

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteViceministerio de Desarrollo
Estratégico de los Recursos
NaturalesDirección General de Diversidad
Biológica

INFORME FINAL

ESTUDIO DE BIOLOGÍA FLORAL Y ESTABLECIMIENTO DE PROTOCOLO PARA DETERMINAR EL FLUJO DE POLEN Y EL CRUZAMIENTO EN MAIZ

Noviembre, 2016

INDICE

- I. **Resumen Ejecutivo**
- II. **Introducción**
- III. **Antecedentes**
- IV. **Objetivos general y específicos**
- V. **Marco conceptual: Formación de líneas de bases metodológicas, el software HYSPLIT en la evaluación de riesgos en cruzamiento del maíz y los planes de bioseguridad**
- VI. **Evaluación integral de las variables del Plan experimental: Formación de mapas temáticos**
- VII. **Formación de las líneas de base metodológicas para el estudio de flujo de polen y el flujo e introgresión de genes en el cultivo de maíz en el Perú.**
- VIII. **Conclusiones y recomendaciones**
- IX. **Glosario**
- X. **Referencias bibliográficas**
- XI. **Posibles riesgos**
- XII. **Anexos:**
 - **Anexo 1: Base de datos biología floral**
 - **Anexo 2: Base de climática y ecológica**
 - **Anexo 3: Base de datos agro cultural**
 - **Anexo 4: Mapas temáticos**
 - **Anexo 5: Registro fotográfico**

I. Resumen Ejecutivo

El 9 de diciembre del 2011 se publicó la Ley n.º 29811, (MINAM 2016). Ley que establece una moratoria al ingreso y producción de OVM en el territorio nacional por un periodo de 10 años (2011 - 2021). La finalidad de la moratoria es fortalecer las capacidades nacionales en cuanto a recursos humanos, procedimientos e infraestructura, así como generar las líneas de base de los principales cultivos nativos y naturalizados que podrían verse afectados por la liberación de OVM al ambiente. Todo ello con el fin de que, al finalizar el período de moratoria, el país se encuentre en la capacidad de tomar decisiones responsables y gestionar adecuadamente los riesgos en relación con el ingreso y uso de OVM, asegurando mínimos impactos sobre la diversidad biológica. Avances significativos en la elaboración de estudios de línea de base de especies nativas priorizadas, con potencial riesgo de ser afectadas por OVM liberados al ambiente, con el fin de contar con información actualizada sobre el estado de la diversidad genética nativa

El cultivo de maíz genéticamente modificado se ha incrementado sustancialmente desde su introducción en el comercio. Los maíces modificados genéticamente que se encuentran actualmente en el mercado responden a dos características agronómicas: resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas. La primera variedad de maíz modificado genéticamente comercializada fue el maíz resistente a insectos, introducida en el año 1996 en los Estados Unidos, James, 2004, reportado por SILVA (2005). Diversos estudios según SILVA (2005), demuestran que existe un beneficio económico significativo al cultivar el maíz Bt, asegurándose un rendimiento cuando hay ataques de insectos. Así mismo el mismo autor indica que existen evidencias de que, el maíz Bt proporciona protección a los maíces no Bt al hacer que disminuya la población general del cogollero (*Spodoptera flujiperda*). Aunque su aplicación en cultivos de maíz ha generado preocupación por proteger la riqueza genética de las variedades locales o nativas. Con el fin de evaluar los riesgos biológicos que se puedan derivar de la introducción, producción, comercialización y liberación de Organismos Vivos Modificados con fines agrícolas, por las nuevas biotecnologías OVM o comúnmente conocidos como organismos transgénicos se realiza el estudio de Biología floral y establecimiento de protocolo para determinar la distancia a la cual el polen es transportado por el viento, para evitar contaminación de las poblaciones nativa por parte del material foráneo de maíz. El objetivo es elaborar las bases metodológicas para los estudios de flujo de polen y cruzamiento en el cultivo del maíz en el Perú, compilar información bibliográfica sobre la biología floral, el flujo de polen y el cruzamiento en el cultivo del maíz, realizar el estudio de la biología floral de la especie en una zona productora representativa de la costa norte, centro y sur y en la selva del país. Realizar el estudio de las variables ecológicas, climáticas (en época de FEN), sociales y culturales que influyen en el flujo de polen y el cruzamiento en el cultivo del maíz en las zonas antes señaladas, así como hacer simulaciones de dispersión progresiva con el modelo HYSPLIT, para determinar los sitios probables a donde pudo llegar el polen.

En Perú se consideraron cuatro sedes para la evaluación del flujo de polen y cruzamiento en maíz: Huacho, Moquegua, Lambayeque y Tarapoto, por tener un gran potencial en áreas para la siembra de maíces híbridos, donde llegarían los OVM importados, sedes que tienen condiciones diferentes de acuerdo a la altura y posición

geográfica que hacen diferentes el proceso de polinización y cruzamiento del maíz, para desarrollar modelos biológicos que permitan establecer posibles escenarios ante la introducción de maíces transgénicos.

La consultoría incluyó, la aplicación de cuestionarios agropecuarios relativos a los temas en estudio. Elaborar mapas temáticos en las zonas de estudio de las diferentes etapas de la biología floral y las principales variables climáticas que influyen en las etapas de la polinización, Elaborar un plan experimental para la realización del estudio del flujo de polen y el cruzamiento en las zonas señaladas, el mismo que deberá identificar los factores que influyen en dichos procesos y el procedimiento para su monitoreo y desarrollar las bases de datos georreferenciadas para la elaboración de los mapas temáticos.

II. Introducción

INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE ILSI BRASIL (2012), Los productos de la ingeniería genética se conocen como transgénicos, o como Organismos Genéticamente Modificados (OGM). El Protocolo de Cartagena de Bioseguridad de la Biotecnología, derivado de la Convención de Diversidad Biológica, también los define como “Organismos Vivos Modificados” (OVM), es decir, organismos genéticamente modificados con capacidad de reproducirse. Un OGM es cualquier organismo vivo, incluyendo cultivos, que posee una combinación nueva de material genético obtenida mediante la aplicación de la biotecnología moderna.

El desarrollo y uso de esta tecnología exige el compromiso de no presentar riesgos novedosos en el ambiente donde sean introducidos. En el caso de cultivos, el ambiente se define como el agroecosistema donde éstos serán cultivados y los ecosistemas aledaños. El análisis de riesgo como disciplina científica, comprende la evaluación del riesgo, así como la gestión del riesgo, y por último, la percepción y comunicación del riesgo

El estudio de Biología Floral y establecimiento de Protocolo para Determinar el Flujo de Polen y el Cruzamiento en Maíz nos ha permitido generar 3 tipos de bases para el análisis de riesgos: Bases biológicas, climáticas y ecológicas y bases agropecuarias muy ligadas a la adaptación al nuevo clima.

Nuestro plan experimental y las sedes seleccionadas para la aplicación del plan nos permiten demostrar que existen singularidades climáticas y ecológicas en cada región seleccionada que influyen notablemente en la biología floral y el flujo de polen de las razas de maíz nativos y de los híbridos que se emplean en cada región. Por lo tanto, las bases metodológicas son una respuesta a estas singularidades en las que además debemos agregar otra singularidad de cada región: el agricultor.

En las 4 regiones seleccionadas, los agricultores pueden sembrar el mismo cultivo pero cada respuesta es diferente y depende mucho de las condiciones ambientales, culturales y económicas por lo tanto los protocolos de los sistemas de monitoreo y supervisión en el control de riesgos deben recoger todas las singularidades detectadas.

Así mismo, existe un común denominador en los agricultores de las 4 regiones piloto: un desconocimiento casi total en dos temas que nos atañen: cultivos transgénicos y cambio climático. Esta generalidad, influye notablemente en las bases agropecuarias, en los análisis de riesgos y protocolos de bioseguridad

III. Antecedentes

El maíz es un cultivo tradicional en el Perú, consumiéndose desde antes de la llegada de los españoles a América. Como tal, existe una gran cantidad de razas propias de la región, tal como señalan **GROBMAN Y COLABORADORES (1961)**. En el año 2015, el total de las importaciones fueron de 2,664,118.412 toneladas, MINAGRI (2015), siendo los países que más nos venden: EEUU, Argentina, Brasil y otros. Sin embargo, en la región de Norte y Centroamérica se cultivaban razas de maíz diferentes, de las cuales los maíces amarillos son los que poseen mayor extensión de siembra. Estos maíces tienen como uso principal ser insumo para la industria, y en forma tradicional para la producción de harina de maíz. Por su importancia económica, estos maíces amarillos han sido los más investigados, tanto por instituciones públicas, como por empresas productoras de semilla mejorada. Se ha encontrado indicios que la introducción de maíz mejorado, en el caso de México, ha desplazado a algunas razas tradicionales que se sembraban con los mismos fines (**ARIAS Y COLABORADORES, 2007**).

Respecto al Análisis de la probabilidad de dispersión de polen de maíz genéticamente modificado, **ROBAYO Y GALINDO (2014)**, indican que el polen de maíz se dispersa a través del viento (MESSEGUER, 2003) y su transferencia es afectada por aspectos relacionados con la sincronía en tiempos de floración, distancia de aislamiento y condiciones climáticas (**BALTAZAR ET AL., 2005; BANNERT Y STAMP; 2007**).

El polen se libera desde las anteras en la parte superior de la planta, su diámetro oscila de 90 a 100 micras y su peso es de aproximadamente 0.25 microgramos (AYLOR ET AL., 2003; **FONSECA ET AL., 2003**, reportado por **ROBAYO Y GALINDO 2014**). Las partículas de polen pueden alcanzar alturas mayores a 100 m, límite en el cual la viabilidad es 20 %, pero al aumentar la altura la viabilidad de las partículas decrece (**VINER Y ARRITT, 2010**). Además, la viabilidad del polen depende de factores relacionados con su contenido de agua y condiciones climáticas **VINER Y ARRITT, 2010**). A temperaturas elevadas y humedades relativas (HR) bajas se reduce la viabilidad (**LUNA ET AL., 2001; AYLOR ET AL., 2003; ARRITT ET AL., 2007**) y la relación de viabilidad de la partícula y el potencial de cruce con otras variedades en diferentes distancias de aislamiento fue estudiado por **RICROCH et al. (2009)**, **Aheto et al. (2011)** y **Marceau et al. (2012)** y hay diferentes tasas de polinización cruzada (**LUNA ET AL., 2001; GOGGI ET AL., 2006; BANNERT Y STAMP, 2007**). Según **GOGGI ET AL. (2006)**, reportado por **ROBAYO Y GALINDO 2014**, en distancias de 100 m hay un cruce potencial entre variedades de 0.05 % y en 250 m es 0.03 %, mientras que **BANNERT Y STAMP (2007)** reportan 0.02 % de cruce en distancias de 50 a 4500 m. En México, **Luna et al. (2001)** reportan que no ocurre polinización en distancias mayores a 200 m. Con base en ello se establecieron dos distancias de aislamiento para liberaciones de OGM en cultivos de maíz en el país: 200 a 300 m desde el límite de maíz GM a cultivos híbridos para liberaciones en fase ex-perimental, y 500 m para liberaciones en etapa piloto o pre-comercial. Además, un aislamiento temporal de 21 d si hay presencia de parientes silvestres o razas nativas en zonas circundantes (**Luna et al., 2001**).

Existe un gran número de análisis moleculares publicados para el maíz, realizados por medio de muchas técnicas diferentes. También, se tiene ya la secuencia completa del genoma del maíz y la base electrónica MaizeGDB (**LAWRENCE Y COLABORADORES, 2004**) en donde se puede acceder a esta información. En el caso particular de los marcadores microsatélites, hay ya una gran cantidad de iniciadores desarrollados para el cultivo. Sin embargo, los estudios se centran

predominantemente en el maíz amarillo duro. Y si bien, en México, hay estudios moleculares para razas de cultivo tradicional, no existe aún esta información en el caso del Perú.

CANUL-KU et al (2012), condujeron un trabajo de investigación para evaluar la relación entre el flujo de polen y la dinámica de diversidad genética en 2005 y 2006, una población de grano blanco y otra amarilla de tipo Xmejen-nal y Xnuc-nal, se asociaron con calabaza. La variedad de grano amarillo fue sembrada alrededor del blanco. Se cosecharon 540 mazorcas en 8 direcciones, de la periferia al centro, el porcentaje de grano amarillo en la variedad blanca se usó como indicador de la tasa de cruzamiento. Para cada dirección se realizaron análisis de regresión simple entre la distancia y el porcentaje de granos amarillos. Los mayores porcentajes de cruzamiento en los tipos Xmejen-nal (44 %) y Xnuc-nal (42 %) se obtuvieron en dirección noreste-suroeste en 2005; y dirección sureste-noroeste en Xmejen-nal (37 %) y Xnuc-nal (41 %) en 2006. La dirección e intensidad del viento dominante determinaron las trayectorias del polen y la tasa de cruzamiento disminuyó con la distancia a la fuente polen. El intercambio genético es promovido por el manejo y distribución de los genotipos en tiempo y espacio, y el flujo génico entre poblaciones promueve la diversidad intrapoblacional.

CANUL-KU ET AL 2012, respecto al polen, indican que el polen del maíz es un vector en la transmisión y flujo de información genética entre poblaciones que coinciden en espacio y tiempo (Aylor et al., 2003, reportado por CANUL-KU EL AL 2012). El intercambio de genes se da entre y dentro de poblaciones nativas y parientes silvestres de la misma especie (**SPILLANE Y GEPTS, 2001**), ocurre dentro y entre parcelas contiguas (**BERTHAUD ET AL., 2001; MERCER Y WAINWRIGHT, 2008**), de manera inducida o natural (**SPILLANE Y GEPTS, 2001**). El flujo genético en maíz depende de la sincronización entre la receptividad de los estigmas y la liberación y viabilidad de los granos de polen. Esta última, dura de una a dos horas después de su liberación, dependiendo de la humedad atmosférica (Luna et al., 2001; Baltazar et al., 2005). El grano de polen de maíz no tolera la desecación, ya que pierde agua y viabilidad de manera rápida, y tiene una baja tasa de movilidad por su tamaño y peso, y por consiguiente la mayor proporción queda depositado cerca de la planta fuente (**LUNA ET AL., 2001; JAROSZ ET AL., 2003; HALSEY ET AL., 2005**).

En trabajos experimentales se determinó con base en la expresión de xenia, que el cruzamiento entre campos de maíz puede realizarse a una distancia de 200 metros de la fuente de polen (Luna et al., 2001) y en otras ocasiones hasta 300 m, con un 0.02 % de cruzamiento (Stevens et al., 2004). En California, E.U., se encontraron proporciones de cruzamientos de 0.7 y 0.6 % a 24 y 32 m de la fuente de polen en 2001 y 2002, respectivamente, y a una distancia de 750 m disminuyó hasta 0.002 % (Halsey et al., 2005).

