

7. ACTIVIDADES Y/O METODOLOGÍA

Fase inicial de gabinete

7.1 Diseño de muestreo estratificado para siete agroecosistemas diferentes del país. Costa norte, Costa Central, Costa Sur, Sierra Norte, Sierra Central, Sierra Sur y Selva Norte.

Para realizar los monitoreos, muestreos y encuestas en los siete (7) agroecosistemas, se han seleccionado 21 departamentos, 35 provincias y 40 distritos. En cada distrito, que tiene una población rural mayor a 1 %, con mayor intención de siembra por campaña agrícola y diversidad de maíz nativo, se determinó una comunidad, valle o sub -cuenca productora de maíz. En el lugar seleccionado se identificaron cuatro (4) parcelas con maíz para la toma de muestras de suelo, hojas y muestreo de insectos. Así mismo, se realizaron 4 encuestas para levantar información agro cultural por distrito visitado, registrando en total 140 encuestas. Este cálculo se ha realizado considerando que el presente trabajo es un estudio de línea base, siendo el número de encuestas cuatro veces al número de muestras obtenidas.

En el Cuadro N° 1 se indica la distribución de los departamentos, provincias y distritos en siete agroecosistemas para la toma de muestras en campo.

Fuentes utilizadas para la determinación de distritos de muestreo y monitoreo.

Las provincias y distritos seleccionados han sido elegidos con el criterio de presencia de mayor diversidad de maíz nativo y la extensión sembrada. Las municipalidades y Agencias Agrarias ubicadas en las provincias y distritos también ayudaron en la identificación de lugares estratégicos. Otras fuentes utilizadas se mencionan a continuación.

- Razas del maíz en el Perú, Programa Nacional de Maíz-UNALM.
- Herramientas como Google Earth.
- Informes de línea base de maíz publicados por el MINAM en:
• <http://pe.biosafetyclearinghouse.net/lineasdebase.shtml>

Cuadro N° 1: Distribución de departamentos, provincias y distritos en siete agroecosistemas para la toma de muestras en campo

Agroecosistema	Departamentos	Provincia	Distrito	Muestras de suelos	Muestras de hojas para análisis	Muestras de insectos	Numero de encuestas
Costa Norte	Tumbes	Tumbes	Tumbes Corrales y San Juan de la Virgen	2		2	4
	Piura	Piura	Ayabaca	2		2	4
	Lambayeque	Chiclayo	Monsefú, Eten y Reque	2	1	2	4
		Lambayeque	Motupe, Jayanca y Pácora	2		2	4
	La Libertad	Trujillo	Otuzco y Simbal	2		2	4
Sierra Norte	Cajamarca	Cutervo	Cutervo	2	1	2	4
	Cajamarca	Chota	Chota	2		2	4
	La Libertad	Sánchez Carrión	Huamachuco	2	1	2	4
Selva	Amazonas	Chachapoyas	Jalca Grande, Magdalena, San Isidro de Marino, El Levanto	2		2	4
	Amazonas 2	Luya	Luya	2		2	4
	San Martin 3	San Martin	Tarapoto	2		2	4
	San Martin 4	Lamas	Lamas, Shanao y Tabalaso	2		2	4
	San Martin 5	Moyobamba	Yantalo	2		2	4

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Costa Centro	Ancash	Casma	Casma	2		2	4
	Ancash 1	Huaraz	Olleros	2		2	4
	Ancash 2	Corongo	La Pampa	2	1	2	4
	Lima 1 (Cañete)	Huaral	Chancay	2	1	2	4
	Lima 2 (Pativilca)	Cañete	Mala	2		2	4
	Ica	Ica	Santiago	2		2	4
	Ica	Nazca	Vista Alegre	2		2	4
Sierra Centro	Huánuco 2	Dos De Mayo	La Unión	2		2	4
	Cerro de Pasco	Paucartambo	Paucartambo	2		2	4
	Junín	Jauja	Leonor Ordoñez	2		2	4
	Huancavelica	Pampas	Colcabamba	2		2	4
Costa Sur	Ayacucho	Huamanga	Acos Vinchos	2		2	4
	Arequipa 1	Camaná	Mariscal Cáceres	2		2	4
	Arequipa 2	Arequipa	Vítor	2		2	4
	Tacna 1	Tacna	Pachia	2		2	4
	Tacna 2	Tarata	Tarata	2	1	2	4
Sierra Sur	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	2		2	4
	Apurímac 1	Abancay	Tamburuco	2		2	4
	Apurímac 2	Abancay	Curahuasi	2		2	4
	Cusco 1	Urubamba	Huayllabamba	2		2	4
	Cusco 2	Quispicanchis	Andahuaylillas	2	1	2	4
	Puno	Puno	Chucuito	2		2	4
	Puno	Puno	Chucuito	2		2	4
07 Agroecosistemas	21 Departamentos	35 Provincias	40 Distritos	70 muestras	07 muestras de hojas	70 muestras	140 encuestas

Fuente: Elaboración Propia

7.2 Metodología de ubicación de puntos de muestreo y procedimiento de toma de muestra de organismos y microorganismos del aire y suelo, blanco y no blanco, de microorganismos del aire y del suelo blanco y no blanco.

7.2.1. Elaboración del diseño de muestreo estratificado:

7.2.1.1 Muestreo de suelos:

Para las **muestras de suelo con cultivo de maíz**, se consideró mínimo cuatro parcelas por comunidad que representa a un distrito, en cada parcela se tomaron muestras de suelo de los 5 puntos (submuestras) (Figura N°1). El suelo muestreado de cada parcela se mezcló y se tomó 0.5 kg de suelo que representó a la muestra de parcela 1. El mismo procedimiento se aplicó para las parcelas 2, 3 y 4 de un mismo distrito. Las muestras del suelo de las parcelas 1, 2, 3 y 4 fueron mezclados, y se tomó una muestra compuesta de 0.5 kg de suelo. Esta muestra compuesta representa a un distrito. El criterio de la muestra compuesta fue para extender el número de muestras por lugar y agroecosistema, que tenga la posibilidad de recoger la mayor variabilidad y cantidad de microorganismos existentes en el suelo. En tal sentido las 35 muestras compuestas del suelo, corresponden a 140 submuestras tomadas en los siete agroecosistemas identificados a nivel del país para el estudio correspondiente, asimismo se ha levantado la información geográfica.

Para la muestra de suelo sin cultivo de maíz, se consideró solo una parcela por comunidad, valle o subcuenca. Los campos seleccionados no tuvieron maíz ni otro cultivo, generalmente fueron aras no cultivadas ubicadas cerca de las parcelas muestreadas. El procedimiento de toma de muestra compuesta fue la misma utilizada para una parcela con cultivo de maíz, de 0.5 kg de suelo que representó a la muestra testigo por distrito.

En la Figura N° 1 se explica gráficamente la toma de muestra de suelo.

Figura N° 1: Representación gráfica explicativa de la toma de muestra de suelo

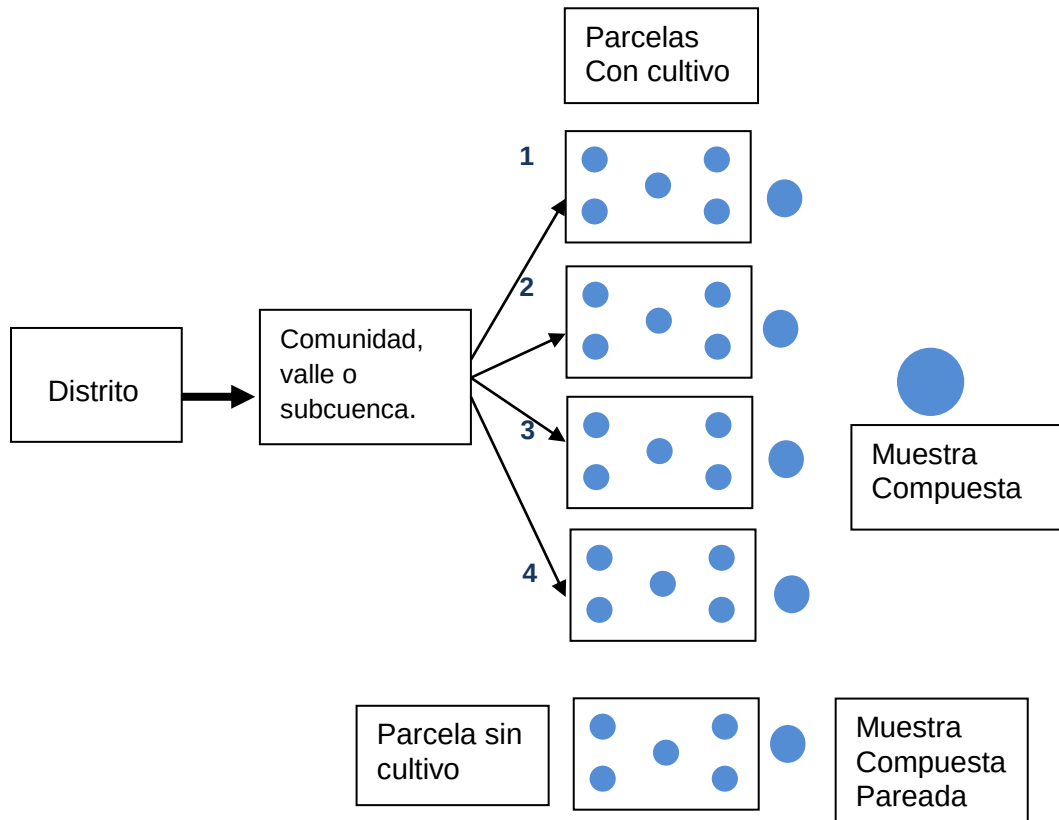


Foto N°1: Toma de muestra de suelo de la rizosfera del maíz



Foto N°2: Cuatro submuestras de suelo de 4 parcelas



Foto N°3: Muestra compuesta de suelo con maíz



Foto N°4: Muestra compuesta de suelo con maíz

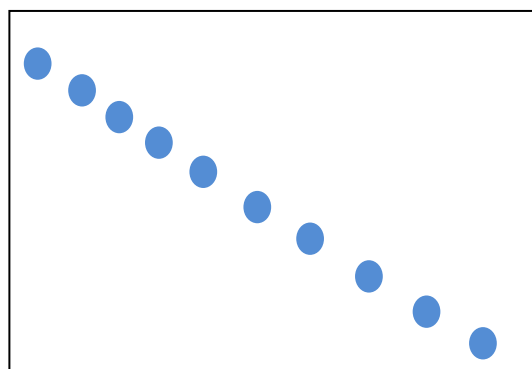
7.2.1.2 Muestreo de insectos:

En cada comunidad, valle o subcuenca por distrito, se eligieron dos de las 4 parcelas identificadas para el muestreo del suelo con cultivo del maíz, en las cuales se realizó el muestreo de insectos que representó al distrito.

El muestreo de plantas se realizó ingresando al campo por cualquiera de sus extremos, ubicando un primer punto a diez metros del vértice y a 10 surcos del borde del campo. En el primer punto se evaluaron 10 plantas seguidas que correspondió a 2 m lineales, del punto final se avanzó unos 10 a 20 metros según el tamaño (longitud) del campo, luego se cruzó hacia el interior otros diez surcos para ubicar un segundo punto donde se observaron otras diez plantas seguidas. Así se continuó en zig – zag, atravesando todo el campo, hasta completar un mínimo de 10 puntos o 100 plantas de muestreo (Sarmiento y Sánchez, 2012) (Figura N°2).

De acuerdo a los estados de desarrollo de las plantas de maíz, en cada campo de cultivo se muestreó según correspondía en: 10 plantas pequeñas, en plantas en crecimiento 100 cogollos (más 4 hojas superiores), 100 tallos para plantas desarrolladas o 100 mazorcas en plantas en floración o producción.

Figura N°2: Representación gráfica explicativa del sistema de muestreo de insectos



10 puntos por parcela

10 plantas evaluadas en cada punto para la colecta de insectos.



Foto N°5: Muestreo de insectos en campo del maíz



Foto N°6: Muestreo de insectos en campo del maíz

7.2.1.3 Muestreo de enfermedades

De las 4 parcelas elegidas en cada comunidad, valle o subcuenca (Figura N°1), para el muestreo de hojas con síntomas de enfermedades, se seleccionó aquella parcela con mayor incidencia de enfermedades para el muestreo correspondiente, tomando una muestra de hojas con síntomas por cada agroecosistema en estudio. El departamento y lugar de muestreo se presenta en el Cuadro N°1. Por la época del estudio del proyecto y toma de muestras, se ha encontrado en la mayoría de agroecosistemas andinos de maíz parcelas en madurez, para la cosecha o parcelas cosechadas.



Fotos N°7 y N°8: Muestreo y preparación de hojas con síntomas de enfermedad

7.3 Elaboración de procedimientos para la toma de muestras

7.3.1. Muestras de suelos

El procedimiento para la toma de muestra del suelo se ciñe a las recomendaciones brindadas por los especialistas del Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (LMS-UNALM). En las parcelas de maíz se tomaron la muestra del suelo a nivel de la rizósfera de cada golpe de 5 plantas continuas, para ello con la ayuda de una herramienta se extrajo el suelo de una profundidad y diámetro de 30 cm, retirando previamente 5 cm de la superficie del punto muestreado. De la muestra de suelo se separaron los materiales no correspondientes y luego se acondicionó en el envase de plástico transparente de primer uso con la ficha de identificación respectiva, para el traslado al laboratorio. La cantidad de muestra correspondió a 0.50 kg.

Las muestras colectadas fueron mantenidas cubiertas, bajo sombra o en caja de tecnopor, y fueron enviadas en las 24 primeras horas, conforme indica el protocolo del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria La Molina (LEMBMT-UNALM).

7.3.2. Muestras de insectos

Las muestras de insectos fueron tomadas con la metodología anteriormente explicada. Se consideró un campo de cultivo de maíz de una extensión de 10 a 15 hectáreas o menos y como planta aquella que proviene de una sola semilla, criterios propuestos por Sarmiento y Sánchez(2012). En el cultivo de maíz de minifundio, se ubicaron 2 parcelas de las 4 parcelas tomadas para el muestreo del suelo. En cada parcela, según el estado de desarrollo de cultivo, se tomó como unidades de muestreo lo siguiente:

- Una planta completa cuando esta pequeña y entre dos a cuatro hojas.
- El cogollo y las tres o cuatro primeras hojas para plantas en crecimiento.
- El tallo para plantas desarrolladas.
- La mazorca con los pistilos para plantas en floración.

Según el estado de desarrollo del cultivo de maíz, en los puntos de muestreo se colectaron insectos (plagas y no plagas). La red entomológica sirvió para colectar a los insectos que vuelan (dípteros, lepidópteros, himenópteros, hemípteros, entre otros), para ello se realizó el barrido con tres golpes en tres oportunidades alrededor de las 10 plantas en cada punto de muestreo, estos insectos fueron introducidos al frasco o cámara letal con Formol, en un envase de condición hermética.

Los insectos que fueron posibles de recoger con la mano o pinza como (coleópteros, algunos hemípteros, estados inmaduros (larvas, ninfas, pupas, pulgones y queresas), fueron recogidos y trasladados a envases con alcohol al 75 % o frasco letal con Formol. Para colectar los barrenadores de tallos y mazorcas, se abrieron estas cuando se había detectado el daño y colectar directamente el insecto en envases con alcohol al 75 %.

Los insectos (larvas y pupas) encontradas en el muestreo del suelo, también fueron colectadas a los envases con alcohol al 75%. En cada caso, las muestras fueron identificadas con la etiqueta de identificación con el uso de los códigos propuestos. Las muestras de insectos adultos fueron fijadas en alfileres entomológicos y acondicionadas en cajas Smith u otro envase, las muestras de insectos inmaduros fueron acondicionadas en alcohol y conservadas en alcohol al 75%. Las muestras para la identificación fueron enviadas al Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (LME-UNALM), conforme el convenio con la consultora Eco Development Group SAC.



Fotos N°9 y N°10: Muestras de insectos inmaduros en botellas y adultos en caja entomológica

7.3.3. Muestras de hojas.

Las muestras de hojas con síntomas de enfermedad fueron tomadas del tercio medio de la planta en crecimiento o de producción, de preferencia la hoja de mazorca. Se tomó como mínimo 20 hojas, como recomendación del Laboratorio Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología de la UNALM (LCDFN-UNALM). Las muestras fueron acondicionadas con papel toalla y luego en una bolsa de plástico de primer uso y con su respectiva ficha de identificación. Se conservaron bajo sombra o en cajas de tecnopor hasta su envío laboratorio dentro de las 24 horas. Todas las muestras obtenidas fueron georreferenciadas. En total se obtuvo una muestra por cada ecosistema, haciendo un total de siete muestras.

Los materiales utilizados para el desarrollo de los trabajos de campo se presentan en el Anexo N°2.

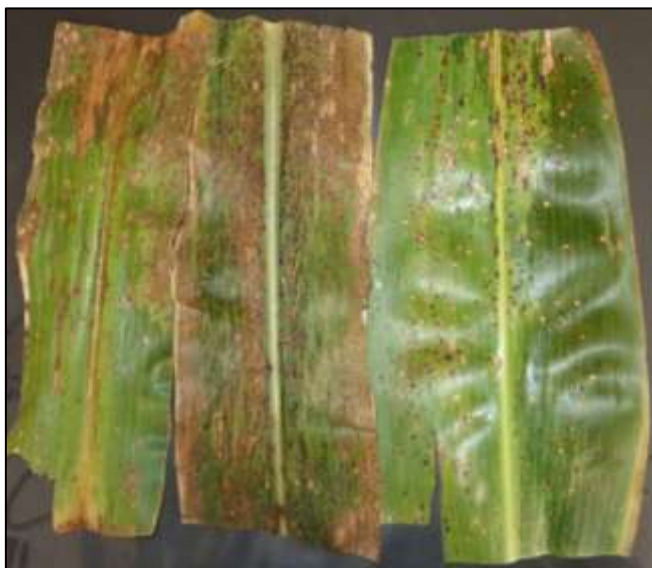


Foto N°11: Muestra de hojas con enfermedad



Foto N°12: Muestra envasada para el envío a Laboratorio

7.4 Identificación, registro de las muestras y procedimientos para el registro entomológico y microbiológico.

Se ha realizado visitas a los laboratorios de la UNALM, para uniformizar criterios y metodologías de registro de muestras en campo, conservación, identificación y envío utilizando los protocolos establecidos por cada laboratorio.

En el laboratorio LEMBMT-UNALM se ha recibido las sugerencias y las recomendaciones de la metodología y procedimientos de muestras de suelos de la rizósfera del maíz y la conformación de la muestra compuesta, asimismo el envasado, identificación, conservación y envío en el tiempo establecido según el protocolo.

En el laboratorio LCDFN-UNALM se han tomado las recomendaciones para la toma de muestras de hojas con síntomas de enfermedades, cantidad, ubicación en la planta, acondicionamiento de las muestras, identificación, conservación y envío en el tiempo establecido de acuerdo a su protocolo.

En el laboratorio LME-UNALM, se han uniformizado los criterios sobre la metodología de toma de muestras de insectos en campo, acondicionamiento, envases correspondientes para cada grupo y estado de desarrollo, identificación y envío al laboratorio. Además, proporcionaron los materiales e insumos de captura, muerte y acondicionamiento de insectos capturados.

7.5 Elaboración de protocolos de análisis de muestras de los organismos tomados y microorganismos tomados en los puntos determinados en el diseño muestral.

En las muestras del suelo pareadas se determinaron los Actinomicetos, Pseudomonas, Mohos y Levaduras. La determinación de estos grupos de microorganismos en el suelo, fue consensuado con los especialistas de la Dirección General de Diversidad Biológica (DGDB) del Ministerio de Ambiente y corroboradas por los especialistas del LEMBMT-UNALM. Estos microorganismos se registraron a nivel de cuantificación grupal (recuento o enumeración de microorganismos por muestra), mas no a nivel de identificación de especies en cada grupo. El protocolo de análisis de muestras es confidencial del laboratorio, sin embargo, en los resultados se reporta la fuente de los protocolos internacionales.

Para microorganismos de la parte aérea de las plantas de maíz, se ha determinado con los especialistas de DGDB el análisis e identificación de los microorganismos, presentes en las hojas, por ser el órgano más propenso y vulnerable para las enfermedades. Se ha tomado el servicio del laboratorio LCDFN-UNALM, para la identificación realizada hasta género y especie en algunas muestras. El protocolo de análisis de enfermedades es confidencial del laboratorio, según la política institucional.

Para los organismos blanco y no blanco del cultivo de maíz, se ha consensuado con los especialistas de DGDB para centrar el estudio en los insectos lepidópteros y coleópteros, donde las especies de insectos en cada grupo tienen importancia como plaga. La distribución para muchas de las especies es mundial y la tecnología transgénica se ha generado para reducir el daño en el cultivo del maíz por estos grupos. Para la identificación de las muestras, se ha coordinado con el laboratorio LME-UNALM para la identificación hasta familia, género y especie. El protocolo de identificación es el criterio técnico de la especialista, según las claves taxonómicas y la disponibilidad y dominio de la misma.

7.6 Metodología para la compilación de información de las prácticas agrícolas y conocimientos tradicionales que tienen relación con la presencia de los organismos y micoorganismos estudiados.

La compilación de información se ha realizado por medio de encuestas, para lo cual se ha elaborado un cuestionario que permiten recabar información sobre: la ubicación política, datos personales, uso del terreno y del cultivo, de las prácticas agronómicas, situación de sanidad relacionada a plagas y enfermedades, el control y el conocimiento sobre estos grupos. Además, la percepción del cambio climático y los efectos en el cultivo del maíz. La encuesta se incluye en el anexo N°3 del presente informe. Se encuestaron a cuatro personas por cada zona muestreada sin considerar género y según su disponibilidad de tiempo. Se aplicaron las encuestas a 140 agricultores, más las encuestas que se validaron antes de iniciar el trabajo, en total se realizaron 153 encuestas.

7.7 Diseño de la ficha para la identificación de muestras

Se ha diseñado la ficha de identificación de muestras con datos relevantes que deben acompañar a las muestras de suelo, hojas e insectos. Los datos considerados son: número de muestra, tipo de muestra, fecha de colección, nombre del colector, nombre del propietario de la parcela, lugar de toma de muestra, área estimada del cultivo muestreado, estado fenológico de las plantas datos georreferenciados de altitud, latitud y longitud. La ubicación de la ficha en la muestra debe ubicarse en el lugar aparente y seguro contra el deterioro o caída durante el transporte de la muestra al laboratorio. El formato de la ficha se incluye en el Cuadro N°2, así como el instructivo para la codificación de muestras.

Cuadro N° 2. Ficha de colección de muestras utilizadas en el desarrollo del estudio

FICHA DE COLECCIÓN DE MUESTRAS		
Institución colectora		
Nombre y Apellido del colector		
Código de colector		
Tipo de Muestra		
Código de la muestra		
Nombre de Cultivar o variedad/Razas		
Fecha de colecta		
Departamento	Provincia	Distrito
Localidad (Comunidad) o Sector de colecta		
Nombre del propietario		
Estimación del área del terreno evaluado		
Cultivo anterior		
Estado fenológico actual del cultivo		
Altitud	Latitud (S)	Longitud (W)

Cuadro N°3. Instructivo para la codificación de muestras

Tipo de muestra	Código	Número correlativo	Ejemplo
suelo con maíz	0	1,2,3.....70	01, 02, 03,.....
suelo sin maíz	00	1,2,3.....70	001, 002, 003,
Insectos	000	1,2,3.....70	0001, 0002, 0003...
hojas de maíz	0000	1,2,3.....70	00001, 00002, 00003,

7.8 Diseño de Base de Datos

Por las características estructurales, ubicación y análisis diferenciados de cada grupo de estudio, se ha construido el formato diferenciado para cada grupo. Se tiene la base de datos para el suelo, enfermedades de hojas, insectos y las encuestas. Los formatos y la información correspondiente se presente en el presente informe.

7.9 Descripción y caracterización de agroecosistemas de los puntos muestreados

Para la construcción de esta información se ha utilizado la información secundaria, y la información de campo, recopiladas por encuestas o muestreo. Se incluye la información relacionada a ecosistemas, ecología, caracterización de agroecosistemas de puntos muestreados, la caracterización del clima y la tipificación de la agricultura relacionada al cultivo del maíz.

7.10 Construcción de listas de organismos asociados al cultivo de maíz

Se han elaborado listas de los organismos asociados al cultivo del maíz: Insectos (plagas y controladores biológico), microorganismos aéreos (enfermedades), microorganismos asociados al suelo como enfermedad o benéfico, con la información secundaria procedente de literatura nacional e internacional consultada, la cual se incluye en la revisión de literatura.

Fase de campo

7.11 Organización y programación de las actividades de campo

Con la información y documentación previamente desarrollada en la fase de gabinete, se inició la fase de campo, formando un equipo de trabajo de seis profesionales de campo, que fueron asignados y distribuidos proporcionalmente. Los lugares de muestreo y la ruta de trabajo se muestran en el Cuadro N° 4.

7.12 Coordinaciones con agricultores e instituciones

En los diferentes agroecosistemas, se ha coordinado con las instituciones involucradas en el sector agrario como Agencias Agrarias y municipalidades, para el apoyo logístico de los profesionales operadores en campo. En las zonas identificadas para las encuestas y toma de muestras se ha pedido permiso a cada agricultor para la aplicación de las encuestas, toma de muestras de suelos, insectos y hojas. Al final de cada hoja de encuesta el agricultor encuestado ha firmado, dando la conformidad de su testimonio.

7.13 Datos complementarios registrados

La información complementaria que acompañó a las encuestas, muestras de suelo insectos y hojas con enfermedades, fue el registro de fotografías de los agroecosistemas, de las actividades y otros detalles del trabajo. De la misma

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

manera, se ha registrado los datos de coordenadas georreferenciadas correspondientes a: altitud, latitud y longitud. Las muestras de suelo y hojas con enfermedades fueron enviadas de acuerdo al protocolo dentro de 24 horas. En el laboratorio, las muestras fueron registradas con fotografías.

El personal de campo viajó hacia los distritos productores de maíz nativo seleccionados, agrupados en tres grupos de trabajo movilizándose de manera paralela siguiendo la ruta que se indica en el cuadro N° 3. En el cronograma de trabajo se mencionan las actividades, responsables, fechas y lugares donde se realizó el trabajo. (Anexo N°1)



Foto N°13: Encuesta en Ayacucho - Acos Vinchos



Foto N°14: Encuesta en La Libertad - Huamachuco



Foto N°15: Encuesta en Ica



Foto N°16: Agricultor informante en San Martin Lamas

Cuadro N° 4: Distribución del personal de campo

Agro ecosistema	Departamentos	Provincia	Distrito	Grupos de Trabajo	Ruta de Trabajo
Costa Norte	Tumbes	Tumbes	Tumbes Corrales San Juan de la Virgen	Grupo I	Tumbes - Piura - Lambayeque - Chiclayo - Olmos - Chachapoyas - Luya - Ocalli - San Martín - Tarapoto - Lamas - Moyobamba - Cutervo - Chota - La Libertad - Huamachuco - Trujillo
	Piura	Piura	Ayabaca		
	Lambayeque	Chiclayo	Monsefú, Eten Roque		
		Lambayeque	Motupe Jayanca y Pácora		
Sierra Norte	La Libertad	Trujillo	Otuzco, Simbal		
	Cajamarca1	Cutervo	Cutervo		
	Cajamarca 2	Chota	Chota		
	La Libertad	Sánchez Carrión	Huamachuco		
Selva	Amazonas 1	Chachapoyas	Magdalena Jalca Grande San Isidro de Merino El Levanto		
	Amazonas 2	Luya	Luya		
	San Martin 3	San Martin	Tarapoto		
	San Martin 4	Lamas	Lamas, Shanao, Tabalaso		
	San Martin 5	Moyobamba	Yantalo		
Costa Centro	Ancash	Casma	Casma	Grupo II	Casma - Culebra - Huaraz - Olleros - Pampas - Dos de Mayo - La Unión - Huánuco - Paucartambo - Huancayo - Huancavelica - Tayacaja - Colcabamba - Ayacucho - Huamanga - Acosvinchos - Ica - Nazca - Vista Alegre
	Ancash 1	Huaraz	Olleros		
	Ancash 2	Corongo	La Pampa		
	Lima 1 (Cañete)	Huaral	Chancay		
	Lima 2 (Pativilca)	Cañete	Mala		
	Ica	Ica	Santiago		
Sierra Centro	Ica	Nazca	Vista Alegre		
	Huánuco 2	Dos De Mayo	La Unión		
	Cerro de Pasco	Paucartambo	Paucartambo		
	Junín	Jauja	Leonor Ordoñez		
	Huancavelica	Pampas	Colcabamba		
Costa Sur	Ayacucho	Huamanga	Acos Vinchos		
	Arequipa 1	Camaná	Mariscal Cáceres	Grupo III	Abancay –Tamburco Curahuasi - Cusco - Urubamba - Huayllabamba – Quispicanchis - Andahuaylillas - Puno - Chucuito - Tacna - Tarata - Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua - Arequipa - Vitor - Camaná - Mariscal Cáceres
	Arequipa 2	Arequipa	Vitor		
	Tacna 1	Tacna	Pachia		
	Tacna 2	Tarata	Tarata		
	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua		
	Apurímac 1	Abancay	Tamburco		
	Apurímac 2	Abancay	Curahuasi		
	Cusco 1	Urubamba	Huayllabamba		
	Cusco 2	Quispicanchis	Andahuaylillas		
	Puno	Puno	Chucuito		

8. RESULTADOS OBTENIDOS

8.1 Marco conceptual de distribución de los organismos y microorganismos asociados a la diversidad del maíz en el Perú, incluyendo consideraciones biológicas, ecológicas, agronómicas y los conocimientos tradicionales relacionados a la interacción cultivo-organismos y microorganismos.

El cultivo del maíz es atacado por organismos y microorganismos que limitan su rendimiento, calidad y valor alimenticio. En el Perú, más de 120 especies de insectos fitófagos están relacionadas al cultivo y almacenamiento del maíz. Sin embargo, solo algunos presentan la categoría de plagas, los cuales afectan económicamente. En el Cuadro N° 5, se presenta la relación de insectos fitófagos que se encuentran reportados en el cultivo de maíz.

8.1.1 Organismos asociados al maíz (insectos)

- **Gusanos cortadores, gusanos de tierra:** *Agrotis subterranea*, *Agrotis ipsilon*, *A. malefida*, *Copitarsia turbata*, *C. incomoda*, *C. decolora*, *Feltia experta*, *Peridroma saucia*, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Biología y Comportamiento

Este grupo incluye a varias especies de la familia Noctuidae. Los gusanos presentan hábitos nocturnos o crepusculares donde se mantienen activos. Durante el día permanecen ocultos, enterrados al pie de la planta enrollados en espiral o semicírculo. Son polívoros e infestan una amplia variedad de plantas cultivadas. Algunas de las especies, causan daños de importancia solo en valles interandinos como *C. incomoda* y en condiciones de sequía prolongada. El ciclo total demora 99 días y una generación se completa en 108 días bajo condiciones del valle El Mantaro, Huancayo.

Ecología

Estos insectos son favorecidos por suelos de textura ligera, sueltos y arenosos que facilitan el desarrollo de los estados inmaduros, así como el desplazamiento de la larva. Los suelos pesados o retentivos así como el exceso de humedad por precipitación o riego ahogan las larvas; mientras que los suelos sueltos, las obliga a salir a la superficie durante el día, y son expuestas a sus predadores. Las temperaturas altas aceleran el ciclo de desarrollo. En la costa, es un problema serio en verano o después de la siembra de papa, tomate y hortalizas. *C. incomoda* es importante en los valles interandinos de la sierra muy abrigados y en condiciones de sequía prolongada.

Daños y métodos de control

Cortan las plantas recién germinadas, a la altura del cuello, ocasionando muerte, la cual implica posteriores resiembras. Las larvas más grandes pueden alimentarse haciendo túneles en la parte inferior del tallo en plantas de hasta 30 días.

Dentro de otras medidas de control, a parte del químico, para el control de todos los gusanos cortadores, por tener los mismos hábitos, se encuentran las

prácticas culturales como: i) el riego pesado el cual provoca el ahogamiento de larvas y pupas en el suelo; ii) las labranzas profundas para exponer a los diferentes estados de desarrollo a la acción de los factores ambientales adversos así como a sus enemigos naturales. En condiciones de sierra, esta labranza o roturación del suelo debe realizarse mucho antes de las siembras, en la época seca; iii) eliminación de malezas y hospederos alternantes para evitar el desarrollo y mantenimiento de las poblaciones; en condiciones de sierra evitar la siembra del cultivo de maíz después de papa.

Existen técnicas de control etológico como las trampas de luz y con atrayentes alimenticios que capturan a los adultos de estas especies y de otros lepidópteros.

La mayoría de estas prácticas no han sido mencionadas por los agricultores encuestados, por lo que se asume una debilidad en la capacitación de los agricultores, siendo más preocupante en los agricultores de la sierra y selva con respecto a la costa.