El flujo de genes entre poblaciones de maíz afecta su estructura genética; por consiguiente, es fundamental el estudio del movimiento de polen, estimado con base en la distancia que recorrerían los granos de acuerdo a las condiciones ecogeográficas de los sistemas tradicionales. Bajo este contexto, el objetivo fue determinar la distancia que recorre el grano de polen de maíz y su relación con el mantenimiento de la diversidad genética entre poblaciones nativas, manejadas y conservadas en el sistema milpa en Yaxcabá, Yucatán, México.

MINISTERIO DEL AMBIENTE-MINAM y SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL- SPDA (2006) indican que la bioseguridad es un concepto que se asocia, por lo general, a la biotecnología y sus productos. En términos sencillos, es el marco de medidas, políticas y procedimientos que permite reducir al mínimo los posibles riesgos que podría representar la transferencia, el manejo, el uso y la liberación de los organismos vivos modificados (OVM) para el medio ambiente, la diversidad biológica, la salud humana y la estructura socioeconómica.

En el Perú, la bioseguridad se encuentra regulada mediante tres normas importantes: un tratado internacional, que a la fecha cuenta con más de 132 miembros y que fue adoptado en la Conferencia de las Partes en enero del 2000; el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del CDB, y por el lado nacional, la ley 27104, ley de prevención de riesgos derivados del uso de la biotecnología y su reglamento, el decreto supremo 108-2002-PCM.

MINISTERIO DEL AMBIENTE-MINAM (2016), en cuanto a la Bioseguridad en la Importación y Producción de Semillas Convencionales. indica que La Ley 29811 (en adelante, la Ley de Moratoria) establece que todo material genético que ingrese al territorio nacional, deberá acreditar su condición de no ser organismo vivo modificado (OVM). El Decreto Supremo 008-2012-MINAM (en adelante, el Reglamento de la Ley de Moratoria), contempla dentro de sus definiciones lo siguiente: "OVM: Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se ha obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna."

Asimismo, en el artículo 34 del Reglamento se establece que se realizará un análisis cualitativo de las mercancías y si es positiva se considera OVM

Respecto al Flujo de genes desde el maíz transgénico, **MONTORO YMELDA Y GERMAN VÉLEZ (2008)**, indican que la diversidad de especies y variedades que hoy sustentan la agricultura y la alimentación del mundo son el resultado de un largo proceso de domesticación, selección y mejoramiento de especies silvestres y cultivadas. Pero en todo el mundo se está presentando un alarmante proceso de erosión genética de esta biodiversidad. Según datos de la FAO, reportado por Montoro Ymelda y German Vélez (2008), durante este siglo la diversidad genética de los cultivos se ha reducido 75%. Régimen de protección especial debe estar orientado a determinar el valor cultural, social, económico y biológico de los centros de origen y diversidad y la aplicación del principio precautorio en el contexto del artículo 27 del Protocolo de Cartagena. Pero en todo el mundo se está presentando un alarmante proceso de erosión genética de esta biodiversidad. La revolución verde con sus variedades híbridas genéticamente homogéneas y los cambios sociales y económicos que ha motivado, es una de las causas principales de la disminución de la diversidad. GREENPEACE (2000) plantea que la introducción en la agricultura de plantas transgénicas, aumenta la tendencia hacia la uniformidad y la pérdida de diversidad de los cultivos, a través de la contaminación genética de genes modificados que llegan a las especies y variedades nativas.

Respecto a los riesgos e impactos de cultivos transgénicos en centros de origen y biodiversidad, los autores, indican que América Latina es la región del mundo que tiene mayor diversidad agrícola, es por ello que la introducción de plantas transgénicas tienen un gran riesgo, especialmente por la posibilidad de transferencia de estos genes modificados en las plantas silvestres y las variedades cultivables locales, lo que

puede causar graves desequilibrios en los ecosistemas. Los riesgos de transferencia de genes de una variedad transgénica a una especie o variedad pariente, es mayor en los centros de origen y/o diversidad, ya que los genes insertados tienen más oportunidades de pasar a otras plantas donde se pondría en juego los recursos genéticos aún existentes.

Una vez que las plantas transgénicas se liberan al ambiente no se pueden contener. La vía principal de escape de los nuevos genes a otras zonas y especies es a través del polen, que puede fertilizar plantas sexualmente compatibles en la zona. El flujo de los genes será inevitable en los centros de diversidad, ya que la planta transgénica estará rodeada de plantas compatibles, ya sean variedades y razas locales o especies silvestres. Está demostrado que los cultivos de maíz, papas, tomate, yuca, frijol, algodón, girasol, colza y muchos otros pueden hibridarse (intercambiar material genético) con plantas silvestres que crecen en sus centros de diversidad.

El sólo hecho de pretender introducir cultivos transgénicos en centros de origen y de diversidad de estas especies, que son fundamentales en la alimentación y agricultura mundial, debería ser un argumento contundente para rechazarlo. Se debe proteger a las variedades tradicionales y los parientes silvestres (que además de su valor cultural, constituyen la materia prima para el mejoramiento de las variedades modernas). No es cuestión de manejar el riesgo o de saber responder ante emergencias, en casos de contaminación genética, sino de evitar la contaminación; porque la contaminación genética es irreversible, y las vías de contaminación son múltiples, no sólo a través de flujo de genes, sino de contaminación de semillas, de tubérculos (en el caso de la papa y de la yuca), y sobre todo por prácticas culturales que las comunidades indígenas y campesinas, puesto que dentro de sus estrategias de conservación y mejoramiento de la diversidad agrícola, experimentan con semillas nuevas, intercambian y llevan semillas y productos de una región a otra.

Existen muchas formas y vías por las cuales puede llegar la contaminación genética a los centros de origen y de diversidad. Generalmente las evaluaciones de riesgos realizadas en A. latina, solo evalúan la distancia mediante condiciones naturales se transporta el polen desde una planta GM a una no GM y se sacan conclusiones absurdas como las obtenidas en Colombia, en donde el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, al evaluar varios tipos de maíces GM, dice que la biodiversidad local de maíz, se protege con solo separarlos a 300 metros de las variedades transgénicas. Pero no se evalúan y tienen en cuenta las diferentes formas como pueden llegar el maíz GM a las zonas donde están las variedades nativas.

Por un lado la mayor fuente de contaminación puede proceder por la importación masiva de maíz en países como México, Colombia y Perú, que llega como alimento, pero que también se pueden utilizar como semilla. También es frecuente que los programas de ayuda alimentaria y de fomento agrícola entreguen semillas foráneas, que los campesinos e indígenas no conozcan su procedencia, y si éstas son transgénicas, pueden entrar en la cadena productiva y alimentaria de manera desapercibida y sin ningún control.

Una vez que se libera una variedad transgénica en un país, es imposible frenar la contaminación genética. En un estudio hecho por UNION OF CONCERN SCIENTIST (2004), se reportó contaminación genética en semillas convencionales de maíz, soya y canola con transgenes procedentes de variedades manipuladas genéticamente en Estados Unidos. Existe suficiente literatura que demuestra que hay introgresión desde variedades cultivadas y sus parientes silvestres en especies como maíz, yuca, papa,

entre otros cultivos **JARVIS, DEVRA I. AND TOBY HODGKIN. 1999. SCURRAH ET. AL. (2005)** demuestran que existe flujo de genes desde los cultivos de papa hacia sus parientes silvestres en Perú (**HUAMÁN, Z. 2005**).

Además de los impactos sobre la biodiversidad en los centros de origen y de diversidad, es fundamental para los países de América latina, los impactos que estos tienen sobre la cultura y la afectación social y económica, y especialmente sobre los sistemas productivos y la soberanía alimentaria de las comunidades locales y pueblos indígenas de la región que dependen de esta biodiversidad. En realidad no existen métodos para evaluar los impactos socio económicos de los cultivos transgénicos en los centros de origen, y en regiones donde estos cultivos para las comunidades locales tienen un valor cultural, ritual y espiritual importante, como son los casos de la papa, el maíz y la yuca, en la región andina, mesoamericana y amazónica respectivamente..

Existen evidencias científicas que muestran la posibilidad que el flujo de genes ocurra en los centros de origen y de diversidad, de hecho ya ocurrió en México con el maíz, en donde se ha encontrado que las variedades nativas de los agricultores se han contaminado con variedades transgénicas. Los estudios hechos por **QUIST Y CHAPELA (2001)** en el Estado de Oaxaca México y corroborado más tarde por la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, demuestra que hay contaminación genética en las variedades tradicionales, a pesar de que hasta el momento no es permitido sembrar comercialmente maíz transgénico en ese país, y que ésta ha ocurrido a través de la importación autorizada de granos de maíz transgénico procedente de Estados Unidos.

Por otro lado, **GUTIÉRREZ (2007)** determinó la presencia de dos eventos transgénicos en cultivos de maíz amarillo duro, el NK603 (resistencia a herbicidas) y el Bt11 (biocida) en el valle de Barranca, ubicado al norte de Lima, Perú, lo cual pone nuevamente en discusión el tema de los riesgos e impactos que genera la introducción de cultivos genéticamente modificados en centros de diversidad biológica, como el Perú, que en la actualidad tiene 55 razas adaptadas de maíz a diversos pisos ecológicos (**PERRY ET AL. 2006 EN LA PEÑA, 2007**). El caso del maíz tiene peculiaridades especiales, puesto que es una planta de polinización abierta, al tiempo que es la especie agrícola de mayor variedad genética conocida, lo cual permite que sea cultivado en un amplio rango de ambientes. Una vez liberado al ambiente variedades de maíz transgénico, es prácticamente imposible impedir el flujo genético hacia otras variedades o hacia parientes silvestres, por razones biológicas, ecológicas y culturales.

En noviembre de 2001, la revista Nature publicó un artículo en el que se encuentra evidencia de transgenes en razas locales de maíz de Oaxaca en México que introgresaron a través de polinización cruzada. **QUIST Y CHAPELA (2001)** aseguran que los transgenes se incorporaron en el genoma de manera inestable y que dicha introgresión puede poner en peligro la biodiversidad de las razas locales mexicanos. Este trabajo ha sido criticado por sus errores metodológicos, principalmente, por contar con una muestra de semillas colectadas de sólo 6 plantas (**CLEVELAND ET AL, 2005**).

DYER Y COLABORADORES (2009), también en México analizaron la dispersión de los transgenes vía semilla mediante inmuno ensayos (ELISA) sobre los stocks de semillas de los agricultores. Se establecieron parámetros de la dinámica de la población de semillas utilizando encuestas y combinando dichos datos con resultados analíticos para examinar las fuentes y los mecanismos de dispersión. Las proteínas

Cry1Ab/Ac y CP4/EPSPS se encontraron en 3.1% y 1.8% de las muestras, respectivamente y fueron más abundantes en el sureste de México. En la región centro-occidente de México también fueron encontradas las proteínas transgénicas, lo cual, se debe a la difusión de semillas y granos importados de Estados Unidos. Este trabajo se resalta porque son pocos los estudios que se concentran en el flujo de genes vía semilla, un vehículo para el flujo de genes en centros de origen y diversidad de los cultivos.

WEEKES Y COLABORADORES (2007) desde el 2000 hasta el 2003 hicieron unos ensayos a nivel de fincas en el Reino Unido para evaluar el efecto de la liberación de maíz tolerante a herbicidas. Los ensayos se realizaron para investigar el flujo de genes cultivo a cultivo y para desarrollar un modelo estadístico para la predicción de la frecuencia del flujo de genes con el fin de establecer lineamientos para las distancias de aislamiento. Las muestras de semillas se colectaron de 55 lotes y se evaluó la presencia del gen pat mediante qPCR. Se encontró que las tasas del flujo de genes disminuían a medida que incrementaba la distancia con respecto al cultivo GM. A 150m, se detectó flujo de genes en el 30% de las muestras. Con el modelo de predicción se estableció que un campo de 150x150m necesita de una distancia de separación de 3m con respecto al cultivo GM para mantener un flujo de genes por debajo del 0,9%.

En Corea, **KIM Y COLABORADORES (2006)** evaluaron la presencia de transgenes en maíz y soya convencionales. A partir de hojas tomadas de cultivos de ambas especies y análisis por PCR con primers para las regiones 35S CaMV y nos, no encontraron transgenes en ninguna de las muestras evaluadas. Dentro del muestreo incluyeron hojas de plantas de maíz que crecían en bordes de carretera y encontraron que una de ellas, ubicada en la vía hacia el Puerto Incheon, contenía transgenes. Dentro de sus conclusiones, sugieren que estos resultados, aunque no son muestra de un flujo de genes masivo en la región, deben ser tenidos en cuenta para incrementar los controles en la cadena de importación de semilla transgénica. Sin embargo, 4 años después, los mismos autores realizaron el mismo estudio. No encontraron ninguna planta de maíz establecida en cercanías al Puerto Incheon, sin embargo, encontraron 18 plantas alrededor del Puerto Gunsan. Quince de ellas fueron transgénicas y se identificaron tres eventos: NK603, Mon810 y TC1507. Aunque el maíz GM no ha sido aprobado para siembra en Corea, la importación de semillas para alimento y forraje ha venido incrementando junto con la probabilidad de escape de transgenes en el tiempo (PARK ET AL, 2010).

Análisis de la probabilidad de dispersión de polen de maíz genéticamente modificado usando el modelo HYSPLIT

ROBAYO y GALINDO (2014), indican que los valores de distancias de aislamiento se consideran como parámetros para establecer criterios de bioseguridad, es necesario respaldar más las distancias adoptadas. Por lo tanto, el objetivo de su estudio fue analizar de forma espacial la dispersión de partículas de polen de maíz considerado contaminante, para ello, utilizaron datos históricos de liberaciones autorizadas de maíces GM para el año 2010 en el estado de Sinaloa (México) y datos de floración, velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa del aire. Debido a la factibilidad para simular dispersión y depósito de partículas atmosféricas en grandes distancias y la alta resolución de los datos meteorológicos, se usó el modelo HYSPLIT para el desarrollo de simulaciones progresivas de dispersión de polen, considerando

un tiempo de viabilidad de las partículas de 2 h. El análisis de los resultados mostró una tendencia de las dispersiones en direcciones sur-este y sur-oeste, con probables distancias de recorrido de 2.2 a 20 km en la mayor concentración de partículas correspondiente a 1.0×10^{-13} mg m³, probando que éstas pueden recorrer distancias mayores a 300 y 500 asumidos como medidas de bioseguridad.

MACKENZIE-DONALD 2002, indica que la seguridad de los maíces genéticamente modificados que se encuentran en el mercado ha sido demostrada mediante diferentes estudios entre los que se incluyen: • Estudios de digestibilidad • Estudios de toxicidad • Estudios de alergenicidad La valoración de la alergenicidad y la toxicidad de estos productos se determinan, esencialmente, de acuerdo con los lineamientos mundialmente validados y establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Adicionalmente, se llevan a cabo estudios relacionados con la composición nutricional del maíz mediante el análisis de los nutrientes claves, entre ellos: • Grasas • Aminoácidos • Proteínas Ácidos grasos • Carbohidratos • Minerales • Contenido de humedad A través de estos estudios y los análisis ya mencionados, los comités nacionales determinan la seguridad de los productos genéticamente modificados Las autoridades americanas, canadienses, argentinas, japonesas y europeas, quienes han autorizado el uso comercial de maíz Bt y resistente a herbicidas, afirman que estas líneas son tan seguras como sus contrapartes convencionales y son sustancialmente equivalentes a otros maíces en relación con la nutrición, composición, seguridad y su desempeño en productos alimenticios y forraje.

En relación con el maíz Bt y resistente a herbicidas es importante resaltar que estos se diferencian del convencional solo en la medida en que el primero produce una proteína del tipo Cry y el segundo enzimas que confieren la tolerancia al herbicida. Por otro lado, las bacterias involucradas en los procesos de modificación son pobladores naturales de diferentes productos alimenticios como hortalizas, lo que indica que las personas y animales ya han estado en contacto con estas proteínas. En general, las proteínas Cry presentes en las plantas Bt, son rápidamente degradadas en el estómago, son sensibles al calor y no muestran por lo demás ningún parecido con los alérgenos conocidos. Las evaluaciones para determinar la seguridad de la proteína Cry abarcan: 1. Caracterización de la proteína 2. Digestión en fluidos gástricos e intestinales simulados, 3. Toxicidad aguda y crónica en ratón, 4. Comparación de la secuencia de aminoácidos con toxinas y alérgenos conocidos 5. Efectos sobre especies no objetivo. En cuanto a la tolerancia a herbicidas, la evaluación incluye: 1. Caracterización de la proteína 2. Historia de uso seguro de proteínas similares, 3. Digestibilidad y la ausencia de toxicidad oral aguda de las proteínas en ratones. Para los productos en el mercado con estas características se concluyó que no hay similitud entre las secuencias de las proteínas involucradas y la de sustancias tóxicas o alergénicas conocidas. La seguridad de maíces genéticamente modificados para su uso en la alimentación ha sido, adicionalmente, confirmada mediante ensayos con animales. La Industria biotecnológica ha completado o está en proceso de finalizar 19 estudios de alimentación animal empleando estos maíces. Por otra parte, comparaciones sobre la composición nutricional y el estado de salud de animales alimentados con maíces Bt y convencionales han sido realizadas a través de numerosos ensayos. Estos estudios, realizados en aves de corral, pollos, ovejas y cerdos, entre otros, han consistentemente demostrado que no existen diferencias significativas en la composición nutricional o en el desempeño de los animales debido al consumo de maíz genéticamente modificado

IV. Objetivos general y específicos

a. Objetivo central:

Elaborar las bases metodológicas para los estudios de flujo de polen y el flujo e introgresión de genes en el cultivo del maíz en el Perú

b. Objetivos específicos:

1. Compilar información bibliográfica sobre la biología floral, el flujo de polen y el cruzamiento en el cultivo del maíz
2. Realizar el estudio de la biología floral de la especie en una zona productora representativa de la costa y sierra, norte, centro y sur, respectivamente y en la selva del país
3. Realizar el estudio de las variables ecológicas, climáticas (en época de FEN), sociales y culturales que influyen en el flujo de polen y el cruzamiento en el cultivo del maíz en las zonas antes señaladas. El estudio debe incluir la aplicación de cuestionarios agroalimentarios relativos a los temas en estudio.
4. Elaborar mapas temáticos en las zonas de estudio de las diferentes etapas de la biología floral y las principales variables climáticas que influyen en las etapas de la polinización.
5. Elaborar un plan experimental para la realización del estudio del flujo de polen y el cruzamiento en las zonas antes señaladas, el mismo que deberá identificar los factores que influyen en dichos procesos y el procedimiento para su monitoreo.
6. Desarrollar las bases de datos georreferenciadas para la elaboración de los mapas temáticos.

V. Marco conceptual: Formación de líneas de bases metodológicas, el software HYSPLIT en la evaluación de riesgos en cruzamiento del maíz y los planes de bioseguridad

SEVILLA Y HOLLE (2004), respecto a la Biología floral del maíz (*Zea mays*), indican que pertenece a la familia gramineae, es una planta monoica: flores masculinas en la panoja que es una inflorescencia compuesta de espigas. En la panoja están dispuestas las espiguillas con dos flores fértiles. Las espiguillas femeninas se disponen en un eje denominado tusa. La espiguilla tiene 2 flores: una es estéril y nace debajo de la fértil. Las flores masculinas tienen glumas, lenmas y paleas bien desarrolladas que encierran 3 estambres y 2 lodículos que al hincharse abren la flor. Las flores masculinas tienen pistilos rudimentarios que no son funcionales. Las flores femeninas tienen glumas, lenmas y paleas rudimentarias así como 3 estambres rudimentarios que no son funcionales. Agrega además que es una planta alógama, anemófila; La polinización cruzada es entre 95% y 100%. El polen dura 24 horas viable; los estigmas se mantienen receptivos por una semana o más. El Polen se dispersa en un área de 100 metros a la redonda y puede llegar hasta 200 metros dependiendo de la intensidad y dirección del viento. La planta es protoandra . La dehiscencia del polen precede varios días a la receptividad de los estigmas

Las cantidades de polen.

El polen de maíz se produce en cantidades enormes. Cada uno de los numerosos flósculos dentro de una borla contiene tres anteras, cada una de las cuales produce en el orden de 2000 (MILLER 1985) o 2.500 granos (KIESSELBACH 1949) a 7500 (Goss, 1968) los granos de polen, dependiendo de la planta, la variedad, y las condiciones de crecimiento. Esto significa que una espiguilla produce granos c.15,000, y una borla entre 2-5 millones de granos. Las estimaciones para el número de granos de polen producidos por un rango de tamaño medio planta de 14.000.000 (Miller 1985), a aproximadamente 50 millones de dólares (Miller 1985), para fertilizar aproximadamente 1.000 granos por planta (Evans, 1975), de modo que hay 20.000 a 30.000 granos de polen para cada uno de seda (Purseglove, 1972). Esta alta proporción de granos de polen por flor femenina disponible para la fertilización es típico de las plantas fertilizadas por la polinización anemófila viento o plantas como el maíz y el pino.

NOWAKOWSKI Y MORSE (1982) encontraron que "muchas variedades de maíz dulce producen más de 150 libras por acre de polen". Se recogen polen de maíz dulce de las plantas que utilizan conos de papel y encontraron que incluso más polen se recogió mediante la adopción de las plantas en las condiciones fijas de un laboratorio el día antes de que comenzara el derrame de polen. A pesar de un campo de maíz puede liberar el polen durante un período de hasta 13 días cada planta estará activo por menos de esto. Un promedio de 3,5 g de polen fue producido por planta en total en sus experimentos. El maíz se suele cultivarse en 20.000 plantas por acre que dan una salida de polen de aproximadamente 154 libras / 70 Kg por acre.

b. Software HYSPLIT en la evaluación de riesgos en el cruzamiento del maíz

ROBAYO Y GALINDO (2014), usando el modelo HYSPLIT con el objetivo de analizar de forma espacial la dispersión de partículas de polen de maíz GM. Para ello, se utilizaron datos históricos de liberaciones autorizadas de maíces GM para el año 2010 en el estado de Sinaloa (México), y datos de floración, velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa del aire. Debido a la factibilidad para simular dispersión y depósito de partículas atmosféricas en grandes distancias y la alta resolución de los datos meteorológicos, usaron el modelo HYSPLIT para el desarrollo de simulaciones progresivas de dispersión de polen, considerando un tiempo de viabilidad de las partículas de 2 h. El análisis de los resultados mostró una tendencia de las dispersiones en direcciones sur-este y sur-oeste, con probables distancias de recorrido de 2.2 a 20 km en la mayor concentración de partículas correspondiente a $1.0 \text{ e}^{-13} \text{ mg m}^{-3}$, probando que éstas pueden recorrer distancias mayores a 300 y 500 m asumidos como medidas de bioseguridad. Indican además que el modelo HYSPLIT calcula las trayectorias y dispersión de parcelas de aire mediante la combinación entre coordenadas Eurlianas. Los datos de entrada en el modelo fueron el peso del polen de maíz, la altura y velocidad de depósito y el tiempo de viabilidad. De acuerdo con Fonseca *et al.* (2003), se usó un peso de polen de 0.25 μg ; además se estableció una altura máxima de depósito de partícula de 100 m, una velocidad de depósito seca de 0.02 cm s^{-1} y un tiempo probable de viabilidad de 2 h.

c. Planes de bioseguridad

MONTORO YMELDA Y GERMAN VÉLEZ (2008), indican que en todo el mundo se está presentando un alarmante proceso de erosión genética de la biodiversidad. Según datos de la FAO, reportado por **MONTORO YMELDA Y GERMAN VÉLEZ (2008)**, durante este siglo la diversidad genética de los cultivos se ha reducido 75%. Régimen de protección especial debe estar orientado a determinar el valor cultural, social, económico y biológico de los centros de origen y diversidad y la aplicación del principio precautorio en el contexto del artículo 27 del Protocolo de Cartagena. La revolución verde con sus variedades híbridas genéticamente homogéneas y los cambios sociales y económicos que ha motivado, es una de las causas principales de la disminución de la diversidad. **GREENPEACE (2000)** plantea que la introducción en la agricultura de plantas transgénicas, aumenta la tendencia hacia la uniformidad y la pérdida de diversidad de los cultivos, a través de la contaminación genética de genes modificados que llegan a las especies y variedades nativas. **Respecto a los riesgos e impactos de cultivos transgénicos en centros de origen y biodiversidad, los autores indican que** América Latina es la región del mundo que tiene mayor diversidad agrícola, es por ello que la introducción de plantas transgénicas tienen un gran riesgo, especialmente por la posibilidad de transferencia de estos genes modificados en las plantas silvestres y las variedades cultivables locales, lo que puede causar graves desequilibrios en los ecosistemas. Los riesgos de transferencia de genes de una variedad transgénica a una especie o variedad pariente, es mayor en los centros de origen y/o diversidad, ya que los genes insertados tienen más oportunidades de pasar a otras plantas donde se pondría en juego los recursos genéticos aún existentes.

Una vez que las plantas transgénicas se liberan al ambiente no se pueden contener. La vía principal de escape de los nuevos genes a otras zonas y especies es a través del polen, que puede fertilizar plantas sexualmente compatibles en la zona. El flujo de los genes será inevitable en los centros de diversidad, ya que la planta transgénica estará rodeada de plantas compatibles, ya sean variedades y razas locales. Está demostrado que los cultivos de maíz, papas, tomate, yuca, frijol, algodón, girasol, colza y muchos otros pueden hibridarse (intercambiar material genético) con plantas silvestres que crecen en sus centros de diversidad. El sólo hecho de pretender introducir cultivos transgénicos en centros de origen y de diversidad de estas especies, que son fundamentales en la alimentación y agricultura mundial, debería ser un argumento contundente para rechazarlo. Se debe proteger a las variedades tradicionales y los parientes silvestres (que además de su valor cultural, constituyen la materia prima para el mejoramiento de las variedades modernas).

No es cuestión de manejar el riesgo o de saber responder ante emergencias, en casos de contaminación genética, sino de evitar la contaminación; porque la contaminación genética es irreversible, y las vías de contaminación son múltiples, no sólo a través de flujo de genes, sino de contaminación de semillas, de tubérculos (en el caso de la papa y de la yuca), y sobre todo por prácticas culturales que las comunidades indígenas y campesinas, puesto que dentro de sus estrategias de conservación y mejoramiento de la diversidad agrícola, experimentan con semillas nuevas, intercambian y llevan semillas y productos de una región a otra. Existen muchas formas y vías por las cuales puede llegar la contaminación genética a los centros de origen y de diversidad.

Generalmente las evaluaciones de riesgos realizadas en A. latina, solo evalúan la distancia mediante condiciones naturales se transporta el polen desde una planta GM a una no GM y se sacan conclusiones absurdas como las obtenidas en Colombia, en donde el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, al evaluar varios tipos de maíces GM, dice que la biodiversidad local de maíz, se protege con solo separarlos a 300 metros de las variedades transgénicas. Pero no se evalúan y tienen en cuenta las diferentes formas como pueden llegar el maíz GM a las zonas donde están las variedades nativas. Por un lado la mayor fuente de contaminación puede proceder por la importación masiva de maíz en países como México, Colombia y Perú, que llega como alimento, pero que también se pueden utilizar como semilla. También es frecuente que los programas de ayuda alimentaria y de fomento agrícola entreguen semillas foráneas, que los campesinos e indígenas no conozcan su procedencia, y si éstas son transgénicas, pueden entrar en la cadena productiva y alimentaria de manera desapercibida y sin ningún control.

Una vez que se libera una variedad transgénica en un país, es imposible frenar la contaminación genética. En un estudio hecho por **UNION OF CONCERN SCIENTIST (2004)**, se reportó contaminación genética en semillas convencionales de maíz, soya y canola con transgenes procedentes de variedades manipuladas genéticamente en Estados Unidos. Existe suficiente literatura que demuestra que hay introgresión desde variedades cultivadas y sus parientes silvestres en especies como maíz, yuca, papa, entre otros cultivos. **JARVIS, DEVRA I. AND TOBY HODGKIN. 1999. SCURRAH ET. AL. (2005)** demuestran que existe flujo de genes desde los cultivos de papa hacia sus parientes silvestres en Perú (**HUAMÁN, Z. 2005**). Además de los impactos sobre la biodiversidad en los centros de origen y de diversidad, es fundamental para los países de América latina, los impactos que estos tienen sobre la cultura y la afectación social y económica, y especialmente sobre los sistemas productivos y la soberanía alimentaria de las comunidades locales y pueblos indígenas de la región que dependen de esta biodiversidad. En realidad no existen métodos para evaluar los impactos socio económicos de los cultivos transgénicos en los centros de origen, y en regiones donde estos cultivos para las comunidades locales tienen un valor cultural, ritual y espiritual importante, como son los casos de la papa, el maíz y la yuca, en la región andina, mesoamericana y amazónica respectivamente..

Existen evidencias científicas que muestran la posibilidad que el flujo de genes ocurra en los centros de origen y de diversidad, de hecho ya ocurrió en México con el maíz, en donde se ha encontrado que las variedades nativas de los agricultores se han contaminado con variedades transgénicas. Los estudios hechos por **QUIST Y CHAPELA (2001)** en el Estado de Oaxaca México y corroborado más tarde por la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, demuestra que hay contaminación genética en las variedades tradicionales, a pesar de que hasta el momento no es permitido sembrar comercialmente maíz transgénico en ese país, y que ésta ha ocurrido a través de la importación autorizada de granos de maíz transgénico procedente de Estados Unidos.