Distribución

A los gusanos cortadores se les encuentra ampliamente distribuidos tanto en costa, sierra y selva. Se les puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 3000 m, datos que son corroborados con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Agrotis ipsilon, *A. malefida*, *A. subterranea*, se les encuentra a lo largo de la costa norte, centro y sur; en la sierra centro y sur, así como en la selva.

Peridroma saucia y *Copitarsia incommoda* son las especies de mayor importancia en el área andina, al tener un comportamiento de gusano cortador en plantas tiernas y como cogollero. *C. incommoda* anteriormente fue citada como *Copitarsia turbata*. Tiene importancia en los valles abrigados de la sierra, después de papa, haba, etc.

Copitarsia decolora, se le encuentra en forma ocasional en plantas recién germinadas en algunos valles de la costa peruana, citada anteriormente como *Copitarsia incommoda*. Cuando las infestaciones son muy altas, las larvas de los últimos estadios pueden infestar plantas más desarrolladas, perforando el cuello y provocando la muerte del cogollo. Las infestaciones adquieren mayor importancia económica en condiciones de verano en la costa peruana y en rotaciones después de papa, tomate y otras hortalizas; mientras que en el invierno las infestaciones son pequeñas.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Cuadro N°5: Insectos fitófagos asociados al cultivo del maíz presentes en el Perú

Orden	Familia	Nombre científico	Estadío perjudicial	Ubicación del adulto	Ubicación del inmaduro	Organismo blanco	Organismo no blanco
Coleóptera	Anthicidae	<i>Anthicus</i> sp.	Adultos y larvas	granos en descomposición			X
		<i>Notoxus</i> sp.	Adultos y larvas				X
		<i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer)	Adultos y larvas	Granos en almacén	Granos en almacén		X
	Bostrichidae	<i>Rhizopertha dominica</i> (Fabricius)	Adultos y larvas	Granos en almacén	Granos en almacén		X
	Cerambycidae	<i>Eburia</i> sp.					X
	Chrysomelidae	<i>Cerotoma fascialis</i> Erichson	Adultos y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Colaspis chlorites</i> Erichson	Adultos y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Diabrotica speciosa</i> vigens Erichson	Adultos y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X	
		<i>Diabrotica viridula</i> Fabricius	Adultos y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X	
		<i>Epitrix párvula</i> (Fabr)	Adulto y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Epitrix párvula</i> Fabr	Adulto y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Epitrix subcrinita</i> (La Conte)	Adulto y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Epitrix ubaquensis</i> Harold	Adulto y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Epitrix yanazara</i> Bechyne	Adulto y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Lema</i> sp.	Adultos y larvas	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
		<i>Typophorus</i> sp.	Larvas	Dentro del suelo	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo		X
	Cucujidae	<i>Cathartus quadricollis</i> (Guerin)	Adultos y larvas	Granos en almacén	Granos en almacén		X
	Curculionidae	<i>Adioristus</i> sp (Kuschel, 1949)	Adulto y Larva	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo		X

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

	<i>Cyllindrorhinidae</i>	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
	<i>Cylydrorhinus</i> sp (Wibmer & O' Brien, 1986)	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
	<i>Hyperodes</i> sp.	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	
	<i>Pagiocerus frontalis</i> Fabr	Larvas y adultos	Campo y almacén	Dentro del grano, se encuentran los huevos, larvas, pupas y adultos.	
	<i>Parisoschoenus expositus</i> (Champion)	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
	<i>Puraniuss</i> sp.	Adulto y Larva	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
	<i>Scotoeborus</i> sp.	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
	<i>Sphenophorus</i> sp.	Adulto y Larva	Base de las plántulas	Interior de los tallos	X
	<i>Zurus diabolicus</i> Heller	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
Elateridae	<i>Conoderus</i> sp.	Larvas	Dentro del suelo	Larvas dentro y alrededor de la corona del raíz y tallo subterráneo	X
Latridiidae	<i>Melanophthalma distinguenda</i> (C.)				X
Meloidae	<i>Zonitis</i> sp.	Adulto	Dentro del suelo	En la planta	X
Melolonthidae	<i>Macroductylus marginicollis</i> Mos.				X
Melyridae	<i>Astylus</i> sp.	Larva	Dentro del suelo	En la planta y panoja	X
Monotomidae	<i>Europs</i> sp.				X
Nitidulidae	<i>Carpophilus californicus</i> Schaeff	Larvas y adultos	Mazorca y follaje	Larvas en mazorca, pupas en suelo	X
	<i>Carpophilus dimidiatus</i> Fabr	Larvas y adultos	Mazorca y follaje	Larvas en mazorca, pupas en suelo	X
	<i>Carpophilus hemipterus</i> (Linn)	Larvas y adultos	Mazorca y follaje	Larvas en mazorca, pupas en suelo	X
	<i>Carpophilus lignaus</i> Murry	Larvas y adultos	Mazorca y follaje	Larvas en mazorca, pupas en suelo	X
	<i>Carpophilus lugubris</i>	Larvas y adultos	Mazorca y follaje	Larvas en mazorca, pupas en suelo	X
	<i>Carpophilus pilosellus</i> Motschulski	Larvas y adultos	Mazorca y follaje	Larvas en mazorca, pupas en suelo	X

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Diptera		<i>Colopterus</i> sp.				X
	Ptinidae	<i>Dorcatoma (Catorama)</i> sp.	Larvas y adultos	Grano	Grano	X
		<i>Niptus</i> sp.	Larvas y adultos	Grano	Grano	X
	Scarabaeidae	<i>Amphymallum</i> sp.	Larvas	Dentro del suelo	Superficie del suelo	X
		<i>Anomala undulata</i> Melsch	Adultos	Follaje, cogollo	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X
		<i>Hoplia pubicollis</i> Lec.				X
		<i>Ancistrosoma klugi</i> Curtis	Adultos	Follaje	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X
		<i>Anomala testaceipennis</i> Blanchard	Adultos	Follaje, cogollo	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X
		<i>Golofa aegeon</i> Erichson	Adultos	Follaje, inflorescencia, mazorca	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X
		<i>Golofa eacus</i> Burmeister	Adultos	Follaje, inflorescencia, mazorca	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X
		<i>Heteroglyphus ochoai</i> Martínez	Adultos	Follaje, inflorescencia, mazorca	Larvas en la rizósfera y pupa dentro del suelo	X
	Tenebrionidae	<i>Evaniosomus</i> sp.	Larvas y Adultos	Grano	Almacén y grano	X
		<i>Pilobalia decorata</i> Erichson	Larvas y Adultos	Grano	Almacén y grano	X
	Trogossitidae	<i>Tenebroides mauritanicus</i> (L.)	Larvas y adultos	Granos en almacén	Granos en almacén	X
	Agromyzidae	<i>Liriomyza graminivora</i> (Korytkowski)	Larvas	Follaje y malezas	Debajo de la epidermis (minas)	X
		<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanchard	Larvas	Follaje y malezas	Debajo de la epidermis (minas)	X
		<i>Liriomyza sorosis</i> (Williston)	Larvas	Follaje y malezas	Debajo de la epidermis (minas)	X
	Anthomyiidae	<i>Hylemya</i> sp.				X
	Lonchaeidae	<i>Silba pendula</i> (Bezzi)	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
	Otitidae	<i>Eumecosomyia nubila</i> (Wiedemann)	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
		<i>Eumecosomyia schineri</i>	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Hemiptera		<i>Euxesta annonae</i> (Fabricius)	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
		<i>Euxesta eluta</i> Loew	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
		<i>Euxesta insolita</i> Hendel	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
		<i>Euxesta sorocurla</i> (Wiedemann)	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
		<i>Euxesta stigmata</i> Loew	Larvas	Follaje, mazorca, malezas	Larvas en pistilos, mazorca Pupas en suelo y mazorca	X
	Phoridae	<i>Dohrniphora</i> sp.				X
	Ulidiidae	<i>Eumecosomyia nubila</i> (Wiedemann)				X
		<i>Euphara caerulea</i> (Maquart)				X
	Ahididae	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch.)	Adultos y ninfas	Zonas protegidas, vainas de las hojas en desarrollo	Zonas protegidas, vainas de las hojas en desarrollo	X
	Ahididae	<i>Rhopalosiphum padi</i> (L)	Adultos y ninfas	Follaje	Follaje	X
		<i>Aphis gossypii</i> Glover	Adultos y ninfas	Follaje	Follaje	X
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Adultos y ninfas	Follaje	Follaje	X
		<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani)	Adultos y ninfas	Follaje	Follaje	X
	Cicadellidae	<i>Balclutha aridula</i> Linavuori	Adultos y ninfas	Follaje	Follaje	X
		<i>Cicadulina tortilla</i> Calwell	Adultos y ninfas	Follaje	Follaje	X
		<i>Dalbulus maidis</i> (De Long & Wolcott)	Adulto y ninfa	En los cogollos	En el envés de las hojas tiernas	X
		<i>Empoasca kraemeri</i> Ross & More	Adulto y ninfa	Adultos en las hojas, junto a las ninfas		X
	Delphacidae	<i>Delphacodes</i> sp.	Adulto y ninfa	Adultos en las hojas, junto a las ninfas		X
		<i>Perigrinus maidis</i> (Fitch.)	Adulto y ninfa	Adultos en hojas, cogollos, vainas de hojas en	En cogollos, vainas de hojas en desarrollo	X

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

desarrollo						
Hemiptera	Margarodidae	<i>Margarodes brasiliensis</i> Hempel	Adulto y ninfa	planta	Planta	X
	Miridae	<i>Cerastocapsus pilosus</i> Reuter	Adulto y ninfa	Hojas	Hojas	X
	Miridae	<i>Orthotylellus carmelitanus</i> Carvalho	Adulto y ninfa	En el tercio superior de la planta	Se ubican en l haz de las bases de las hojas	X
	Miridae	<i>Sthenaridea carmelitana</i> Carvalho	Adultos y ninfa	Panojas, cara inferior de hojas tiernas y cogollos	En las hojas tiernas cerca al cogollo	X
Hymenoptera	Pyrrhocoridae	<i>Euryopthalmus balteatus</i> (Stal)	Adulto y ninfa	Planta	Planta	X
	Apidae	<i>Trigona jafy</i> Smith	Polenofagos y melíferas			X
		<i>Trigona testacicornis</i> Lepeletier	Polenofagos y melíferas			X
Lepidoptera	Formicidae	<i>A. (Acromyrmex) sexdens</i> Linnaeus	Adulto	Nido	Nido y suelo	X
		<i>Acromyrmex hispidus</i> Santschi	Adulto	Nido	Nido y suelo	X
		<i>Atta cephalotes</i> Linnaeus	Adulto	Nido	Nido y suelo	X
	Arctidae	<i>Cyanopepla alonzo</i> Btlr.	Larva	Follaje, malezas, bordes	Follaje	X
	Cosmopterigidae	<i>Sathrobrotia rileyi</i> (Walsingham)	Larva	Follaje, malezas, bordes	Mazorca	X
	Crambidae	<i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius	Larva	Follaje, malezas, bordes	Larvas dentro del tallo. Pupa en tallo o suelo	X
	Erebidae	<i>Mocis latipes</i> Guenée	Larva	Follaje, malezas, bordes	Follaje	X
	Erebidae	<i>Utetheisa ornatrix</i> (L.)				X
	Gelechiidae	<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier)	Larva	Almacén	Granos en almacén	X
	Hesperiidae	<i>Calpodes ethlius</i> (Stoll)	Larva	Planta	Campo de cultivo	X
		<i>Nyctelius nyctelius nyctelius</i> (Latr.)	Larva	Planta	Campo de cultivo	X
		<i>Perichares corydon</i> (Fab.)	Larva	Planta	Campo de cultivo	X
		<i>Perischores phileres limana</i> Evans	Larva	Planta	Campo del cultivo	X

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Noctuidae	<i>Agrotis bilitura</i> (Walker)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, Copitarsia en el cogollo y mazorca. Pupa dentro del suelo	X
	<i>Agrotis ípsilon</i> (Hufn)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, Copitarsia en el cogollo y mazorca. Pupa dentro del suelo	X
	<i>Agrotis malefida</i> (Guenée)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, pupa en suelo	X
	<i>Agrotis sp</i> (Walker)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, pupa en suelo	X
	<i>Agrotis subterránea</i> (Fabricius)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, pupa en suelo	X
	<i>Copitarsia consueta</i> (Walker)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, en plantas mediano desarrollo en el cogollo y mazorca. Pupa dentro del suelo	X
	<i>Copitarsia turbata</i> (H.S)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, en plantas mediano desarrollo en el cogollo y mazorca. Pupa dentro del suelo	X
	<i>Feltia experta</i> (Walker)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, pupa en suelo	X
	<i>Heliothis (Helicoverpa) zea</i> (Boddie)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Pistilo y al interior de la mazorca. Pupas en la galería de la mazorca, en las vainas de las hojas o entre las bracteas	X
	<i>Peridroma saucia</i> (Hubner)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas debajo del suelo y cerca al tallo subterráneo, Copitarsia en el cogollo y mazorca. Pupa dentro del suelo	X
	<i>Pseudaletia unipuncta quechua</i> Frank	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Cerca al tallo, en cogollo y la mazorca	X
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E Smith)	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas en las hojas y cogollo. Pupas dentro del suelo.	X
Pyralidae	<i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller)	Larva	Almacén	Granos en almacén	X

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Orthoptera		<i>Elasmopalpus lignosellus</i> Zeller	Larva	Sobre la planta, malezas, bordes	Larvas dentro del tallo subterráneo o superficie del suelo, Pupa 2 a 5 cm debajo del suelo	X
		<i>Ephestia elutella</i> (Hubner)	Larva	Almacén	Granos en almacén	X
		<i>Hedylepta indicata</i> (Fabricius)	Larva			X
		<i>Marasmia trapezalis</i> (Guenee)	Larva	Sobre planta, malezas, bordes	Enrolla el apice de las hojas	X
		<i>Mescinia peruella</i> Schauss	Larva	Plantas de maíz, malezas y bardes del campo	Pistilo y al interior de la mazorca. Pupas en la galería de la mazorca en las vainas de las hojas o entre las bracteas	X
		<i>Plodia interpunctella</i> (Hubner)	Larva	Almacén	Granos en almacén	X
		<i>Talula atramentalis</i> (<i>Poccocera atramentalis</i>) (Lederer)	Larva	Plantas de maíz, malezas y bardes del campo	Pistilo y al interior de la mazorca. Pupas en la galería de la mazorca en las vainas de las hojas o entre las bracteas	X
	Acrididae	<i>Rhammatocerus cyanipes</i> (F.)	Adulto y ninfa	Tallos y raíces jóvenes	Tallos y raíces jóvenes	X
		<i>Schistocerca cancellata</i> Ser.	Adulto y ninfa	Tallos y raíces jóvenes	Tallos y raíces jóvenes	X
		<i>Trimerotropis pallidipennis andeana</i> Rehn	Adulto y ninfa	Tallos y raíces jóvenes	Tallos y raíces jóvenes	X
	Gryllidae	<i>Gryllus assimilis</i> (Fabricius)	Adulto y ninfa	Tallos y raíces jóvenes	Tallos y raíces jóvenes	X
Tysanoptera	Tripetidae	<i>Frankliniella williamsi</i> Hood	Larva y adultos	Base de las hojas tiernas	Base de las hojas tiernas	X
		<i>Pregmatothrips venustus</i> Hood	Larva y adultos	Base de las hojas tiernas	Base de las hojas tiernas	X

Fuente: Catalán, 2012; Sarmiento y Sánchez, 2000, 1995; Cisneros, 1995.

- **Gusano picador de la caña o gusano de los corazones muertos:**
Elasmopalpus lignosellus Zeller (Lepidoptera. Pyralidae)

Biología y Comportamiento

Los adultos son de hábitos nocturnos y polífagos. Las larvas recién emergidas (cerca al suelo) se ubican debajo de piedras y terrones, sin moverse. Luego inician el raspado alrededor del cuello o sobre las primeras hojas. A medida que desarrolla la larva, forma un túnel, galería o refugio a manera de cocón, formado con las partículas de tierra, excretas e hilos de seda, por debajo de la superficie del suelo y pegado a la base del cuello, empupa en el suelo. Su ciclo total de desarrollo demora entre 26 días y 73 días, a 27°C y 18°C, respectivamente. Durante la época de verano causa fuertes daños. Los suelos sueltos con poca disponibilidad de agua favorecen su incidencia, y los ataques son mayores,

Ecología

La temperatura ejerce una gran influencia sobre la duración del ciclo y su abundancia. En la costa, las infestaciones se incrementan en el mes de octubre, alcanzando los más altos niveles de población y daño durante enero y marzo. *E. lignosellus* es más persistente en campos donde se cultivan leguminosas, sorgo y caña de azúcar. Sus poblaciones son más favorecidas por los suelos sueltos y arenosos que a los suelos pesados, debido a que dificulta el movimiento de las larvas.

Daños y métodos de control

Infesta plántulas: desde la germinación hasta 3 ó 4 semanas después de la siembra (20-25 cm. altura). Perfora y barrena el cuello de plántulas y lo hace en forma lateral por debajo del suelo, barrenando hacia arriba y regresando a su cocón. Produce el secamiento y muerte lenta del cogollo central.

Dentro de los métodos de control, encontramos a las prácticas culturales como: i) evitar sembrar en suelos arenosos, desnivelados o deficientes de riego; ii) realizar la aradura con varias cruas; iii) realizar riegos fuertes y estancados; iv) eliminación de malezas pertenecientes a las gramíneas, especialmente las especies silvestres; v) sembrar con densidades más altas que las recomendadas; vi) con altas infestaciones adelantar el primer riego, para que se ahoguen las pequeñas larvas.

Distribución

Esta plaga se encuentra ampliamente distribuida en las tres regiones naturales del Perú. En la costa en todas las zonas maiceras y cañaverales que abarcan la costa norte, centro y sur. En la sierra a lo largo de todos los valles interandinos hasta los 2600 msnm. En la ceja de Selva ha sido detectada en los departamentos de Huánuco y San Martín.

- **Cogollero del maíz: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**
Biología y Comportamiento

Adultos de actividad nocturna y polífaga, con gran capacidad de vuelo y dispersión. A pesar de que las hembras ovipositan en masas, se les encuentra de

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

1 ó 2 larvas por planta, debido al canibalismo. Junto con las larvas desarrolladas del gusano cortador pueden destruir las panojas, pistilos y choclos. El ciclo biológico dura entre 27 a 50 días y cumple varias generaciones al año.

Ecología

Temperaturas elevadas incrementan la intensidad del daño y reduce la duración del ciclo biológico. Los suelos bien fertilizados permiten un rápido desarrollo de la planta, mientras que suelos con pobre fertilización, las plantas presentan un desarrollo lento y susceptible a una mayor infestación. Cuando las larvas se alimentan de hospederos no favorables, tiende a incrementar el número de estadios larvales.

Daños y métodos de control

En plantas pequeñas a medianas (15–50 cm de altura), pueden comportarse como cortadores destruyendo toda la planta, reduciendo la densidad y rendimientos. Su importancia es cuando se comporta como perforador de los cogollos y cuando este se abre al crecer, las hojas muestran agujeros irregulares al medio y borde de las hojas del maíz. Una forma de reconocer sus daños es por la presencia de excrementos a nivel de cogollo de las plantas. Se alimentan también de panojas, pistilos produciendo mazorcas vanas o incompletas. Cuando se alimenta del choclo (verano): destruye granos lechosos en maíces blandos similar a lo realizado por *Heliothis zea*.

Dentro de los métodos de control, tenemos: i) buena preparación de terreno, eliminando todo resto de cosecha y destrucción de malezas (Gramíneas; ii) evitar siembras de verano; iii) en periodos susceptibles, sembrar a mayor densidad para compensar las posibles pérdidas; iv) durante las primeras etapas del cultivo, tratar como gusanos cortadores; v) buen manejo del riego, desde el inicio hasta la floración, evitando sequías prolongadas.

Esta plaga como tiene un buen complejo de enemigos naturales, es necesario realizar las medidas que favorezcan su incremento y que los proteja del uso de los insecticidas químicos, por ejemplo, aplicación en desmanche, de ser necesario.

Distribución

Se encuentra ampliamente distribuida en la costa, sierra y selva, desde el nivel del mar hasta los 2600 msnm. Se presenta en todas las zonas maiceras de la costa norte, centro y sur. Las poblaciones en la costa norte son económicamente importantes durante todo el año, mientras que en la costa centro y sur, las infestaciones decrecen en el invierno. También se encuentra distribuida en los valles interandinos de la sierra alta, centro y sur y en la selva donde presenta infestaciones durante todo el año.

- **Cañero o barreno de la caña de azúcar: *Diatraea saccharalis* Fab. (Lepidoptera: Crambidae)**

Biología y Comportamiento:

Los adultos son de hábitos nocturnos y polívoros. La hembra oviposita en grupos a manera de tejado (10-80 huevos) en el haz de las hojas inferiores (nervadura central) y en plantas jóvenes. La larva1 (L1) raspa la hoja, la L2 en plantas medianas penetra el tallo; en plantas más desarrolladas, come las hojas hasta L3

antes de penetrar el tallo. A partir del tercer estadio de la larva realiza túneles y galerías en los tallos. Empupa en el extremo de la galería larval y pegada a la corteza. Su ciclo total de desarrollo puede durar entre 39-77 días, dependiendo de las condiciones ambientales.

Ecología

El incremento de la temperatura tiende a acelerar el desarrollo de los estados inmaduros, incrementándose las infestaciones y el daño. Esta plaga se presenta a lo largo de toda la costa, siendo mayor su incidencia en los valles costeros del norte. En la costa central, los mayores daños se presentan en la época del verano, mientras que en la sierra, no causa problema. Con relación al tipo de alimento, los maíces de caña dulce y suave son más susceptibles. Sánchez et al, (2004) menciona que el maíz es un hospedero más favorable de *D. saccharalis* que la caña de azúcar por tener el tallo más suave y un alimento muy apropiado encontrado en la pulpa del tallo que reduce el tiempo de desarrollo larval.

Daños y métodos de control

En plantas pequeñas, barrena las yemas terminales produciendo corazón muerto y muerte de la planta. En plantas de más de 0.5 m, barrena y hace galerías en tallos. En plantas mayores a 1.20 m, produce pudrición de entrenudos, contaminado por *Fusarium*, luego el secamiento y caída de plantas por los vientos o por el peso de las mazorcas. Cuando se presentan altas infestaciones en verano, ocasionalmente puede barrenar la tusa y con la presencia de otros comensales pueden podrir la mazorca.

Existen prácticas culturales que se realizan para proteger el cultivo de esta plaga: i) evitar la siembra del maíz en áreas cercanas al cultivo de caña de azúcar, arroz y sorgo; ii) realizar la siembra entre mayo y agosto, para escapar de la plaga; iii) si se siembra en verano, hacerlo con híbridos precoces y de planta baja; iv) limpieza rigurosas y eliminación de todo residuo de cosecha; v) incorporar al suelo os residuos inmediatamente después de la siembra; vi) evitar las siembras muy densas, sobre todo en maíces de invierno.

El control biológico es una práctica muy utilizada para el control de esta plaga en caña de azúcar debido a su eficiencia. En áreas de alta infestación se recomienda la cría y liberación de especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y de *Paratheresia claripalpis* (Diptera: Tachinidae).

Distribución

Esta especie ha sido reportada en condiciones de desierto subtropical en costa norte, centro y sur, algunos valles interandinos y en la selva tropical. Se le puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 2200 msnm.

Pero a pesar de encontrarse en costa y selva, un pequeño porcentaje de agricultores de estas zonas no reconocen a esta especie como una plaga de importancia.

- **Gusano de la Mazorca: *Heliothis (Helicoverpa) zea* (Bodie) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Biología y Comportamiento:

El adulto tiene hábito crepuscular y nocturno. En el Perú, solo se alimenta de la planta de maíz (monófago). La ovoposición se realiza en los pistilos frescos de manera individual. La larva recién emergida, se alimenta de los pistilos, a medida que desarrolla, se alimenta de los granos lechosos ingresando por el ápice de mazorca. En esta especie se presenta canibalismo, dejando una larva por choclo. La larva desarrollada hace un orificio de salida por las brácteas o por el ápice y cae al suelo para empupar a una profundidad entre 7.5 y 12.5 cm. teniendo un ciclo total promedio de 86 días (Escalante, 1974).

Ecología

Las temperaturas altas reducen el ciclo de desarrollo e incrementan los daños, mientras que en condiciones frías pasan por un periodo de diapausa en estado pupal. Las variedades de granos amiláceos tardíos son las más infestadas.

Daños y métodos de control

Afecta la calidad del producto comercial. Los agujeros de salida de las larvas sirven de puerta de entrada a organismos comensales (moscas y hongos) ocasionando la pudrición de la mazorca. Las variedades amiláceas, dulces y tardías son las más infestadas y en ausencia de alimento, el insecto entra en diapausa pupal.

Dentro de las prácticas culturales que se realizan para el control de esta plaga, se encuentran: i) realizar una labranza profunda, para eliminar estados de desarrollo diapausales; ii) utilizar en lo posible variedades con buena cobertura de brácteas; iii) racionalizar la siembra de maíces amiláceos en cada zona, evitando las variedades tardías; iv) en costa, evitar las siembras cuya formación de mazorcas coincida con el verano; v) evitar el uso de insecticidas de amplio espectro para el control del cogollero, porque elimina toda la fauna benéfica.

El uso del aceite vegetal (comestible), es una práctica que da buenos resultados. Se coloca de 2 a 3 gotas en el lugar de salida de las barbas frescas con un gotero o esponja. Tres aplicaciones, la primera cuando la planta ya tiene barbas y 10% de estas se encuentran con posturas, la segunda luego de 8 días de la primera aplicación y la tercera a los 15 días después de la primera aplicación. Ayuda a controlar al cogollero y también impide que la mosca *Euxesta* oviposite.

El uso de la avispa *Trichogramma* es una medida muy efectiva para el control de los huevos.

Muchos de los agricultores encuestados en los diferentes agroecosistemas, desconocen estas medidas de control y solo hacen uso del control químico en zonas con alta infestación.

Distribución

Los diferentes agroecosistemas que se presentan principalmente en las zonas altas del Perú, permiten que la plaga tenga una distribución en todas las zonas maiceras. En la sierra norte y centro las infestaciones alcanzan valores cercanos al 100%. En el Callejón de Huaylas, se puede mantener el cultivo durante la mayor parte del año, siendo sus hospederos alternantes las flores como el clavel, silvestres y tabaco.

- **Polilla de la Mazorca: *Tallula atramentalis* (Lederer) (*Pococera atramentalis*) (Lepidoptera: Pyralidae)**

Biología y Comportamiento

Conocida anteriormente como *Pococera atramentalis*, el adulto tiene hábito crepuscular, nocturno y polífago. La ovoposición se realiza en los pistilos y brácteas. La larva recién emergida se alimenta de los pistilos luego ingresa a la mazorca para alimentarse de los granos maduros. Hacen galerías de seda. Completado su desarrollo larval, empupa en las galerías hechas en la mazorca, entre las brácteas, o entre las hojas y vainas, completando el ciclo total entre 41-65 días.

Ecología

Temperaturas altas acortan el ciclo de desarrollo y aumentan la actividad de los adultos, resultando en una mayor dispersión de la plaga e incremento del daño. *T. atramentalis* prefiere ambientes secos; se alimenta de preferencia del grano maduro y en caso de no existir pasa la mayor parte del tiempo en los pistilos secos. Las larvas presentan fototropismo negativo (lucífugas).

Daños y métodos de control

Los daños son de mayor importancia económica en condiciones de costa central y en la época de verano. La larva prefiere alimentarse de los granos en el ápice de la mazorca. Como consecuencia del ataque se puede producir posteriores infestaciones con otros insectos y microorganismos que ocasionan su total descomposición.

Dentro de las prácticas culturales para el control se considera: i) evitar la siembra del maíz en campos cercanos al cultivo de sorgo y algodón; ii) sembrar variedades con buena cobertura de brácteas.

Proteger a la fauna benéfica existente para el control de esta plaga, tanto parasitoides como predadores de cada región.

Distribución

Se encuentra distribuido en todos los valles de la costa norte, centro y sur y en la selva en la zona de Bagua. Esta especie no es reconocida por los agricultores encuestados en los agroecosistemas de sierra y selva, a pesar de estar presente en los campos de cultivos.

- **Moscas de la Mazorca: *Euxesta annonae* (Fabricius), *E. eluta* Loew, *E. leucomelas* (Walker), *E. schineri* (Hendel), *E. sororcula* (Wiedemann), *E. insolita* Hendel, *E. stigmata* Loew, *Eumcosomyia nubila* (Wiedemann) (Diptera: Otitidae)**

Biología y Comportamiento:

Este grupo ha adquirido la característica de plaga principal tanto en costa como en sierra. Los adultos tienen hábitos diurnos y polípagos, y se alimentan de la miel producida por los hemípteros. Los adultos se encuentran presentes en la fase de

desarrollo vegetativo, en el cogollo de la planta con ataque de cogollero. Mientras que en la etapa de floración y formación de la mazorca, tienden a ubicarse sobre el haz y envés de las hojas próximas a ella. La hembra oviposita sobre los pistilos, en forma aislada o en pequeños grupos. También oviposita en la abertura de la galería hecha por *H. zea* o por *Tallula*. Las larvas ingresan a la parte interna de la mazorca donde completan su desarrollo. Pueden empupar dentro, entre las hojas de plantas jóvenes o en el suelo, completando su ciclo en 26 días.

Ecología

Como generalmente coexisten en una misma mazorca más de una especie, se ha determinado que *E. annonae* coloniza primero las mazorcas de maíz, indicando que está mejor adaptada a temperaturas diarias más altas. En cambio *E. eluta* está más adaptada a temperaturas más frías (Frias, 1978).

Daños y métodos de control

Las larvas consumen la parte terminal de la mazorca, luego penetran al grano y lo consumen lentamente. En las mazorcas en estado más avanzado de madurez, se producen fuertes pudriciones, debido al elevado número de larvas y la humedad existente. Además, hay otros daños que se dan por la acción indirecta que favorece la proliferación de ciertos hongos como *Diplodia macrospora* y *D. maidis* que causan las pudriciones en la mazorca. Las larvas del género *Eumecosomyia*, se alimentan de los tejidos alrededor del meristemo de crecimiento o en la base del cogollo, causando corazón muerto. Durante la fructificación se alimentan de los granos de la mazorca en desarrollo.

Dentro de las medidas de control que se recomiendan están: i) el uso de variedades de maíz con buena cobertura de brácteas; ii) en costa, evitar la emisión de pistilos en primavera o verano; iii) eliminar plantas pequeñas infestadas antes de la emisión de pistilos; iv) hacer uso del aceite comestible, como lo mencionado para *H. zea*.

Distribución

Se encuentra ampliamente distribuida en todos los lugares donde se cultiva el maíz, desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, en la costa norte, centro y sur, y sierra centro y sur. En la costa centro se le encuentra durante todo el año.

- **Escarabajo verdes de las hojas o loritos masticadores de las hojas:** *Diabrotica decempunctata* Bechyne., *D. sicuanica* Bechyne, *D. speciosa* Erichson, *D. viridula* Fabricius, *Diabrotica* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Biología y Comportamiento

Los adultos son de hábitos diurnos, activos durante horas soleadas y polífagos. Las hembras ovipositan sobre el suelo en forma individual o en pequeños grupos. Las larvas recién emergidas, se alimentan en el cuello de la raíz y de raíces, retardando el crecimiento de las plantas. El ciclo total es de 40 a 50 días en la costa y 70 días en la sierra.

Ecología

Las condiciones de climas favorables para su desarrollo son temperaturas media alta y secos. Los suelos sueltos y arenosos favorecen el desplazamiento de las larvas. Los hábitos subterráneos de las larvas contribuyen a protegerlas de sus enemigos naturales.

Daños y métodos de control

Son producidos por los adultos al alimentarse del follaje. Son de importancia económica en la primera etapa de desarrollo de la planta, hasta aproximadamente mes y medio de edad. En casos muy excepcionales, las larvas pueden causar daños de consideración en las raíces. Los mayores daños al cultivo de maíz en Argentina los produce el adulto al alimentarse de las flores femeninas, cortando los estigmas y produciendo la falta de fecundación (Eyherabide). La ausencia de lluvias (sequía), favorece el incremento de las poblaciones. Son vectores de la enfermedad de Stewart, el Moteado clorótico del maíz (MCMV)

Para el control de estas plagas se recomienda: i) una buena preparación del terreno antes de la siembra, destruye huevos, larvas y pupas y los expone a los efectos adversos del ambiente y de sus enemigos naturales. En condiciones de costa, realizar los barbechos y rastreos al término de la cosecha; ii) manejo del riego en forma eficiente, de tal manera de no dejar periodos largos de sequía para el control de larvas, que viven en las raicillas.

El uso del control biológico para el control de estados inmaduros en suelo utilizando hongos entomopatógenos han dado buenos resultados.

Existe un desconocimiento total sobre los efectos que las prácticas culturales ocasionan sobre las plagas, a pesar que ellos la realizan en forma rutinaria, como la rotación de cultivos, la preparación del terreno, riego, etc. Los agricultores encuestados desconocen las alternativas de control y solo hacen uso del control químico, cuando se presentan los daños.

Distribución

La distribución de estas especies de crisomélidos se limita a las regiones tropicales, subtropicales y templadas del continente Americano. En el Perú, hasta 3200 msnm, son importantes económicamente. Se les puede encontrar en la costa norte, centro y sur; en los valles interandinos de la sierra centro (Huancayo, Huancavelica, Ayacucho) sur (Cusco, Apurímac) y en la selva en los departamentos de Amazonas y San Martín.

- **La pulguilla saltona: *Epitrix subcrinita* Le Conte. *E. yanazara* Bechyne, *E. ubaquensis* Harold, *E. párvula* (Fabricius) (Coleoptera; Chrysomelidae)**

Biología y Comportamiento

Los adultos son de hábitos diurnos y polípagos, saltan rápidamente cuando son molestados. Las hembras ovipositan en pequeños grupos en el suelo, cerca de las raíces y debajo de los terrones. Las larvas neonatas buscan las raicillas para alimentarse, haciendo pequeñas minas donde completan su desarrollo larval para empupar dentro de una cámara pupal hecha con partículas de tierra unidas por

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

una sustancia que segrega la larva, completando su ciclo de vida en 30 a 45 días, dependiendo de las condiciones del medio.

Ecología

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la pulguilla saltona son de temperatura media alta y condiciones secas del suelo. En condiciones de sierra, cuando las temperaturas son muy bajas, entre mayo y agosto, estos insectos hibernan en el suelo; sin embargo, este fenómeno aún no está bien determinado, pero permite al adulto hibernante la posibilidad de sobrevivir a las heladas, insolación y falta de alimento. Los suelos sueltos y arenosos favorecen el desplazamiento de las larvas. Cobra importancia económica en algunas zonas altas de los Andes, especialmente en el cultivo de papa. Los hábitos subterráneos de las larvas contribuirían a protegerlas de sus enemigos naturales.

Daños y métodos de control

En el cultivo del maíz, los daños ocasionados por este insecto no tienen mayor importancia económica, salvo cuando el ataque es en plantas muy tiernas. El daño que ocasiona son orificios circulares en el follaje.

Dentro de las prácticas culturales para el control de esta plaga se encuentran: i) buena preparación del terreno, en la época seca en condiciones de sierra; ii) evitar siembras en campo que anteriormente haya sido papa; iii) eliminación de malezas, que sirven como refugio; iv) en condiciones de sierra, realizar rotación de cultivos con especies que no son hospederos como cebada, avena, habas, etc.

Las trampas amarillas atraen a los adultos y pueden ser utilizados como un método de control etológico.

Distribución

Las especies de *Epitrix* se encuentran ampliamente distribuidas a nivel mundial y en el caso del Perú se encuentra distribuida principalmente en la costa centro, sierra centro y sur y en la selva.

- **Barrenador de los granos del maíz: *Pagiocerus frontalis* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae)**

Biología y Comportamiento

Conocido por los agricultores como “gorgojo barrenador andino de los granos del maíz”, considerada como una plaga clave en el Cusco. Las hembras ovipositan en orificios hechos generalmente en el embrión o muy cerca, excavando hasta encontrar tejido suave donde coloque los huevos, cuando el grano está seco y muy duro. Cuando el grano es suave y húmedo, los huevos son colocados en cualquier parte del endosperma. Si el maíz está en mazorca los huevos también pueden ser depositados en el punto de inserción del grano con la tusa o raquis, o en las pequeñas aberturas que quedan en los granos. El periodo de desarrollo larval es de 21 a 24 días y el desarrollo pupal de 10 a 12 días. El adulto vive hasta 2 meses. Vuela de los depósitos de granos a los campos e infesta allí a las mazorcas penetrando entre 2 a 3 granos y picándolos en su unión con los raquis.

Ecología

Las temperaturas bajas le son favorables para sus poblaciones.

Daños y métodos de control

Las infestaciones en el grano del maíz inician desde el campo en las mazorcas maduras y en los granos mal cubiertos por las brácteas. El daño, continúa en lugares del secado del maíz y finalmente se hace más fuerte en el almacén. Los adultos realizan el daño al ingresar al interior del grano, y junto con la larva se alimentan del almidón. Los granos dañados se encuentran contaminados de excrementos y restos de exuvias y de los insectos muertos, presentando un olor desagradable.

Los métodos de control para esta plaga se inician en el campo: i) recojo o cosecha adelantada de las mazorcas con infestaciones iniciales; ii) en el almacén, solo colocar aquellas mazorcas sanas y es preferible guardar granos de maíz desgranado; iii) utilizar almacén limpio; iv) los granos sanos para ser utilizados como semillas, deben ser guardados en envases herméticos como cilindros de 200 litros, o protegidos con arena fina de río a un espesor de 5 cm. Los granos protegidos con el aceite vegetal es una práctica muy eficiente, sobre todo para pequeñas cantidades.

El uso de plantas repelentes como la muña mezclada con los granos de maíz evita las infestaciones y daños.

Distribución

Esta especie se encuentra distribuida en todos los departamentos de la costa norte, centro y sur así como en la región andina donde se produce y almacena el maíz, en la sierra norte, centro y sur.

- **El gorgojo del maíz: *Sitophilus zeamais* Motschulsky, el gorgojo del arroz: *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera: Curculionidae)**

Biología y Comportamiento

Ambas especies de apariencia morfológica muy similar, se pensaba que se trataba de la misma especie. La identificación se realiza a través de la genitalia masculina. Los adultos de ambas especies pueden volar, *S. zeamais* inicia sus infestaciones en el campo, antes de la cosecha y así es llevado al almacenamiento. Las hembras perforan el grano y depositan un huevo el cual es cubierto con una secreción, pasando inadvertida su presencia. Cada hembra, deposita de 300 a 400 huevos que tardan entre 4 y 6 semanas en transformarse en adultos. Todos los estados de desarrollo se dan en el interior del grano. El adulto vive de 4 a 5 meses. La hembra alcanza su máxima actividad de oviposición después de 3 semanas de haber emergido.

Ecología

La velocidad a la que un insecto infesta y causa daño a los granos almacenados, depende de la temperatura, humedad del ambiente y humedad del grano. Un rango entre 12 a 18% en el grano es favorable. La temperatura mínima a la cual desarrolla *S. zeamais* es de 17 °C y el rango óptimo de desarrollo es de 25 – 30 °C, con una humedad relativa mínima de 50%. *S. oryzae* es muy susceptible a bajas temperaturas (Intagri).

Daños y métodos de control

Se considera como una plaga primaria, porque los adultos son capaces de perforar los granos. Aunque se les puede encontrar juntas, *S. zeamais* prefiere el maíz, mientras que *S. oryzae* prefiere el arroz y trigo.

Las prácticas de control recomendadas para estas especies son las mismas mencionadas en la plaga anterior para las condiciones de almacenamiento.

Distribución

Plaga con distribución a nivel mundial. Se le encuentra principalmente en zonas cálidas húmedas tropicales y subtropicales del Perú. (Vásquez-Castro, De Baptista, Trevizan, & Gadanha, 2009)(Valdivieso & Núñez, 1984). En todos los departamentos de la costa norte, centro y sur.

8.1.2 Microorganismos asociados al maíz

Consideraciones generales.

El cultivo de maíz es susceptible a varias enfermedades, que en alguna forma afectan el normal desarrollo de las plantas. Estas son favorecidas por las condiciones ambientales, el tipo de suelo, la susceptibilidad de las variedades y las condiciones que favorezcan la migración, establecimiento y supervivencia de los insectos vectores en el caso de las enfermedades virales.

Las enfermedades pueden ser transmitidas de forma directa a través de semillas, a partir de lotes infectados o de malezas hospederas. Los microorganismos pueden ingresar a la planta por los estomas, multiplicándose en los espacios intercelulares del parénquima (como lo hacen las bacterias).

Por lo general, los insectos o en general los artrópodos son los vectores. Las condiciones ambientales y el manejo agronómico del cultivo influyen en el desarrollo de las estructuras de las enfermedades. La temperatura y la humedad relativa alta son factores indispensables de la incidencia y virulencia de la enfermedad.

Para el manejo de las enfermedades hay que tener ciertas consideraciones como:

- i) Rotación de cultivos: es una práctica preponderante en la reducción de inóculo de patógenos, la mayoría de las enfermedades del maíz son específicas, pocos patógenos atacan a diferentes especies vegetales. La rotación con otras especies cultivadas es común en la costa y selva. En la sierra, hay zonas en cada departamento donde se promueve el monocultivo del maíz pero con descanso de los terrenos durante los meses de mayo a agosto.
- ii) Época de siembra: determinar la mejor época con la finalidad de evadir las épocas de incremento de temperatura, humedad relativa o presencia intensiva de lluvias, que son las condiciones ideales para el desarrollo de las enfermedades. En la zona andina, donde el cultivo se lleva a cabo bajo condiciones de secano, es recomendable de tratar de escapar a las heladas. Las épocas de siembra que el agricultor debe preferir son en costa en los meses de marzo y abril, en la selva durante octubre y noviembre, en condiciones de sierra de setiembre a octubre, mientras que en los valles abrigados de abril a mayo.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

iii) Semilla certificada: los cultivos comerciales de la costa y parte de la selva por lo general utilizan semilla certificada, mientras que en los valles interandinos y altoandinos no acostumbran hacerlo, ellos utilizan sus propias semillas. Además, la oferta de semilla certificada de las variedades que acostumbran sembrar es muy limitada. El uso de semilla certificada es la garantía para la siembra libre de enfermedades.

iv) Manejar baja densidad de siembra: una alta población de plantas incrementa la humedad ambiental del cultivo y predispone a la planta al ataque de patógenos. En la costa regulan la densidad de plantas, en la sierra las densidades varían de acuerdo al tipo de producción, fertilidad del suelo y la topografía del terreno.

v) Nutrición adecuada y balanceada: es necesario realizar la fertilización necesaria de acuerdo con el resultado del análisis de suelos y el requerimiento nutricional de la variedad. El análisis de fertilidad del suelo es una práctica adoptada por los agricultores de la costa, y muy poco concebido por los agricultores de la sierra y selva. En ambos casos la fertilización se realiza con el propósito de incrementar los rendimientos, no con fines de manejo de enfermedades. Este concepto no es entendido ni aplicado por los agricultores de la costa, sierra y selva. Por lo general, en la zona andina la fertilización solo está basada en fertilizantes nitrogenados, sin considerar el fósforo y potasio.

vi) El mantenimiento de los residuos de cosecha (chala) en el campo es una fuente de concentración del inóculo de la enfermedad. El traslado de la chala para la alimentación de animales o la venta puede aislar o disminuir el inóculo del campo. Sin embargo, la incorporación de la chala al suelo puede inviabilizar la supervivencia del hongo patógeno de la parte aérea de la planta. Los agricultores de la costa y selva por lo general retiran la chala de las parcelas cosechadas, mientras que los agricultores de la sierra lo dejan en la parcela para la alimentación de los animales.

vii) Corregir prácticas que causen stress al cultivo, como suelos compactados, competencia con malezas, aplicación tardía de herbicidas, mal manejo del agua y desbalance en la nutrición de las plantas de arroz.

El control químico con fungicidas y bactericidas es la práctica de uso común en la costa, en valles interandinos y en la sierra. Los agricultores de la costa, norte, centro y sur, así como en los valles abrigados de la sierra indicaron en las encuestas el uso de esta alternativa. La probabilidad de que la demanda por el uso de fungicidas y bactericidas se incremente en el futuro es alta, debido al incremento de la incidencia de las enfermedades por efectos del cambio climático, es la percepción de los agricultores encuestados.

A continuación se presenta la caracterización de cada una de las enfermedades importantes y que están presentes en los agroecosistemas maiceros del Perú, según su requerimiento ambiental y la presencia del hospedante.

Enfermedades foliares causadas por Ascomicetos y hongos imperfectos

- **El complejo Mancha Gris: *Cercospora zeae maydis* Tehon & E.Y. Daniels, *Cercospora sorghi* var *maydis* Ellis & Everh**

Ecología

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Esta enfermedad, conocida también como mancha gris de la hoja ataca a muchas plantas hospedantes. Este hongo produce conidios largos, delgados, multicelulares, de incoloros a oscuros. Los conidióforos del hongo, agrupados en racimos, sobresalen de la superficie de la planta a través de los estomas y forman conidios sobre los nuevos ápices en crecimiento. El hongo es favorecido por las altas temperaturas y la mayoría de especies produce una toxina no específica cercosporina, que funciona como agente fotosensibilizante de las células vegetales (matando a las células en presencia de luz). El hongo hiberna en semillas y hojas afectadas (Varon de Agudelo & Sarria V., 2007).

Daños

Los hongos responsables de esta enfermedad, inducen la formación de pequeñas manchas que al inicio son translúcidas, restringidas a las nervaduras secundarias, y a medida que la planta crece y se desarrolla la coloración van tornando de apariencia a rectangular, cambiando de color amarillo a naranja hasta grisáceo, cuando el hongo está esporulando. Cuando las plantas presentan muchas manchas, estas se tornan cloróticas y amarillentas a consecuencia de una toxina que induce el hongo en las variedades susceptibles. En la medida que la infección avanza, las lesiones se van uniendo y van formando grandes áreas necróticas, ocasionando un acelerado secamiento de la planta, y reducción del rendimiento cuando la enfermedad aparece en las primeras etapas del cultivo.

Distribución

Se encuentra ampliamente distribuida en todas las zonas templadas y tropicales donde se cultive el maíz. En el Perú su distribución es amplia, la incidencia a nivel de daño económico se presenta en la costa, selva y en la sierra hasta 3200 msnm, que promueve el uso de fungicidas para el control.

- **Mancha foliar por *Septoria*: *Septoria maydis* Schulzer & Sacc.**

Ecología

Esta enfermedad que ataca a muchas plantas hospedantes, afecta el maíz en climas frescos y húmedos. Este hongo produce conidios largos, filiformes, incoloros y de una a varias células, en picnidios globosos y negros. Cuando estos se humedecen, se hinchan y salen los conidios que son diseminados por la lluvia, agua de riego, herramientas y otros vectores. Hiberna en forma de micelio y conidios dentro de picnidios sobre semillas infectadas y en restos del campo.

Daños

Los primeros síntomas aparecen como pequeñas manchas foliares de color verde claro o amarillo que se forman entre las nervaduras de la hoja, pero en poco tiempo se oscurecen y se extienden rápidamente hasta formar manchas irregulares. Las lesiones se fusionan y causan un manchado intenso que cubre la lámina y la vaina de la hoja. Es común que las manchas tengan una apariencia moteada debido a los pequeños picnidios. Con clima favorable, las plantas sufren defoliación y el hongo invade el tallo, produciendo lesiones necróticas que debilita la planta, produce la muerte y el acame.

- **Mancha foliar por *Helminthosporium: Bipolare* ssp., *Drechslera*, *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & Suggs**

Ecología

Diferentes especies de *Helminthosporium* que en la actualidad se conocen con los nombres de *Bipolares*, *Drechslera*, *Exserohilum* producen los tizones foliares del maíz. Las diferentes especies hibernan en restos vegetales, en las coronas, raíces y semilla. Las conidias que se desarrollan en las lesiones son muy abundantes y le dan a la mancha un color gris oscuro y pueden ser diseminadas por el viento. El tizón es favorecido por condiciones de alta humedad ambiental y temperaturas que fluctúan entre 18 a 27 ° C. La enfermedad no es frecuente en la temporada seca.

Daños

Producen pequeñas lesiones de color canela que puede estar dispuestas paralelas o elípticamente y pueden ser tan abundantes que cubren casi toda la superficie de la hoja. Existen algunas razas de las especies que producen estas enfermedades que también pueden atacar a los tallos, vainas foliares, vainas de las espigas, pedúnculos, espigas y mazorcas del maíz. Los granos afectados por el hongo quedan cubiertos por un moho negro afelpado. Las lesiones avanzan paralelas a la nervadura central tomando una coloración parda y forma de huso. Posteriormente, las lesiones aumentan y cubren buena parte de la lámina foliar produciendo quemazón prematura. Puede reducir rendimiento cuando se presenta durante la época de floración o antes, ocasionando pérdidas aproximadas de 50%.

Distribución: En el Perú, se encuentra distribuida en los agroecosistemas de la costa y selva. Con menor incidencia en la sierra centro y norte, y no se descarte su presencia en la sierra sur.

Pudriciones de las raíces y tallos por Ascomycetos y hongos imperfectos

- **Pudriciones de la mazorca y del tallo del maíz: *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc (Varon de Agudelo & Sarria V., 2007)**

Ecología

El maíz es afectado por dos especies, *Stenocarpella maydis* (Berk) Sutton (Syn. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Y *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton (Syn. *Diplodia macrospora* Earle). *S. macrospora* puede afectar hoja y mazorca. Producen manchas pardas rodeadas de un halo clorótico, desarrollándose sobre estas las estructuras reproductivas del hongo (picnidios), distribuidos como puntos negros de manera concéntrica, los cuales liberan una elevada cantidad de esporas (conidias), que son fácilmente diseminadas por el viento. Esta infección es frecuente en zonas de alta humedad relativa, lluvias continuas y temperaturas frescas en la noche. Si se presentan condiciones favorables para el desarrollo del hongo, puede infectar la mazorca y ocasionar pudrición del grano ocasionando la pudrición interna y externa.

Daños

En los estados iniciales de la infección, se observan pequeñas manchas pardas con halo clorótico y de crecimiento irregular, con un punto circular más oscuro en la

parte central de la lesión, dando la apariencia de un ojo de pollo. Posteriormente, las manchas van abarcando la lámina foliar, manteniendo su halo clorótico. En algunas ocasiones presenta crecimiento irregular y alargado y en otras puede crecer paralela a la nervadura principal, y alcanzar una longitud hasta de 45 centímetros de largo.

Distribución.

En el Perú, la distribución para esta especie no está bien definida, la información secundaria no es clara con relación a los niveles de infección y las zonas de mayor incidencia. Los agricultores la desconocen totalmente, no la mencionan ni la diferencian de otras enfermedades.

Pudriciones del tallo, raíz, mazorca, grano y tizón de las plántulas del maíz: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch *G. moniliforme* var. *subglutinans*, *Diplodia maydis* y *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) (Agrios, 2010)

Ecología

Las pudriciones del tallo del maíz suelen ser producidas por las combinaciones de varias especies de hongos y bacterias y, afectan a las plantas cuando están próximas a la madurez. Los hongos más frecuentes que causan estas pudriciones son: *Gibberella zeae*, *G. moniliforme*, *Diplodia maydis* y *Macrophomina phaseoli*, y pueden llegar a causar pérdidas entre 10 y el 30%. Las fases más importantes de esta enfermedad, son las pudriciones del tallo y de la mazorca por *G. zeae* y la pudrición de granos por *G. moniliforme*. Estos hongos hibernan en forma de peritecios, micelios o clamidosporas, en los restos de plantas infestadas, sobre todo en los tallos del maíz. *Gibberella* (su etapa imperfecta es *Fusarium*) produce el tizón de las plántulas y la pudrición del pie o tallo del maíz y de pequeños granos.

Daños

En la pudrición del tallo ocasionada por *G. zeae*, los entrenudos inferiores se ablandan y son de color canela o café en su exterior, mientras que el interior puede ser de color rosa o rojizo, apareciendo sobre el tallo un micelio de color salmón cuando el clima es cálido húmedo. En la pudrición de la mazorca ocasionada por *G. zeae*, llamada con frecuencia la pudrición roja de la mazorca, aparece un moho rojizo en la punta de la mazorca. Cuando las mazorcas son infectadas a temprana edad, se pudre por completo y aparece un moho de color rosado a rojizo entre la mazorca y las vainas que se encuentran estrechamente unidas. Estas mazorcas infectadas son tóxicas al hombre y al cerdo.

Distribución

Las enfermedades del maíz ocasionadas por *Gibberella*, se encuentran ampliamente distribuidas.

Enfermedades de postcosecha causadas por Ascomicetos y hongos imperfectos.

- **Pudriciones ocasionadas por *Fusarium moniliforme* Sheldon**

Ecología

Fusarium moniliforme infecta a la mazorca del maíz y produce la pudrición de los granos. Es probablemente el patógeno más común de la mazorca de maíz en todo el mundo. Puede ser transmitido por semilla. Su infección es favorecida por alta humedad relativa, insectos barrenadores, deficiencias nutricionales, por problemas de punta descubierta y por daño de pájaros.

Daños

La enfermedad afecta a las plantas durante la fase de crecimiento rápido hasta la madurez causando tumbado de plantas y durante la fase de maduración causando pudrición de granos en la mazorca. En los estados iniciales de la infección por *F. moniliforme*, la mazorca presenta granos con una coloración blanca a rosada sobre la superficie, posteriormente el hongo se desarrolla y forma un micelio de color blanco o rosado, que puede ser fácilmente observado sobre o entre los granos. En estados avanzados se presenta germinación de granos. A parte de los daños directos que ocasiona el *Fusarium*, la producción de toxinas llamadas micotoxinas, principalmente en semillas almacenadas, es un elemento de mucha importancia. Las micotoxinas son sustancias tóxicas producidas por hongos comunes y de amplia distribución como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Stachybotrys*. *F. moniliforme* produce micotoxinas conocidas como fumonisinas, que son tóxicas para algunas especies de animales (Nelson, 1992).

Distribución.

La distribución es amplia por ser un patógeno cosmopolita, se encuentra en áreas tropicales y subtropicales. En el Perú es una enfermedad común para todas las razas del maíz en la costa y selva. En sierra se encuentra hasta los 3200 msnm, siendo los maíces amiláceos los más susceptibles. La enfermedad es considerada de importancia económica y crítica a la cosecha y en el secado del maíz en tendal. Se asocian con las lluvias extemporales que se presentan en abril, mayo y junio. Su control es cultural, descarte o selección o evitar los daños mecánicos provocados por aves y roedores. No es posible el control químico por ser una enfermedad de mazorca y granos.

Enfermedades causadas por Basidiomicetos.

Los basidiomicetos son hongos que producen sus esporas sexuales, denominadas basidiosporas, sobre una estructura tubular o en forma de clava llamada basidio.

- **Roya en el cultivo del maíz: *Puccinia sorghi* Schwein, *P. polysora* Underw.**

Ecología

El maíz es afectado por varias especies de royas, siendo *Puccinia sorghi* la más frecuente. Se presenta principalmente en las hojas y se establece en el cartucho de la planta, aunque también puede afectar el tallo y la envoltura de la mazorca, desarrollando pústulas en fajas transversales discretas. Los tejidos más viejos de la planta son más resistentes a dicha roya, lo cual restringe el desarrollo de epidemias severas en plantas adultas. La especie *P. sorghi* es favorecida por temperaturas entre los 16 a 23 °C y alta humedad relativa (cercana al 100%). Aunque las características de las especies son bastante similares entre sí, la especie *Puccinia polysora* es favorecida por las temperaturas cálidas (27° C) y alta humedad relativa. Encontrándose en períodos secos alternos con lluvias

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

frecuentes puede afectar cultivos en época temprana, con alta incidencia y severidad, induciendo secamiento de hojas bajas. Su transmisión es por semilla aunque se mantienen y se multiplican en rastros (Varon de Agudelo & Sarria V., 2007).

Daños

Al inicio de la infección, se presenta como pequeñas puntuaciones amarillas, en forma de pústulas circulares o elongadas de color pardo o amarillentas, esparcidas sobre las hojas y en el estado más avanzado, se presentan las pústulas en fajas rodeadas de zonas necróticas, que cuando esporulan se tornan de color café, rojizas o casi negras. Las pústulas son erupentes en su fase final y emiten un polvillo de color ladrillo o café

Distribución

Ambas especies se les puede encontrar a nivel mundial, tienen una amplia distribución. En el Perú es de importancia económica en la costa, selva y valles interandinos de la sierra. Está asociado a muchas enfermedades foliares.

- **Carbón del maíz: *Ustilago maydis* DC. (Corda)**

Ecología

Es un organismo que produce agallas en cualquiera de sus órganos aéreos (mazorcas, espigas y hojas). Las pérdidas llegan en general al 2% pero pueden llegar al 50% en maíces dulces. El hongo hiberna como teliospora en restos de cultivos o en el suelo, donde se puede mantener viable por varios años. Las teliosporas germinan en la primavera, produciendo basidiosporas, las que se dispersan por el viento. Las basidiosporas germinan produciendo una hifa fina, la cual penetra directamente en la epidermis. La difusión de dichas esporas es a través del viento, la lluvia, el agua de riego o por contacto.

Daños

En plantas jóvenes, al inicio de la infección aparecen agallas diminutas, pudiendo ocasionar la muerte a la plántula. En las plantas adultas, las infecciones se producen en los tejidos jóvenes que están en crecimiento activo. El micelio penetra en las áreas infectadas estimulando a las células hospedantes para que se dividan y crezcan, formando así las agallas que van desde 1 a 15 cm, en cuyo interior se encuentra una masa polvorienta de esporas oscuras.

Distribución

El carbón del maíz aparece en todos los lugares donde se cultiva esta planta. Sin embargo, aparece con mayor frecuencia en las áreas cálidas y moderadamente secas, donde ocasiona daños graves a las variedades susceptibles, en especial al maíz dulce.

Enfermedades de las plantas producidas por Bacterias.

La raya bacteriana del sorgo y del maíz: *Pseudomonas andropogonis* sin. *Burkholderia andropogonis* (Romero, 2007)

Ecología

La raya bacteriana del sorgo y del maíz es causada por *Pseudomonas andropogonis*, que ahora se denomina *Burkholderia andropogonis* (ABIS). Cuando se trata de enfermedades bacterianas que se encuentran en la primera etapa de crecimiento (verde oscuro), las manchas son traslúcidas si se les mira a trasluz, posteriormente se necrosan y aparece el tejido con estrías de color castaño rojizo.

Daños

Sus lesiones son relativamente chicas, menores a un centímetro, de forma redondeada u ovals; al principio son de color verde oscuro y luego un color amarillado. Muchas veces no es fácil distinguir en las hojas entre estas manchas causadas por bacterias y otras que son causadas por hongos. Para tener la certeza de que se trata de una bacteria debe hacerse un aislamiento

- **Rayado foliar bacteriano; *Pseudomonas rubrilineans*, sin. *P. avenae*, *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*** (CIMMYT, Programa de Maíz, 2004)

Ecología

El rayado causado por las bacterias *Pseudomonas rubrilineans*, sin. *P. avenae*, *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* afectan a las plantas de maíz susceptibles desde sus primeras fases de desarrollo (plántula) hasta después de la floración. No se han reportado daños graves causados por estos organismos.

Daños

Las hojas desarrollan varias lesiones pequeñas de color verde claro. En condiciones climáticas óptimas, las lesiones se extienden a lo largo de las nervaduras y producen un rayado conspicuo, principalmente en las hojas más jóvenes. Más tarde, las rayas se secan y se oscurecen, y el tejido foliar infectado presenta desgarramiento.

Distribución

Se les puede considerar un problema en ciertas zonas cálidas y húmedas donde se siembran variedades susceptibles.

- **Enfermedad de Stewart del Maíz o bacteriosis del maíz: *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Smith) Mergaert et al. Syn. *Erwinia stewartii* (Smith) Dye** (Calixto, 2010)

Ecología

La enfermedad Stewart del Maíz llamada también bacteriosis del maíz es causada por la bacteria *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*, llamada anteriormente como *Erwinia stewartii*. Las variedades de maíz dulce y de maíz harinoso se consideran más susceptibles que las variedades de grano duro. Los altos niveles de amonio y fósforo favorecen la infección por que aumentan la cantidad de tejidos jugosos y tiernos, mientras que la fertilización con calcio y potasio reduce la susceptibilidad del hospedante. Se ha reportado que el patógeno sobrevive en condiciones adversas de temperaturas bajas y carencia de hospederos, en insectos tales como

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

adultos de *Chaetocnema*, *Diabrotica*, larvas de *Delia platura*, *Agriotes*, *Phyllophaga*. y larvas de *Diabrotica longicornis*. Estos insectos son diseminadores o reservorios de la bacteria. La transmisión por semilla es muy baja. La bacteria requiere forzosamente del vector para poder diseminarse rápidamente o para permanecer en periodos de invierno cuando no hay hospederos alternos

Daños

En la primera fase de la enfermedad, se observan manchas lineales de color claro a amarillento con los márgenes irregulares u ondulados que se extienden paralelamente a las venas de la hoja. Cuando las lesiones se secan toman un color parduzco. En infecciones avanzadas las plantas pueden producir inflorescencias prematuras y raquílicas. Del mismo modo la bacteria puede llegar a colonizar los haces vasculares de la planta, pudiendo llegar a dañar incluso la mazorca. En etapas más avanzadas, puede llegar a matar toda la lámina foliar predisponiendo a la planta al ataque de otros patógenos, principalmente hongos.

Distribución

Está reportada en Brasil, China, Canadá, Costa Rica, Malasia, México, Puerto Rico, Italia, Guyana, Perú, Polonia, Rusia, Rumania, Tailandia, Vietnam y Yugoslavia. En el Perú es una enfermedad no bien diferenciada y conocida por los agricultores, en particular de los valles interandinos y de selva, por lo que no fue mencionada en la encuestas del presente estudio.

Enfermedades del maíz producida por Virus.

- **Moteado clorótico del maíz: (Maize chlorotic mottle virus, MCMV)**
(CIMMYT, Programa de Maíz, 2004)

Ecología

El virus es transmitido principalmente por varios coleópteros de la familia Chrysomelidae como *Chaetocnema*, *Diabrotica*. En el Perú están reportados como vectores *D. viridula*, *D. decempunctata*, aunque otras especies pueden estar involucradas, pero no reportadas (Castillo, 1983).

Cuando el virus aparece junto con el mosaico del enanismo del maíz (MDMV) o con el mosaico rayado del trigo (WSMV), provoca una reacción aguda conocida como necrosis letal del maíz (MLN)

Daños

En las primeras etapas de la infección, las hojas más jóvenes muestran pequeñas manchas cloróticas que se fusionan y forman bandas cloróticas anchas a lo largo de las nervaduras. Las hojas con clorosis finalmente mueren. Las plantas infectadas presentan enanismo a causa del acortamiento de los entrenudos y producen un menor número de mazorcas pequeñas. En la mayoría de los casos la espiga se deforma.

Distribución

Se encuentra reportado en el Perú, Brasil y Argentina.

- **Virus del rayado fino del maíz: (Maize rayado fino virus, MRFV)**(CIMMYT, Programa de Maíz, 2004)

Ecología

El rayado fino, es una enfermedad causada por un virus, el cual es transmitido por la cigarrita *Dalbulus maidis* de manera persistente. El vector transmite el virus después de un periodo largo de incubación de 8 a 37 días a una temperatura entre 20 y 25 °C y lo puede mantener infectivo hasta 120 días.(Gámez, 1980).*D. maidis* es también un vector del espiroplasma del enanismo del maíz y del fitoplasma del enanismo arbustivo. Las cigarritas pueden ser portadoras de más de uno de estos patógenos a la vez y por eso son comunes las infecciones mixtas.

Daños

El virus del rayado fino se caracteriza inicialmente por puntos cloróticos ubicados ordenadamente paralelos a la nervadura central y en la base de las hojas jóvenes, inician su aparición 3 ó 4 días después de que ocurre la infección. A medida que avanza, se incrementan las manchas y se fusionan, originando un rayado muy fino que puede llegar a cubrir toda la lámina foliar a lo largo de las nervaduras. En cultivares muy susceptibles hay necrosis de células con ruptura de la lámina foliar, acompañada a veces de marchitamiento. Si la infección se produce en la época de floración, es posible que las plantas no muestren síntomas, pero si ocurre en la etapa de plántula, los granos no se forman bien y su llenado es deficiente.

Distribución

Este virus se encuentra desde el sur de América del Norte hasta América del Sur, que incluye México, Perú, Uruguay, Brasil, Colombia incluido el Caribe.

- **Virus del Mosaico del enanismo del maíz (MDMV) y potyvirus relacionados** (Varon de Agudelo & Sarria V., 2007)

Ecología

El virus MDMV, fue reportado para el Perú en la región de San Martín (Nault, Gordon, & Castillo-Loayza, 1981). El virus es transmitido mecánicamente y de manera no persistente por varias especies de áfidos como *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) y *Myzus persicae* (Sulzer). Puede haber una transmisión por semilla entre 0.2 y 0.5 por ciento. Asociados con el cultivo del maíz se han registrado cuatro potyvirus que inducen los mismos síntomas o muy parecidos: Maíz Dwarf Mosaic Virus (MDMV), Sugarcane Mosaic Virus (SCMV), Johnson Grass Mosaic Virus (JGMV) y Sorghum Mosaic Virus (SrMV).

Daños

Los síntomas se inician entre los tres y cinco días después de que ocurre la infección, y se caracterizan por la presencia de un moteado leve en la base de las hojas jóvenes, el cual se va esparciendo por toda la lámina foliar con el mosaico y se forma un rayado irregular y manchas aceitosas de apariencia anular. Dependiendo de la época en que ocurre la infección, la planta puede presentar enanismo y coloración rojiz-a en las hojas superiores. Si la infección ocurre muy temprano, las mazorcas son pequeñas y con pocos granos.