Por otro lado, **GUTIÉRREZ (2007)** determinó la presencia de dos eventos transgénicos en cultivos de maíz amarillo duro, el NK603 (resistencia a herbicidas) y el Bt11 (biocida) en el valle de Barranca, ubicado al norte de Lima, Perú, lo cual pone nuevamente en discusión el tema de los riesgos e impactos que genera la introducción de cultivos genéticamente modificados en centros de diversidad biológica, como el Perú, que en la actualidad tiene 55 razas adaptadas de maíz a diversos pisos ecológicos (**PERRY ET AL. 2006 EN LAPEÑA, 2007**). El caso del maíz tiene peculiaridades especiales, puesto que es una planta de polinización abierta, al tiempo que es la especie agrícola de mayor variedad genética conocida, lo cual permite que sea cultivado en un amplio rango de ambientes. Una vez liberado al ambiente variedades de maíz transgénico, es prácticamente imposible impedir el flujo genético

hacia otras variedades o hacia parientes silvestres, por razones biológicas, ecológicas y culturales.

En noviembre de 2001, la revista Nature publicó un artículo en el que se encuentra evidencia de transgenes en razas locales de maíz de Oaxaca en México que introgresaron a través de polinización cruzada. **QUIST Y CHAPELA (2001)** aseguran que los transgenes se incorporaron en el genoma de manera inestable y que dicha introgresión puede poner en peligro la biodiversidad de las razas locales mexicanas. Este trabajo ha sido criticado por sus errores metodológicos, principalmente, por contar con una muestra de semillas colectadas de sólo 6 plantas (**CLEVELAND ET AL, 2005**).

En respuesta, **ORTIZ-GARCÍA Y COLABORADORES (2005)** realizaron un estudio con una metodología más rigurosa y un muestreo semillas de maíz colectadas de 870 plantas en 125 campos y 18 localidades en el estado de Oaxaca durante el 2003 y el 2004. Se analizaron las semillas para la presencia de dos secuencias: el promotor 35S del virus del mosaico del coliflor (35S CaMV) y el terminador de la nopalina sintasa de *Agrobacterium tumefaciens* (nos). A diferencia de los resultados encontrados por QUIST Y CHAPELA, el estudio no encontró ninguna secuencia transgénica a partir del análisis por PCR

DYER Y COLABORADORES (2009), también en México analizaron la dispersión de los transgenes vía semilla mediante inmunoensayos (ELISA) sobre los stocks de semillas de los agricultores. Se establecieron parámetros de la dinámica de la población de semillas utilizando encuestas y combinando dichos datos con resultados analíticos para examinar las fuentes y los mecanismos de dispersión. Las proteínas Cry1Ab/Ac y CP4/EPSPS se encontraron en 3.1% y 1.8% de las muestras, respectivamente y fueron más abundantes en el sureste de México. En la región centro-occidente de México también fueron encontradas las proteínas transgénicas, lo cual, se debe a la difusión de semillas y granos importados de Estados Unidos. Este trabajo se resalta porque son pocos los estudios que se concentran en el flujo de genes vía semilla, un vehículo para el flujo de genes en centros de origen y diversidad de los cultivos.

WEEKES Y COLABORADORES (2007) desde el 2000 hasta el 2003 hicieron unos ensayos a nivel de fincas en el Reino Unido para evaluar el efecto de la liberación de maíz tolerante a herbicidas. Los ensayos se realizaron para investigar el flujo de genes cultivo a cultivo y para desarrollar un modelo estadístico para la predicción de la frecuencia del flujo de genes con el fin de establecer lineamientos para las distancias de aislamiento. Las muestras de semillas se colectaron de 55 lotes y se evaluó la presencia del gen pat mediante qPCR. Se encontró que las tasas del flujo de genes disminuían a medida que incrementaba la distancia con respecto al cultivo GM. A 150m, se detectó flujo de genes en el 30% de las muestras. Con el modelo de predicción se estableció que un campo de 150x150m necesita de una distancia de separación de 3m con respecto al cultivo GM para mantener un flujo de genes por debajo del 0,9%.

En Corea, **KIM Y COLABORADORES (2006)** evaluaron la presencia de transgenes en maíz y soya convencionales. A partir hojas tomadas de cultivos de ambas especies y análisis por PCR con primers para las regiones 35S CaMV y nos, no encontraron transgenes en ninguna de las muestras evaluadas. Dentro del muestreo incluyeron hojas de plantas de maíz que crecían en bordes de carretera y encontraron que una de ellas, ubicada en la vía hacia el Puerto Incheon, contenía transgenes. Dentro de sus conclusiones, sugieren que estos resultados, aunque no son muestra de un flujo de genes masivo en la región, deben ser tenidos en cuenta para

incrementar los controles en la cadena de importación de semilla transgénica. Sin embargo, 4 años después, los mismos autores realizaron el mismo estudio. No encontraron ninguna planta de maíz establecida en cercanías al Puerto Incheon, sin embargo, encontraron 18 plantas alrededor del Puerto Gunsan. Quince de ellas fueron transgénicas y se identificaron tres eventos: NK603, Mon810 y TC1507. Aunque el maíz GM no ha sido aprobado para siembra en Corea, la importación de semillas para alimento y forraje ha venido incrementando junto con la probabilidad de escape de transgenes en el tiempo (PARK ET AL, 2010).

MINISTERIO DEL AMBIENTE –MINAM (2016), respecto a los planes de Bioseguridad, la regulación de la bioseguridad en el Perú se inicia en 1999, cuando el Congreso de la República emite la Ley n.º 27104, llamada “Ley de prevención de riesgos derivados del uso de la biotecnología”. Esta Ley se centra en la “biotecnología moderna”. Tres años después, mediante Decreto Supremo n.º 108-2002-PCM, se aprueba su Reglamento, en el que se establece el marco institucional y se designa a tres Órganos Sectoriales Competentes (OSC) cuya función es implementar sus respectivos Reglamentos Sectoriales Internos de Bioseguridad: el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (para el sector agrario), Viceministerio de Pesquería (para el sector pesquero) y la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA (para el sector salud). En el año 2004, mediante Decreto Legislativo n.º 28170, el Congreso de la República ratifica el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (PCB), el cual contiene el marco normativo internacional que regula el movimiento transfronterizo de los Organismos Vivos Modificados (OVM).

Pese al marco normativo aprobado, la falta de reglamentos sectoriales que regulasen los procedimientos representaba una moratoria de facto al ingreso y liberación al ambiente de OVM. Adicionalmente, la escasa información sobre los transgénicos y la necesidad del fortalecimiento de las capacidades nacionales en materia de bioseguridad generó una creciente corriente de opinión que demandaba dictare una moratoria orientada no sólo a controlar el ingreso no deseado de OVM, sino también a prepararnos para la adopción de una decisión informada y técnica al final sobre la misma. En este contexto, el Congreso de la República aprobó en noviembre de 2011 la Ley n.º 29811, Ley que establece la Moratoria al ingreso y producción de OVM al territorio nacional por un período de diez años. Se promulga la Ley de Moratoria, que se publica en el Diario Oficial el 9 de diciembre de 2011.

La Ley de Moratoria designa al Ministerio del Ambiente (MINAM) como Autoridad Competente para su implementación, y define como objetivo de la norma el impedir el ingreso y producción de OVM con fines de cultivo o crianza (incluyendo los organismos acuáticos) en el territorio nacional hasta el 2021, con miras a garantizar la seguridad alimentaria nacional y mundial, y promover la diversificación de nuestra economía. Fue una decisión consecuente con la política nacional de salvaguardar la diversidad biológica nacional, el valioso patrimonio que provee los insumos necesarios para el mejoramiento genético de las especies domesticadas y para el desarrollo de nuevos productos.

Asimismo, la Ley de Moratoria tiene por finalidad la preparación del país para afrontar los retos que exigen las autorizaciones de ingreso y producción de OVM en el territorio nacional. Por ello dispone acciones que permitan el desarrollo de tres temas esenciales para una toma de decisiones responsable e informada: (i) fortalecer las capacidades nacionales en el ámbito regulatorio y humano en materia de bioseguridad, especialmente en los componentes del análisis de riesgos de OVM; (ii) desarrollar la infraestructura necesaria para la detección de OVM, que resulta

indispensable para las acciones de control y vigilancia; y, (iii) generar líneas de base respecto de la diversidad nativa; es decir, realizar una prospección del estado de los principales cultivos nativos o naturalizados presentes en el país, con el fin de determinar los espacios de concentración de estas especies y evitar los riesgos que implica la introducción de OVM.

Cabe indicar que los OVM, tanto para uso directo como alimento humano o animal, como para el procesamiento industrial, para el uso confinado (enfocado hacia investigación), así como en los productos farmacéuticos y veterinarios regulados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se encuentran excluidos de la Ley de Moratoria. El trabajo encargado al MINAM, quien asume la responsabilidad como parte de sus funciones relativas a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Asimismo, la emisión de propuestas normativas complementarias que derivan de la Ley, así como la emisión de guías y lineamientos necesarios para una adecuada implementación han exigido grandes esfuerzos para lograr consensos multisectoriales con los sectores involucrados y con actores relevantes de la sociedad civil. Actualmente se está avanzando sostenidamente en la implementación de la Ley de Moratoria

VI. Evaluación integral y propuesta de protocolo para el estudio del flujo de polen y cruzamiento en maíz

El protocolo para la evaluación del flujo de polen y cruzamiento en maíz la conforman tres tipos de bases metodológicas y una base de riesgos así como el monitoreo y supervisión de los estándares de bioseguridad para el maíz.

El siguiente esquema, nos muestra paso a paso el desarrollo del protocolo que puede ser replicado:

Diagrama 1: Protocolo para evaluación del flujo de polen y cruzamiento en maíz

Bases metodológicas para el protocolo	Paso 1: Identificación de variables y revisión de normativas	Paso 2: Elaborar el plan experimental	Paso 3: Desarrollo del plan experimental	Paso 4: Procesamiento e integración de resultados	Paso 5: Determinación de estándares para Bioseguridad
Bases biológicas	Flujo de polen del maíz amarillo duro (contaminante)	Identificar indicador y metodología para su desarrollo. Esta debe considerar el rumbo predominante del viento. Proponemos dos tipos de observación directa: a. En campo: observación visual de trampas. Ficha 1	- La técnica de observación de trampas se realiza a diario y durante 30 días en promedio. Ficha 1 - La técnica de en microscopio se realiza en laboratorio al terminar los 30 días en campo. Ficha	- Análisis de resultados en los dos tipos de observaciones - Creación de mapas temáticos para cada sede de investigación	a. Estándar de concentración de polen (ECP) b. Estándar de periodo de evaluación (EPE)

		b. En microscopio: conteo visual de polen en 04 puntos de la trampa. Ficha 7	7		
	Cruzamiento en maíz blanco (contaminado)	Identificar indicador y metodología para su desarrollo. En nuestro caso % de grano no blanco. Ficha 6	Colección de muestras de maíz blanco al azar (8) en choclo o maduro para determinar cruzamiento el día 30 del plan experimental. Ficha 6	- Análisis de resultados - Creación de mapas temáticos para cada sede de investigación	- Estándar mínimo de cruzamiento (EMC). - Estándar mínimo de distanciamiento (EMD)
Bases climáticas	Velocidad y dirección de viento	Dos tipos de observación: a. Ecológica: observación directa en campo. Ficha 2 b. Climática: dato proporcionado por estación meteorológica para aplicación en software Hysplit	La técnica de observación de directa se realiza a diario y durante 30 días que dura el plan experimental Ficha 2. Los datos de estación meteorológica corresponden al mismo periodo del plan experimental	- Análisis de resultados en los dos tipos de observaciones - Creación de mapas de viento y polen para cada sede de investigación en software Hysplit	- Estándar general del viento (EGV)
	Temperatura del aire promedio	Dos tipos de observación: a. Ecológica: observación directa en campo. Ficha 2 b. Climática: dato proporcionado por estación meteorológica para aplicación en software Hysplit	La técnica de observación de directa se realiza a diario y durante 30 días que dura el plan experimental Ficha 2. Los datos de estación meteorológica corresponden al mismo periodo del	- Análisis de resultados en los dos tipos de observaciones - Creación de mapas de viento y polen para cada sede de investigación en software Hysplit	

			plan experimental		
Bases agroalimentarias	Actividades agrícolas	Identificación de indicadores y metodologías: a. Encuestas a productores. Ficha 3 b. Entrevistas expertos. Ficha 4 c. Focus group en agencias agrarias. Ficha 5	Aplicación de encuestas en igual número en cada sede de investigación (50 por sede). De igual forma para las entrevistas (12 en total) y focus group (1 por sede)	Procesamiento de encuestas en software estadístico spss. Encuestas según la técnica delphi	- Estándar de actividades agrícola (EAA)
	Conocimientos del productor	Identificación de indicadores y metodologías: a. Encuestas a productores. Ficha 3 b. Entrevistas expertos. Ficha 4 c. Focus group en agencias agrarias. Ficha 5	Aplicación de encuestas en igual número en cada sede de investigación (50 por sede). De igual forma para las entrevistas (12 en total) y focus group (1 por sede)	Procesamiento de encuestas en software estadístico spss. Encuestas según la técnica Delphi	- Estándar de conocimientos del productor OVM (ECPO) - Estándar de conocimientos en cambio climático (ECCC)
Análisis de Riesgos	Revisión de bibliografía e información secundaria	Selección de variables a interrelacionar	Identificación de indicadores y categorización del riesgo	Interrelación de variables: Flujo de polen vs distancia Del contaminante y análisis de riesgos	- Estándar total de riesgos y bioseguridad (ETRBIO).
Aspectos complementarios	Revisión de bibliografía e información secundaria	Revisión de bibliografía e información secundaria			Seguimiento y monitoreo de estándares de bioseguridad

Tres tipos de bases metodológicas conforman el plan experimental:

6.1. Base biológica: resultados de las actividades para variables biológicas:

Las variables biológicas en estudio son: el flujo de polen y cruzamiento.

6.1.1. Resultados para el flujo de polen

El flujo de polen, de acuerdo al plan de trabajo en dos formas: observación directa diaria de cada trampa y mediante microscopía.

Los resultados obtenidos los analizamos a continuación

a. Resultados de la observación directa en campo de trampas para determinar el flujo de polen

Siguiendo los lineamientos para determinar el flujo de polen se instalaron las trampas de polen en cada sede obteniéndose las siguientes referencias geográficas (en UTM) y los atributos de concentración de polen observación en campo como se observa en los siguientes cuadros: se utilizó para ello la ficha 1 (informe 1, plan de trabajo).

Debemos considerar, la observación directa la realizan los responsables técnicos de cada sede.