Distribución

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Esta enfermedad es una de las más importantes que afectan al maíz, se encuentra presente en el Perú, y en las zonas templadas y tropicales productoras de maíz. La presencia y la amplia distribución son debido a la amplia distribución de los insectos vectores de las enfermedades virósicas en maíz y a las condiciones ambientales favorables para que se manifieste la enfermedad. Estas enfermedades son críticas en la costa, selva y valles interandinos.

Enfermedades del maíz producidas por Nematodos.

- **Nematodo barrenador: *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne (Tylenchida: Paratylenchidae)** (Agrios, 2010)

Ecología

Radopholus similis es el patógeno de la raíz del plátano que es muy importante en la mayoría de áreas donde se cultiva, produciendo la enfermedad del acame. También ataca a los cítricos produciendo la enfermedad del decaimiento de los cítricos, entre otros diferentes cultivos. Además, ataca a la caña de azúcar, maíz y gramíneas. El nematodo *R. similis*, conocido como nematodo barrenador, vive y se reproduce en el interior de las cavidades de la corteza de la raíz, donde concluye su ciclo de vida. Todas las larvas y adultos pueden infectar a las raíces y aunque se diseminan por el suelo, la mayoría de ellos se dispersa de planta en planta cuando las raíces de estas se encuentran en contacto o muy próximas entre sí. La raza de los cítricos es la que ataca a los otros cultivos como el maíz. Aunque esta raza solo se encuentra en Florida, es probable que existan otras razas en otras partes del mundo.

Daños

El nematodo barrenador penetra en las raíces alimentadoras y se mueve intercelularmente por el parénquima cortical alimentándose de las células vecinas, destruyéndolas y ocasionando la formación de cavidades. Conforme los nematodos se alimentan, las cavidades se agrandan y coalescen con otras formando túneles largos y laterales.

Distribución

Se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

- **Nematodo formador de la raíz achatada: *Trichodorus christiei* Allen (Dorylaimida: Trichodoridae)**

Ecología

Trichodorus ataca a una gran variedad de plantas que incluyen a la avena, col, tomate, trébol, maíz, frijol, vid y durazno. Este nematodo debilita las puntas de las raíces y al inhibir su desarrollo, disminuye el sistema radicular de la planta, originando achaparramiento y clorosis severas de toda la planta y una menor producción y calidad de los productos, pero no las llega a destruir.

Daños

Luego de 2 a 3 semanas de ser inoculadas, las plantas quedan achaparradas. Las hojas y ramas de las plantas son más pequeñas y menos abundantes. Conforme ocurre el crecimiento, la diferencia con la planta normal es de 3 a 4 veces menor el tamaño. Las raíces manifiestan un crecimiento anormal de las raíces laterales y una proliferación de las raíces ramificadas. Las puntas de las raíces parasitadas no muestran necrosis, pero son ligeramente más oscuras. A menudo, las raíces afectadas producen numerosas raíces laterales, las que son atacadas por los nematodos, produciendo un sistema radicular más pequeño sin raíces alimentadoras, con ramificaciones radicales más cortas, huinchadas y en escoba.

Distribución

Este nematodo tiene una distribución mundial. Los nematodos por ser microorganismos del suelo microscópicos, que se ubican en raicillas y con síntomas imperceptibles en la planta no son reconocidos por los agricultores. No relacionan los síntomas con el agente causal. En la encuesta no se ha considerado la pregunta sobre los nematodos, pero, por las fuentes secundarias no escritas y la propia experiencia se asevera que los agricultores están lejos de conocer al nematodo y el daño.

Enfermedades causadas por espiroplasmas y fitoplasmas.

- **Achaparramiento: Corn Spiroplasma (CSS) y Mayze Bushy Stunt Disease (MBSD)(en Colombia)**

Ecología

Existen dos microorganismos que producen el achaparramiento, uno causado por el espiroplasma (CSS) y el otro por un fitoplasma (MBSD), los cuales pertenecen al grupo de los mollicutes. Estos microorganismos son transmitidos por las ninfas y adultos de la cigarrita *Dalbulus maidis*. Las poblaciones de *Dalbulus* se incrementan en temporadas secas y temperaturas altas. La enfermedad es letal cuando se presentan altas temperaturas, sobre todo en infecciones tempranas, mientras que los síntomas de las infecciones tardías no son significativos, pero producen pocos y pequeños granos.

Daños

Al inicio de la enfermedad se presentan bandas blancas o cloróticas en la base de las hojas jóvenes, pudiendo llegar a cubrir toda la hoja tornándose amarilla o púrpura, a medida que avanza la enfermedad. Se presenta enanismo, acortamiento de entrenudos, proliferación de brotes o mazorcas en los nudos, esterilidad masculina, ramificación excesiva o reducción de raíces y ausencia de producción.

Distribución

La enfermedad es muy común y severa en regiones donde el maíz se cultiva durante todo el año con irrigación bajo la época seca. Se encuentra distribuida a nivel mundial. En el Perú, es importante en todos los agroecosistemas del maíz. En el cinturón de la diversidad del maíz entre 2000 a 3000 msnm de la sierra, es una enfermedad ocasional conocida por los agricultores como “pukaponcho”, manifestada por la mayoría de los agricultores encuestados. Cuando se dan las

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

condiciones ambientales favorables para el vector, la enfermedad afecta hectáreas creando problemas en grandes ámbitos geográficos y a muchos miles de agricultores sin dar opción al control. El desconocimiento, por parte del agricultor, del inicio de la enfermedad hace que no conozcan las prácticas de prevención de la enfermedad. En zonas como en la costa donde es usual el control químico para otras plagas, al mismo tiempo se controla al vector de esta enfermedad, de esa manera se evita la infección. En la zona andina, donde el control químico no es usual, la proliferación del vector provoca la alta incidencia de la enfermedad y la imposibilidad de control de la enfermedad hace que no se puede detener el efecto.

Micorrizas y crecimiento de las plantas

Las raíces de las plantas son siempre infectadas por hongos simbióticos - Glomeromycota, Basidiomycota y Ascomycota - que no producen enfermedad a la raíz y que benefician a las plantas hospedantes. Las raíces infectadas se transforman en estructuras morfológicas únicas llamadas micorrizas. Las plantas y los hongos se benefician: las plantas reciben del hongo principalmente nutrientes minerales y agua y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que no pueden sintetizar. Las micorrizas mejoran el crecimiento de la planta al aumentar la superficie de absorción del sistema radial; al absorber selectivamente y al acumular ciertos nutrientes especialmente el fósforo; al solubilizar y hacer disponibles para la planta algunos minerales normalmente insolubles; al permitir que las raíces alimentadoras sean más resistentes a la infección que ocasionan algunos hongos del suelo tales como: *Phytophthora*, *Phytium* y *Fusarium*.

Los hongos que forman micorriza arbuscular, se ubican en el orden Glomales de la clase Zygomycetes y comprenden ocho géneros con alrededor de 150 especies.

Además, de la elevada diversidad que se presenta en los hongos que forman parte de las micorrizas, existe la diversidad fisiológica que existe entre organismos de la misma especie. Dentro de las principales especies que forman las micorrizas se encuentran: *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Paraglomus*, *Archaeospora*.

8.2 Propuesta metodológica para el monitoreo futuro de poblaciones de organismos y microorganismos blanco y no blanco asociados al cultivo de maíz nativo en el Perú, con énfasis en coleópteros, lepidópteros, bacterias y hongos.

8.2.1 Protocolo de evaluación de organismos (lepidópteros y coleópteros) y microorganismos blanco.

Se considera como organismos o microorganismos blanco aquellos para cuyo control está destinada la producción de un determinado evento OVM. Los organismos o microorganismos no blanco, son todos aquellos que comparten el mismo medio ambiente y que no son el objetivo del control para el que han sido desarrollados los eventos OVM, pero que interactúan con ellos o que se verán expuestos a los elementos de la tecnología de manejo agronómico que vienen asociados a su cultivo.

En este contexto, los organismos blanco en el cultivo de maíz, son básicamente algunas familias de lepidópteros y de coleópteros. Los eventos OVM en maíz, en su

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

mayoría utilizan genes Cry del *Bacillus thuringiensis* específicos para estos dos órdenes.

Para realizar el monitoreo en los campos de agricultores, es necesario tomar en cuenta ciertos parámetros que nos puedan ayudar a entender el manejo del cultivo, como son el nivel de instrucción del agricultor, la tenencia de tierras y las áreas sembradas, el tipo de producción y destino de la misma. Estas consideraciones son necesarias cuando se tiene que proyectar un determinado manejo o uso de alternativas como lo es la biotecnología moderna. Con relación al grado de instrucción, por lo general los agricultores de la costa tienen un nivel más avanzado con relación a los agricultores de la sierra y selva, así como mayor área de cultivo destinada a un monocultivo. Bajo estas circunstancias el manejo o uso de OVM podría ser conducido en forma más eficaz por aquellos con mayor grado de instrucción. Según las encuestas desarrolladas en el presente estudio, la mayoría de agricultores de la zona rural de la costa, sierra y selva, lo que representa el 55% de los encuestados, tienen el grado de instrucción hasta primaria y el 32% hasta secundaria.

De igual manera es necesario considerar los aspectos ecológicos, relacionados a las condiciones ambientales como la temperatura, humedad relativa, ausencia o presencia de lluvias, fenómenos como El Niño, presencia de malezas, controladores biológicos que interactúan favorable o desfavorablemente a su desarrollo. Las prácticas agronómicas y culturales como el riego, preparación del terreno, rotación de cultivos, descanso del terreno, uso de variedades, uso de agroquímicos, pueden favorecer o desfavorecer al desarrollo de los insectos plaga.

Todos los monitoreos se deben de realizar en épocas específicas de la fenología del cultivo. En áreas donde todo el año se siembra el maíz, como en la costa, es fácil poder encontrar campos al inicio del cultivo para la evaluación de las plagas que atacan en esa etapa; campos en floración y en fructificación. En condiciones de secano, generalmente en sierra y selva, las evaluaciones deben de ser realizadas entre los meses de setiembre a febrero, que es la época donde se encuentra el cultivo de maíz.

Protocolo para el monitoreo de insectos plagas (organismos blanco: lepidópteros y coleópteros)

La evaluación de plagas se realiza en una determinada área, que sea representativa de todo el cultivo. El campo a evaluar no debe tener más de 15 ha (entre 10 y 15 ha es lo apropiado) y debe tener una topografía uniforme y continua. Esta situación se presenta generalmente en condiciones de costa, mientras que en condiciones de sierra y selva las unidades de producción son más pequeñas (p.e. un topo), por lo que hay que adecuarse a las características agroecológicas de los agroecosistemas a evaluar. Cuando los campos con unidades de producción son mayores a 2 ha, el método a seguir es el mismo. Las plantas deben de proceder de una misma semilla (una sola variedad) y provenir del mismo semillero.

El muestreo de plantas se realiza ingresando al campo por cualquiera de sus extremos, ubicando un primer punto a diez metros de una de las esquinas (decimo surco), donde se sitúa el primer punto de muestreo (A) a partir del cual se examinan 10 plantas contiguas en el surco y se avanza hasta cubrir la diferencia de 10 ó 20 metros según el tamaño del campo. Luego se desplaza en forma perpendicular a los surcos hasta 10 m de distancia, para ubicar un segundo punto de muestreo,

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

examinando otras 10 plantas en forma similar al anterior. De esta manera continúa el muestreo en zigzag atravesando todo el campo, hasta completar un mínimo de 10 puntos o 100 plantas examinadas (Valdivieso y Nuñez1984). La evaluación se realiza en cada planta y según sea el estado de desarrollo del cultivo se toma como unidad de muestreo lo siguiente:

- Una planta completa cuando esta pequeña y entre dos a cuatro hojas.
- El cogollo y las tres o cuatro primeras hojas para plantas en crecimiento.
- El tallo para plantas desarrolladas.
- La mazorca con los pistilos para plantas en floración.

De acuerdo a los estados de desarrollo de las plantas en cada campo de cultivo se evalúan según corresponda en: 10 plantas pequeñas; 100 cogollos en plantas en crecimiento (más 4 hojas superiores); 100 tallos para plantas desarrolladas o 100 mazorcas en plantas en floración o producción. Los datos son registrados en una cartilla de evaluación. En aquellas comunidades con micro parcelación, la unidad de evaluación podría ser a nivel de la comunidad, de tal manera que se puedan mantener los parámetros y unidades de muestreos. En estos casos, la planificación, organización e implementación de las medidas de control que se tomen, pueden dar mejores beneficios.

Dependiendo del tipo de insecto a evaluar, que depende básicamente del estado fenológico de la planta, se realizan las siguientes observaciones y registros (Anexo N°4).

Cuadro N°6. Parámetros para el monitoreo de los principales insectos plagas (lepidóptera y coleóptera).

Insecto	Estado fenológico	Unidad de muestreo	Observación
Gusanos cortadores <i>Agrotis</i> , <i>Feltia</i> , <i>Copitarsia</i> , <i>Spodoptera</i>	Plantas recién germinadas	Plantas germinadas en dos metros lineales	Número total de plantas germinadas Número de plantas cortadas. Larvas: escarbar a ambos lados de la línea de plantas
Gusano picador <i>Elasmopalpus</i>	Plantas recién germinadas	Plantas germinadas en dos metros lineales	Número total de plantas germinadas Número de plantas con síntomas de marchitamiento o corazón muerto. Larvas: extraer plantas, cinco días después del inicio de la germinación.
Escarabajos de hoja <i>Diabrotica</i>	Crecimiento lento	Cogollo y las 3 ó 4 primeras hojas	Número de adultos Larvas: extraer la raíz completa.
Cogollero <i>Spodoptera</i>	Crecimiento rápido	Cogollo y las 3 ó 4 primeras hojas	Número de masas de huevos o posturas Número de plantas infestadas reconocidas por excremento de larvas
Cañero <i>Diatraea</i>	Crecimiento rápido Floración	3 ó 4 primeras hojas Cañas	Número de masas de huevos o posturas en hojas Número de perforaciones en 6 entrenudos/tallo (en caña).

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Gusano de la mazorca <i>Heliothis</i>	Floración y maduración	Pistilos Mazorca	Número de huevos. Número de mazorcas dañadas
Polilla de la mazorca <i>Tallula</i>	Maduración	Mazorca	Número de larvas Número total de mazorcas y dañadas

Fuente: Sarmiento y Sánchez, 2012

Los insectos colectados (adultos, huevos, larvas y pupas de coleóptera y lepidóptera), deben ser colocados en alcohol al 75%, o dependiendo del trabajo que se realice, llevarlos al laboratorio para terminar de criarlos.

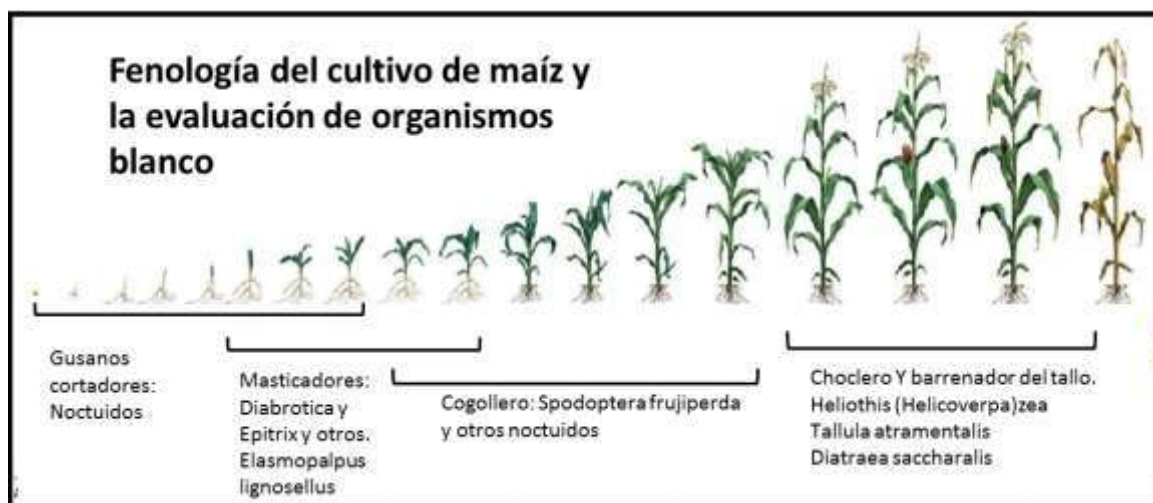
En todos los casos, las muestras deben ser identificadas y rotuladas con toda la información de la colecta. Los insectos que no hayan sido identificados, son llevados a la autoridad pertinente para su clasificación e identificación de especies, las que pueden realizarse sobre larvas o adultos. Las muestras de adultos deben ser guardadas y almacenadas en cajas entomológicas mientras que los estados inmaduros deben ser mantenidos en alcohol al 75%.

Para las evaluaciones de los insectos voladores, es necesario pasar la red entomológica. En este caso, el campo se divide en 5 partes, y en cada una de ellas se establecen 5 transectos de 10 metros cada uno. Realizar 10 pasadas de red de ida y 10 pasadas de red de regreso en cada transecto. Lo colectado en cada punto se colocan en vasos de 0.5 litros para su traslado al laboratorio para el procesamiento de las muestras, previa identificación y rotulación de la muestra.

Para la evaluación de noctuidos se propone, de ser posible, el uso de trampas de luz o de feromona sexual (solo para casos específicos de relevante importancia). Este tipo de evaluación, en áreas de la costa, sierra y selva con minifundio es necesario que se realice a nivel de la comunidad, así como el mantenimiento y la evaluación.

En agroecosistemas de maíz en secano es necesario considerar las evaluaciones después de los periodos críticos como sequía, o aumento de la temperatura (veranillo), sobre todo después de la siembra, el cual coincide con la germinación y etapas iniciales de desarrollo. Bajo estas circunstancias, implementar la evaluación inmediata para detectar la presencia y daño de los gusanos cortadores (lepidópteros) y masticadores (coleópteros). De la misma manera, los terrenos con riego deficiente y superficial, con mala preparación o rotación después de papa, deben ser tomados en cuenta.

Figura N° 3: Fenología del cultivo de maíz y evaluación de organismos blanco



Fuente: Elaboración propia

8.2.2 Protocolo de evaluación de organismos y microorganismos no blanco (predadores, parasitoides, polinizadores, recicladores o descomponedores de la materia orgánica y asociados con la rizósfera).

Protocolo para el monitoreo de predadores (organismos no blanco).

El Perú, cuenta con una diversidad de especies predadoras que cumplen un rol importante en el control de plagas del maíz. Los organismos predadores pueden ser potencialmente afectados al consumir presas que expresen productos OVM, convirtiéndolos en especies de interés para el análisis de riesgo.

La evaluación de predadores de plagas en el cultivo de maíz se realiza en dos partes de la planta, en el cogollo y las 3 ó 4 primeras hojas y en los pistilos de la mazorca.

1. En el cogollo y las 3 ó 4 primeras hojas, se ubican los chinches medianos a grandes como *Metacanthus*, *Podisus*, *Parajalisus*, *Nabis*, *Zelus*, *Euchistus* y arañas que son activos predadores de los primeros estadios de larvas. Se registra el número total de ninfas más adultos por cogollo. También se pueden encontrar, en menos proporción, crisopas, coccinélidos y algunas moscas Syrphidae cuando existe infestación de pulgones y cigarritas. En este caso, se registra el número total de individuos: larvas, pupas y adultas por cogollo (Anexo N° 5).
2. En los pistilos de la mazorca, se localizan los chinches chicos como *Orius*, *Parathriples* y *Rynacloa* predadores de huevos del gusano de la mazorca (*H. zea*) y de la polilla de la punta de la mazorca (*Tallula atramentalis*). Se registra el número total de individuos por mazorca (ninfas y adultos) (Anexo N°5). En ambos casos, la evaluación se puede hacer por especie, cuando se realizan estudios de fluctuación poblacional.

Protocolo para el monitoreo de parasitoides (organismos no blanco)

Los parasitoides como parte del control natural, son de suma importancia en los programas de manejo de plagas del maíz. Debido a su comportamiento, los parasitoides viven a expensas de sus presas, que se han alimentado de los productos OVM, pudiendo potencialmente, ingerirlos y tener una acción indirecta, como es el caso de las toxinas Cry derivadas de la tecnología Bt.

Para el monitoreo de los parasitoides, es necesario considerar las mismas partes de la planta utilizada en la evaluación de los predadores. Para determinar los porcentajes de parasitismo, es necesario, en todos los casos, coleccionar huevos, larvas, pupas, etc. (de las plagas), tal como se ha indicado en la evaluación del cogollero o cañero (Anexo N°5, Figura N°4).

Siendo el uso de parasitoides una herramienta muy eficiente y utilizada en forma rutinaria para el control de algunas plagas del maíz y especies relacionadas cultivadas en forma comercial, el agricultor de las zonas rurales de la costa, sierra y selva los desconoce totalmente. Es una debilidad que habría que tomar en cuenta para los futuros análisis de riesgos.

Figura N°4. Recuperación de parasitoides



Elaboración propia

Protocolo para el monitoreo de polinizadores (organismos no blanco).

Siendo el maíz una planta alógama y anemófila (polinizada por el viento), existen importantes insectos que se alimentan del polen, los cuales deben ser monitoreados para evaluar los beneficios de la polinización en los ambientes. Las abejas es el grupo de mayor importancia e interés económico dentro de los polinizadores. El monitoreo para el desarrollo de los inventarios sistemáticos asociados a los agroecosistemas es de suma importancia al momento de realizar evaluaciones sobre las causas en los cambios de las poblaciones.

En el agroecosistema, se establece un área de evaluación consistente en dos transectos de 100 m de longitud por 2.5 m de ancho o dos surcos. Para estudios sobre inventarios, esta evaluación tiene que ser sistemática cada semana durante el periodo de floración del cultivo. En esa área, se evalúa utilizando la red entomológica y la trampa Van Someren cebadas con peces enteros de agua dulce en descomposición (dejadas al aire libre hasta su descomposición durante 4-5 días) (Smith-Pardo & González, 2007). Si se conocen las especies polinizadoras del área en estudio y se presentan abejas Euglossinae, muestrear además utilizando dos trampas McPhail cebadas con salicilato de metilo (Gonzales-Córdoba & Montoya-Lerma, 2014). En cada transecto se usan dos trampas de cada tipo, por un periodo de 4 días a la semana y 6 horas por día. Para el muestreo con la red entomológica, se recorre el transecto con pasadas de ida-vuelta, con la misma intensidad, sobre las flores o volando sobre ellas. Lo colectado en dos horas, se colocan en viales para ser conservadas en alcohol al 70%, mantenidas en refrigeración hasta el procesamiento de las muestras, debidamente rotulados con toda la información pertinente de colecta. Las muestras para su identificación son montadas en seco y entregadas a los especialistas para la determinación de las especies (Smith-Pardo & González, 2007).

Es necesario considerar en los registros de las evaluaciones, aquellos insectos visitantes de las flores del maíz, los mismos que se alimentan de polen y son organismos no blanco. Dentro de este grupo, conocido como polinívoros, se encuentran a las moscas sírfidas (Diptera: Syrphidae); coleópteros (por ejemplo Melyridae, Curculionidae, Scarabaeidae).

De la misma manera que en el caso de los enemigos naturales, los agricultores desconocen a las especies de los diferentes grupos funcionales como los polinizadores. Se necesita como parte de la política gubernamental, realizar capacitaciones sobre estos temas a fin de poder evaluar futuros riegos de la biotecnología moderna.

Organismos recicladores o descomponedores de la materia orgánica

Los descomponedores son los organismos capaces de transformar o descomponer la materia orgánica, de los restos de animales y vegetales (muertos), en materia inorgánica: son los que se encargan del reciclaje de nutrientes. Los descomponedores están formados principalmente por las bacterias y hongos, considerados como micro consumidores que aprovechan la energía restante acumulada en la materia orgánica de los restos y los transforman en materia útil para que sean aprovechadas por los productores o seres autótrofos que con la energía solar transforman la materia inorgánica en materia orgánica, para que sea utilizada por las plantas. Dentro de los organismos recicladores existen varios grupos funcionales más o menos definidos, con una amplia diversidad de comportamientos, como los detritívoros, descomponedores,

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

mutualistas, organismos que se alimenta de las raíces, necrófagos, coprófagos, etc. Entre ellos se encuentran a las babosas, lombrices y algunos insectos.

Con relación a los OVM, los efectos negativos sobre este tipo de organismos, además de ser un problema para la biodiversidad *per se*, puede generar alteraciones en las funciones ecológicas de los servicios ecosistémicos que brinda este grupo, como la productividad de los cultivos (CONABIO, 2013). Dentro de los organismos que han sido considerados en las propuestas de análisis de riesgo de plantas OVM se encuentran algunas larvas de Diptera (por ejemplo Phoridae, Sciaridae), colémbolos y escarabajos (Scarabaeidae) (EFSA, 2010).

Evaluación de los organismos que viven en la superficie del suelo: En las parcelas a evaluar, se establecen tres transectos, considerando la parte central del campo. En cada transecto se toman tres puntos de muestreo, separados 20 m entre sí, haciendo un total de 9 por campo. En cada punto se establece una microparcela de 1m², donde se coloca durante una semana una trampa pit-fall con 8.5 cm de diámetro y 10.5 cm de altura, conteniendo 50 ml de alcohol al 50% (como fijador y conservador). Al final de la semana se colecta la fauna atrapada para su identificación. Los artrópodos colectados son colocados en frascos con alcohol al 70%, previamente rotulados con toda la información pertinente (periodo de evaluación, posición de la trampa, tratamientos, etc.) y se llevan al laboratorio para su procesamiento. En el laboratorio, los insectos son seleccionados por grupos e identificados haciendo uso del microscopio estereoscópico y de las claves de identificación o las muestras se trasladan a los especialistas para su identificación. (Flores-Pardave, Palacios-Vargas, Castañón-Meneses, & Cutz-Pool, 2011).

Evaluación de los microorganismos de suelo: En los mismos puntos, donde se establecen las microparcels, se consideran 5 puntos donde se toman la muestra de 1 kg de suelo conformada por cinco sub muestras de 200 g cada una, de los 5 cm de la parte superior del suelo, mantenidas a temperatura ambiente (20-25°C), rotuladas con toda la información pertinente. De esta manera, las muestras son llevadas al laboratorio de suelos para el correspondiente análisis microbiológico, para el recuento de hongos y bacterias (Flores-Pardave, Palacios-Vargas, Castañón-Meneses, & Cutz-Pool, 2011).

Protocolo para el monitoreo de organismos asociados con la rizósfera (organismos no blanco).

La rizósfera es una región del suelo donde existe interacción única y dinámica entre las raíces de las plantas y los microorganismos circundantes. En esta zona, la actividad biológica es influenciada por los exudados de las raíces que afectan los procesos del suelo y a los microorganismos que se encuentran en él, caracterizándose en el aumento de la biomasa microbiana y de su actividad.

La comunidad de la rizósfera alberga una comunidad microbiana muy compleja, la cual incluye saprófitos, epífitos, endófitos, patógenos y microorganismos benéficos. Esta comunidad consiste en una microflora (bacterias, hongos y algas), una micro y mesofauna (protozoos, nematodos, insectos y ácaros). La micro y mesofauna en procesos de descomposición en ecosistemas, contribuyen significativamente con el catabolismo de sustancias nocivas en la rizósfera. A través de los exudados se

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

pueden establecer diferentes interacciones entre microorganismos y la raíz que afectan positiva o negativamente el crecimiento de las plantas.

Los posibles efectos del uso de OVM en maíz, con la tecnología Bt o en sistemas resistente a herbicidas, podrían introducir nuevas sustancias al ambiente y al suelo secretadas a través de las raíces y tener un impacto sobre la dinámica de la rizósfera. Para realizar el monitoreo, es necesario tomar muestra de suelo rizosférico. Para lo cual, se divide el campo en 5 partes y de cada una de ellas se toma la muestra de 5 plantas de maíz, a una profundidad entre 10 y 15 cm usando un sacabocado de 10 cm de largo y 5 cm de diámetro para conformar una muestra compuesta (500 g) de cada punto de evaluación, luego se juntan las muestras y se colocan en una bolsa previamente identificada con los datos de colecta. La muestra deberá ser tomada cada 30 días, desde la siembra a la cosecha para la evaluación de colémbolos y micorrizas; y en las épocas de siembra, floración y cosecha para el aislamiento de rizobacteria. Las muestras deben ser analizadas por un laboratorio de suelos (Franco, 2013).

Tanto las evaluaciones o monitoreos de los organismos recicladores o descomponedores de la materia orgánica como los organismos asociados con la rizósfera, solo se pueden realizar en proyectos de investigación, que tenga objetivos específicos relacionados al tema de organismos descomponedores y recicladores, y asociados a la rizósfera con financiamiento propio en cultivos industriales y de exportación. Sin embargo, ambos son uno de los puntos más vulnerables, que corren más riesgos con la introducción de los cultivos genéticamente modificados. No se espera que el agricultor sepa como evaluarlos, lo que sí se puede esperar que el agricultor sepa como conservar e incrementar sus poblaciones, de tal manera que se pueda mantener los servicios ecológicos que ofrecen.

Protocolo para el monitoreo de microorganismos asociados al cultivo del maíz (microorganismos no blanco).

La identificación y detección de organismos fitopatógenos se basan en nuevos conocimientos teóricos y prácticos y de nuevos métodos y tecnologías. Los métodos tradicionales de detección que aún se siguen utilizando, requieren de experiencia, habilidad y conocimiento de la taxonomía de los microorganismos y requieren más tiempo para su determinación. Los nuevos métodos de diagnóstico son moleculares basados en la tecnología de ácidos nucleicos que permiten la detección de la enfermedad con mayor rapidez y precisión. El uso de la prueba serológica (ELISA) y moleculares (reacción en cadena de polimerasa, PCR), son técnicas modernas y de resultados rápidos (Ministerio del Ambiente, MINAM, 2014). Los microorganismos asociados al cultivo de maíz, son básicamente los agentes causales de enfermedades como hongos, bacterias, actinomicetos, virus, viroides, etc.

El procedimiento inicia con la detección de la enfermedad en campo, la evaluación de la intensidad de daño, toma de muestras, acondicionamiento y traslado al laboratorio (Flores, 2016).

La evaluación del daño se basa en la determinación de la incidencia y la severidad de la enfermedad. (Ministerio del Ambiente, MINAM, 2014)

- La incidencia de la enfermedad, es el porcentaje o proporción de plantas que presentan síntomas de la enfermedad en una determinada área. Esta medida es útil para medir el patrón de distribución en el campo de enfermedades

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

donde toda la planta está afectada. Se aplica en las enfermedades que pueden afectar parcial o uniformemente a toda una planta o a todo un órgano de la planta; tales como: virosis o enfermedades semejantes (fitoplasma), pudriciones de cuello y/o raíces, enfermedades vasculares, entre otras. Se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{\text{Numero de plantas enfermas}}{\text{Numero total de plantas observadas}} = 100$$

- La severidad de la enfermedad, es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo; es la proporción de la planta o parte de ella afectada por la enfermedad. Es el parámetro que mejor está relacionado con la gravedad de la enfermedad y con los daños causados. La Severidad es más apropiada para Royas, Oidios y Manchas porque son enfermedades localizadas, cuyo efecto en la disminución del rendimiento dependerá del área foliar afectada. Para determinar un estimado más exacto de la severidad, se ha consensuado una escala que varía de 0 a 5 grados (Cuadro N°7).

Cuadro N° 7. Escala para la evaluación de la severidad de enfermedades

Grado	Valor	Descripción
0	0	Sin enfermedad
1	0 a 5	Hasta 5 % del área de la planta o el órgano afectada con la enfermedad.
2	5 a 10	Hasta 10 % del área de la planta o el órgano afectada con la enfermedad.
3	10 a 25	Hasta 25 % del área de la planta o el órgano afectada con la enfermedad.
4	25 a 50	Hasta 50 % del área de la planta o el órgano afectada con la enfermedad.
5	> 50	Mayor a 50 % del área de la planta o el órgano afectada con la enfermedad.

Fuente: (Ministerio del Ambiente, MINAM , 2014)

La severidad se calcula con la siguiente formula.

$$\text{Severidad (S)} = \frac{\sum (\text{Número de plantas} \times \text{por cada grado})}{\text{Número de plantas evaluadas} \times \text{grado mayor}} = 100$$

- Escala de evaluación para las enfermedades Virales.**

Existe una escala numérica para evaluar plantas de maíz infectadas por el virus del Enanismo de Mosaico o Enanismo Clorótico (Cuadro N°8).

Cuadro N° 8: Escala de evaluación de enfermedades virales

Escala	Descripción
1	Ningún síntoma aparente
2	Las dos o tres hojas superiores moteados, ningún enanismo
3	Toda la planta por encima de la mazorca moteada o decolorada, ningún enanismo evidente
4	Clorosis o decolorada por encima de la mazorca, algún enanismo
5	Planta decolorada por encima de la mazorca, planta enana y mazorca reducida en tamaño
6	Tres cuartas partes superiores de la planta clorótica o decolorada, planta enana y mazorcas reducidas en tamaño
7	Toda la planta decolorada y enana, mazorca pequeña
8	Toda la planta decolorada y enana, no se produce la mazorca
9	Planta totalmente colapsada, ninguna mazorca

Fuente: (Ministerio del Ambiente, MINAM , 2014)

Monitoreo de enfermedades en campo.

La evaluación de enfermedades en campo, se realiza dividiendo el campo en 5 subparcelas, en cada subparcela se evalúan 5 plantas al azar siendo 25 plantas por parcela (ha). En estas plantas con síntomas de enfermedad se registra la incidencia y severidad de las enfermedades.

Muestreo en campo

Para realizar el muestreo en campo, es necesario saber cuál es la unidad de muestreo. Esta unidad es la cantidad de material vegetal tomada de la planta o del cultivo, sobre la cual se hace la medición de una característica (porcentaje de tallos dañados, número de lesiones de la enfermedad, etc.). La unidad de muestreo puede ser por lo tanto: una hoja, un tallo, una panoja, una mazorca, granos, una planta o un grupo de plantas. El número de muestras depende del nivel de precisión que se quiere estimar, si la distribución o incidencia de una enfermedad es baja, se debe tomar el mayor número de muestras.

La época de colección de muestras será cuando el cultivo se encuentre en crecimiento activo (floración o producción). El muestreo de partes de la planta con síntoma de enfermedad se debe hacer después de las 4 de la tarde cuando la radiación solar comienza a disminuir.

- **Para manchas foliares, mosaico, clorosis y encrespamiento de hojas (hongos, bacterias y virus)**

La muestra consiste de hojas con síntomas de enfermedades, en el caso de manchas foliares. En el caso de mosaico, clorosis y encrespamiento de las hojas, se debe tomar hojas o brotes foliares tiernos, los más frescos posibles. Cuando los síntomas de la enfermedad no son tan claros, se debe coleccionar hasta 20 hojas por parcela, si los

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

síntomas son claros hasta 5 hojas por parcela. La muestra (planta) debe ser envuelta en papel toalla humedecida en agua y colocado en bolsa de plástico, luego se acondiciona en una caja de Tecnoport con la ficha de identificación para el envío al laboratorio de análisis dentro de 24 horas.

- **Muestreo de suelo con síntomas de enfermedades en plantas.**

Se identifican las plantas con síntomas de enfermedad (hongos o bacterias) del suelo y se extraen estas plantas con raíces y suelo. Las plantas enteras son acondicionadas en doble bolsa de plástico, asegurando que el suelo y raíces no deben desintegrarse, para ello se amarra el primer plástico a nivel del cuello de la planta, luego se cubre con el segundo plástico, en el cual se coloca la etiqueta de identificación y se envía la muestra a un laboratorio de análisis de enfermedades, dentro de 24 horas.

Todas las evaluaciones y muestreos hay que registrarlos y llenar debidamente las fichas y plantillas elaboradas para este fin. Se adjunta la ficha de colección y muestreo de un predio.

Del estudio realizado se puede concluir que los agricultores tienen dificultades muy grandes en el reconocimiento de los síntomas por cada enfermedad. De igual manera, no reconocen el inicio de la infección, las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de las enfermedades, ni métodos de control preventivo. Generalmente se dan cuenta de la enfermedad cuando aparecen áreas con manchas. Es la misma situación para los técnicos y profesionales que asumen la extensión agrícola, que no tienen ni manejan el conocimiento y la información. En el futuro esta debilidad debe ser un desafío para incrementar las capacidades y fortalecer a las instituciones competentes.

Protocolo para el monitoreo de microorganismos: hongos entomopatógenos. (Cañedo & Alcazar, 2004)

El monitoreo de microorganismos, especialmente hongos y nematodos entomopatógenos, provenientes de muestras de suelo se realiza empleando larvas de *Galleria melonella* (polilla de la cera) (Lepidoptera: Pyralidae) como cebo.

Para la toma de muestra en campo, este se divide en cinco áreas y en cada una se toma una submuestra de suelo, considerando una profundidad de 10 a 15 cm. Las muestras son colocadas dentro de una misma bolsa de plástico. La herramienta de colecta (que puede ser una lampa de mano) se desinfecta con alcohol de 96% en cada toma de muestra de los diferentes campos para evitar la contaminación cruzada.

La polilla de la cera *G. melonella* es una plaga de los panales de abeja que tiene la cualidad de ser un excelente atrayente para hongos y nematodos entomopatógenos (Stock, 1996). Esta especie es muy fácil de conseguir en los panales y apiarios de Lima y utilizar esta técnica es mucho más económico que utilizar los medios de cultivos. Sirve especialmente para microorganismos entomopatógenos.

Colectada la muestra de suelo, es necesario procesarlas inmediatamente, de lo contrario debe ser almacenada a 5 °C. Se debe utilizar vasos de plástico de medio litro previamente desinfectados con alcohol (96%), en los cuales se reparte la muestra de suelo previamente mezclada y donde luego son colocadas cinco larvas de cuarto estadio de *G. melonella*. Se tapa el recipiente y se invierte el vaso permaneciendo en esa forma por espacio de una semana. Si la muestra está muy seca, se debe agregar agua hasta su capacidad de campo y uniformizarla antes de colocarla en los envases.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Luego de una semana, las larvas con síntomas de enfermedades son desinfectadas con hipoclorito de sodio (1%) y colocadas en una cámara húmeda para el desarrollo del hongo entomopatógeno, el que después de su crecimiento es colocado en medio papa dextrosa agar para su desarrollo. Para la obtención del cultivo puro se realizaran cultivos monospóricos por medio de diluciones sucesivas (factor de dilución 0.1) hasta obtener una concentración de 50 a 100 conidias por ml. Luego del crecimiento de algunas pocas colonias, se corta una de ellas y se coloca en una placa con medio de cultivo para el crecimiento del cultivo puro.

Las larvas infectadas con hongos entomopatógenos se mueren y se tornan duras al tacto, permaneciendo en ese estado hasta que las condiciones sean favorables para el desarrollo del hongo. Si se deja por más tiempo, el hongo se sigue desarrollando lo que dificulta su aislamiento. Mientras, cuando presentan nematodos entomopatógenos, las larvas se vuelven flácidas y cambian de color dependiendo de la especie del nematodo. En el caso del género *Heterorhabditis*, se tornan de color rojo o marrón, y en el caso de *Steinernema*, varían desde crema y ocre a negro. En ambos casos no tienen un olor característico. En caso de que las larvas sean infectadas por bacterias, generalmente presentan un olor putrefacto, de color oscuro a negro y con el cuerpo blando. Las larvas sanas completan su desarrollo o empupan.

Luego del procesamiento y análisis de las muestras de los hongos desarrollados, se realiza la identificación de las especies mediante la descripción de la colonia y de las estructuras del hongo, utilizando las claves de Commonwealth Micological Institute 1979; (Humber, Fungi: Identification, 1997).

8.3 Descripción y análisis completo de las amenazas observadas a las poblaciones de organismos y microorganismos no blanco asociados a la diversidad genética de maíz indicadas en todas y cada una de las zonas muestreadas, especialmente coleópteros, lepidópteros, bacteria y hongos.

8.3.1 Evaluación de insectos

Las muestras de insectos colectadas en los diferentes agroecosistemas fueron analizados en el laboratorio del Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina. De los siete agroecosistemas estudiados, solo en uno de ellos, Costa Sur, no se pudo tomar muestras debido a que los campos ya habían sido cosechados en el momento de la evaluación.

En términos generales, la cantidad de insectos capturados ha sido bastante pequeña, debido principalmente a dos aspectos: a las aplicaciones de insecticidas que realizan para el control de plagas, y al estado fenológico del cultivo de maíz avanzado (maduración y cosecha), en los agroecosistemas de la sierra. Se colectaron un total de 244 individuos (159 morfotipos) de los cuales 9 pertenecían a otras clases de artrópodos, y fueron en total 235 insectos colectados. El 65.1% de lo colectado corresponde a los fitófagos. Dentro de los insectos benéficos, los predadores destacan con el 26% de lo colectado, mientras que los parasitoides alcanzaron solo el 1.7% y el 0.4% a los polinizadores (Cuadro N° 9). La cantidad de parasitoides ha sido muy bajo, debido a que los muestreos no consideraron la crianza de los estadios inmaduros y estos resultados corresponden a los estados adultos de los parasitoides. Tanto la Costa Norte y Centro fueron donde se reportaron la mayor cantidad de predadores y la Sierra Central, el mayor registro de fitófagos (Cuadro N° 10). En el departamento de Lambayeque se colectó el 20% de los predadores reportados, que correspondió a 12

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

individuos (Cuadro N°11). La base de datos de todo lo encontrado se encuentra en el Anexo N°7.

Como se mencionó en el marco conceptual (8.1) y organismos asociados al maíz (insectos) (8.1.1), entre las plagas claves de insectos (organismos blanco) se encuentran a los gusanos cortadores y cogollero de la familia Noctuidae, que dependiendo de la altitud donde se siembra el cultivo puede ser una plaga clave (zona baja) o potencial (>3000 msnm.). Estas especies han sido reportadas en todas las zonas evaluadas. En el caso del cañero *Diatraea saccharalis* se ha reportado en la Costa Norte y Centro; *Heliothis (Helicoverpa) zea* ha sido reportado principalmente en la Sierra Centro; la polilla de la mazorca *Tallula atramentalis* en la Costa Centro; la *Diabrotica* para la Sierra Norte y Centro, Selva Norte, Sierra Centro y Sur, la pulguilla saltona *Epitrix* ha sido reportado en la Sierra Sur. Además, se presentan otras especies de fitófagos, que corresponden a organismos no blanco.

La cantidad de especies registradas así como la abundancia de estas, no han sido significativa y básicamente se debe a la época de muestreo (mayo – junio) que corresponde a invierno, donde el cultivo de maíz y las plantas arvenses en los agroecosistemas andinos se encuentra en maduración o en cosecha, más las temperaturas bajas, son los factores que influyen en el comportamiento biológico y la dinámica poblacional de los insectos; el corto tiempo que hubo para el entrenamiento y preparación de los métodos de colecta por parte de las personas involucradas, fueron otros factores que influyeron en la colecta de los insectos. La relación de especies identificadas se presenta en el cuadro N° 12, donde se puede observar que solo se han identificado 30 morfotipos de los 159 encontrados, de los cuales se han identificado 5 especies y 9 hasta género del grupo funcional de fitófagos. En el caso de los predadores, solo una fue identificada a especie y 13 hasta género y en el caso de los parasitoides, se identificaron solo 2 géneros. Esta situación nos da una idea de las falencias que existen en los laboratorios utilizados como referentes de los estudios de diversidad, los cuales, muchas veces se carece de especialistas para poder realizar todas las identificaciones.

Estos resultados no reflejan la diversidad de especies de organismos blanco y no blanco, en un país rico en diversidad de insectos, climas, y de especies vegetales como es el maíz. Básicamente esta información está limitada al tiempo y época de estudio así como al presupuesto del mismo, por lo que habría que considerarla como una prospección muy preliminar. En Puno, por ejemplo, solo se encontró un individuo fitófago debido a que la evaluación se realizó cuando el cultivo ya estaba cosechado y las temperaturas bastante bajas, como corresponde a los meses de abril y mayo. La misma situación sucedió en los departamentos de Apurímac, Cajamarca, Cusco Huancavelica, Lambayeque y zona andina de Piura.

Asociados a los organismos fitófagos, se encuentran a los enemigos naturales, como parte de la cadena trófica, que también son afectados por las condiciones ambientales, así como los organismos neutros, los cuales tienen un comportamiento que no afecta al cultivo del maíz, pero que hacen uso de este recurso como el uso del polen en la alimentación o aquellos grupos que sirven como descomponedores de la materia orgánica, haciéndola más digerible por la planta.

La importancia de tener una base de datos con información referencial de los diferentes grupos funcionales asociados al cultivo de maíz, es precisamente para poder verificar si existiría alguna alteración de estos en presencia de los eventos de OVM del maíz.

Cuadro N°9: Insectos colectados en diferentes agroecosistemas e identificados por el Museo de Entomología de la UNALM.

Agro ecosistema	Provincia	Familia	Grupo funcional					Total general
			Fitófago	Parasitoide	Predador	Polinizador	Neutro	
Costa Canto	Cafete	Chrysopidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Lonchaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Noctuidae	7	(-)	(-)	(-)	(-)	7
		Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
	Huaral	Chrysomelidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Chrysopidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Noctuidae	5	(-)	(-)	(-)	(-)	5
		Syrphidae	(-)	(-)	4	(-)	(-)	4
	Ica	Chrysopidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Noctuidae	4	(-)	(-)	(-)	(-)	4
		Pyrilidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
	Nazca	Braconidae	(-)	1	(-)	(-)	(-)	1
		Chrysopidae	(-)	(-)	6	(-)	(-)	6
		Noctuidae	8	(-)	(-)	(-)	(-)	8
		Pyrilidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
Costa Norte	Ayabaca	Curculionidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Delphacidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Elateridae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Melyridae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		ND	(-)	(-)	(-)	(-)	1	1
		Noctuidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Staphylinidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
	Chiclayo	Chrysopidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Coccinellidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Coenagrionidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		ND	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Noctuidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Pieridae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Proscopiidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Reduviidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Sphecidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
	Lambayeque	Asilidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Chrysopidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Mantidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Noctuidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
	Tumbes	Chrysomelidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Coccinellidae	(-)	(-)	4	(-)	(-)	4
		Noctuidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Reduviidae	(-)	(-)	3	(-)	(-)	3
		Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Selva Norte	Chachapoyas	Acrididae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Apidae	(-)	(-)	(-)	1	(-)	1
		Chrysomelidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Coreidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Erotylidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Lycidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Melyridae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Noctuidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Nymphalidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Pentatomidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
	Luya	Scutelleridae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Chrysopidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Lampyridae	(-)	(-)	(-)	(-)	2	2
		Lycidae	(-)	(-)	3	(-)	(-)	3
		Melyridae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Noctuidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
	Moyobamba	Sciaridae	(-)	(-)	(-)	(-)	1	1
		Chrysomelidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Coreidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Formicidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Gryllidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Libellulidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Noctuidae	4	(-)	(-)	(-)	(-)	4
		Nymphalidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
Sierra Centro	Cerro de pasco	Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Syrphidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Acrididae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Aphididae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Chrysomelidae	4	(-)	(-)	(-)	(-)	4
		Coccinellidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Hesperiidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Lygaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Melyridae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Noctuidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
		Nymphalidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Pentatomidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
	Dos de Mayo	Pieridae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Reduviidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Acrididae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
	Huamanga	ND	(-)	(-)	(-)	(-)	1	1
		Noctuidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Chrysomelidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Chrysopidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
		Coreidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
	Jauja	Curculionidae	4	(-)	(-)	(-)	(-)	4
		Noctuidae	6	(-)	(-)	(-)	(-)	6
		Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Cicadellidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3
	Pampas	Coreidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Noctuidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Phoridae	(-)	(-)	(-)	(-)	1	1
		Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
	Pampas	Agromyzidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Chrysomelidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Cicadellidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Sierra Norte	Chota	Acrididae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Curculionidae	5	(-)	(-)	(-)	(-)	5
		Elateridae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2
		Libellulidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Vespidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
Abancay	Chrysomelidae	3	(-)	(-)	(-)	(-)	3	
	Culicidae	(-)	(-)	(-)	(-)	2	2	
	Gelechiidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2	
	Lauxaniidae	(-)	(-)	(-)	(-)	6	6	
	Noctuidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1	
	Syrphidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1	
	Ulidiidae	2	(-)	(-)	(-)	(-)	2	
Sierra Sur	Puno	Carabidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1
		ND	(-)	(-)	(-)	(-)	1	1
		Noctuidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Nymphalidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Pieridae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Pompilidae	(-)	1	(-)	(-)	(-)	1
		Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1
		Sphecidae	(-)	(-)	2	(-)	(-)	2
Quispicanchis	Cicadellidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1	
	Hemerobiidae	(-)	(-)	1	(-)	(-)	1	
	Lonchaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1	
	Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1	
	Tachinidae	(-)	1	(-)	(-)	(-)	1	
Urubamba	Tipulidae	(-)	(-)	(-)	(-)	1	1	
	Ichneumonidae	(-)	1	(-)	(-)	(-)	1	
	Scarabaeidae	1	(-)	(-)	(-)	(-)	1	
Total general		153	4	61	1	16	235	

ND= No determinado

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 10: Resumen del número de insectos colectados en diferentes agroecosistemas del Perú.

Agro ecosistema	Fitófago	Parasitoide	Predador	Polinizador	Neutro	Total general
Costa Cento	29	1	18	(-)	(-)	48
Costa Norte	23	(-)	20	(-)	1	44
Selva Norte	32	(-)	8	1	3	44
Sierra Centro	44	(-)	8	(-)	2	54
Sierra Norte	9	(-)	2	(-)	(-)	11
Sierra Sur	16	3	5	(-)	10	34
Total general	153	4	61	1	16	235

Cuadro N°11: Resumen del número de insectos colectados por departamentos del Perú.

Departamentos	Fitófago	Parasitoide	Predador	Polinizador	Neutro	Total general
Amazonas	13	(-)	4	1	12	30
Apurímac	6	(-)	1	(-)	10	17
Ayacucho	12	(-)	3	(-)	1	16
Cajamarca	6	(-)	2	(-)	3	11
Cerro de Pasco	13	(-)	3	(-)	6	22
Cusco	2	2	1	(-)	9	14
Huancavelica	3	(-)	(-)	(-)	1	4
Huánuco	2	(-)	1	(-)	1	4
Ica	11	1	8	(-)	2	22
Junín	6	(-)	1	(-)	1	8
Lambayeque	1	(-)	12	(-)	7	20
Lima	13	(-)	9	(-)	(-)	22
Piura	5	(-)	1	(-)	8	14
Puno	1	1	3	(-)	4	9
San Martín	10	(-)	3	(-)	2	15
Tumbes	3	(-)	7	(-)	2	12
Total general	107	4	59	1	69	240

Cuadro N°12: Especies identificadas de insectos por grupo funcional, colectados en los muestreos realizados.

Fitófago	Predador	Parasitoide
<i>Agrotis</i> sp.	<i>Allograpta</i> sp.	<i>Digonogastra</i> sp.
<i>Anomala</i> sp.	<i>Ammophila</i> sp.	<i>Pepsis</i> sp.
<i>Astylus</i> sp.	<i>Chlaenius</i> sp.	
<i>Diabrotica</i> sp.	<i>Chrysoperla</i> sp.	
<i>Diatraea saccharalis</i>	<i>Coleomegilla</i> sp.	
<i>Epitrix</i> sp.	<i>Cycloneda</i> sp.	
<i>Euxesta</i> sp.	<i>Eccritosisia</i> sp.	
<i>Helicoverpa</i> sp.	<i>Erythrodiplox</i> sp.	
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	<i>Hemerobius</i> sp.	
<i>Pagiocerus frontalis</i>	<i>Ischnura</i> sp.	
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Liris</i> sp.	
<i>Tallula atramentalis</i>	<i>Ornidea</i> sp.	
<i>Tatochila</i> sp.	<i>Polistes weyrauchorum</i>	
<i>Vanessa</i> sp.	<i>Zelus nugax</i>	

8.3.2 Muestras de hojas: análisis de enfermedades

Las muestras de hojas con síntomas de enfermedades procedentes de diferentes agroecosistemas del Perú fueron analizadas en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Mariano Tabusso”. Las hojas colectadas con enfermedad provenían de plantas en la etapa de maduración (madurez fisiológica del cultivo), solo en la muestra colectada del departamento de Tacna (Tarata) no se registró la enfermedad y el resultado de análisis de la muestra MATT00006 indica que no hay síntoma evidente de la virosis, las rayas cloróticas podrían deberse a una deficiencia de magnesio. El resultado de análisis del laboratorio, reporta que se ha encontrado más de una especie de hongo fitopatógeno por hoja muestreada y analizada, lo que implica que en la misma planta hay la asociación de varias especies de hongos fitopatógenos, excepto de Huaral y La Pampa en Ancash, que se ha encontrado las únicas especies de enfermedades por hoja muestra. Las especies fitopatógenas se muestran en el Cuadro N°12.

Cuadro N°13: Enfermedades encontradas en los análisis de hojas de maíz

Patógeno	Ayabaca 2107-2649 msnm	Huamachuco 3231 msnm	Cutervo 2435-2493 msnm	Chancay 67 msnm	Anadahuyallillas 3050 msnm	Ancash 1799 msnm
<i>Exserohilum turcicum</i>	X		X			
<i>Phyllachora</i> sp	X	X	X			
<i>Coniothyrium</i> sp	X	X	X			
<i>Cladosporium</i> sp		X				
<i>Phoma</i> sp			X			
<i>Cercospora</i> sp			X		X	
<i>Puccinia sorghi</i>					X	
<i>P. polysora</i>					X	
<i>Bipolares</i> sp			X			
<i>Pseudomonas</i> sp				X		
Enanismo Rayado del Maíz						X

Los antecedente en fuentes bibliográficas, reportan la presencia de estas enfermedades en cultivos de maíz en diferentes agroecosistemas del país.

Las especies *Exserohilum turcicum* y *Bipolares* sp anteriormente consideradas como *Helminthosporium turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & Suggs (CIMMYT, Programa de Maiz, 2004), son especies reportadas con amplia distribución y la incidencia es importante en el cultivo del Maíz Amarillo Duro, en la costa peruana (Sarmiento y Castillo, sin fecha). En el presente estudio se reporta para las regiones de Piura (Ayabaca) zona andina y en Cajamarca (Cutervo), hasta 2431 metros de altitud, lo que implica que estas especies además de la costa están presentes en la sierra, con mayor incidencia en los valles interandinos, la probabilidad que exista en la selva es alta. Otras fuentes indican que la enfermedad se encuentra distribuido por todo el mundo, en zonas con mucha humedad y temperaturas moderadas, como: en Brasil,

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Colombia, Ecuador, el norte de la India, el este y el sur de África, los Estados Unidos de Norteamérica y México (CIMMYT, Programa de Maíz, 2004).

Las especies *Phyllachora* sp y *Coniothyrium turcicum*, asociadas y conocidas como “complejo mancha de asfalto de maíz” son reportadas para las regiones de Piura, La Libertad y Cajamarca, ubicadas hasta 3231 m de altitud. Hay escasa información sobre la dispersión espacial de estas especies en el país, sin embargo, se ha registrado estas enfermedades para Cañete y Chíncha (Sarmiento y Castillo, s.f.); www.agrobanco.com.pe/data/uplads/ctecnica/022-b-mab. Estas enfermedades se adaptan muy bien a lugares con alta humedad y frío, característico de zonas tropicales. Su distribución es amplia en muchos países de América, (CIMMYT, Programa de Maíz, 2004).

Las especies *Cercospora* sp, *Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*, la primera conocida como “mancha gris del maíz”, la segunda y tercera de “roya común”, se ha registrado para Cusco y La Libertad (Huamachuco), hasta 3231 m de altitud, lo que implica que su distribución es amplia en el país, abarcando la costa y la sierra. Se encuentra en todas las zonas húmedas y tropicales. Su distribución es amplia en la costa peruana y en la sierra en valles interandinos (Sarmiento & Castillo, s.f.); asimismo la incidencia de estas especies es amplia e importante en el Valle Sagrado de los Incas en Cusco (Hermoza, 2011). También se reporta la amplia distribución de estas enfermedades para los países de América del Sur y en los países del este y sur de África.

La especie *Pseudomonas* sp., se ha registrado para la muestra proveniente de Chancay-Huaral, ubicado a 67 m de altitud. La bacteria a nivel de hojas es poco mencionada en la literatura para el Perú, a pesar de la presencia de la enfermedad en la costa peruana. La adaptación se da en zonas cálidas y húmedas. La enfermedad comienza el daño al inicio de desarrollo hasta la floración del cultivo, presentando mayor incidencia en maíces amiláceos que en maíces duros, además las plantas con alta fertilización nitrogenada y amoniacal son propensas al daño. Una particularidad importante del patógeno es la sobrevivencia en insectos adultos de *Chaetocnema* sp, adultos y larvas de *Diabrotica* spp, larvas de *Delia platura*, *Agriotes*, *Phyllophaga*, (Calixto, 2010). La enfermedad tiene la distribución mundial, en Perú no se tiene reporte documentado sobre la distribución de esta enfermedad en agroecosistemas del maíz.

El “Virus Enanismo Rayado del Maíz”, se ha reportado en el presente estudio para Áncash – La Pampa a 1799 m de altitud. El virus es nativo del Caribe y endémico en la América Tropical y Subtropical. Se encuentra en las zonas donde el maíz se cultiva en forma continua, como ocurre en la costa central, en los departamentos de Ica, Lima y Áncash, y en las siembras de noviembre y diciembre. El insecto vector del virus es la cigarrita *Peregrinus maidis*, por lo tanto la dispersión de la enfermedad en agroecosistemas del maíz está relacionada a la dispersión y adaptación del insecto vector, (Sarmiento y Castillo, s.f).

Las especie *Phoma* sp, es considerada como “pudrición rozada del tallo”, la enfermedad ocasiona la pudrición a nivel de la base del tallo en la etapa de floración y maduración, como consecuencia, las plantas se vuelcan al suelo (www.pioneer.com/CMRoot/podridumbre roja de raíces). En el presente estudio esta enfermedad es reportada en muestras de hojas colectadas de Cutervo - Cajamarca. Por otro lado la especie *Cladosporium* sp, es considerada como enfermedad de los granos del maíz, se presenta al final de la maduración del cultivo y en aquellas mazorcas que tienen cobertura parcial de las brácteas y las dañadas por animales o

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

insectos. En el presente estudio se reporta la enfermedad en muestras de hojas colectadas de Huamachuco-Trujillo. (www.syngenta.com/contry/es/sp/cultivos/enfermedadescladiosporiosis).

Los agricultores consideran a las enfermedades de las hojas como: “ranchar” o “mancha marrón en las hojas”, no especifican los nombres comunes para cada especie de enfermedad, excepto por agricultores de la costa con mayor nivel de capacitación que reconocen a algunas especies de enfermedades de hojas por separado. Para la percepción de los agricultores, la incidencia de la ranchar o mancha marrón en las hojas del maíz está aumentando y atribuyen a las variaciones de la temperatura (caliente) y las lluvias (exceso o ausencia), como efecto del cambio climático. En la costa y valles abrigados indican el uso de fungicidas para el control. En la zona Quechua, los agricultores indican la menor incidencia de estas enfermedades, y si están presentes, estas acentúan hacia la madurez del cultivo, y no consideran necesario el uso de fungicidas, (Encuesta del presente estudio).

8.3.3 Muestras de suelo: análisis de microorganismos cuantificados.

Las muestras de suelos procedentes de los diferentes agroecosistemas a nivel nacional fueron analizadas por el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” y los resultados se muestran en el Cuadro N° 14. El análisis microbiológico de las muestras ha dado como resultado el recuento de mohos y levaduras, expresado en unidades formadoras de colonias por gramo de muestra de suelo (UFC/g), enumeración de *Pseudomonas* expresado en el número más probable por gramo de muestra (NMP/g) y el recuento de actinomicetos expresados en UFC/g.

Los resultados muestran diferencias entre las concentraciones de estos microorganismos en los suelos muestreados de la rizósfera del maíz y con los suelos muestreados sin cultivos, procedentes de diferentes agroecosistemas.

Muestras del suelo en el cultivo de maíz.

Con relación a la cantidad de mohos y levaduras, los valores fueron similares entre los agroecosistemas de costa norte, sierra norte y sierra centro, presentando la mayor cantidad en promedio de todas las zonas evaluadas en comparación con la costa centro, costa sur, sierra sur y selva, lo que indica la diferencia de los hábitos de fertilización en los diferentes agroecosistemas. Los valores encontrados estuvieron en el rango de 10^3 , 10^4 y 10^5 , lo que significa que todos los campos muestreados contienen cantidades de moho y levaduras y que estas cantidades varían de acuerdo a la fertilización orgánica de cada campo.

Con relación a las *Pseudomonas*, todas las muestras analizadas a nivel nacional presentan como número más probable de crecimiento bacteriano entre 10^4 y 10^5 , sin mostrar diferencias estadísticas entre ellas, excepto las muestras provenientes de: Mariscal Nieto de Moquegua, Casma y Olleros en Ancash, Leonor Ordoñez en Jauja-Junín y Pachia en Tacna que presentaron cantidades menores al valor mínimo.

En el caso de los actinomicetos, el resultado de los análisis de suelos de todos los agroecosistemas, muestran cantidades superiores al valor mínimo de la unidad formadora de colonias por gramo del suelo, excepto en la muestra proveniente de Mariscal Nieto de Moquegua y Tarata y Tacna, que fue negativo. La tendencia fue mayor en la costa norte, selva norte y costa centro, con altas concentraciones en promedio, con respecto a los otros agroecosistemas.

Muestras de suelo en campos sin cultivo de maíz.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

En relación a los resultados de las muestras del suelo sin cultivo de maíz, la cantidad de los microorganismos fue variable entre las muestras provenientes de los diferentes agroecosistemas. Con respecto a los mohos y levaduras, todas las muestras reportaron cantidades superiores a la unidad formadora de colonias de valor mínimo, excepto las muestras provenientes de Vitor de Arequipa, Tarata y Pachia de Tacna que tuvieron valores negativos. Por otro lado los resultados en cantidades de estos microorganismos fueron similares a las cantidades reportadas en muestras de suelo con maíz.

Con relación a la cantidad de *Pseudomonas*, 11 lugares muestreados presentaron resultados inferiores al valor mínimo de la unidad formadora de colonias, el resto de las muestra tuvieron valores positivos y relativamente inferiores con respecto a los valores de las muestras de suelo con maíz.

Finalmente los resultados de las cantidades de actinomicetos fueron superiores al valor mínimo de UFC/g de suelo, excepto en tres muestras que corresponden a: Mariscal Nieto de Moquegua, Tarata y Pachia de Tacna que tuvieron resultados negativos. También los resultados en cantidad de microorganismos fueron similares a las muestras de suelo con cultivo del maíz.

La cantidad de microorganismos en el suelo tiene relación directa con la cantidad de materia orgánica incorporada. Suelos pobres en materia orgánica disponen de cantidades mínimas de estos grupos de microorganismos, y en la medida que se incrementa la materia orgánica, se incrementará también las concentraciones de estos microorganismos y su actividad metabólica. Los suelos que no presentan actividad, carecen de las poblaciones de bacterias. En términos generales, los campos en el Perú, disponen de los tres grupos de microorganismos en cantidades medianas, siendo los suelos más ricos en los departamentos de Piura, Tumbes, Cajamarca, San Martín, Amazonas, Ancash, La libertad.

Las escalas que se presentan en los resultados y según la literatura consultada, podemos interpretarlas de la siguiente manera: < 3 ausencia total de microorganismos en la muestra, 10^2 suelo pobre en microorganismos, entre 10^3 - 10^4 presencia moderada de microorganismos y $>10^5$ suelo rico en microorganismos.

A continuación se presenta la información adicional de los grupos evaluados.

Los hongos son microorganismos eucariontes que crecen en forma de mohos y levaduras. Los mohos son hongos filamentosos multicelulares que por su estructura y forma pueden ser identificados además de microscópica, macroscópicamente. La levadura es un tipo de hongo unicelular que se encuentra en la mayoría de ambientes y muy común en el suelo, se reproducen por gemación. Ayuda a descomponer la materia orgánica. Dentro de los hongos existen tres grupos y solo uno es perjudicial. Los hongos saprofitos son descomponedores que ayudan a la conversión de la materia orgánica en sustancias útiles para las plantas; hongos micorrízicos que colonizan las raíces y convierten a los minerales en formas útiles para que sean aprovechadas por las plantas; y el tercer grupo son los hongos patógenos. Ambos grupos forman parte de los sistemas de biotransformación, de materia orgánica. Dentro de los hongos que se presentan en el suelo tenemos a los géneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Varicosporium* y *Trichoderma*, *Alternaria*, *Acremonium*, siendo los más frecuentes *Aspergillus* y *Penicillium* (Escobar, Mora, D.J., & Romero, 2012). En el caso de las levaduras, los géneros frecuentes son *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Lypomyces*, *Pichia*, *Pullularia*,

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Rhodotorula, *Saccharomyces*, *Schizoblastosporion*, *Sporobolomyce*, *Torula*, *Torulaspora*, *Torulopsis*, *Trichosporon* y *Zygosaccharomyces*.

Las poblaciones de hongos son marcadamente influenciadas por el nivel y clase de la materia orgánica, el pH del suelo, la aplicación de algunos fertilizantes de origen orgánico e inorgánico, la humedad, aireación y temperatura del suelo, condiciones ambientales y composición de la vegetación existente (Sánchez-Yáñez, Marquez, Leal, & Fernández, 2007).