Nota: trampa **siniestrada** es aquella que sufrido un ataque de pobladores o embate de la naturaleza (viento / lluvia)

Cuadro 1: Referencias geográficas y atributos de Observación en campo de concentración de polen % en trampas de polen de la sede Huacho

Referencia Ficha 1 del plan experimental – informe 2

Línea / trampa	E	N	% en papel mm	% en platos
trampa 11	218077	8772092	4	8
12	218079	8772102	6	9
13	218080	8772110	7	9.5
14	218082	8772120	6	9
15	218084	8772130	6	9
16	218086	8772140	6	9
17	218089	8772150	7	9
18	218093	8772160	7	9
19	218093	8772170	1.5	2.5
110	218095	8772180	4	4
Línea 21	218080	8772092	5	5
22	218084	8772100	4	4
23	218087	8772108	4	4
24	218092	8772116	4	5
25	218098	8772126	4	5
26	218103	8772134	6	6
27	218108	8772144	4	4
28	218113	8772152	4	4
29	218117	8772160	4.5	5
210	218122	8772164	5	5
Línea 31	218084	8772090	5	6.5
32	218089	8772098	4	4
33	218096	8772104	5	5
34	218104	8772114	7	7
35	218109	8772120	7	7
36	218114	8772128	5	5
37	218118	8772136	4	4

38	218127	8772144	7	7
39	218132	8772152	5	5
310	218141	8772160	5	5

Cuadro 2: Referencias geográficas y atributos de Observación en campo de concentración de polen % en trampas de polen de la sede Moquegua

Línea / Punto	E	N	% en papel mm	% en platos
Línea 11	291949	8093434	3	3
12	291951	8093444	3	3
13	291954	8093450	3	3
14	291956	8093461	3	3
15	291958	8093471	2	2
16	291959	8093481	2	3
17	291961	8093490	3	3
18	291960	8093500	2	3
19	291965	8093509	3	3
110	291968	8093519	3	3
Línea 21	291951	8093433	2	2
22	291954	8093442	3	3
23	291959	8093450	3	3
24	291960	8093459	4	3
25	291967	8093469	2	3
26	291971	8093477	3	3
27	291976	8093487	3	3
28	291980	8093496	3	3
29	291981	8093505	2	3
210	291986	8093514	3	3
Línea 31	291950	8093429	3	2
32	291960	8093439	3	3
33	291967	8093446	3	3
34	291973	8093454	3	3
35	291980	8093461	3	3
36	291987	8093468	3	3
37	291993	8093475	3	3
38	292000	8093483	3	3
39	292006	8093490	3	3
310	292013	8093499	3	3

Cuadro 3: Referencias geográficas y atributos de Observación en campo de concentración de polen % en trampas de polen de la sede Tarapoto

Línea / trampa	E	N	% en papel mm	% en platos
----------------	---	---	---------------	-------------

Línea 11	343880	9284669	17	17
12	343879	9284679	16	15
13	343880	9284687	7	5
14	343883	9284697	7	6
15	343885	9284707	6	6
16	343886	9284716	6	6
17	343888	9284727	6	9
18	343889	9284736	7	7
19	343889	9284747	7	7
110	343892	9284757	8	7
Línea 21	343875	9284658	15	18
22	343876	9284668	15	15
23	343876	9284679	12	10
24	343876	9284690	9	9
25	343876	9284698	8	8
26	343877	9284708	7	7
27	343876	9284720	9	9
28	343876	9284729	8	10
29	343877	9284739	8	8
210	343879	9284749	18	20
Línea 31	343870	9284626	10	12
32	343865	9284639	9	7
33	343865	9284649	9	9
34	343863	9284659	9	9
35	343865	9284697	6	4
36	343866	9284676	4	4
37	343865	9284688	5	5
38	343864	9284697	6	6
39	343863	9284709	5	6
310	343863	9284718	6	6

Cuadro 4: Referencias geográficas y atributos de Observación en campo de concentración de polen % en trampas de polen de la sede Lambayeque

Línea / trampa	E	N	% en papel mm	% en platos
Línea 11	620165	9258264	15	16
12	620166	9258274	10	14
13	620167	9258284	10	12
14	620168	9258294	8	9
15	620168	9258302	12	10
16	620163	9258312	15	16
17	620167	9258322	20	18

18	620170	9258332	17	19
19	620171	9258342	15	15
110	620174	9258352	13	12
Línea 21			Siniestrada	
22	620104	9258246	0	0
23	620111	9258244	0	0
24	620116	9258244	0	0
25	620191	9258232	0	0
26	620201	9258230	40	30
27			Siniestrada	
28	620210	9258230	20	15
29	620219	9258230	12	15
210			Siniestrada	
Línea 31	620153	9258196	2	5
32	620152	9258186	10	11
33	620151	9258176	5	5
34	620148	9258166	5	5
35	620147	9258156	5	5
36	620145	9258146	10	12
37	620145	9258136	5	5
38	620143	9258126	3	5
39	620141	9258116	3	3
310	620139	9258110	1	2

b. Resultados de la observación directa en microscopio de trampas para determinar el flujo de polen en maíz

Para la microscopia de polen se contó con el apoyo de la UNPRG y los instrumentos del laboratorio de Biología molecular que continuación detallamos:

a. Microscopio binocular marca ZEISS (2)

- Modelo PRIMO STAR
- Color blanco/azul
- Revolver de 4 posiciones
- Objetivos Plan-Acromáticos de 100x/1.25, 4x/0.10, 10X/0.25 y 40x/0.65.
- Platina mecánica completa
- Micrométrico y micrométrico completo.

Fotografía 1: Microscopio binocular marca ZEISS



- b. Balanza electrónica analítica
- Marca NAPCO
- Modelo ESJ200-4
- Color marfil
- Capacidad Máxima 210 gr
- E=1 MG
- D=0.1MG
- Calibración semiautomática (con pesa patrón interna)
- Cabina de pesada con tres puertas corredizas.

Fotografía 2: Balanza analítica



Para determinar la concentración de polen en microscopia se utilizó la ficha 7 y se analizó por separado las trampas de papel milimetrado y los platos.

Se tomaron 4 puntos de microscopia de 1 cm² por cada tipo de trampa y cuyos resultados se pueden observar en la ficha 7A del anexo Microscopia de Flujo de polen para cada sede de estudio. Así mismo, en la carpeta de cada sede se cuenta con el registro fotográfico respectivo de microscopia.

Para cada tipo de trampa se registra luego el promedio de los 4 puntos y se tiene el número de polen en cada trampa por cm².

De acuerdo a la literatura el peso de polen es de 0.25 microgramos (**ROBAYO ANGÉLICA Y AVENDAÑO, MARÍA G. GALINDO-MENDOZA 2014**).

Los resultados finales se convierten a m² en la Ficha 7B y en los cuadros siguientes. Así mismo, son los atributos para los mapas temáticos de flujo de polen que se observan en Anexo 2

Cuadro 5: Resultados de la observación directa en microscopía de trampas para determinar flujo de polen sede Huacho

Línea / trampa	E	N	mg / m2 en papel mm	mg / m2 promedio en platos
Línea 11	218077	8772092	37.50	36.50
12	218079	8772102	52.50	53.80
13	218080	8772110	22.50	40
14	218082	8772120	20	35
15	218084	8772130	40	38.80
16	218086	8772140	30	31.50
17	218089	8772150	15	16.30
18	218093	8772160	22.50	22.50
19	218093	8772170	siniestrada	siniestrada
110	218095	8772180	2.50	3.80
Línea 21	218080	8772092	47.50	50
22	218084	8772100	25	30
23	218087	8772108	22.50	33.80
24	218092	8772116	35	27.50
25	218098	8772126	22.50	17.50
26	218103	8772134	22.50	10
27	218108	8772144	12.50	13.80
28	218113	8772152	15	12.50
29	218117	8772160	10	8.80
210	218122	8772164	5	5
Línea 31	218084	8772090	22.50	16.50
32	218089	8772098	22.50	18.80
33	218096	8772104	15	15
34	218104	8772114	22.50	13.80
35	218109	8772120	20	7.50
36	218114	8772128	12.50	13.80
37	218118	8772136	12.50	12.50
38	218127	8772144	10	5
39	218132	8772152	5	5
310	218141	8772160	7.50	3.80

Cuadro 6: Resultados de la observación directa en microscopía de trampas para determinar flujo de polen sede Moquegua

Línea / Punto	E	N	mg / m2 en papel mm	mg / m2 en platos
Línea 11	291949	8093434	35	12.5
12	291951	8093444	25	11.5
13	291954	8093450	40	6.5
14	291956	8093461	12.5	5

15	291958	8093471	5	5
16	291959	8093481	2.5	0
17	291961	8093490	12.5	2.5
18	291960	8093500	5	3.8
19	291965	8093509	2.5	1.8
110	291968	8093519	5	0
Línea 21	291951	8093433	37.5	17.5
22	291954	8093442	10	12.5
23	291959	8093450	20	2.5
24	291960	8093459	15	3.8
25	291967	8093469	10	3.8
26	291971	8093477	2.5	2.5
27	291976	8093487	7.5	2.5
28	291980	8093496	5	0
29	291981	8093505	5	1.3
210	291986	8093514	2.5	1.3
Línea 31	291950	8093429	42.5	16.8
32	291960	8093439	20	13.8
33	291967	8093446	17.5	8.8
34	291973	8093454	27.5	11.8
35	291980	8093461	20	11.8
36	291987	8093468	10	6.8
37	291993	8093475	7.5	3.8
38	292000	8093483	5	2.5
39	292006	8093490	2.5	2.5
310	292013	8093499	2.5	2.5

Cuadro 7: Resultados de la observación directa en microscopía de trampas para determinar flujo de polen sede Tarapoto

Línea / trampa	E	N	mg x m2 en papel mm	mg x m2 en platos
Línea 11	343880	9284669	2.5	8.8
12	343879	9284679	7.5	8.8
13	343880	9284687	2.5	5
14	343883	9284697	5	3.8
15	343885	9284707	2.5	2.5
16	343886	9284716	2.5	2.5
17	343888	9284727	2.5	2.5
18	343889	9284736	2.5	2.5
19	343889	9284747	2.5	1.3
110	343892	9284757	0	2.5
Línea 21	343875	9284658	2.5	2.5

22	343876	9284668	5	2.5
23	343876	9284679	7.5	5
24	343876	9284690	2.5	3.8
25	343876	9284698	2.5	5
26	343877	9284708	2.5	2.5
27	343876	9284720	2.5	2.5
28	343876	9284729	0	2.5
29	343877	9284739	2.5	2.5
210	343879	9284749	0	1.3
Línea 31	343870	9284626	2.5	5
32	343865	9284639	2.5	2.5
33	343865	9284649	5	2.5
34	343863	9284659	2.5	3.8
35	343865	9284697	2.5	5
36	343866	9284676	2.5	2.5
37	343865	9284688	2.5	2.5
38	343864	9284697	2.5	2.5
39	343863	9284709	2.5	2.5
310	343863	9284718	2.5	3.8

Cuadro 8: Resultados de la observación directa en microscopia de trampas para determinar flujo de polen sede Lambayeque

Línea / trampa	E	N	mg x m2 en papel mm	mg x m2 en platos
Línea 11	620165	9258264	15	27.5
12	620166	9258274	10	18.8
13	620167	9258284	5	11.8
14	620168	9258294	2.5	7.5
15	620168	9258302	2.5	6.8
16	620163	9258312	2.5	6.8
17	620167	9258322	2.5	3.8
18	620170	9258332	2.5	2.5
19	620171	9258342	2.5	2.5
110	620174	9258352	2.5	1.3
Línea 21			Siniestrada	Siniestrada
22	620104	9258246	0	2.5
23	620111	9258244	0	1.3
24	620116	9258244	0	2.5
25	620191	9258232	2.5	Siniestrada
26	620201	9258230	2.5	2.5
27			Siniestrada	Siniestrada
28	620210	9258230	2.5	2.5
29	620219	9258230	2.5	0

210			Siniestrada	Siniestrada
Línea 31	620153	9258196	0	2.5
32	620152	9258186	0	0
33	620151	9258176	0	0
34	620148	9258166	0	0
35	620147	9258156	0	2.5
36	620145	9258146	0	0
37	620145	9258136	0	0
38	620143	9258126	0	0
39	620141	9258116	0	0
310	620139	9258110	0	1.3

c. Resultados del peso de polen:

Para obtener el peso de polen y siguiendo los lineamientos de plan experimental se embolso 4 panojas del maíz híbrido que se constituye como contaminante en cada sede y durante el mismo período que duro el plan experimental obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 9: Resultados del peso de polen en cada una de las sedes de estudio, octubre 2016

Sede	Tipo de material genético	Peso promedio de 4 panojas (mg)
Huacho	Dekalb	0.03075
Moquegua	Marginal tropical	0.67890
Tarapoto	Dekalb	0.413167
Lambayeque	Chusca	0.738575

6.1.2. Resultados para el cruzamiento en maíz blanco en estado de choclo o maduro:

Según los lineamientos, la información recolectada en la ficha N° 6 (CRUZAMIENTO DE GRANOS) presentada en el Producto 3

Las referencias geográficas de los puntos de muestreo son las siguientes:

a. Parcela maíz blanco plan experimental sede Huacho

Agricultor: Antonio Adriano
Sector: Vizpan
Variedad: Maíz blanco Urubamba
Altura: 90 msnm
Distancia del contaminante: 150 m

Cuadro 10: Referencias geográficas en las sede Huacho – Plan experimental
Referencia ficha 6 producto 3

Punto	E	N	% cruzamiento
-------	---	---	---------------

1	218214	8772240	17
2	218222	8772252	0
3	218245	8772200	8.5
4	218244	8773198	52.1
5	218228	8772170	Siniestrada
6	218205	8772169	20
7	218200	8772168	42.9
8	218177	8772166	20.5

b. Sede Moquegua:

Plan experimental sede Moquegua:

Agricultor: Vicente Cuaylla

Sector: San Antonio

Variedad: Maíz blanco opaco mal paso

Altura: 1451 msnm

Distancia del contaminante: 15 m

Cuadro 12: Referencias geográficas en las sede Moquegua – Plan experimental

Punto	E	N	% cruzamiento
1	291833	8093418	46.3
2	291829	8093408	100
3	291811	8093376	24.5
4	291797	8093354	46.6
5	291770	8093309	45.9
6	291789	8093362	23.5
7	291793	8093362	50.5
8	291808	8093368	12.2

c. En la sede Tarapoto

Plan experimental sede Tarapoto:

Agricultor: Carlos Mego Vásquez

Sector: Morales

Variedad: Maíz blanco

Altura: 262 msnm

Distancia del contaminante: 350 m

Cuadro 13: Referencias geográficas en las sede Tarapoto – Plan experimental
Referencia ficha 6 producto 3

	E	N	%Cruzamiento
1	343866	9284734	90.2
2	343864	9284726	20.47
3	343860	9284714	15.3
4	343855	9284706	12.3
5	343850	9284692	10.7
6	343846	9284680	5.2

7	343837	9284659	3.9
8	343820	9284629	0.5

d. En la sede Mochumi – Lambayeque

Plan experimental sede Mochumi:
 Agricultor: Ramón Sernaque Sandoval
 Sector: Punto 4
 Variedad: Maíz blanco mochero
 Altura: 32 msnm
 Distancia del contaminante: 180 m

Cuadro 14: Referencias geográficas en las sede Huacho – Plan experimental
 Referencia ficha 6 producto 3

Punto	E	N	% de cruzamiento
1	624415	9271744	2.76
2	624419	9271756	1.29
3	624424	9271776	1.67
4	624433	9271806	0.60
5	624438	9271824	0.26
6	624442	9271842	0.21
7	624448	9271864	0.15
8	624453	9271884	95.1

6.2. Base climática y ecológica: resultados de actividades

Las variables climáticas y ecológicas que influyen en el flujo de polen y cruzamiento en el cultivo de maíz nativo en estudio son: velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura del aire y la precipitación.