Una parte muy importante de los microorganismos de suelo son las **bacterias** y los actinomicetos por ser los más abundantes y que son responsables de la mayor parte de la descomposición inicial de la materia orgánica. En la mayoría de los casos, predominan las bacterias, unas 100 veces más, que los hongos. Las bacterias necesitan de nutrientes como los de los exudados de las plantas, porque ante la ausencia de éstos no son capaces de utilizar la materia orgánica como fuente de energía, por lo que es común encontrarlas en la rizósfera en mayor cantidad en comparación con otros microorganismos ya que pueden utilizar un amplio rango de sustratos como fuentes de carbono o nitrógeno. Las poblaciones de bacterias están influenciadas por factores como la estación, tipo de suelo, vegetación, humedad y fertilización del suelo (Calvo, Reymundo, & Zúñiga, 2008). Dada su abundancia las bacterias juegan un rol muy importante para la salud de los ecosistemas.

Las bacterias que comúnmente se presentan en los suelos tenemos a Gram negativas *Enterobacter*, *Escherichia*, *Morganella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, y las bacterias Gram positivas *Arthrobacter*, *Bacillus* y *Micrococcus*. (Escobar, Mora, D.J., & Romero, 2012). De ellas el género más representativo es *Pseudomonas*. Las *Pseudomonas* son bacilos Gram negativos, móviles por flagelación polar; las cuales tienen la capacidad de metabolizar los derivados químicos de la degradación, por ejemplo los hidrocarburos. Se encuentra normalmente en el suelo y son patógenos oportunistas en animales, plantas y humanos (Maposita, Calle, & Fiallos). Los efectos positivos que ejercen estas bacterias en las plantas radican en que producen y segregan reguladores del crecimiento de plantas como auxinas, giberelinas y citoquininas, mejorando procesos como germinación de semillas, nutrición. *Pseudomona fluorecens* es una bacteria que promueve la rizobacteria, posee la capacidad de disminuir la acción de fitopatógenos produciendo sideróforos y antibióticos, utilizando diferentes sustratos para su metabolismo (Perotti, Menéndez, & Pidello, 2005).

Actinomicetos, son organismos procariontes que viven en el suelo y sobre el material vegetal en descomposición. Han sido descritos como agentes de biocontrol debido a que tienen la capacidad de producir enzimas biodegradativas, como: quitinasas, glucanasas, peroxidases y otras, involucradas en el papel del micoparasitismo, que llevan a cabo estos microorganismos. Son importantes porque degradan sustancias complejas como lignocelulosa, quitina y peptidoglicanos, contribuyendo notablemente, a la mineralización de estos compuestos en el suelo y en el compostaje (MÁRQUEZ et al., 2003 mencionado por Escobar, Mora, D.J., & Romero, 2012). Entre los géneros que son representativos corresponden a *Actinomyces*, *Nocardia*, *Streptomyces*. De ellos *Streptomyces* es el principal que equivale del 70 a 90% del total de géneros encontrados. Es importante debido a que producen antibióticos, dándole al suelo el característico olor de tierra mojada. Este género ha sido descrito como colonizador de la rizósfera que es capaz de ejercer control, sobre hongos fitopatógenos, promover la nodulación y ayudar a los bacteriodes de *Rhizobium*, a la asimilación del hierro, en la fijación de nitrógeno, en leguminosas, lo cual contribuye, indirectamente, a estimular el

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

crecimiento vegetal (Escobar, Mora, D.J., & Romero, 2012). Los actinomicetos crecen lentamente en comparación con las bacterias (no son competidoras), sus poblaciones disminuyen al elevar la concentración de nutrientes orgánicos, por la presión de competencia biológica con otros grupos y cuando los nutrientes están en baja concentración al inicio de la mineralización de restos vegetales, los actinomicetos empiezan a dominar. Las poblaciones de los actinomicetos así como su actividad mineralizante, dependen de la concentración de la materia orgánica, del pH, de la humedad, temperatura del suelo y el cultivo vegetal (Sanchez-Yáñez, Villegas, & Marquez, 2007).

Cuadro N°14: Cuantificación de la microbiota existente en suelos muestreados de la rizósfera del maíz en siete agroecosistemas del Perú.

Agro ecosistema	Departamento	Provincia	Distrito	Muestra de suelo	Microbiota		
					Mohos y Levaduras (UFC/g)	<i>Pseudomonas</i> (NMP/g)	Actinomicetos (UFC/g)
Costa Centro	Ica	Ica	Santiago	Con Maíz	52 X 10 ³	24 X 10 ⁴	79 x 10 ⁵
				Sin Maíz	11 X 10 ³	> 3	89 X 10 ⁴
	Nazca	Nazca	Vista Alegre	Con Maíz	47 x10 ⁴	12 x 10 ⁵	24 x 10 ⁵
				Sin Maíz	22 x 10 ⁴	50 x 10 ³	57 x 10 ⁵
	Lima	Cañete	Mala	Con Maíz	75 x 10 ³	53 x 10 ³	46 x 10 ⁵
				Sin Maíz	39 x 10 ³	12 x 10 ²	18 x 10 ⁵
Costa Norte	Huaral	Huaral	Chancay	Con Maíz	84 x 10 ³	28 x 10 ⁴	21 x 10 ⁵
				Sin Maíz	33 x 10 ³	23	90 x 10 ⁴
	La Libertad	Trujillo	Otuzco	Con Maíz	81 x 10 ³	52 x 10 ²	36 x 10 ⁵
				Sin Maíz	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	57 x 10 ⁵
	Lambayeque	Chiclayo	Monsefú	Con Maíz	94 x 10 ³	13 x 10 ³	43 x 10 ⁵
				Sin Maíz	84 x 10 ⁴	48 x 10	32 x 10 ³
Costa Sur	Lambayeque	Lambayeque	Motupe	Con Maíz	30 x 10 ⁵	46 x 10 ²	44 x 10 ³
				Sin Maíz	24 x 10 ⁵	41 x 10 ²	45 x 10 ³
	Piura	Ayabaca	Ayabaca	Con Maíz	12 x 10 ⁴	57 x 10 ³	64 x 10 ⁵
				Sin Maíz	13 x 10 ⁴	32 x 10 ³	57 x 10 ⁵
	Tumbes	Tumbes	Corrales	Con Maíz	40 x 10 ⁵	26 x 10 ³	73 x 10 ³
				Sin Maíz	53 x 10 ⁵	31 x 10 ³	12 x 10 ⁴
Selva Norte	Arequipa	Arequipa	Vitor	Con Maíz	11 x 10 ⁴	27 x 10 ⁴	20 x 10 ⁵
				Sin Maíz	88 x 10	11 x 10 ⁴	31 x 10 ⁵
	Camaná	Camaná	Mariscal Cáceres	Con Maíz	12 x 10 ⁴	10 x 10 ³	58 x 10 ⁵
				Sin Maíz	11 x 10 ⁴	86 x 10	45 x 10 ⁵
	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	Con Maíz	10 x 10 ⁴	< 3	94 x 10
				Sin Maíz	16 x 10 ⁴	< 3	23 x 10
Selva Sur	Tacna	Tacna	Pachia	Con Maíz	17 x 10 ⁵	< 3	34 x 10 ³
				Sin Maíz	73 x 10 ³	< 3	14 x 10
	Tarata	Tarata	Tarata	Con Maíz	17 x 10	< 3	73 x 10
				Sin Maíz	44 x 10 ⁴	< 3	53 x 10
	Amazonas	Chachapoyas	El Levanto	Con Maíz	55 x 10 ³	27 x 10 ³	19 x 10 ⁵
				Sin Maíz	40 x 10 ⁴	28 x 10 ²	67 x 10 ²

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Sierra Centro	San Martín	Luya	Luya	Con Maíz	22×10^4	13×10^5	73×10^5
				Sin Maíz	60×10^4	14×10^3	60×10^4
		Lamas	Lamas	Con Maíz	56×10^3	29×10^3	54×10^5
				Sin Maíz	20×10^3	30×10^2	22×10^5
		Moyobamba	Yantalo	Con Maíz	51×10^4	14×10^4	32×10^5
				Sin Maíz	84×10^3	15×10^4	64×10^5
		San Martin	Tarapoto	Con Maíz	48×10^3	13×10^3	38×10^5
				Sin Maíz	46×10^3	52×10^3	36×10^5
	Ancash	Casma	Casma	Con Maíz	88×10^3	28×10	56×10^5
				Sin Maíz	26×10^3	< 3	30×10^5
		Corongo	La Pampa	Con Maíz	90×10^3	12×10^4	18×10^5
				Sin Maíz	35×10^3	47×10	11×10^5
	Ayacucho	Huaraz	Olleros	Con Maíz	23×10^4	49×10	24×10^5
				Sin Maíz	10×10^4	25×10^2	51×10^5
		Huamanga	Aco Vinchos	Con Maíz	10×10^4	48×10	14×10^5
				Sin Maíz	72×10^3	72×10^2	10×10^5
	Cerro de Pasco	Pasco	Paucartambo	Con Maíz	58×10^5	10×10^4	37×10^4
				Sin Maíz	94×10^4	12×10^5	30×10^4
	Huancavelica	Pampas	Colcbamba	Con Maíz	78×10^4	27×10^3	18×10^5
				Sin Maíz	51×10^4	46×10^3	60×10^4
Sierra Norte	Huánuco	Dos de Mayo	La Unión	Con Maíz	93×10^3	13×10^5	18×10^5
				Sin Maíz	67×10^3	12×10^5	33×10^5
	Junín	Jauja	Leonor Ordoñez	Con Maíz	22×10^3	48×10	60×10^4
				Sin Maíz	27×10^3	768×10	12×10^5
	Cajamarca	Chota	Chota	Con Maíz	67×10^3	28×10^3	33×10^5
				Sin Maíz	10×10^4	22×10^4	35×10^5
		Cutervo	Cutervo	Con Maíz	45×10^4	30×10^3	39×10^4
				Sin Maíz	10×10^4	28×10^3	10×10^5
	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Con Maíz	27×10^5	49×10	24×10^4
				Sin Maíz	13×10^4	19×10	24×10^4
Sierra Sur	Apurímac	Abancay	Curahuasi	Con Maíz	45×10^3	50×10^3	62×10^4
				Sin Maíz	23×10^3	12×10^3	12×10^5
		Abancay	Curahuasi	Con Maíz	19×10^3	13×10^4	70×10^4
				Sin Maíz	74×10^2	54×10^2	60×10^4
	Cusco	Quispicanchis	Andahuaylillas	Con Maíz	59×10^4	10×10^4	24×10^3
				Sin Maíz	10×10^5	24×10^2	50×10^3
		Urubamba	Huayllabamba	Con Maíz	60×10^4	10×10^3	40×10^3
				Sin Maíz	23×10^4	12×10^6	31×10^3
	Puno	Puno	Chuquito	Con Maíz	52×10^4	10×10^3	43×10^5
				Sin Maíz	22×10^4	46×10^2	42×10^5

- UFC/g = unidades formadoras de colonias por gramo de muestra de suelo; NMP/g = número más probable por gramo de muestra.
- A partir de $< 10^2$ se considera ausencia de microorganismos en ensayo
- Escala de interpretación:
 < 3 , ausencia total de microorganismos en la muestra
 10^2 suelo pobre en microorganismos
 $10^3 - 10^4$ presencia moderada de microorganismos

Con relación a los OVM llamados también organismos genéticamente modificados (OGM), en la actualidad existen 147 eventos registrados a nivel mundial sobre el cultivo de maíz modificado genéticamente, de los cuales el 95.92% que corresponden a 141 eventos tienen el propósito de controlar insectos (lepidópteros y coleópteros) y que sean tolerantes a herbicidas, especialmente al glifosato (Cuadro 14). La información del estado actual de los eventos transgénicos en el cultivo de maíz a nivel mundial así como los genes involucrados en el desarrollo de plantas transgénicas de maíz para el control de insectos, se presentan en los Anexos N°9 y N°10 respectivamente.

Cuadro N°15: Resumen de los eventos transgénicos en el cultivo de maíz a nivel mundial.

Propósito		Cantidad de eventos
H	Tolerante a herbicidas	13
H, I	Tolerante a herbicidas y Resistencia a insectos	54
H, I, O	Tolerante a herbicidas, Resistencia a insectos y otro propósito	53
H, O	Tolerante a herbicidas y otro propósito	10
I	Resistencia a insectos	1
I, O	Resistencia a insectos y otro propósito	10
O	Otro propósito	6
Total		147

Fuente. Modificado de ISAAA (2016).

OVM con resistencia a insectos: El orden Lepidoptera es el grupo que mayormente ha sido trabajado genéticamente debido a la mayor cantidad de plagas claves que se presentan en los cultivos de importancia económica a nivel mundial. En el caso de maíz, las plagas blanco, objetivo para la transgénesis han sido *Diatraea saccharalis*, *Ostrinia nubilalis* (Fam.; Crambidae), entre otras especies relacionadas, y se han trabajado con los genes del *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), por ejemplo utilizando la toxina del cry1Ab. Sin embargo, esta toxina no solo afecta a las especies mencionadas, sino a un amplio rango de plagas como Noctuidae, que también atacan al maíz en diferentes agroecosistemas a nivel mundial. En el Perú, esta toxina tiene un marcado efecto sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella*, determinado a nivel experimental (Cañedo & Cisneros, 2004). Son varias las toxinas del *Bt* involucradas como cry1A, 1Ab, 1Ac, 1C, 1Fa2, 2Ab2, 2Ae, entre otros para el control de lepidópteros, mientras para el control de los coleópteros de la familia Chrysomelidae están las toxinas cry3A, 3Bb1, 35Ab1 entre los principales. Existe mucha información sobre el rango de especies, sobre las que tienen efecto estas toxinas, por lo que es importante tener en cuenta no solo con los organismos blanco, sino también con los organismos no blanco como son los enemigos naturales, polinizadores y los insectos de suelo, principalmente (O'Callaghan, Glare, Burgess, & Malone, 2005).

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Con relación a los microorganismos de suelo así como algunos fitopatógenos que se mantienen en el suelo son considerados como organismos no blanco en el uso de los OVM. Como hemos mencionado anteriormente, la microbiota del suelo utiliza el sistema radicular así como los exudados de las plantas en crecimiento para alimentarse y cumplir con los servicios ecosistémicos que ofrecen.

OVM con tolerancia a herbicidas: Existe evidencia científica que el uso del glifosato tiene un efecto sobre las comunidades microbianas del suelo (patógenas y benéficas). Conde (2011) realizó ensayos para evaluar el efecto de glifosato (ingrediente activo) sobre el crecimiento microbiano de especies benéficas (*Trichoderma harzianum*, *T. atroviride* y *Pseudomonas fluorescens*) y de especies patógenas (*Fusarium solani sensu lato*, *F. oxysporum*, *F. graminearum* y *Pythium debaryanum*). Concluyó que el crecimiento microbiano de especies patógenas se reduce al aumentar las dosis de glifosato, siendo *Fusarium graminearum* la especie patógena más afectada, seguida por *Pythium debaryanum*. El crecimiento microbiano de especies benéficas también se redujo al aumentar las dosis de glifosato. La cepa de *T. harzianum* presentó mayor sensibilidad frente al glifosato respecto de *T. atroviride* así como *Pseudomonas fluorescens*. Además, dosis crecientes de glifosato afectaron las interacciones entre microorganismos, favoreciéndose el patógeno en detrimento del antagonista. Sus resultados concuerdan con muchos autores Wardle y Parkinson, (1990); Meriles *et al.*, (2006); Kremer y Means (2009) reportados por el autor.

Las *Pseudomonas fluorescentes* presentan sensibilidad de la enzima EPSPS al glifosato, dando como resultado la inhibición de la enzima en presencia del glifosato. Las poblaciones de *P. fluorescentes* son siempre mayores en la rizósfera de plantas de soja no resistente, mientras que pueden verse reducidas en soja resistente por la susceptibilidad al glifosato exudado hacia la rizósfera (Schulz *et al.*, 1985 mencionado por Conde, 2011).

Existe una evidencia experimental en condiciones de laboratorio que existe un potencial de transferencia horizontal de genes de las plantas transgénicas a los microorganismos del suelo, en tasas relativamente bajas (Kowalchuk, Bruinsma, & A. van Veen, 2003). Esta teoría tiene que ser aplicada tanto para transgenes de tolerancia a herbicidas como resistencia a insectos. Por lo tanto, los microorganismos de suelos son considerados como organismos no blanco en riesgo, los cuales deben de ser monitoreados.

8.3.4. Conocimientos tradicionales relacionados a la interacción cultivo-organismos y microorganismos.

Se presentan los resultados de la encuesta agro cultural, como información reportada por los agricultores (hombres y mujeres) encuestados en siete agroecosistemas ámbito del presente estudio. El cuestionario de la encuesta se ha estructurado en seis partes, que corresponden a: datos generales del lugar, del agricultor, sobre el terreno y cultivo, las prácticas agronómicas que emplea para el manejo del cultivo, la sanidad y la percepción de los agricultores sobre el cambio climático. Los gráficos contruidos y los porcentajes que se indican en el documento derivan de la base de datos de agro cultural.

Información agro cultural

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

El área del cultivo destinado al maíz es variable por agroecosistemas; en promedio de 66 % de los agricultores encuestados de los diferentes agroecosistemas manifestaron que han sembrado maíz en menos o igual a una hectárea de terreno, con una frecuencia de 33 a 86 % de costa centro a sierra norte respectivamente; el 30 % de agricultores sembraron hasta 2 ha con diferentes frecuencias en cada agroecosistema; el 4% más de 5 ha en la costa sur y sierra sur. Estos resultados nos muestran que existe una tendencia mayor al minifundio en todos los agroecosistemas estudiados, siendo menor en la costa, (Figura 5a). Las variedades y compuestos de maíz más sembrados corresponden en promedio a 53% de agricultores que prefieren el maíz amiláceo y 21% el amarillo semicristalino, ambos en la zona andina de la costa con mayor concentración en la región sierra; mientras el 26 % de agricultores en valles cálidos de sierra centro y sur, en la costa y la selva, prefieren las variedades, líneas e híbridos del Maíz Amarillo Duro. Los porcentajes y las frecuencias se presentan en la (Figura 5b).

El destino de la producción varía en tres niveles; aquellos que venden al mercado toda la producción que corresponde a 59 % de agricultores, modalidad que se da en la costa y selva; el 33 % de agricultores destinan la producción a la venta y una parte al consumo familiar, situación que ocurre en los valles interandinos, mientras el 8 % de agricultores ubicados en las zonas más altas de la sierra destinan toda la producción al consumo familiar, como ocurre en Puno, (Figura 5c). En los valles interandinos y en la costa las áreas sembradas de maíz para la comercialización en choclo han aumentado, lo que corrobora con el incremento de la demanda de consumo de choclo en el mercado nacional.

La época de siembra en los agroecosistemas de Sierra Norte, Centro y Sur, varían de agosto a noviembre y se determina por el periodo vegetativo del cultivar, áreas sin riesgo de heladas y disponibilidad de agua de riego. En los agroecosistemas de la costa y selva, las épocas de siembra son variables durante el año, con preferencia en febrero, marzo y abril. En la zona andina la disponibilidad del agua para el cultivo del maíz se complementan entre riego y la lluvia, el riego por gravedad abastece entre agosto a noviembre, luego de diciembre a abril se complementa con las lluvias temporales. En el estudio se ha registrado a 4 agricultores que disponen del sistema de riego por goteo, extracción de agua de pozo y están ubicados en la costa.

El 75 % de agricultores encuestados manifestaron la dependencia de uso de fertilizantes en dosis, cantidad y elementos químicos variables, siendo concentrado el uso con mayor frecuencia en la costa, y menor en valles interandinos y la selva; mientras el 25 % de agricultores en promedio no usan fertilizantes en las zonas altas de la sierra, la costa norte, y probablemente se relaciona con la producción para el consumo familiar (Figura 5d). La materia orgánica de estiércol es utilizada por el 60 % de los encuestados y se concentra más en la costa y sierra, menos en la selva norte; el 4 % de agricultores de la costa norte y selva norte complementan la fertilización con el uso de abonos foliares; el 36 % de agricultores no usan las fuentes orgánicas (Figura 5e). Las cantidades de estiércol y otras fuentes orgánicas incorporadas al cultivo del maíz son pequeñas.

Posterior a la cosecha del maíz, el 54 % de agricultores en promedio de la costa y sierra dejan la chala en la misma chacra o acondicionan a centros de crianza para el consumo de los animales; el 27 % de agricultores venden y esta decisión la toman con mayor frecuencia los agricultores de la costa centro y sierra sur y con menor frecuencia en otros agroecosistemas; mientras el 18 % de agricultores incorporan directamente al suelo, siendo la práctica mayoritaria para la selva norte, (Figura 5f).

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Con relación a la frecuencia de uso del terreno, el 50 % indica el descanso después de la cosecha y el 50 % continúan el uso con otros cultivos. El descanso, para los agricultores de los agroecosistemas andinos, se refiere al tiempo de 3 a 4 meses en que las parcelas quedan libres al pastoreo de las animales y la ausencia de lluvias que no permite el uso continuo del terreno, situación que es característico de una agricultura estacionaria.

Información sobre organismos (plagas)

En el proceso de desarrollo del maíz en parcela; en promedio 59.5 % de agricultores indicaron la presencia y daños de importancia económica a los insectos “cogollero”, “gusano cortador”, “silwi” y “ut’uskuru”, que corresponden a la familia Noctuidae, orden Lepidoptera e integra a varias especies del complejo de gusanos cortadores que ocasionan daño al inicio de desarrollo de las plantas y el cogollero en las etapas posteriores. Las colecciones de larvas de maíz en agroecosistemas muestreados e identificados corresponde a la especie *Spodoptera frugiperda*, denominados por los agricultores como el “cogollero”, siendo la mayor concentración y frecuencia en la costa y selva norte y menor en la sierra. El 22.5 % de agricultores mencionaron la presencia y daño de “loro loro” o “lorito verde” que corresponde a la especie *Diabrotica* spp, la “pulguilla saltona” o “piki piki” de la especie *Epitrix* spp, ambas de la familia Chrysomelidae del orden Coleoptera, con frecuencias y porcentajes menos que el grupo anterior y presentes en todos los agroecosistemas; finalmente el 10 % de agricultores no observan el daño de estos insectos o no los conoce, realidad que se plasma en la sierra centro y norte y la zona andina de la costa norte y sur, (Figura 6a).

La presencia y daño del barrenador del tallo del maíz ha sido manifestado por el 41 % de agricultores encuestados, siendo la frecuencia mayor para la costa, selva norte y sierra sur y menos en el resto, y lo conocen como “gusano cortador”, “cañero”, “gusano barrenador” o “polilla”. La especie registrada en el laboratorio corresponde a *Diatraea saccharalis*, de la familia Crambidae, anteriormente en la familia Pyralidae, del orden Lepidoptera; por otro lado 59 % de agricultores no manifiestan y no conocen al insecto, las mayores frecuencias se dan para la zona andina de la costa y la sierra (Figura 6b). A nivel de la mazorca indicaron la presencia del “gusano choclero”, “silwi kuru”, que corresponde a la especie *Heliothis* (*Helicoverpa*) *zea* de la familia Noctuidae, el daño es perseverante para la costa y los valles interandinos cálidos.

El 63 % de agricultores manifestaron la existencia de nuevos insectos como plagas en los últimos años, sin embargo no identificaron cuales son esos insectos; por otro lado 37 % indicaron que no hay nuevos insectos como plaga (Figura 6c). El 32 % de agricultores atribuyen al cambio climático como factor responsable de la aparición de nuevos insectos y el 3 % a la presencia de semilla de nuevas variedades de maíz; mientras el 65 % no identificaron las causas de aparición de nuevas plagas, (Figura 6d).

El 55 % de agricultores utilizan insecticidas de diferentes principios activos para el control de plagas, siendo la mayor concentración y frecuencia en la costa, seguido de sierra centro y sur, con menos frecuencia en la selva norte y sierra norte; mientras el 45 % de agricultores no lo consideran necesario el uso de insecticidas (Figura 6e). El uso de insecticidas en la sierra está concentrada en los valles cálidos, sin embargo la zona andina alta de la sierra y la costa se eximen del uso, por la menor presión de las plagas, como consecuencia de la mortalidad natural por lluvias y enemigos naturales o por resistencia ambiental que no permite el desarrollo óptimo. Con respecto a otras

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

formas de control, el 86 % de agricultores no realizan otras prácticas, porque la plaga no es importante como se da en zonas altoandinas y porque son dependientes del uso de insecticidas. El 14 % restante realizan otras prácticas como dejar descansar el terreno, preparar el terreno, aporcar y deshierbar, aunque estas prácticas son parte del manejo agronómico y necesario para el cultivo del maíz (Figura 6f).

El control biológico es considerado como la base de manejo integrado de plagas en cualquier tipo de agroecosistemas. Sin embargo en el presente estudio se constata que el 92 % de agricultores encuestados no conocen a los controladores biológicos basados en predadores y parasitoides; solo el 8 % de agricultores de la costa centro y norte, sierra norte y centro manifiestan la presencia de las “mariquitas” “crisopas” y arañas en el cultivo del maíz, (Figura 7a).

Información sobre microorganismos (enfermedades)

Las enfermedades del suelo que provocan pudriciones de raíces y el tallo subterráneo de la planta no son reconocidas por el 91 % de los agricultores. El 9 % reconocen con los nombres locales como: “chupadera”, “chansu”, “secaseca” y “shura” (Figura 7b). La fuente bibliográfica indica que las pudriciones de plántulas de maíz pueden ser provocados por el *Fusarium* sp, *Phytium* sp o *Pseudomonas* sp, (CIMMYT, Programa del Maíz, 2004). En las hojas, el 58 % de agricultores observaron “manchas foliares” provocadas por las enfermedades, el 41 % el “achaparramiento” de las hojas o “pukaponcho”, en ambos casos con la frecuencia similar en todos los agroecosistemas; el 1 % de agricultores indican que no observan enfermedades en las plantas, caso manifestado solo para sierra centro, (Figura 7c). Los agentes causales de manchas foliares son: *Cercospora* sp, *Puccinia sorghi*, *Phyllachora* sp o *Coniothyrium* sp, (CIMMYT, Programa del Maíz, 2004) y también determinadas en las muestras de hojas colectadas de los agroecosistemas estudiados, mientras el “achaparramiento” de las hojas puede deberse a un tipo de virus, y el “pukaponcho” en la planta a la presencia de espiroplasma. La presencia de manchas foliares y achaparramiento de las hojas es generalizado en los agroecosistemas estudiadas. El 19 % de agricultores encuestados observaron daños de enfermedades en las mazorcas que provocan pudriciones de granos, y el 22 % observaron el “carbón” o “hielo negro” en la mazorca, mientras el 59 % no observaron presencia de enfermedades, (Figura 7d). Los agentes causales de la pudrición de granos en la mazorca pueden deberse a la presencia de *Diplodia* sp o *Fusarium* sp de los granos, mientras el carbón es provocado por el *Ustilago maydis*. Las pudriciones de mazorcas se observan en los agroecosistemas de sierra, que tienen relación con la presencia de lluvias.

El control de las enfermedades en las hojas no es asumido por el 82 % de agricultores; mientras el 18 % de agricultores si utilizan fungicidas para el control, la concentración y las frecuencias mínima se dan para la costa y la sierra centro y sur, (Figura 7e).

El control de enfermedades con prácticas culturales es realizado por el 16 % de agricultores que aplican prácticas como arado del suelo, aporque, deshierre, siembra oportuna, riegos frecuentes, rotación de cultivos, quemado de la chala, semilla sana y raleo de plantas. La mayoría de estas prácticas son necesarias en el manejo agronómico del cultivo, el agricultor siempre realizará en ausencia o presencia de la enfermedad. El 84 % de agricultores no realizaron otras prácticas diferentes al uso de fungicidas, (Figura 7f).

Información sobre la ocurrencia de los elementos ambientales.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Con relación a las variaciones de los elementos del clima, para el 90 % de agricultores encuestados la temperatura ambiental se ha incrementado y es más caliente en los últimos años, para el 8 % de agricultores ha disminuido la temperatura ambiental, mientras para 3 agricultores las temperaturas son iguales a los años anteriores. Asimismo, el 12 % de agricultores indican que las lluvias han aumentado, mientras el 88 % mencionan la disminución de la cantidad y frecuencia de lluvias especialmente en los agroecosistemas andinos y de selva.

Con respecto a los efectos del cambio climático en el desarrollo del cultivo, el 8 % de agricultores perciben el crecimiento rápido y maduración de las plantas, el 14 % lo relacionan con el aumento de plagas y enfermedades, el 60 % con la baja producción, el 10 % manifiestan el incremento de la producción y 8 % indican que no hay efectos y el desarrollo del cultivo es bajo condiciones ambientales normales.

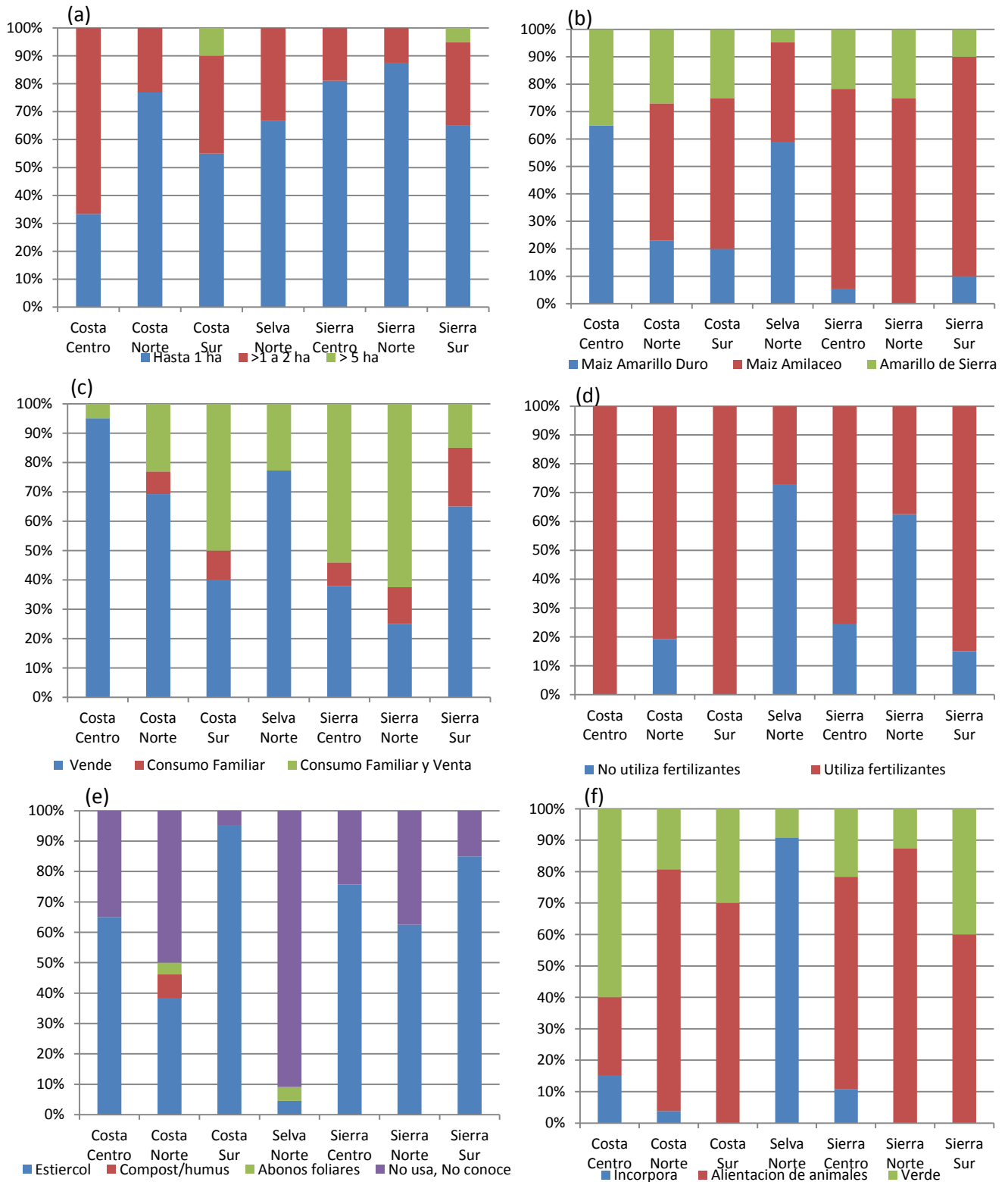
Consideraciones generales

La agricultura peruana por lo general corresponde al minifundio en todos los agroecosistemas, a excepción de los cultivos de exportación e industriales. Los agricultores en su mayoría prefieren los maíces amiláceos y amarillo semicristalino, en estos grupos conservan la diversidad de variedades y compuestos con fines de diversificar el uso en su alimentación cotidiana. Alrededor de la mitad de los agricultores encuestados dependen de los plaguicidas mientras que la mayoría utilizan fungicidas aunque no reconocen las enfermedades que controlan. Así mismo, el 75 % depende de los fertilizantes químicos y el 60% utiliza fuentes de materia orgánica. Solo el 18 % incorporan la chala al terreno. A pesar que solo el 10 % no observan los daños ni conocen a las plagas. Los agricultores no tienen un pleno conocimiento sobre las plagas, enfermedades y enemigos naturales del cultivo de maíz.