Dos tipos de actividades se desarrollan para determinar las bases climáticas y ecológicas durante el plan experimental:

6.2.1. Resultados de las actividades del plan experimental

a. Observación en campo de variables ambientales y climáticas:

Siguiendo los lineamientos descritos en el plan de trabajo, la metodología para la recolección de datos ambientales y climáticos que se viene realizando es de observación directa. Los datos se toman a la misma hora de la variable biológica en la Ficha #2 (Condiciones Ecológicas) como se puede observar en el anexo 2

Cuadro 15: Condiciones ambientales y ecológicas promedio durante el plan experimental en cada una de las sede – Observaciones en campo

Sede	Clima	Tipo de viento	Dirección de viento	Precipitación
Huacho	50 % soleado 50 % nublado	Ligero 100 %	Sur – norte 100%	0
Moquegua	Muy soleado	Ligero 68 %,	Sur oeste -	0

	82 % y poco soleado 18 %	moderado 32 %	noreste 100 %	
Tarapoto	Tropical 100 %	Ligero 100 %	Sur – norte 100 %	Sin lluvia 53 %, lluvia ligera 33 %, lluvia fuerte 14 %
Lambayeque	Muy soleado 100 %	Moderado 50 %, ligero 50 %	Sur – norte 100 %	0

Recolección de datos en estación meteorológica

Siguiendo los lineamientos del plan de trabajo, la recolección de datos climáticos son por observación directa de las estaciones climáticas nacionales por cada región datos proporcionado por SENAMHI y la Universidad Faustino Sanchez Carrión de Huacho durante los días que corresponden al plan experimental:

Región 1: Lambayeque (Motupe, Lambayeque) – Estación SENAMHI.

Región 2: Lima (Huacho) – Estación Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión de Huacho

Región 3: Moquegua (Mariscal Nieto) – Estación SENAMHI.

Región 4: San Martín (Tarapoto, El Porvenir) – Estación SENAMHI.

Los datos proporcionados se observan en el Anexo 3

Cuadro 16: Condiciones meteorológicas promedio durante el plan experimental en cada una de las sede – Observaciones en estación meteorológicas, setiembre 2016

Sede	Temperatura Máxima °C	Temperatura mínima °C	Dirección del viento	Velocidad del viento (m / s)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
Huacho **	20.2	16.4	87 % S, 13 % SW	5.5	86	0
Moquegua *	27.7	10.4	43 % SW – SE, 43 % NE – NW, 14 % E - W	2	71	0
Tarapoto *	29.90	20.3	variable	2.53	74	52.5
Lambayeque *	24.80	15.6	45 % S, 41 % SSW, 14 % SSE	5.81	82	0

Fuente: * SENAMHI 2016 direcciones regionales de Lambayeque, San Martín y Moquegua – Tacna.

** Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería agraria y ambiental

6.2.2. Resultados obtenidos con el software HYSPLIT

Lambayeque-Mochumi

El análisis de los resultados mostró una tendencia de las dispersiones en direcciones sur-este y sur-oeste, con probables distancias de recorrido de **7.6 a 17.5 km** en la mayor concentración de partículas correspondiente a $1.1E-10 \text{ mg m}^3$, probando que

éstas pueden recorrer distancias mayores a **300 y 500** asumidos como medidas de bioseguridad

Tarapoto-Morales

El análisis de los resultados mostró una tendencia de las dispersiones en direcciones sur-este y sur-oeste, con probables distancias de recorrido de **11.7 a 28.4 km** en la mayor concentración de partículas correspondiente a $4.5E-10 \text{ mg m}^3$, probando que éstas pueden recorrer distancias mayores a **300 y 500** asumidos como medidas de bioseguridad

Huacho

El análisis de los resultados mostró una tendencia de las dispersiones en direcciones sur-este y sur-oeste, con probables distancias de recorrido de **6.4 a 20.1 km** en la mayor concentración de partículas correspondiente a $1.4E-07 \text{ mg m}^3$, probando que éstas pueden recorrer distancias mayores a **300 y 500** asumidos como medidas de bioseguridad

Moquegua

El análisis de los resultados mostró una tendencia de las dispersiones en direcciones sur-este y sur-oeste, con probables distancias de recorrido de **6.8 a 18.8 km** en la mayor concentración de partículas correspondiente a $4.8E-07 \text{ mg m}^3$, probando que éstas pueden recorrer distancias mayores a **300 y 500** asumidos como medidas de bioseguridad

6.3. Base agro cultural: resultados de las actividades para variables agro culturales:

La base socio cultural que influye en el flujo de polen y cruzamiento en el cultivo de maíz nativo son: las actividades agrícolas y el conocimiento que posee el productor local así como, el conocimiento y actividades realizadas por los expertos y especialistas agrícolas. Los base de datos integra, se puede observar en el Anexo 3 del presenta informe .

Según los lineamientos del plan de trabajo, tres tipos de actividades se desarrollan durante el plan experimental:

6.3.1. Encuestas a productores: utilizando la ficha 3 se han desarrollado 50 encuestas a productores por cada sede de estudio.

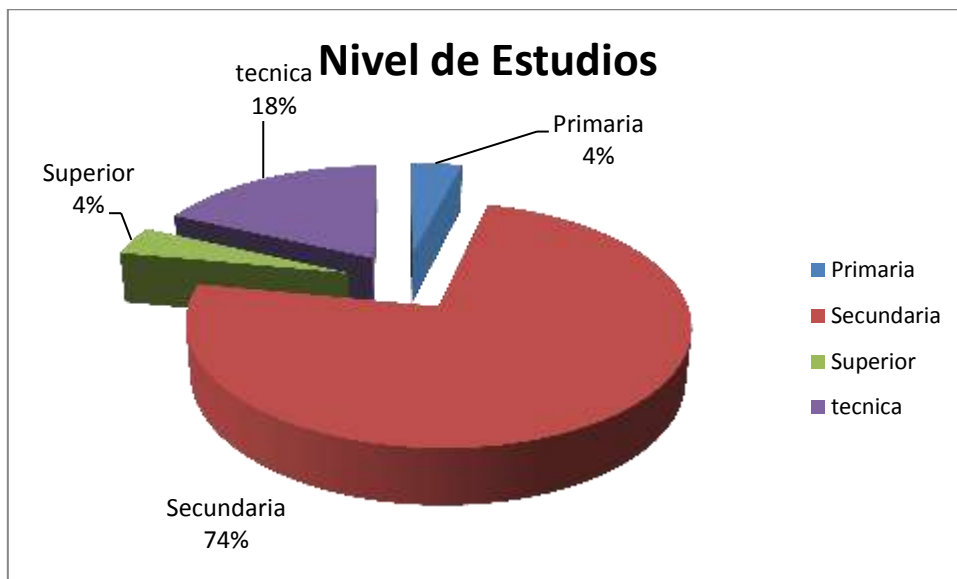
Los resultados los observamos para cada región de manera resumida:

6.3.1.1. Resultados de la sede Huacho:

a. Aspectos generales:

La edad de los entrevistados varía entre los 30 años y 74 años con un nivel educativo de estudios de secundaria de 74 % y 18 % nivel técnico como predominante.

Diagrama 1: Nivel de estudio Huacho

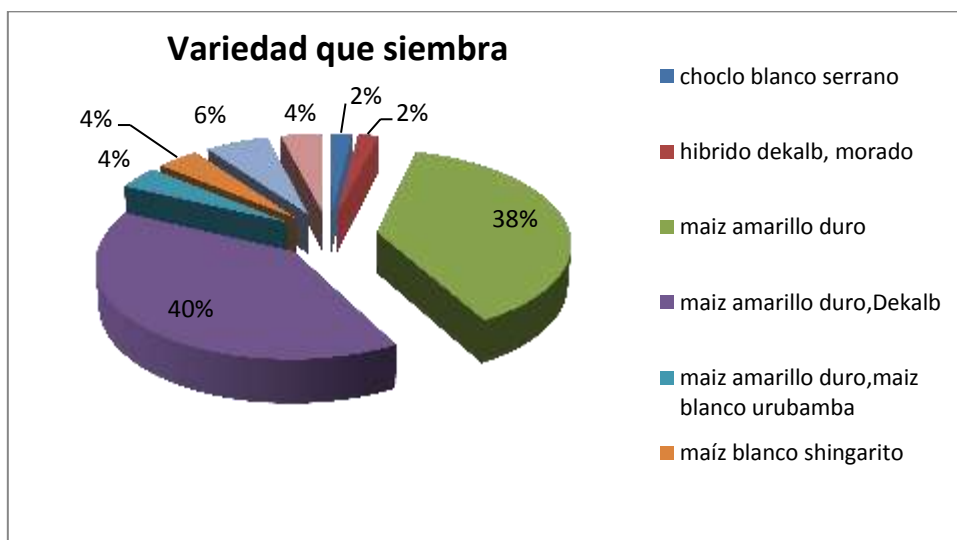


Fuente: elaboración propia

b. Aspectos biológicos:

Los agricultores en Huacho tienen la siguiente preferencia: 40 % por maíz amarillo duro Dekalb, 38 % por maíz amarillo duro de otras marcas y 6 % por maíz blanco como categorías principales. Diagrama 2

Diagrama 2: Variedad de maíz que siembra



Así mismo, poseen conocimiento de la floración del maíz: momento de floración, tiempo de polinización y ubicación de las flores tanto masculina como femenina como observamos en los siguientes diagramas. El 60 % piensa que el polen no viaja y 14 % llega a 100 m

Diagrama 3 Distancia a la que llega el polen de maíz

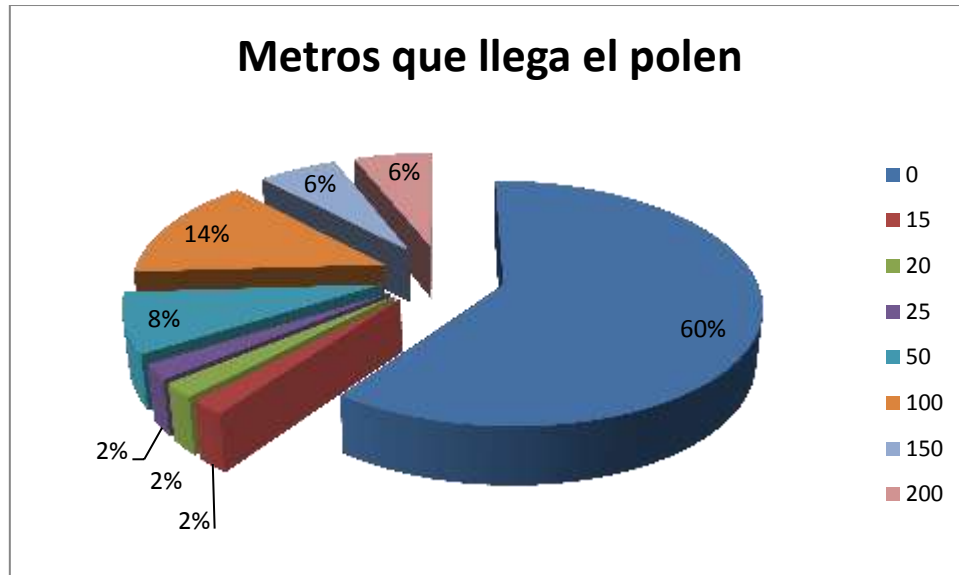


Diagrama 4 Época de floración masculina

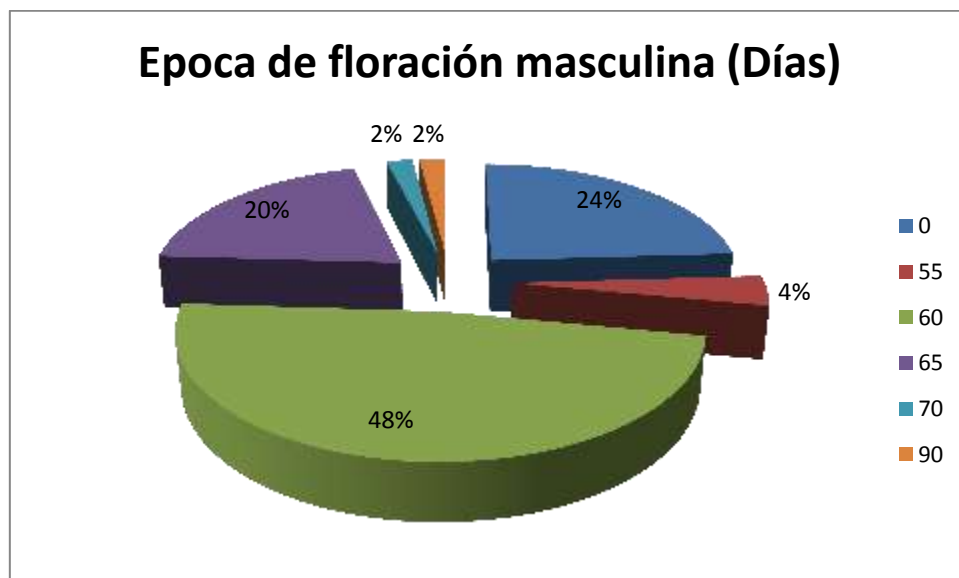


Diagrama 5 Época de floración femenina

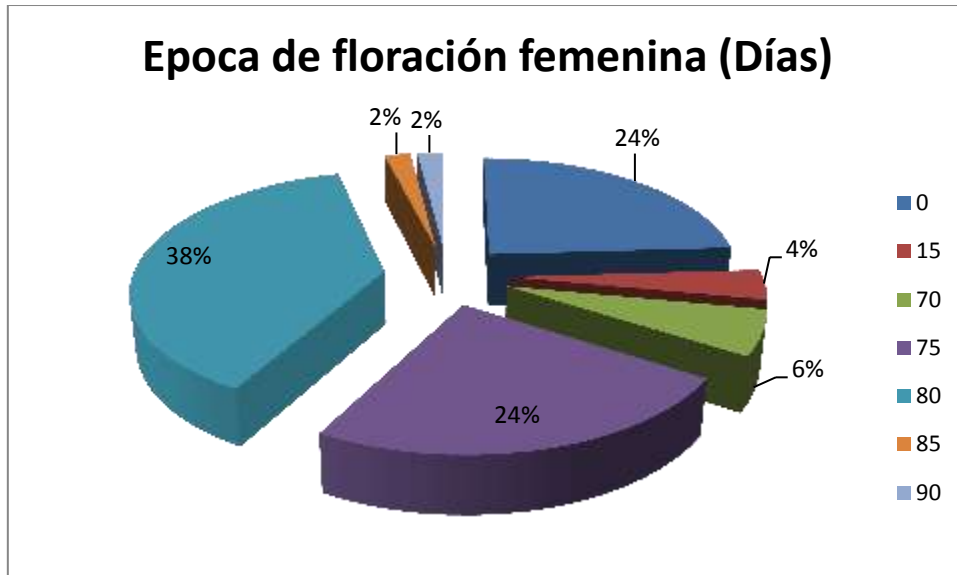


Diagrama 6 Ubicación de floración masculina

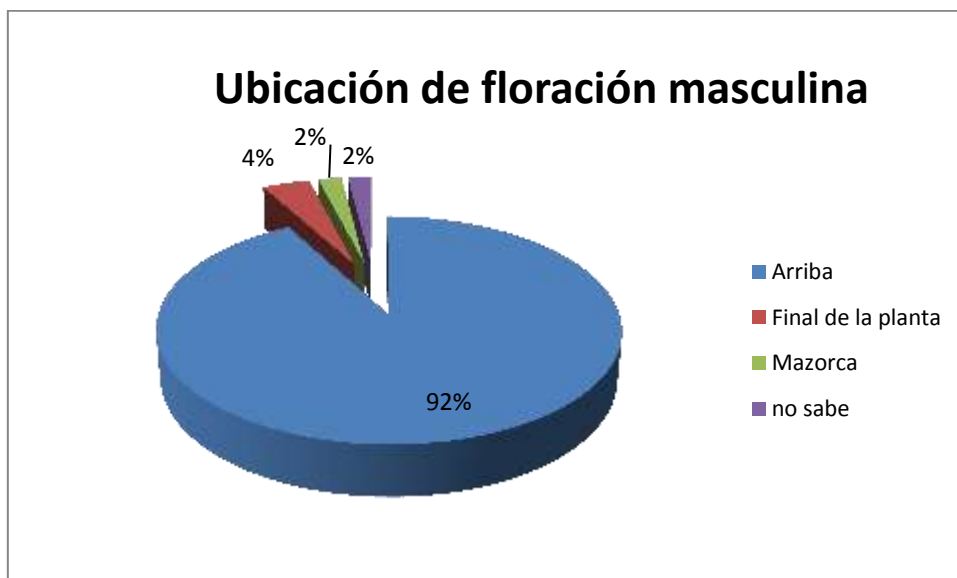
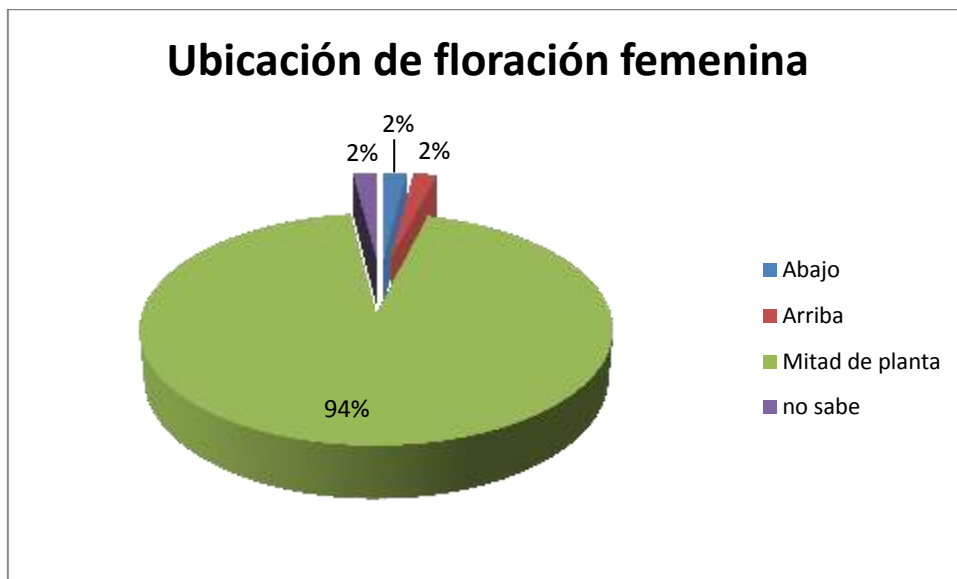
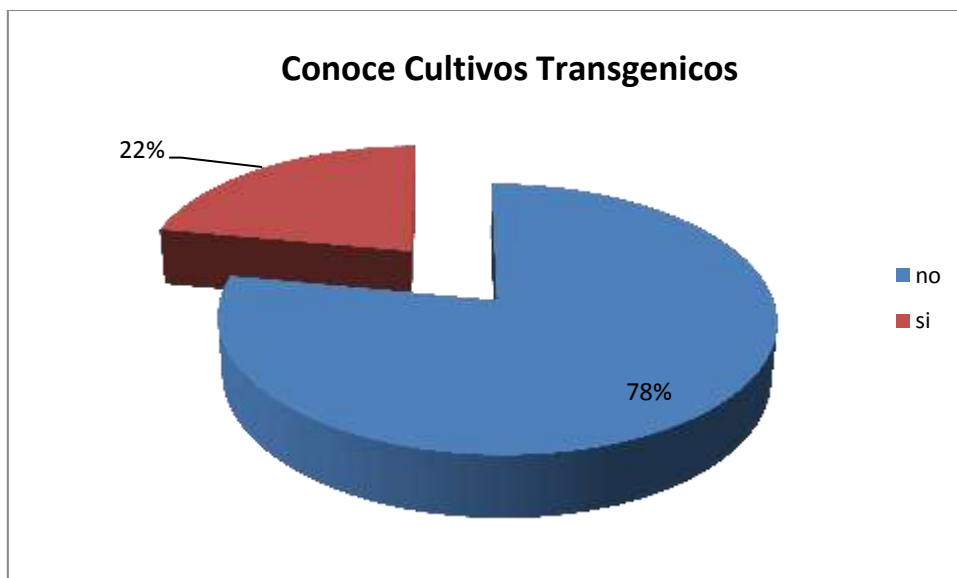


Diagrama 7 Ubicación de floración femenina



Un tema clave dentro de los aspectos biológicos es el conocimiento que el productor tiene sobre cultivos transgénicos y la siembra de maíz híbrido. El 78 % desconoce totalmente de estos, el 86 % siembra maíz amarillo duro y solo el 6 % conoce el cruzamiento **Xenia como nos muestran los siguientes diagramas**

Diagrama 8 Conocimiento de cultivos transgénicos



}

Diagrama 9 Siembra de maíz amarillo duro



Diagrama 10 Conocimiento de cruzamiento Xenia



c. Aspectos ecológicos y climáticos

Con respecto a los aspectos ecológicos y climáticos, el 96 % de los encuestados dice que el clima ha cambiado. Este cambio, se manifiesta de la siguiente manera: 52 % más calor, 22 % más calor y lluvia, 4 % más calor y enfermedades principalmente como se observa en los diagramas siguientes:

Diagrama 11 El clima ha cambiado respecto a otros años

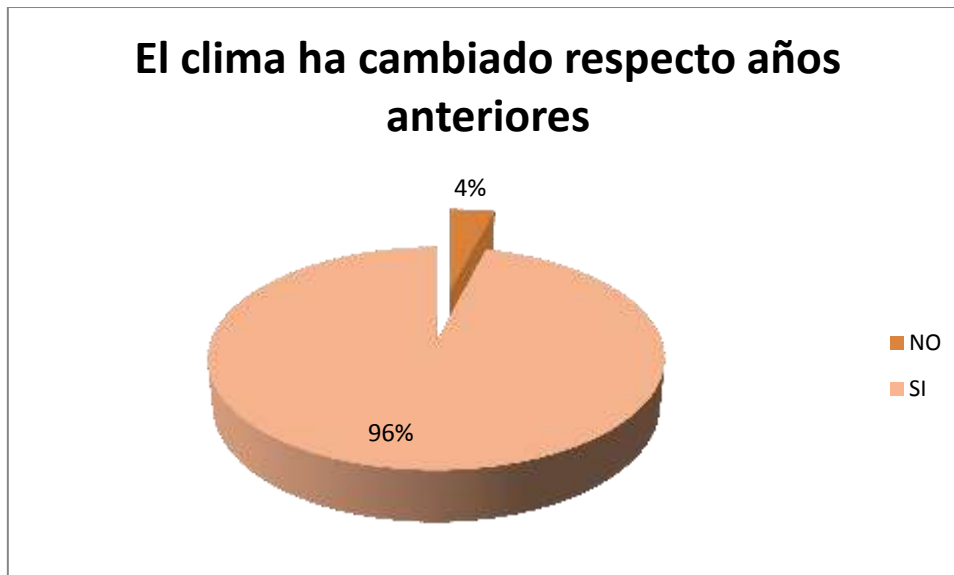
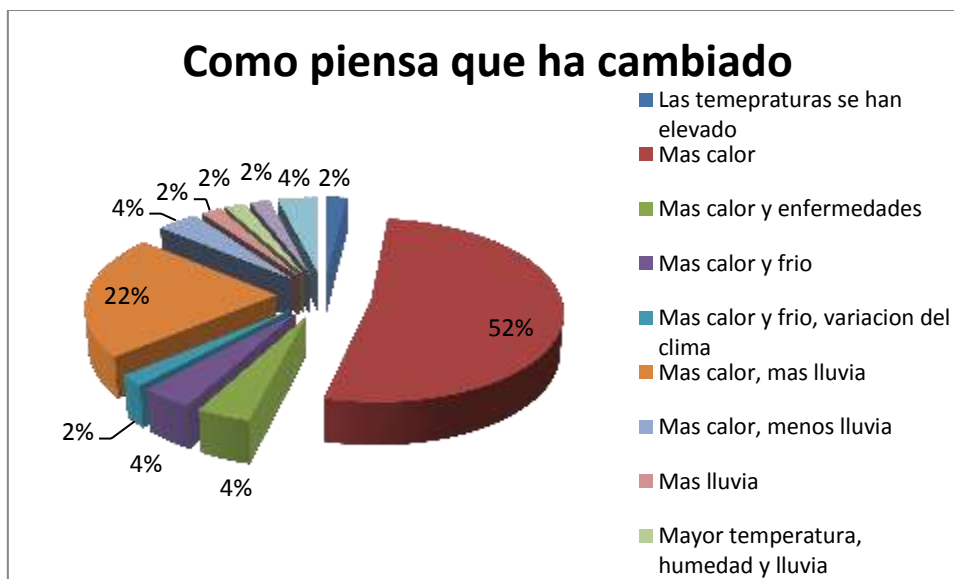
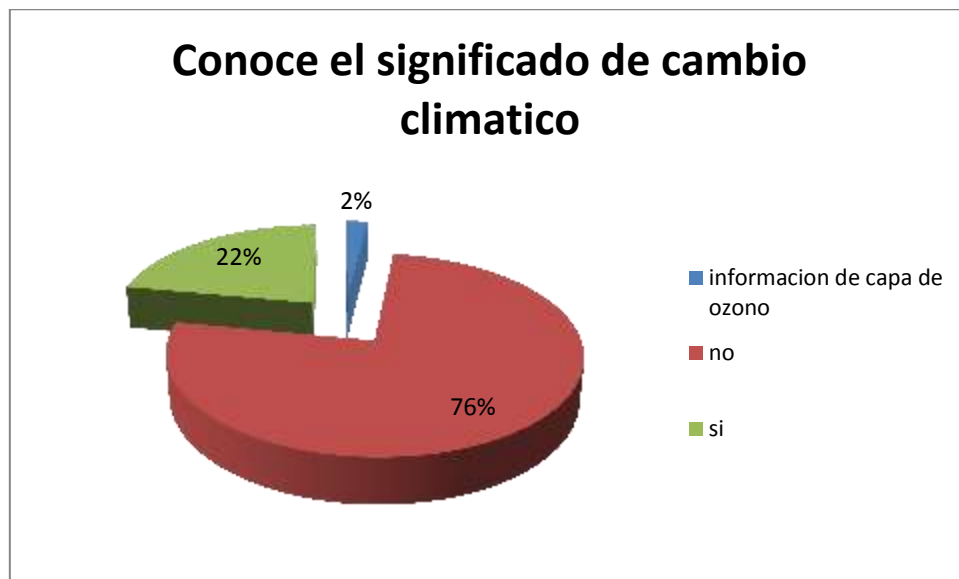


Diagrama 12 Como piensa que ha cambiado



Por otro lado, a la consulta sobre el conocimiento sobre cambio climático el 76 % lo desconoce y solo el 22 % tiene alguna información.

Diagrama 13 Conoce el significado de cambio climático



d. Aspectos socioculturales

En cuanto a los aspectos socio culturales, en el tema del empleo de algún tipo de tecnología el 74 % no la utiliza, 22 % utiliza internet y 4 % internet con GPS. Así mismo, en las actividades agrícolas solo emplean mecanización agrícola (tractor) 90 %, riego tecnificado 8 % como se aprecia en los diagramas siguientes:

Diagrama 14 Utiliza algún tipo de tecnología

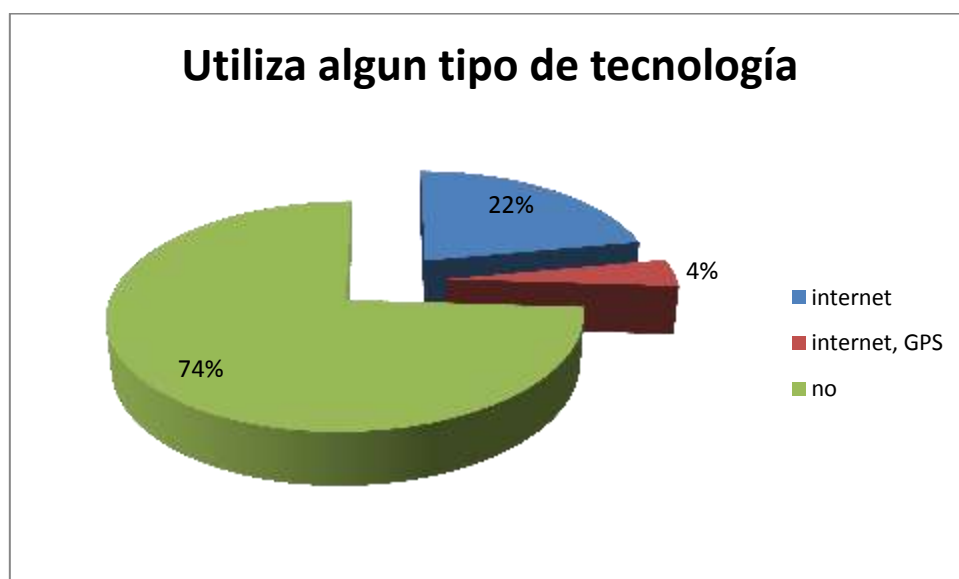
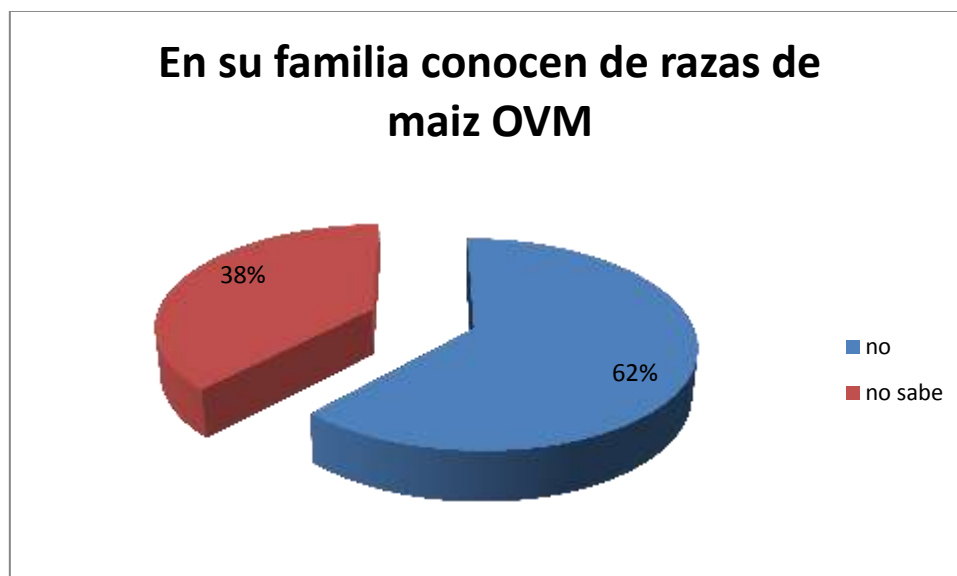


Diagrama 15 Tecnologías tradicionales, mecanización o riego



En cuanto al conocimiento que poseen las familias sobre el tema de maíz transgénicos (OVM) el 100 % lo desconoce.