Esta información nos permite tener un mejor conocimiento sobre el cultivo del maíz, la interacción con los organismos y microorganismos asociados, la idiosincrasia del agricultor para manejar el cultivo, y apertura a las posibles medidas que se deberían de tomar para el cultivo de los OVM de maíz. Como existe un desconocimiento por parte de los agricultores de las especies de plagas y sobre todo de los enemigos naturales, es necesario realizar capacitación sobre este punto a fin de que puedan reconocer cambios o alteraciones ocasionadas por la presencia de OVMs. El ingreso y siembra del maíz transgénico, debe de ser muy bien orientada y evaluada por el agricultor debido a que puede cambiar su sistema de producción de la siembra de muchas variedades a una sola, poniendo en riesgo el mantenimiento de la diversidad genética con lo que aseguran su seguridad alimentaria del presente y del futuro.

Figura N°5. Resultados obtenidos en las encuestas realizadas en los 7 agroecosistemas:

a) área sembrada, b) Variedades de maíz, c) Venta y consumo, d) uso de fertilizantes, e) uso de materia orgánica, f) uso de chala.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N°6. Resultados obtenidos en las encuestas realizadas en los 7 agroecosistemas:
a) Plagas insectiles, b) Barrenadores de tallo, c) Nuevos insectos, d) Insectos y cambio climático, e) Insecticidas, f) Prácticas culturales para el control de plagas.

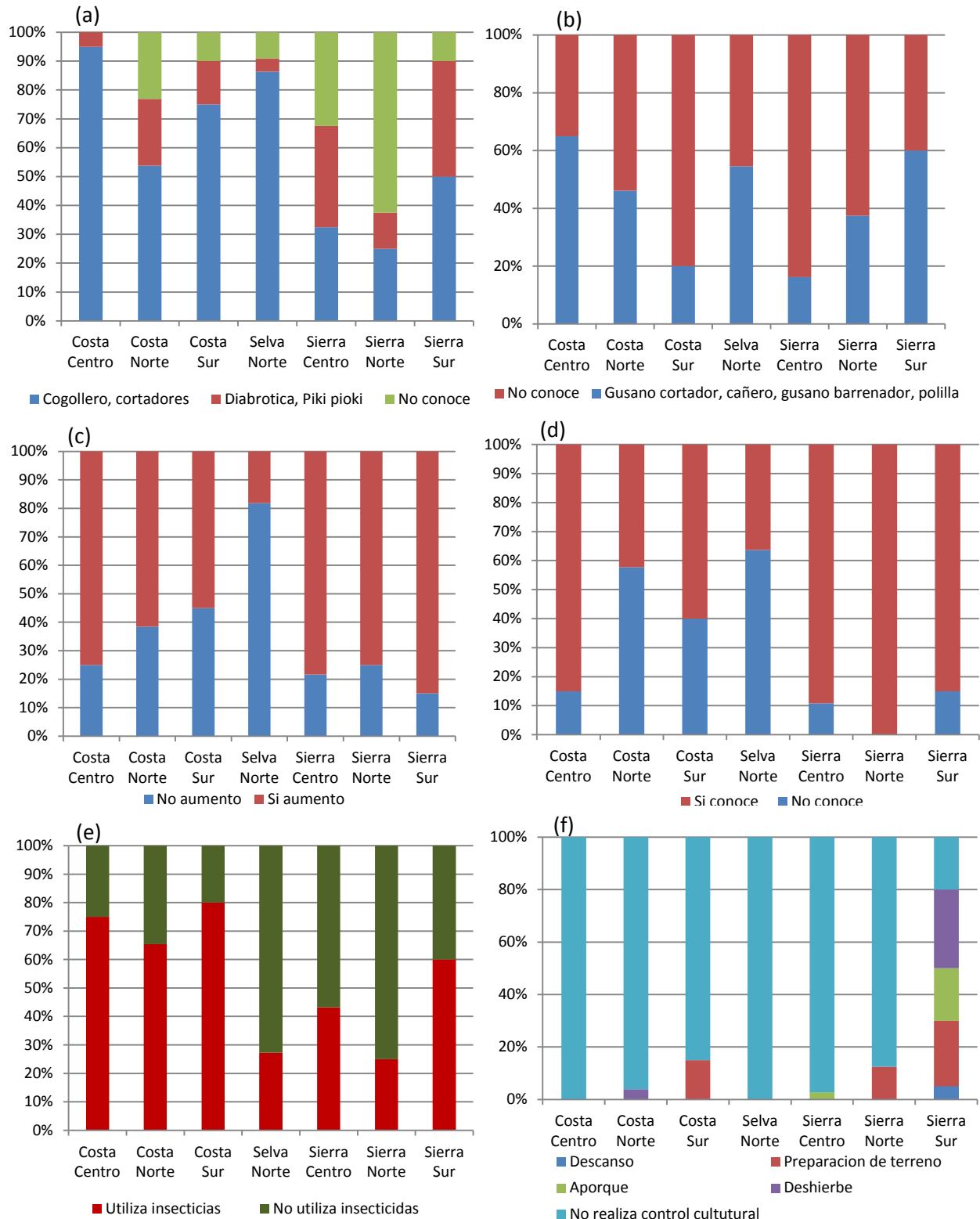
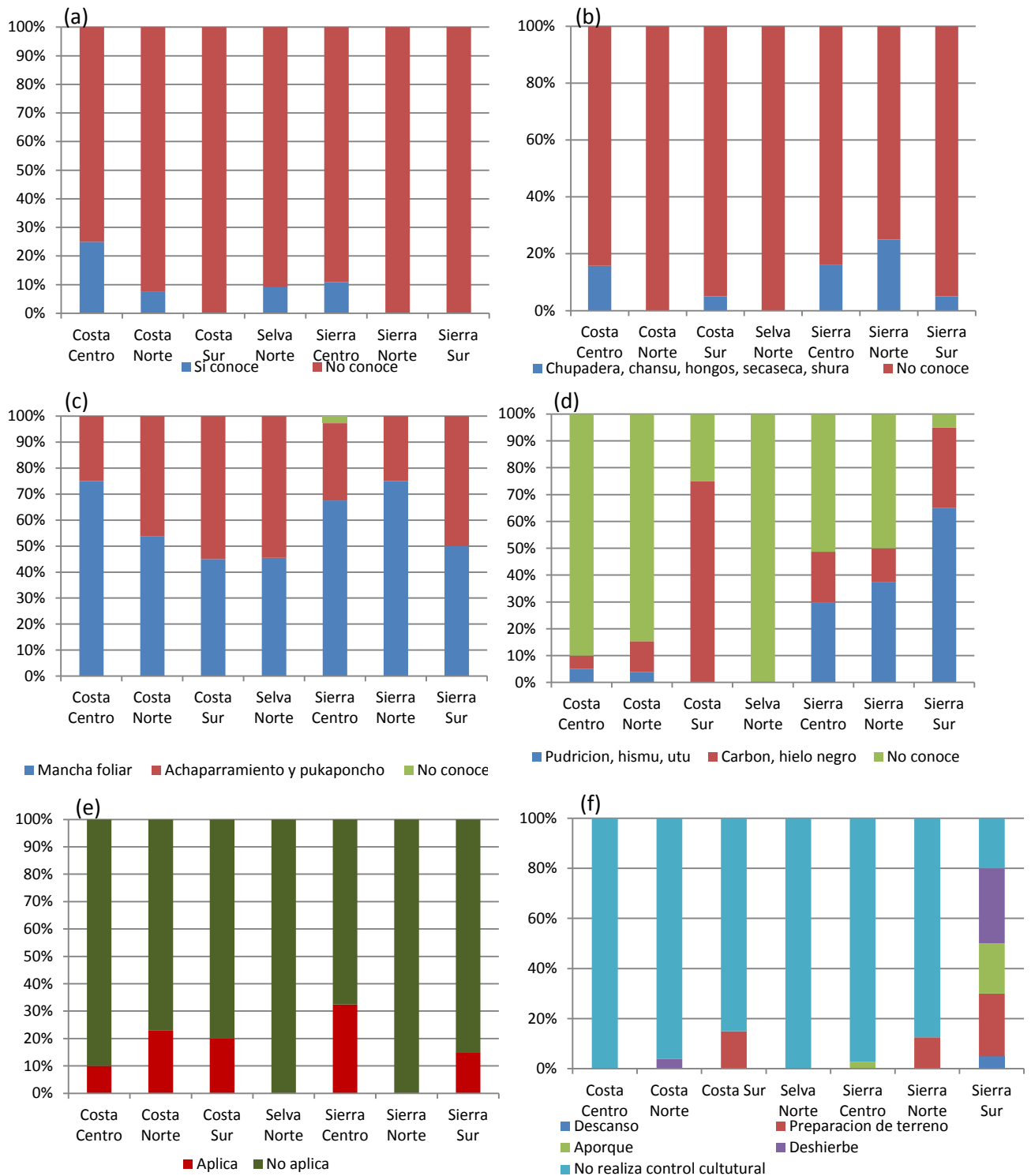


Figura N°7. Resultados obtenidos en las encuestas realizadas en los 7 agroecosistemas:
a) Control biológico, b) Enfermedades del suelo, c) Enfermedades en las hojas, d) Enfermedades en la mazorca, e) Control de enfermedades con fungicidas, f) Prácticas culturales



Fuente: Elaboración Propia

8.4 Análisis integrado de la información acumulada en los componentes biológicos, ecológicos y agro cultural, debe orientarse a su futura utilización en los análisis de riesgo de OVM y relacionarse con propuestas de lineamientos de políticas, de conservación y promoción del uso sostenible de la diversidad genética del maíz y su entorno.

El equipo a cargo de la consultoría, después de haber registrado la información relacionada a los organismos y microorganismos del suelo y aire de la planta, los aspectos agro culturales de agricultores, el procesamiento y la sistematización, hace conocer su punto de vista como análisis integrado de lo que se ha encontrado en campo y como información secundaria en la academia y ciencia.

Sobre organismos

En el monitoreo se ha colectado 235 individuos de la clase insecta los que corresponden a 159 morfotipos y 9 individuos que corresponden a otra clase de artrópodos. Los insectos, en su mayoría, han sido identificados hasta y muy pocos hasta especie (los resultados en detalle se presentan en 8.3.1). En el Perú, las principales especies de plagas (ratificadas en nuestros resultados) que están distribuidas a nivel nacional son los “gusanos cortadores” y “masticadores de hojas” de la familia Noctuidae, como: *Spodoptera*, *Feltia*, *Copitarsia*, *Agrotis*, *Peridroma*; el choclero *Heliothis (Helicoverpa) zea*, el cañero *Diatraea saccharalis* (Crambidae); la polilla de la mazorca *Tallula atramentalis* y *Elasmopalpus lignosellus* (Pyralidae), estas especies tienen una distribución desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm aproximadamente, como plagas de importancia económica que requieren ser controladas. Por encima de los 2500 m se pueden encontrar algunas especies como cortadores y masticadores, pero sin importancia económica. Por otro lado, se encuentran las especies *Diabrotica* spp, la cual causa daños económicos tanto en la costa como en valles interandinos abrigados, ocasionados por el adulto y larvas, en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

En la costa, la selva y en los valles interandinos abrigados, el control de estas especies es dependiente del control químico, como lo mencionado por los agricultores encuestados. En la sierra alta, las condiciones ambientales (temperatura) y la presión de los enemigos naturales limitan el crecimiento de las poblaciones, por lo tanto no presentan daños económicos para el agricultor, sin embargo podrían en un futuro cercano incrementarse o variar sus nichos ecológicos debido al efecto del cambio climático, como ya perciben los agricultores.

Microorganismos del aire y del suelo

Los microorganismos como resultados del monitoreo se detallan en 8.3.2. Los microorganismos de la parte aérea de la planta, la *Cercospora* sp, *Phyllachora* sp, *Puccinia sorghi*, *Coniothyrium* sp, como enfermedades fungosas; *Pseudomona* sp como bacteria, han sido ampliamente mencionados por los agricultores encuestados, y consideran de importancia económica en agroecosistema de la costa (Ica, Nazca, Lambayeque, La Libertad, Piura, Tumbes), Cajamarca y valles interandinos de la sierra centro y sur. Otras enfermedades frecuentemente indicadas, son: achaparramiento de hojas provocadas por el virus, la enfermedad de “pukaponcho” provocado por espiroplasma. Las enfermedades indicadas también tienen distribución mundial.

Las enfermedades fungosas, bacterias, virus y mollicutes, constituyen una amenaza preocupante en el cultivo del maíz en el Perú, siendo zonas endémicas la costa, selva

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

y valles interandinos. Los agricultores indican, que la incidencia de estas enfermedades se está incrementando atribuyendo al cambio climático. Las dificultades que tienen los agricultores para reconocer a los patógenos, el inicio de infección, los factores ambientales que favorecen su desarrollo, el uso de prácticas culturales para el control, hace que el control químico sea la única alternativa. Este escenario es más evidente en los agricultores de sierra y selva. Actualmente no existe en forma comercial OVM para el control de enfermedades del maíz. Sin embargo, es necesario tener una línea de base clara y consistente sobre las enfermedades para poder detectar la aparición de otras que se puedan presentar en un diferente escenario futuro.

El análisis de los microorganismos del suelo, con excepción de pocos lugares, han mostrado resultados positivos, lo que implica que los suelos de los diferentes agroecosistemas de maíz en el país disponen de cantidades considerables de mohos y levaduras, *Pseudomonas* y actinomicetos, que cumplen funciones ecosistémicas importante en el suelo y propician interacciones sinérgicas y favorables para el desarrollo del cultivo del maíz. Teniendo en cuenta que estos pueden ser incrementados por el uso masivo de la materia orgánica.

Con relación a la biotecnología moderna (OVM)

Al término de la vigencia de la Ley 29811, Ley de Moratoria en el año 2021, el ingreso de OVM será inminente, por lo que es necesario contar con la información real y necesaria que permita orientar a tomar las decisiones adecuadas para la prevención, evaluación y gestión de los impactos que puedan ocasionar en el ambiente. Cabe señalar, el problema relevante en el cultivo del maíz en agroecosistemas del Perú es la sanidad basados en organismo y microorganismos.

El maíz a nivel mundial, es la especie que tiene mayor cantidad de eventos de transgénicos, de los cuales la mayor parte están destinados al control de lepidópteros, los que utilizan las diferentes proteínas cry del *B. thuringiensis*. Seguido por los eventos de resistencia a coleópteros con otras proteínas cry, y la resistencia a herbicidas (glifosato), que son utilizados con frecuencia en los agroecosistemas del país.

Los eventos transgénicos producidos, con diferentes genes del *Bacillus thuringiensis*, para lepidópteros están dirigidos principalmente al control de la polilla barrenadora europea *Ostrinia nubilalis* y el barrenador de la caña de azúcar que también ataca al maíz, *Diatraea saccharalis*, ambos de la familia Crambidae (Ex. Pyralidae). Sin embargo, estos genes extienden su efecto a un amplio rango de especies del orden Lepidoptera como Noctuidae, Gelechiidae, Pyralidae, entre otros. También se han desarrollado los eventos transgénicos para el control específico de *Diabrotica*, del orden Coleoptera, familia Chrysomelidae.

Dentro de los posibles efectos adversos de transgénicos, se encuentra la reducción de la variabilidad genética sembrada, ya que en los eventos transgénicos se sembraría una sola variedad, línea o híbrido de OVM, situación que afectaría primero la reducida variabilidad de la raza Amarillo Duro que existe en la costa peruana y la selva. También tendría la posibilidad de abarcar a los valles interandinos abrigados donde los lepidópteros y coleópteros son plagas de importancia económica y que los agricultores hacen uso de insecticidas para el control, como mencionan en la encuesta. Asimismo, en estos valles interandinos se siembran variedades de maíz amarillo duro, lo que indica que los OVM de maíz amarillo duro se extenderían a estas zonas, siendo así, el impacto será de gran magnitud porque la mayor diversidad de razas, compuestos y

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

variedades de maíz peruano en el grupo amiláceo y amarillo semicristalino se encuentran en los valles interandinos (Sevilla, 2005 y Hidalgo et al., 2005).

El minifundio que impera en zonas rurales de la costa, en los valles interandinos y la selva, conforme constata las encuestas, el nivel de instrucción de los agricultores, la diversidad de variedades de maíz, las rutas de adquisición de semillas (que es incontrolable) entre agricultores, comunidades y las ferias agropecuarias, la visión mercantilista de los programas de extensión en los cultivos, conocimiento escaso para el manejo de sanidad y débil organización, todo ello integrado a las tradiciones e idiosincrasia de los agricultores, presentarían escenarios promisorios para adopción rápida y extensión de los eventos OVM, pudiendo tener impacto en corto tiempo, en los maíces nativo y el ambiente.

Con relación a los insectos blanco, estos serán controlados, pero existe el riesgo de que puedan generar resistencia a la toxina del transgén que porta el maíz OVM y convertirse en una nueva generación de plagas seleccionadas con resistencia a *Bt*, con respecto a la población inicial. Como ya se conoce la información histórica en otros países, esto no solo ocurriría en las especies blanco, sino alcanzaría a las especies no blanco relacionadas del mismo orden. En las muestras de insectos colectadas en las parcelas del maíz se ha registrado adultos de las familias Pieridae y Nymphalidae del orden lepidóptero que son fitófagos de condición polífaga.

En el caso de los enemigos naturales, la supervivencia de ellos depende del suministro de presas, por lo que la reducción en número (de las presas), afectará la densidad de población del controlador. No existe evidencia que la toxina del *Bt* sea tóxica para los controladores biológicos. Sin embargo, si hay evidencia que la calidad de las presas alimentadas con maíz *Bt* sean de mucha menor calidad que las alimentadas en cultivos convencionales. En este caso, para los predadores presentan efectos subletales, que se evidencian en el retraso del desarrollo y la reducción de la supervivencia (O'Callaghan, Glare, Burgess, & Malone, 2005).

Experimentos de laboratorio realizados en la Universidad de New York mostraron que toxinas *Bt* activas extraídas de cultivos transgénicos no desaparecen cuando se añaden al suelo, se enlazan rápidamente a arcillas y partículas de suelo con ácidos húmicos. Las toxinas *Bt* enlazadas, a diferencia de las toxinas libres, no son degradadas por microorganismos del suelo ni pierden su capacidad para matar insectos. Los investigadores han sugerido que las toxinas *Bt* activas pueden ser liberadas en el suelo cuando los agricultores incorporan residuos de estas cosechas transgénicas. Las toxinas podrían afectar un rango más amplio de insectos y otros organismos útiles del suelo (Crecchio & Stotzky, 1998).

El 72 % de agricultores encuestados incorporan al suelo o dejan la chala en las parcelas cosechadas de maíz y la incorporación posterior al suelo. La incorporación de la chala del maíz *Bt* al suelo o a través de las filtraciones de toxinas por las raíces, podría generar efectos negativos en los microorganismos patógenos y no patógenos del suelo. En la evaluación se ha constatado cantidades considerables de mohos y levaduras, *Pseudomonas* y actinomicetos que se encuentran asociados a la rizósfera del maíz; por otro lado más de 90 % de agricultores encuestados no conocen la existencia de fitopatógenos en el suelo y no consideran importante el daño a los órganos subterráneos de las plantas de maíz, lo que implica que hay predominancia de microorganismos no patógenos asociados a la rizósfera del maíz y que cumplen servicios ambientales en procesos bioquímicos, biológicos y biofísicos, disminuyendo el efecto negativo de los microorganismos patógenos en el cultivo del maíz.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Entre los impactos ambientales, está la posibilidad de que los genes de tolerancia a herbicidas puedan ser transferidos a malezas silvestres parientes de los cultivos transgénicos, creando potencialmente malezas resistentes a herbicidas. Adicionalmente, la adopción amplia de cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas incrementará el uso de herbicidas, aumentando la presión para el desarrollo de resistencia en malezas. El Glifosato es tóxico para algunos organismos benéficos del suelo, para artrópodos benéficos predadores e incrementa la susceptibilidad de los cultivos a enfermedades. Puede ser persistente en suelos y sedimentos, se han encontrado residuos en alimentos, en aguas y se han reportado malezas resistentes (Dinham, 1998).

Los agricultores reportan que el control de las malezas en los cultivos es manual o con maquinaria en el caso de la costa centro; sin embargo en el país, los herbicidas es de uso común para el control de malezas, además esta opción ha crecido en los últimos años, por el costo que genera el control manual y la escasez de mano de obra que es crítico en agroecosistemas de producción del maíz.

Otras consideraciones

En el estudio se pondera como debilidad la capacidad de los agricultores, para manejar adecuadamente los problemas de sanidad en el cultivo del maíz, desde la detección temprana, reconocimiento de cada agente causal del problema, el uso de prácticas culturales para su manejo, así como la falta de organización que les permita enfrentar eventos masivos de plagas y enfermedades en el cultivo. Además, hay que considerar que el agricultor convencional no tiene la cultura de realizar evaluaciones periódicas de los cultivos, que les permitan anticipar los problemas. Esta conducta es por lo general en agricultores de la sierra y selva con respecto a la costa. Realidad que hace notar la débil e ineficiente participación de las instituciones competentes del estado en la asistencia y extensión técnica en tema de sanidad agraria. En este sentido, son las empresas comerciales de agroquímicos las que encuentran condiciones favorables para empoderarse del espacio y promover sus tecnologías, haciendo que los agricultores reconozcan a los plaguicidas y fertilizantes químicos como la única y mejor opción para el control de plagas, con los ya conocidos efectos sobre la salud, ambiente, resistencia de plagas e impactos irreversibles en la fauna, flora, del suelo y el aire.

Es necesario generar directivas que permitan evaluar el riesgo ambiental, los que incluyen la biodiversidad de organismos no blanco, la sostenibilidad del cultivo, la calidad del suelo, la calidad de los servicios ecosistémicos de biodegradación, predación, polinización, los cuales puedan afectar el manejo integrado de plagas, para lo cual es necesario conocer el flujo de genes, la potencial transferencia de genes de la planta a los microorganismos de suelo, interacción de los OVM con los organismos no blanco, efectos de los procesos bioquímicos y efectos en la salud humana y de animales.

Para apoyar a la disminución del impacto producido por los OVM en el ambiente, es necesario alertar sobre todas las debilidades técnicas y organizacionales de los agricultores a las instituciones competentes con la finalidad de crear y fortalecer las organizaciones de agricultores, incrementar capacidades sobre el manejo integrado de plagas, sobre la biotecnología y bioseguridad en los programas educativos formales, los cuales deben ser asumidos como una política del estado, para que todos estén preparados para manejar a los OVM de una manera eficiente conservando el ambiente y la biodiversidad.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

La consultoría ha realizado las actividades en relación al cumplimiento de los términos de referencia y la metodología planteada a priori a los trabajos de campo, de laboratorio y gabinete. Concluida las actividades programadas y la sistematización de los resultados, se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- El cultivo del maíz se encuentra en todos los agroecosistemas del Perú y es importante en la extensión sembrada. La mayor diversidad de las variedades y compuestos del maíz amiláceo y amarillo semicristalino se presentan en los agroecosistemas de sierra. Las líneas, híbridos y variedades del maíz amarillo duro en los agroecosistemas de la costa y selva del país.
- Las plagas más reconocidas por los agricultores son los cortadores y cogollero del maíz de la familia Noctuidae, del orden Lepidoptera y el masticador de hojas *Diabrotica* spp, de la familia Chrysomelidae, orden Coleoptera. Además consideran de importancia económica y el control está basado en el uso de insecticidas. El desconocimiento de los agricultores de los controladores biológicos de estas plagas es inminente y no relacionan el aporte de estos con la reducción de las plagas.
- Las enfermedades analizadas corresponden a las especies. *Exserohilum turcicum*, *Phyllachora* sp, *Coniothyrium* sp, *Cladosporium* sp, *Phoma* sp, *Cercospora* sp, *Puccinia sorghi*, *P. polysora*, *Bipolares* sp, *Pseudomonas* sp, y el virus “Enanismo Rayado del Maíz”. Los agricultores, reconocen las enfermedades de las hojas por síntomas que estas presentan, sin embargo no relacionan con la especie del patógeno que ocasiona el daño.
- El cultivo de maíz, está asociado a una cantidad variable y considerable de microorganismos de suelo como levaduras y mohos, *Pseudomonas* y actinomicetos. En más de 90 % de muestras de suelo analizados, se ha encontrado cantidades superiores al valor mínimo expresados en UFC/g de suelo.
- Se ha establecido el marco conceptual en función a la información secundaria, asimismo, las metodologías de monitoreo para determinar y registrar los organismos y microorganismos asociados al cultivo del maíz.
- Se ha elaborado tres bases de datos georreferenciados y tres mapas temáticos de distribución para organismos áreas, organismos del suelo y microorganismo de la planta de maíz.

9.2. RECOMENDACIONES.

- Los estudios de línea de base, por la complejidad y la trascendencia que tiene, es necesario que los términos de referencia considere más tiempo, para poder realizar los muestreos e identificación de las especies en forma más eficiente.
- Realizar la identificación de los microorganismos de suelo de manera más específica para poder establecer la línea de base más científica, para saber con especificidad, que y cuanto tenemos de cada grupo funcional.

- Los estudios de línea base debieran realizarse en los meses de febrero, marzo y abril, donde el cultivo de maíz está en plena producción y la población de insectos, enfermedades están en pleno apogeo.

10. GLOSARIO

Acame: es la inclinación que sufre el tallo de las plantas, como maíz, trigo, cebada, etc., por la acción del viento o que ha alcanzado la madurez y no se le corta.

Alogamia: es un tipo de reproducción sexual en plantas consistente en la polinización cruzada y fecundación entre individuos genéticamente diferentes. Este tipo de reproducción favorece la producción de individuos genéticamente nuevos y, por ende, la generación constante de variabilidad genética en las poblaciones.

Anemofilia: es la adaptación de muchas plantas espermatofitas que aseguran su polinización por medio del viento. El término se aplica también a cualquier dispersión de esporas realizado por el viento, como ocurre en muchos hongos o en los helechos.

Antibióticos: Sustancia química que producen ciertos hongos y que destruye a los microorganismos, especialmente las bacterias.

Basidiospora: es una espora reproductiva producida por los hongos de la división de los basidiomicetes, es haploide que nace de la meiosis, producida por un tipo especializado de células de los hongos llamadas basidios.

Clamidosporas es una espora de paredes gruesas de varias clases de hongos. Es una etapa del ciclo vital del organismo que sobrevive en condiciones desfavorables, tales como estaciones secas o cálidas.

Conidio: es una espora asexual inmóvil formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena. Aparecen en hongos: Zygomycetes, Ascomycetes y algunos Basidiomycetes.

Cultivo: es el producto del crecimiento de un organismo.

Descomponedores: organismos que se alimentan de plantas y animales muertos reciclando los materiales orgánicos e inorgánicos al medio.

Esporas: son estructuras reproductivas, que generalmente forman agrupaciones con características especiales y propias.

Eucarionte: son las células que sí tienen un núcleo diferenciado del citoplasma, es decir aquellas cuyo ADN se encuentra dentro de un compartimento separado del resto de la célula.

Flujo de genes: se define como el movimiento de información genética entre individuos, poblaciones o taxones de forma que se incorporan genes dentro de otro pool genético.

Fumonisin son una familia de micotoxinas producidas por varias especies del hongo *Fusarium*, tales como *Fusarium verticillioides* y *Fusarium moniliforme* presente en cereales.

Incidencia. Porcentaje de plantas con enfermedad y sanas

Medio de cultivo: es una sustancia o solución que permite el desarrollo de microorganismos.

Micorriza arbuscular: es un tipo de micorriza en la que el hongo penetra en las células corticales de las raíces de una planta vascular. Se caracterizan por la formación de estructuras únicas, arbusculos y vesículas de los hongos del phylum Glomeromycota, teniendo una asociación simbiótica con la planta. El hongo ayuda a la planta a capturar nutrientes como fósforo, azufre, nitrógeno y micronutrientes del suelo.

Micorriza: es la unión íntima de la raíz de una planta con las hifas de determinados hongos.

Mollicutes; son entes que carecen de pared celular pero esta provistas de una membrana celular trilaminar. Incluyen a los fitoplasmas y espiroplasmas.

Organismo blanco: aquel organismo al cual está destinado el control de los OVM.

Organismo no blanco: aquel organismo que comparte el mismo medio ambiente y que no es el objetivo del control para el que han sido desarrollados los eventos OVM.

OVM: Organismo vivo modificado.

Peritecio: es una estructura (ascocarpo) con forma esférica o de botella propia de la clase Ascomycota, y en cuyo interior se producen las ascas. Si la forma es de botella, expulsará las ascosporas a través del cuello; si el peritecio es esférico, las liberará al romperse durante la madurez. Un **asca** es la célula sexual productora de esporas de los hongos ascomicetos.

Picnidio: es un tipo de estructura reproductora asexual presente en hongos del orden Sphaeropsidales (clase Coelomycetes) y líquenes.

Plaga potencial: organismos fitófagos asociados a los cultivos, su presencia no es perceptible por el agricultor porque no ocasiona daño económico y pasa por desapercibido

Plaga ocasional: organismos fitófagos que por el incremento de sus poblaciones pueden ocasionar daño importante temporalmente, luego de un control o por factor de mortalidad, se reducen sus poblaciones y deje de ser plaga.

Plaga clave: Organismos fitófago con daños económicos y perseverante en tiempos prolongados, el agricultor siempre dirige alguna forma de control.

Procarionte: son las células sin núcleo celular definido, es decir, el material genético se encuentra disperso en el citoplasma, reunido en una zona denominada nucleóide.

Rizósfera: Región del suelo cuya actividad biológica es influenciada por las raíces de las plantas. Aquí los exudados de las raíces afectan los procesos del suelo y los microorganismos que se encuentran en él.

Severidad: Proporción de la planta afectada por la enfermedad.

Sideróforo: es una molécula producida por los microorganismos capaces de captar y transportar el hierro.

Signo: es la expresión visible del patógeno. Puede ser patógeno mismo o algunas de sus estructuras (micelio, esporas, nematodos, etc.).

Síntoma: manifestación de la enfermedad en la planta.

UCF/g: unidad formadora de conidias por gramo del suelo, se usa en mohos, levaduras y actinomicetos

NMP/g: número más probable por gramo del suelo, se usa en recuento de bacterias

Teliospora: es una espora de invierno formada en otoño, que permanece en estado latente durante todo el invierno germinando en la primavera siguiente, presente en las royas. Es capaz de resistir largos periodos de reposo.

UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ABIS. (s.f.). *Burkholderia andropogonis*. Recuperado el 18 de Junio de 2016, de ABIS Encyclopedia: <http://www.tgw1916.net/Pseudomonas/andropogonis.html>
- Agrios, G. (2010). *Fitopatología* (2da. ed.). Mexico, Mexico: Limosa.
- Alvites, V. (2012). *INSECTOS QUE ATACAN AL CULTIVO DEL MAIZ*. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de DocSlide: <http://docslide.com.br/documents/plagas-del-cultivo-del-maiz-2012-ii.html>
- Calixto, A. (2010). *Bacterias de Maiz y Trigo*. Recuperado el 18 de Junio de 2016, de Scribd.: <https://es.scribd.com/doc/34968062/Bacterias-de-Maiz-y-Trigo>
- Calvo, P., & Zúñiga, D. (2010). *Caracterizacion fisiologica de cepas de Bacillus spp. aisladas de la rizósfera de papa (Solanum tuberosum)*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de Ecología Aplicada 9(1): http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/Articulo_4_No_1_Vol_9.pdf
- Calvo, P., Reymundo, L., & Zúñiga, D. (2008). *Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en zonas altoandinas*. Recuperado el 25 de Junio de 2016, de Ecología Aplicada, 7(1,2): <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a17v7n1-2.pdf>
- Cañedo, D. V., & Cisneros, F. (2004). Clones de papa transformados con la toxina de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) contra la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller). II. Selección y evaluación de la expresión del gen cryIA(b) en el desarrollo de la polilla. *Rev. peru.entomol.*, 44, 95-100.
- Cañedo, V., & Alcazar, J. (2004). Técnica simple de aislamiento de hongos entomopatógenos de muestra de suelo. *XLVI Convención Nacional de Entomología*. Arequipa: Sociedad Entomologica del Perú.
- Castgro, A. (s.f.). *Colegio de Ingenieros del Peru*. Recuperado el 11 de Junio de 2016, de <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/42032666.pdf>
- Castillo, J. (1983). *Proc. int. Maize Virus Dis. Colloq. Workshop, Wooster, Ohio*. (D. Gordon, J. Knoke, L. Nault, & R. Ritter, Edits.) Recuperado el 19 de Junio de 2016, de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAQ487.pdf
- Catalán, B. (2012). *Agrobanco*. Recuperado el 09 de Junio de 2016, de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/022-e-mab.pdf>
- CIMMYT, Programa de Maiz. (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. Recuperado el 18 de Junio de 2016, de <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/715/25905.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CONABIO. (2013). *Avances en el desarrollo de metodologías de evaluación y monitoreo de efectos potenciales de los cultivos genéticamente modificados sobre organismos no blanco*. Recuperado el 13 de Junio de 2016, de Memorias del Taller : http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/MemoriasTaller_pweb.pdf
- Conde, A. (2011). *Efecto del glifosato sobre comunidades microbianas beneficiosas y patógenas del suelo en Uruguay*. Recuperado el Junio de 2016, de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/4130/1/uy24-15385.pdf>
- Dirección Regional de Agricultura San Martín. (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2016, de <http://www.agrodrasam.gob.pe/sites/default/files/Ma%C3%ADz1.pdf>

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

- EFSA. (2010). Scientific Opinion on the assessment of potential impacts of genetically modified plants on non-target organisms. *EFSA Journal*, 8(11), 1-72 http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/1877.pdf.
- encolombia. (s.f.). *Enfermedades causadas por espiroplasmas y fitoplasmas*. Recuperado el 21 de Junio de 2016, de encolombia: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/e-maiz/enfermedadescausadasporespiroplasmas/>
- Escalante, G. (1974). Contribución al conocimiento de la Biología de *Heliothis zea* y *Spodoptera frugiperda* en el Cusco. *Revista Peruana de Entomología*, 17(1), 121-122.
- Escobar, E. N., Mora, D.J., & Romero, J. (2012). *IDENTIFICACIÓN DE POBLACIONES MICROBIANAS EN COMPOST DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE FINCAS CAFETERAS DE CUNDINAMARCA*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de bol.cient.mus.hist.nat. 16 (1): 75 - 88: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a06.pdf>
- Eyherabide, G. H. (s.f.). *Bases para el manejo del cutico de maíz*. Recuperado el 22 de Junio de 2016, de Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf
- Flores, T. (2016). *Guía de instrucciones para coleccionar muestras de plantas enfermas con fines de diagnóstico fitopatológico*. Lima, Peru: Universidad nacional Agraria La Molina.
- Flores-Pardave, L., Palacios-Vargas, J., Castañón-Meneses, G., & Cutz-Pool, L. (2011). Colémbolos de suelos agrícolas en cultivos de alfalfa y de maíz adicionados con biosólidos en Aguascalientes, México. *Agrociencia*, 45(3), 353-362 http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000300008.
- Franco, J. (2013). *América Latina: Desarrollo de capacidad multi-país en cumplimiento del Protocolo de Cartagena en Bioseguridad*. Recuperado el 14 de Junio de 2016, de Informe técnico final de subproyectos: <http://www.lacbiosafety.org/wp-content/uploads/2013/05/Per%C3%BA1.pdf>
- Frias, L. D. (1978). Estudios ecológicos en *Euxesta elutta* y *Euxesta annonae* (Diptera: Otitidae). *Agricultura técnica*, 38(3), 109-115, [https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Frias/publication/237051716_Estudios_Ecologicos_en_Euxesta_elutta_y_Euxesta_annonae_\(Diptera_Otitidae\)/links/02e7e51b0d76a2c489000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Frias/publication/237051716_Estudios_Ecologicos_en_Euxesta_elutta_y_Euxesta_annonae_(Diptera_Otitidae)/links/02e7e51b0d76a2c489000000.pdf).
- Gámez, R. (1980). *Descriptions of plant viruses*. Recuperado el 19 de Junio de 2016, de aab: Maize rayado fino virus: <http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=220>
- Gonzales-Córdoba, M., & Montoya-Lerma, J. (2014). Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) del. *Rev. Biol. Trop*, 297-305 <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v62s1/a22v62s1.pdf>.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

- Crecchio, C., & Stotzky, G. (1998). Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* bound to humic acids from soil. *Soil Biol. Biochem.*, 30(4), 463-470.
- Dinham, B. (5 de September de 1998). Pesticides Trust. Resistance to glyphosate. *Pesticides News*, pág. 41.
- Guillén, C., Soto-Adames, F., & Springer, M. (2006). Variables físicas y biológicas del suelo sobre las poblaciones de colembolos en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 19-29 http://www.mag.go.cr/rev_agr/v30n02_019.pdf.
- Hermoza, A. .. (2011). *Efecto de la Nutrición en el Control de Cercospora zea-maydis Tehon & Daniels, en el Maíz Blanco Gigante del Cusco en Urubamba-Cusco*. Tesis de Master Science. Programa de Manejo Integrado de Plagas, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hoyle, P. (1961). *Pococera atramentalis* Led, (Perforador del apice de la bellota del algodón) y la reglamentación del cultivo del maíz. *Revista Peruana de Entomología*, 4(1), 78-80.
- Hidalgo, O.,; W. Roca; E. N. Fernández – Northcote. 2005. Magnitud e impacto potencial de la liberación de grano, Maíz y Papa. Consejo Nacional de Ambiente. Lima, Perú.
- Humber, R. (1997). Fungi: Identification. En L. Lacey, *Manual of techniques in insect pathology. Biological techniques series*. (págs. 153-185). California (USA): Academic Press.
- Humber, R. (2003). *Revised taxonomy for Verticillium species affecting invertebrates*. Obtenido de http://www.ppru.cornell.edu/Mycology/catalogs/vert_tax.pdf
- Infoagro. (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2016, de http://www.infoagro.com/hortalizas/lepidopteros_plaga2.htm
- Institute, C. M. (1979). *CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Beauveria bassiana* No. 602; *B. brongniartii* No. 603; *Metarhizium anisopliae* No. 609; *Lecanicillium lecanii* No. 1565; *Paecilomyces farinosus* N. Kew, Surrey, England.
- Intagri. (s.f.). *Manual de Plagas en Granos Almacenados*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manual-plagas-granos-almacenados#sthash.Axkmj4fj.GnLqu29y.dpbs>
- ISAAA. (2016). *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications*. Recuperado el 08 de Junio de 2016, de <http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/geneslist/default.asp>
- Joyo, C. (2013). *Agrobanco*. Recuperado el 08 de Junio de 2016, de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/022-f-mab.pdf>
- Kowalchuk, G., Bruinsma, M., & A. van Veen, J. (2003). Assessing responses of soil microorganisms to GM plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(8), 403-410.
- Maposita, M., Calle, W., & Fiallos, C. (s.f.). *Caracterización microbiológica en suelos contaminados por hidrocarburos, de tipo Pseudomonas en el sector Río Bonanza, Provincia de Pastaza*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17070/1/CARACTERIZ>

ACI%C3%93N%20MICROBIOL%C3%93GICA%20EN%20SUELOS%20CONTAMINADOS%20POR%20HIDROCARBUROS,%20DE%20TIPO%20PSEUDOMONAS%20EN%20EL%20SECTOR%20RIO%20BONANZA,%20PROVINCIA%20DE%20PASTAZA.pdf

- Ministerio del Ambiente, MINAM . (2014). *Manual de evaluacion de plagas y enfermedades en el cultivo de maiz*. Lima, Perú.
- Nault, L., Gordon, D., & Castillo-Loayza, J. (1981). Maize Virus and Mycoplasma Diseases in Peru. *Tropical Pest Management*, 27(3), 363-369.
- Nelson, P. (1992). Taxonomy and biology of *Fusarium moniliforme*. *Mycopathologia*, 117, 29-36.
- O'Callaghan, M., Glare, T., Burgess, E., & Malone, A. (2005). Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. *Annu. Rev. Entomol.*, 50, 271-292.
- Perez-Luna, Y., Alvarez-Solis, J., Mendoza-Vega, J., Pat-Fernandez, J., Gomez-Alvarez, R., & Cuevas, L. (2012). Diversidad de hongos micorrícicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México. *Gayana Bot*, 46-56 http://www.gayanabotanica.cl/pdfs/2012/1/6_Perez-Luna_et_al_2012.pdf.
- Perotti, E., Menéndez, O., & Pidello, A. (2005). *Supervivencia de Pseudomonas fluorescens en suelos con diferente contenido de materia orgánica*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de Revista argentina de microbiología: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412005000200011
- Romero, A. (2007). *Manejo Integrado de Enfermedades Bacterianas en cultivos extensivos*. Recuperado el 18 de Junio de 2016, de Agronomía informa: <http://www.agro.uba.ar/noticias/node/164>
- Sanchez, G., & Cisneros, F. (1981). Ocurecncia estacional de plagas del maiz en la costa central del Peru y sus enemigos naturales. *Revista peruana de entomologia*, 24(1), 39-54.
- Sánchez, G., Sarmiento, J., & Herrera, J. (2004). *Plagas de los cultivos de caña e azúcar, maíz y arroz*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sánchez-Yáñez, J., Marquez, L., Leal, L., & Fernndez, S. (2007). *Los hongos fundamentales en la productividad del suelo*. Recuperado el Junio de 2016, de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos43/hongos/hongos2.shtml#ixzz4CynsbsdJ>
- Sanchez-Yáñez, J., Villegas, M., & Marquez, B. (2007). *Los actinomicetos en la fertilidad y producción agrícola*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de monografioas.com: <http://www.monografias.com/trabajos47/actinomicetos/actinomicetos2.shtml>
- Sanchez-Yáñez, J., Villegas, M., & Marquez, B. (2007). *Los actinomicetos en la fertilidad y producción agrícola*. Recuperado el 27 de Junio de 2016, de monografioas.com: <http://www.monografias.com/trabajos47/actinomicetos/actinomicetos2.shtml>
- Sarmiento, M., & Castillo, L. (s.f.). *Control de plagas y enfermedades del maiz amarillo *en la costa central*.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

- Sevilla, R. (2005). Magnitud e impacto potencial de la liberación de los organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales. Caso: Maíz. (Citados por Hidalgo et al., 2005).
- Smith-Pardo, A., & González, V. (2007). DIVERSIDAD DE ABEJAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EN. *Acta biol. Colomb.*, 43-56
<http://www.redalyc.org/pdf/3190/319028581004.pdf>.
- Solis, A. (2007). *Métodos y técnicas de recolecta para coleopteros Scarabaeoideos*. Recuperado el 13 de Junio de 2016, de Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Doliongo, Heredia, Costa Rica.: <http://www.inbio.ac.cr/papers/meto-col-scarabaeoidea/metoscar.pdf>
- Stock, P. (1996). Tecnicas empleadas con nematodos entomopatógenos. En R. Lecuona, *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga* (págs. 177-182). Buenos Aires (Argentina).
- UNMSM. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas*. Recuperado el 13 de Junio de 2016, de Ministerio del Ambiente: <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>
- Valdivieso, L., & Núñez, E. (1984). *Plagas del maíz y sus enemigos naturales*. Lima: IICA-CICIU.
- Varela, L., & Trejo, D. (2001). *Los Hongos Micorrizógenos Arbusculares como Componentes de la Biodiversidad del Suelo en México*. Recuperado el 21 de Junio de 2016, de Conservacion y manejo sostenible de la biodiversidad bajo del suelo: <http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/index.php/productos-de-trabajo/9>
- Varon de Agudelo, F., & Sarria V., G. (2007). *Enfermedades del maíz y su manejo*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx>
- Vásquez-Castro, J., De Baptista, G., Trevizan, L., & Gadanha, C. (2009). Flight activity of *Sitophilus oryzae* (L) and *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) and its relationship with susceptibility to insecticides. *Neotrop. entomol. online*, 38(3), 405-409 <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300017>.
- Vela, A., & Quispe, A. (1988). *Plagas de los cultivos de maíz y papa*. Cajamarca, Peru: Obispado de Cajamarca.
- Williams, C., Ruvinsky, J., Scott, P., & Hews, D. (2001). POLLINATION, BREEDING SYSTEM, AND GENETIC structure in two sympatric *Delphinium* (Ranunculaceae) species. *American Journal of Botany*, 88(9), 1623-1633 <http://www.amjbot.org/content/88/9/1623.full.pdf+html>.
- Zúñiga, D. (2012). *Manual de Microbiología Agrícola*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

12. ANEXOS

Anexo N°1: Cronograma de Trabajo que detalla las actividades desarrolladas para el presente servicio.

SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA EL ANÁLISIS SOBRE ORGANISMOS Y MICROORGANISMOS DEL AIRE Y SUELO DEL MAÍZ																									
CONSORCIO ECO DEVELOPMENT GROUP SAC - WILFREDO CATALÁN BAZÁN																									
CRONOGRAMA DE TRABAJO																									
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESPONS.	mar-15				abr-14				may-15				jun-15				jul-15						
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
1.0	FASE 1: PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA	JE / CP																							
1.1	Revisión preliminar la documentación.	JE / CP																							
1.2	Elaboración de plan y cronograma de trabajo	JE / CP																							
1.3	Revisión de plan y cronograma de trabajo	JE / CP																							
1.4	Entrega de plan y cronograma de trabajo	JE / CP																							
2.0	FASE 2 : FASE INICIAL DE GABINETE																								
2.1	Entrega de credenciales por parte del usuario al equipo técnico y personal asistente para tomar contacto con las instituciones y solicitar los permisos respectivos.	MINAM																							
2.2	Distribución en siete zonas de agroecosistemas	JE																							
2.3	Elaboración del diseño de muestreo estratificado	JE																							
2.4	Elaboración de procedimiento para la toma de muestras	JE																							
2.5	Identificación de criterios a considerar para el análisis de las muestras	JE																							
2.6	Elaboración de protocolos de análisis de muestras de los organismos y microorganismos tomados en los puntos determinados en el diseño muestral	JE																							
2.7	Elaboración de metodología para levantar información relativa a la utilización y prácticas agrícolas tradicionales en torno al cultivo de maíz nativo que tenga relación con la presencia de los organismos y microorganismos.	JE																							
2.8	Elaboración de cuestionario sobre los conocimientos tradicionales asociados al organismo o microorganismo muestreado. . Elaboración de Diseño de Base de Datos de Información Agroecultural	JE																							
2.9	Elaboración de ficha de recolección de muestra, ficha para la identificación de cada muestra y lista de materiales y equipos. Elaboración de Diseño de Base de Datos de Muestras.	JE																							
2.10	Elaboración de ruta de viaje	JE / CP																							
2.11	Elaboración de metodología en la cual se describirá los sistemas según autores para la clasificación, tipificación y descripción de la agricultura, ecosistemas, agroecosistemas	JE																							
2.12	Elaboración de metodología para la identificación taxonómica de las muestras de organismos y microorganismos del aire y suelo, blanco y no blanco	JE																							
2.13	Elaboración de la metodología para la evaluación población de las plagas causadas por bacterias, hongos e insectos	JE																							
2.14	Generación de documentos en el cual se solicitará los permisos a las autoridades competentes: Municipalidad (Desarrollo Económico, INIA, Agencia Agraria u Organización de Agricultores).	CP																							
3.0	FASE 3 : FASE DE CAMPO	AC / PTA/JE																							
3.1	Realización del trabajo de campo según metodología desarrollada en la fase de gabinete (Ver Cuadro N°2).	AC / PTA/JE																							
3.2	Registrar los datos georreferenciados (latitud – longitud - altitud) para cada punto de muestreo, en formato de coordenadas geográficas decimales y también en formato de coordenadas UTM. Cada grupo de trabajo dispondrá de un equipo GPS.	AC / PTA/JE																							
3.3	Realizar entrevistas a los agricultores y organizaciones de productores del cultivo de maíz nativo utilizando el cuestionario elaborado en la fase de gabinete.	AC / PTA/JE																							
3.4	Recopilación de archivos fotográficos de los agroecosistemas, ecosistemas, suelos, muestreo, maíces y los agricultores, en formato de alta resolución	AC / PTA/JE																							
3.5	Realizar la descripción y caracterización de los agroecosistemas de los puntos de muestreo, enfocado en la relación entre el cultivo de maíz y los organismos y microorganismos en estudio.	AC / PTA/JE																							

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA EL ANÁLISIS SOBRE ORGANISMOS Y MICROORGANISMOS DEL AIRE Y SUELO DEL MAÍZ																						
CONSORCIO ECO DEVELOPMENT GROUP SAC - WILFREDO CATALÁN BAZÁN																						
CRONOGRAMA DE TRABAJO																						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESPONS.	mar-15				abr-14				may-15				jun-15				jul-15			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
4.0	FASE 4: BASES DE DATOS Y ANÁLISIS	AC/ OT/ JE																				
4.1	Registrar en las bases de datos la información recopilada.	AC / OT																				
4.2	Elaborar el registro fotográfico que incluya agroecosistemas, ecosistemas, suelos, muestreo, maíces y los agricultores, en formato de alta resolución	AC / OT																				
4.3	Analizar los resultados de las encuestas realizadas en la fase de campo.	JE																				
4.4	Analizar los resultados de los análisis de muestras de suelo, hoja e insectos	JE																				
5.0	FASE 5 : ANÁLISIS Y FASE FINAL DE GABINETE	AC / JE / CP / SS/ OT																				
5.1	Sistematización y análisis de la información primaria y secundaria, para conocer la distribución nacional a nivel de grupo de organismos y microorganismos estudiados	AC/ JE																				
5.2	Elaborar mapas temáticos de distribución de organismos y microorganismos del aire y del suelo, blanco y no blanco	SS																				
5.3	Registro fotográfico de las actividades de campo, identificado, rotulado y georreferenciado	AC																				
5.4	Datos nacionales de las instituciones académicas y de investigación con capacidades para desarrollar estudios sobre microorganismos en el cultivo de maíz	JE																				
5.5	Elaboración y presentación del informe final del servicio según lo establecido en los términos de referencia del servicio.	JE / AC / CP / OT																				
5.6	Realizar una exposición informativa y explicada acerca del documento final elaborado como resultado del estudio	JE																				
Entrega del informe del primer producto										15 días												
Entrega del informe del segundo producto										45 días												
Entrega del informe del tercer producto										90 días												
JE: Jefe del Estudio AC: Asistentes de Campo PTA: Personal Técnico de Apoyo CP: Coordinador del Proyecto (Actividades de Seguimiento y control del Alcance, Costo, Tiempo del Proyecto) DGDB - MINAM : Dirección General de Diversidad Biológica - Ministerio del Ambiente. SS: Servicio SIG OT: Otros especialistas según se requiera o personal de apoyo																						

Anexo N°2: Lista de materiales empleados en la ejecución de los trabajos de campo

Materiales para muestras de suelo

- Paleta (badilejo)
- Picota
- Lamina de plástico (50 x 50 cm)
- Bolsas de Polipropileno.
- Etiquetas
- Wincha métrica.

Materiales de colección de hojas

- Tijera (cúter)
- Periódico
- Cartón de cajas
- Prensa botánica
- Bolsas de plástico
- Etiquetas

Materiales para la colecta de Insectos.

- Red entomológica
- Aspirador
- Lupa
- Papel toalla
- Envases (tapers de plástico de 0.5 a 1 litro).
- Tapers de plástico de 30 x 20 cm.
- Frascos de vidrio (10 a 20 cc)
- Alcohol de 75 %
- Algodón
- Alfileres entomológicos N° 0, 1,2
- Cajas entomológicas (Smith).
- Frasco Letal

Equipos.

- Cámara Fotográfica.
- GPS.

Anexo N°3: Formato de encuesta para levantar información agro cultural

Datos generales (*):

N° de Encuesta:.....Código de Encuestador:.....
Departamento:.....Provincia:.....Distrito:.....
Localidad (Comunidad) o Sector:.....
Intención de siembra de maíz en la campaña 2014 a 2015 (ha).....
Porcentaje de Población Rural (%).....

Datos del Encuestado

Nombre del encuestado:.....
Grado instrucción:.....
Número de integrantes de la familia:.....

Sobre el terreno y cultivo:

Propietario del terreno: (Si) (No).
Área estimada para el cultivo de maíz: (.....)ha.
Época de siembra:.....Época de cosecha:.....
Periodo de Siembra:
Siembra todo el año () o solo en épocas (). Meses de Siembra:.....
Dispone de agua de riego: (si) (no).
Si dispone, ¿Cuál es el sistema de riego usa?.....
Variedad de maíz sembrada:.....
Que variedades de maíz siembra:.....
Rendimiento /ha:(tn).
Venta:.....Consumo:.....

Prácticas agronómicas:

Prepara el terreno con: Tractor.....Otro forma:.....
Aporca con tractor:Manual:.....
Control de maleza: herbicida.....Manual:.....

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

Usa fertilizantes: (si) (no)

Fertilizantes que usa: 1.....2.....3.....

Cantidad de fertilizante /ha: 1.....2.....3.....

Abonos que orgánicos usa: 1.....2.....

Cantidad de abonos orgánicos/ha:.....

Rotación de cultivos. ¿Qué cultivos después del maíz? 1.....2.....

3.....

¿Qué hace con la chala del maíz después de la cosecha?.....

¿Descansa el terreno después del cultivo de maíz? : (si) (no). Si es afirmativo ¿Qué tiempo descansa?.....

Sanidad:

Insectos.

¿Qué insectos plaga conoce a la emergencia de las plantas?

1..... 2.....3.....

¿Qué insectos plaga conoce como masticadores de hojas y cogollo?

1..... 2.....3.....

¿Qué insectos plaga conoce como barrenador del tallo?

1..... 2.....3.....

¿Qué insectos plaga conoce como barrenador de mazorca en campo?

1..... 2.....3.....

¿Qué insectos plaga conoce en almacén?

1..... 2.....

¿Existen nuevos insectos como plaga en los últimos años? (si) (no). ¿Cuáles?.....

.....

¿A qué atribuye que estén apareciendo nuevos insectos como plaga?

.....

¿Cree que los insectos plaga están aumentando en los últimos años?

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

¿Qué prácticas realiza para el control de plagas?

Insecticidas: 1.....2.....3.....

Prácticas culturales: 1.....2.....3.....

Otras prácticas: 1.....2.....3.....

¿Conoces a los controladores biológicos? (si) (no). ¿Cuáles?.....

Enfermedades.

¿Qué enfermedades conoce a la emergencia de las plantas?

1.....2.....3.....

¿Qué enfermedades conoce en las hojas?

1.....2.....3.....

¿Qué enfermedades conoce en el tallo?

1.....2.....3.....

¿Qué enfermedades conoce en mazorca en campo?

1.....2.....3.....

¿Qué enfermedades cree que son más fuertes en los últimos años?

.....

¿Conoce enfermedades del maíz que se encuentran dentro del suelo?

.....

¿Qué prácticas realiza para el control de las enfermedades?

Fungicidas: 1.....2.....3.....

Prácticas culturales: 1.....2.....3.....

Otras prácticas: 1.....2.....3.....

Cambio Climático.

¿Cómo percibe la temperatura ambiental, existen variaciones? (si) (no). Es más caliente (si)

(no), más frío (si) (no). Otro.....

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

¿Cómo percibe las lluvias, existen variaciones? (si) (no). Más lluvia (si) (no). Menos lluvia (si) (no).....

¿Qué efectos cree que tiene el cambio climático en el desarrollo de las plantas?

.....

¿Cree que las plagas (insectos) han aumentado por el efecto del cambio climático? (si) (no),

¿Cuáles?.....

¿Cree que las enfermedades han aumentado por el efecto del cambio climático? (si) (no),

¿Cuáles?.....

¿Cuántas veces riega su cultivo de maíz durante la campaña?.....

Existe escasez de agua para el riego (si) (no). ¿Por qué?

.....

El cambio climático es (bueno) o (malo) para el cultivo del maíz. ¿Por qué?

.....

.....

Firma del encuestado para la autorización
de la realización de la encuesta

Anexo N°4: Planilla de evaluación de plagas en el cultivo de maíz

Planilla de evaluacion de plagas de maiz

Observaciones de campo

Valle:

Zona:

Fundo o predio:

Campo:

Fecha:

Evaluator:

Determinaciones			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	TOTAL
10 Metros	Gusanos cortadores	L/m											
		% PC											
	Elasmopalpus	L/m											
		%PD											
100 Mazorcas	Heliothis	PS											
		PP											
		L/m											
		MD											
	Pococera	L/m											
	Predadores	Ch											
100 Cañas	Diatraea	%ED											
		LP											
100 Cogollos	Spodoptera	P											
		PI											
		LP											
		PD											
	Diatraea	PS											
		PP											
	Predadores	Ch											

Observaciones

Estado de desarrollo de planta:

Condiciones de clima:

Limpieza del campo:

Labores culturales realizadas:

Condiciones de humedad:

Aplicaciones de insecticidas:

Liberaciones de parásitos:

Observaciones de campo Valle:

Campo:

Año:

Variedad o híbrido:

L: larvas; PC: plantas cortadas; PD: plantas dañadas; Ps: Posturas; PI: plantas infestadas; LP: larvas parasitadas; Ch: chinches predadores; %ED: % entrenudos dañados; %PA: % parasitismo; H: huevos; MD: mazorcas dañadas; A: adultos.

Anexo N°6: Descripción y caracterización de los agroecosistemas de los puntos de muestreo, con énfasis en las relaciones entre el cultivo de maíz y los organismos y microorganismos en estudio.

Anexo N°7: Base de datos georreferenciada de suelos, hojas e insectos y base de datos agro cultural. (Archivo Electrónico)

Anexo N°8: Informes de laboratorio de los análisis de suelo, insectos y hojas. (Archivo Electrónico)

ANEXO N° 9: Estado actual de los eventos transgénicos en el cultivo de maíz a nivel mundial (ISAAA, 2016).

Propósito	Característica transgénica	Cantidad de eventos
H, I	HT + IR	1
H	<u>2,4-D HT</u>	1
I, O	Coleopteran IR, Antibiotic resistance	1
I, O	Coleopteran IR, Lepidopteran IR, Antibiotic resistance	1
I, O	Coleopteran IR, Lepidopteran IR , Mannose metabolism	1
I, O	Coleopteran IR, Mannose metabolism	1
I, O	Coleopteran IR, Modified alpha amylase, Mannose metabolism	1
O	Drought stress tolerance , Antibiotic resistance	1
H, O	Glufosinate HT , Antibiotic resistance	3
H, I	Glufosinate HT , Coleopteran IR	1
H, I	Glufosinate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR	8
H, I, O	Glufosinate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR ,Mannose metabolism	7
H, I, O	Glufosinate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR ,Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
H, I, O	Glufosinate HT , Coleopteran IR , Mannose metabolism	1
H, I	Glufosinate HT , Coleopteran IR , Multiple IR	1
H	Glufosinate HT , Dicamba HT	1
H	Glufosinate HT , Glyphosate HT	1
H, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Antibiotic resistance	2
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR	2
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR	13
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR , 2,4-D HT	2
H, I, O	Glufosinate HT, Glyphosate HT, Coleopteran IR, Lepidopteran IR, Antibiotic resistance, Mannose metabolism	2
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR , Mannose metabolism	2
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR , Mannose metabolism	5
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR , Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR , Multiple IR , Mannose metabolism	2
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Lepidopteran IR , Multiple IR , Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Coleopteran IR ,Mannose metabolism	1
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Lepidopteran insect resistance	1
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Lepidopteran IR	5
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Lepidopteran IR , 2,4-D HT	1
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Lepidopteran IR ,Antibiotic resistance , Mannose metabolism	1
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Lepidopteran IR ,Mannose metabolism	5
H, I, O	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Lepidopteran IR ,Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Sulfonyleurea HT ,Coleopteran IR	1
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Sulfonyleurea HT ,Coleopteran IR , Lepidopteran IR	1
H, I	Glufosinate HT , Glyphosate HT , Sulfonyleurea HT ,Lepidopteran IR	1
H, I	Glufosinate HT , Lepidopteran IR	7
H, I, O	Glufosinate HT , Lepidopteran IR , Antibiotic resistance	5
H, I, O	Glufosinate HT , Lepidopteran IR , Mannose metabolism	2
H, I, O	Glufosinate HT , Lepidopteran IR , Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
H	Glufosinate HT , Male sterility	3
H, O	Glufosinate HT , Male sterility , Antibiotic resistance	2
H	<u>Glyphosate HT</u>	5
H	Glyphosate HT , 2,4-D HT	1
H, O	Glyphosate HT , Antibiotic resistance	1
H, I	Glyphosate HT , Coleopteran IR	2
H, I, O	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Antibiotic resistance	1
H, I	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR	2
H, I, O	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR ,Antibiotic resistance	1
H, I, O	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR ,Drought stress tolerance , Antibiotic resistance	1
H, I, O	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Lepidopteran IR ,Mannose metabolism	1
H, I, O	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Mannose metabolism	2
H, I, O	Glyphosate HT , Coleopteran IR , Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
H, O	Glyphosate HT , Drought stress tolerance , Antibiotic resistance	1
H, I	Glyphosate HT , Lepidopteran IR	5
H, I, O	Glyphosate HT , Lepidopteran IR , Antibiotic resistance	4
H, I, O	Glyphosate HT , Lepidopteran IR , Drought stress tolerance , Antibiotic resistance	1
H, I, O	Glyphosate HT , Lepidopteran IR , Mannose metabolism	3
H, O	Glyphosate HT , Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
H	Glyphosate HT , Sulfonyleurea HT	1
O	<u>Increased Ear Biomass</u>	1
I	<u>Lepidopteran IR</u>	1
I, O	Lepidopteran IR , Mannose metabolism	3

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

I, O	Lepidopteran IR , Modified amino acid	1
O	Male sterility , Fertility restoration , Visual marker	1
O	Modified alpha amylase , Mannose metabolism	1
O	<u>Modified amino acid</u>	1
I, O	Multiple IR , Mannose metabolism	1
O	<u>Phytase production</u>	1

H=Herbicida, I=Insectos, O=Otros

147

HT=Tolerancia a Herbicidas, IR=Resistencia a Insectos

ANEXO N° 10: Genes involucrados en los OVM de maíz para el control de organismos (plagas de insectos) (ISAAA, 2016).

Gen	Fuente	Característica
Característica: Resistencia a insectos coleópteros		
cry34Ab1	<i>Bt strain PS149B1</i>	Cry34Ab1 delta-endotoxin
cry35Ab1	<i>Bt strain PS149B1</i>	Cry35Ab1 delta-endotoxin
cry3A	<i>Bt subsp. tenebrionis</i>	cry3A delta endotoxin
cry3Bb1	<i>Bt subsp. kumamotoensis</i>	Cry3Bb1 delta endotoxin
dvsnf7	Western Corn Rootworm (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>)	double-stranded RNA transcript containing a 240 bp fragment of the WCR Snf7 gene
mcry3A	synthetic form of cry3A gene from <i>Bt subsp. tenebrionis</i>	modified Cry3A delta-endotoxin
Característica: Resistencia a insectos lepidópteros		
cry1A	<i>Bt</i>	delta-endotoxin of the Cry1A group
cry1A.105	<i>Bt subsp. kumamotoensis</i>	Cry1A.105 protein which comprises the Cry1Ab, Cry1F and Cry1Ac proteins
cry1Ab	<i>Bt subsp. kurstaki</i>	Cry1Ab delta-endotoxin
cry1Ab (truncated)	synthetic form of Cry1Ab from <i>Bt subsp. kumamotoensis</i>	Cry1Ab delta-endotoxin
cry1Ab-Ac	synthetic fusion gene derived from <i>Bt</i>	Cry1Ab-Ac delta endotoxin (fusion protein)
cry1Ac	<i>Bt subsp. Kurstaki strain HD73</i>	Cry1Ac delta-endotoxin
cry1C	synthetic gene derived from <i>Bt</i>	Cry1C delta-endotoxin
cry1F	<i>Bt var. aizawai</i>	Cry1F delta-endotoxin
cry1Fa2	synthetic form of cry1F gene derived from <i>Bt var. aizawai</i>	modified Cry1F protein
cry2Ab2	<i>Bt subsp. kumamotoensis</i>	Cry2Ab delta-endotoxin
cry2Ae	<i>Bt subsp. Dakota</i>	Cry2Ae delta-endotoxin
cry9C	<i>Bt subsp. tolworthi strain BTS02618A</i>	Cry9C delta endotoxin

Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz

mocry1F	synthetic form of cry1F gene from <i>Bt</i> var. <i>aizawai</i>	modified Cry1F protein
pinII	<i>Solanum tuberosum</i>	protease inhibitor protein
vip3A(a)	<i>Bt</i> strain AB88	VIP3A vegetative insecticidal protein
vip3Aa20	<i>Bt</i> strain AB88	vegetative insecticidal protein (vip3Aa variant)

Característica: Resistencia múltiple a insectos

API	<i>Sagittaria sagittifolia</i> (arrowhead)	arrowhead protease inhibitor protein A or B
CpTI	<i>Vigna unguiculata</i>	trypsin inhibitor
ecry3.1Ab	synthetic form of Cry3A gene and Cry1Ab gene from <i>Bt</i>	chimeric (Cry3A-Cry1Ab) delta endotoxin protein

Anexo N°11: Mapas temáticos de distribución de organismos y microorganismos del aire y del suelo, blanco y no blanco.

Anexo N°12: Registro digitalizado de las encuestas realizadas. (Archivo Electrónico)

Anexo N°13: Archivos con registro fotográfico. (Archivo Electrónico)

Anexo N°14: Datos nacionales de las instituciones académicas y de investigación con capacidades para desarrollar estudios sobre microorganismos en el cultivo de maíz. (Archivo Electrónico)

Anexo N°15: Presentación de Resultados del Servicio de Consultoría para el análisis sobre organismos y microorganismos del aire y suelo del maíz (Archivo electrónico)