Diagrama 16 En su familia conocen maíz transgénico u OVM



6.3.1.2. Resultados de la sede Moquegua

a. Aspectos generales:

La edad de los entrevistados varía entre los 30 años y 74 años con un nivel educativo de estudios de secundaria de 48 %, superior 24 % y primaria 24 % como predominante.

Cuadro 16: Nivel de estudio Moquegua

	Frecuencia	Porcentaje
Primaria	12	24.0
Secundaria	24	48.0
Superior	12	24.0
Técnica	2	4.0
Total	50	100.0

Fuente: elaboración propia

b. Aspectos biológicos:

Los agricultores en Moquegua tienen la siguiente preferencia: 52 % maíz blanco Torata y Pacchia, 14 % por maíz amarillo duro y 34 % por diversas variedades de maíz como categorías principales.

Cuadro 17: Variedad de maíz que siembra

	Frecuencia	Porcentaje
amarillo, opaco mal paso	1	2.0
blanco checche y blanco Torata	1	2.0
Blanco opaco, híbridos marginal y chusca	1	2.0
blanco Pacchia	1	2.0
blanco Pacchia , Checche	1	2.0
blanco Torata	14	28.0
blanco Torata, Pacchia	12	24.0
Blanco, forrajero	1	2.0
blanco, morado	1	2.0
Chalero, maíz morado, opaco mal paso	1	2.0
chusco, marginal	1	2.0
maíz amarillo duro, maíz blanco Torata	7	14.0
maíz blanco, papa	1	2.0
Marginal	3	6.0
Negro, Pacchia	2	4.0
Opaco mal paso, forrajero	1	2.0
Opaco mal paso, maíz colombiano	1	2.0
Total	50	100.0

Así mismo, poseen conocimiento limitado de la floración del maíz: momento de floración, tiempo de polinización y ubicación de las flores tanto masculina como

femenina como observamos en los siguientes diagramas. Para ellos, el polen viaja hasta 1 m 48 %.

Cuadro 18 Distancia a la que llega el polen de maíz

Metros	Frecuencia	Porcentaje
0	18	36.0
1	6	12.0
2	4	8.0
3	1	2.0
6	1	2.0
10	1	2.0
15	1	2.0
20	2	4.0
50	1	2.0
70	1	2.0
100	4	8.0
150	1	2.0
1000	3	6.0
2000	3	6.0
15000	1	2.0
20000	2	4.0
Total	50	100.0

Cuadro 19 Época de floración masculina

	Frecuencia	Porcentaje
0	17	34.0
21	2	4.0
30	1	2.0
50	2	4.0
55	2	4.0
60	2	4.0
65	4	8.0
70	9	18.0
75	7	14.0
90	3	6.0
120	1	2.0
Total	50	100.0

Cuadro 20 Época de floración femenina

	Frecuencia	Porcentaje
0	17	34.0
15	1	2.0
21	2	4.0
55	1	2.0
57	1	2.0
60	2	4.0
65	2	4.0
80	1	2.0
85	3	6.0
90	19	38.0
120	1	2.0
Total	50	100.0

Diagrama 21 Ubicación de floración masculina

	Frecuencia	Porcentaje
Arriba	35	70.0
no sabe	15	30.0
Total	50	100.0

Cuadro 22 Ubicación de floración femenina

	Frecuencia	Porcentaje
Abajo	2	4.0
Costado	3	6.0
Mitad de planta	28	56.0
no sabe	16	32.0
Parte superior	1	2.0
Total	50	100.0

Un tema clave dentro de los aspectos biológicos es el conocimiento que el productor tiene sobre cultivos transgénicos y la siembra de maíz híbrido. El 82 % desconoce totalmente de estos, el 14 % siembra maíz amarillo duro y solo el 6 % conoce el cruzamiento **Xenia como nos muestran los siguientes cuadros**

Cuadro 23 Conocimiento de cultivos transgénicos

	Frecuencia	Porcentaje
No	41	82.0
Si	9	18.0
Total	50	100.0

Cuadro 24 Siembra de maíz amarillo duro

	Frecuencia	Porcentaje
No	36	72.0
Si	14	28.0
Total	50	100.0

Cuadro 25 Conocimiento de cruzamiento Xenia

	Frecuencia	Porcentaje
No	41	82.0
Si	9	18.0
Total	50	100.0

c. Aspectos ecológicos y climáticos

Con respecto a los aspectos ecológicos y climáticos, el 88 % de los encuestados dice que el clima ha cambiado. Este cambio, se manifiesta de la siguiente manera: 12 % más calor, 20 % más calor y lluvia y el 68 % restando distintas formas pensar

Cuadro 26 El clima ha cambiado respecto a otros años

	Frecuencia	Porcentaje
No	6	12.0
Si	44	88.0
Total	50	100.0

Cuadro 27 Como piensa que ha cambiado

	Frecuencia	Porcentaje
algunas veces hay más frio	1	2.0
Antes había más cosecha	1	2.0
demasiado calor y en la noche mucho frio	1	2.0
el calor ha incrementado la variación de estación	1	2.0
hace frio y demasiado calor por la mañana	1	2.0
hace mucho frio por las mañanas	1	2.0
hay más calor, las estaciones han variado	1	2.0
Igual	6	12.0
incremento de radiación solar	1	2.0
las rotaciones de las estaciones son variadas a	1	2.0
Más calor	6	12.0
más calor y lluvia	10	20.0

Más calor, demasiado viento y frio	1	2.0
Más calor y frio	4	8.0
más calor, menos lluvia	1	2.0
mas frio	5	10.0
mas frio, menos lluvia	1	2.0
Mas temperatura	2	4.0
Mas viento y mucho calor	1	2.0
no llueve en los meses de costumbre	1	2.0
Por efectos contaminantes que existe en la zona	1	2.0
Por lo general hay demasiado calor y frio	1	2.0
Variaciones de la Temperatura	1	2.0
Total	50	100.0

Por otro lado, a la consulta sobre el conocimiento sobre cambio climático el 72 % lo desconoce y solo el 26 % tiene alguna información.

Cuadro 28 Conoce el significado de cambio climático

	Frecuencia	Porcentaje
No	36	72.0
por el efecto invernadero	1	2.0
Si	12	24.0
si, cambios bruscos	1	2.0
Total	50	100.0

d. Aspectos socioculturales

En cuanto a los aspectos socio culturales, en el tema del empleo de algún tipo de tecnología el 32 % no la utiliza, 30 % utiliza internet y 38 % si utiliza algún tipo de tecnología. Así mismo, en las actividades agrícolas el 66 % utiliza riego tecnificado, emplean mecanización agrícola (tractor) 16 % y solo tecnologías tradicionales 18 % como se aprecia en los diagramas siguientes:

Cuadro 29 Utiliza algún tipo de tecnología

	Frecuencia	Porcentaje
Internet	15	30.0
No	16	32.0
Si	19	38.0
Total	50	100.0

Cuadro 30 Tecnologías tradicionales, mecanización o riego

	Frecuencia	Porcentaje
--	------------	------------

No	9	18.0
Tecnificado	33	66.0
Tractor	8	16.0
Total	50	100.0

En cuanto al conocimiento que poseen las familias sobre el tema de maíz transgénicos (OVM) el 88 % lo desconoce.

Cuadro 31 En su familia conocen de maíz transgénico u OVM

	Frecuencia	Porcentaje
No	25	50.0
no sabe	19	38.0
Si	6	12.0
Total	50	100.0

6.3.1.3. Resultados de la sede Lambayeque Mochumi

a. Aspectos generales:

La edad de los entrevistados varía entre los 30 años y 70 años con un nivel educativo de estudios de secundaria de 42 % y 44 % nivel técnico como predominante. Sin estudios 6 %.

Cuadro 32: Nivel de estudio Mochumi

	Frecuencia	Porcentaje
No opina	2	4.0
No tiene estudios	3	6.0
Primaria	22	44.0
Secundaria	21	42.0
Superior	2	4.0
Total	50	100.0

Fuente: elaboración propia

b. Aspectos biológicos:

Los agricultores en Mochumi tienen la siguiente preferencia: 46 % por maíz amarillo duro de distintas marcas y 32 % por maíz blanco como categorías principales.

Cuadro 33: Variedad de maíz que siembra

	Frecuencia	Porcentaje
Alazán Pato	1	2.0
Carguil	2	4.0
Dekalb	4	8.0

Dekalb, blanco criollo	1	2.0
Hibrido	1	2.0
Hibrido Carguil	1	2.0
hibrido chato chico – Pioneer	1	2.0
Hibrido Línea 1	1	2.0
Maíz Amarillo	8	16.0
Maíz Amarillo criollo	1	2.0
Maíz Amarillo para pollos	1	2.0
Maíz Blanco	16	32.0
Maíz Blanco y Maíz Amarillo	6	12.0
Maíz criollo	2	4.0
Marginal 28	1	2.0
Marginal, hibrido	1	2.0
No opina	1	2.0
Pioneer	1	2.0
Total	50	100.0

Así mismo, poseen limitado conocimiento de la floración del maíz: momento de floración, tiempo de polinización y ubicación de las flores tanto masculina como femenina como observamos en los siguientes diagramas. El 84 % piensa que el polen viaja entre 1 a 5 m.

Cuadro 34 Distancia a la que llega el polen de maíz

	Frecuencia	Porcentaje
3	1	2.0
6	1	2.0
10	5	10.0
15	2	4.0
20	5	10.0
25	2	4.0
30	2	4.0
35	2	4.0
40	2	4.0
50	8	16.0
55	1	2.0
60	3	6.0
70	4	8.0
80	1	2.0
90	2	4.0
100	4	8.0
110	1	2.0
120	1	2.0

150	2	4.0
200	1	2.0
Total	50	100.0

Cuadro 35 Época de floración masculina

	Frecuencia	Porcentaje
45 días	2	4.0
55 días	2	4.0
60 días	12	24.0
75 días	3	6.0
90 días	3	6.0
Agosto	4	8.0
Inicio Agosto	1	2.0
Inicio de octubre	1	2.0
No opina	10	20.0
Octubre	5	10.0
Septiembre	7	14.0
Total	50	100.0

Cuadro 36 Época de floración femenina

	Frecuencia	Porcentaje
120 días	1	2.0
60 días	7	14.0
75 días	1	2.0
90 días	9	18.0
Agosto	2	4.0
fin de Agosto	1	2.0
No opina	17	34.0
Octubre	8	16.0
Septiembre	4	8.0
Total	50	100.0

Cuadro 37 Ubicación de floración masculina

	Frecuencia	Porcentaje
Cogollo	2	4.0
No opina	19	38.0
No sabe	4	8.0
Panoja	1	2.0
Parte Superior	24	48.0
Total	50	100.0

Cuadro 38 Ubicación de floración femenina

	Frecuencia	Porcentaje
barbas de choclo	1	2.0
En el choclo	4	8.0
No opina	22	44.0
No sabe	4	8.0
Parte media	19	38.0
Total	50	100.0

Un tema clave dentro de los aspectos biológicos es el conocimiento que el productor tiene sobre cultivos transgénicos y la siembra de maíz híbrido. El 84 % desconoce totalmente de estos, el 68 % siembra maíz amarillo duro y solo el 14 % conoce el cruzamiento **Xenia como nos muestran los siguientes cuadros**

Cuadro 39 Conocimiento de cultivos transgénicos

	Frecuencia	Porcentaje
No	42	84.0
Si	8	16.0
Total	50	100.0

Cuadro 40 Siembra de maíz amarillo duro

	Frecuencia	Porcentaje
No	14	28.0
No opina	2	4.0
Si	34	68.0
Total	50	100.0

Cuadro 41 Conocimiento de cruzamiento Xenia

	Frecuencia	Porcentaje
No	37	74.0
No opina	6	12.0
Si	7	14.0
Total	50	100.0

c. Aspectos ecológicos y climáticos

Con respecto a los aspectos ecológicos y climáticos, el 80 % de los encuestados dice que el clima no ha cambiado por lo que el 54 % manifiesta que no hay ningún tipo de cambios.

Cuadro 42 El clima ha cambiado respecto a otros años

	Frecuencia	Porcentaje
No	7	14.0
Si	43	86.0
Total	50	100.0

Cuadro 43 Como piensa que ha cambiado

	Frecuencia	Porcentaje
ahora no hace mucho frio	1	2.0
ahora ya no hay calor	1	2.0
aire más frio	1	2.0
antes el clima era templado, ya no se diferencia	1	2.0
años anterior menos frio que actualmente	1	2.0
aumentado el frio en épocas de calor, vientos mas	1	2.0
cambio bruscos del clima durante el mismo día	1	2.0
Cambio de temperatura	1	2.0
Corre mas viento que antes	1	2.0
días muy calurosos o días muy fríos	1	2.0
el calor ha aumentado más.	1	2.0
el clima no es constante y las estaciones se han	1	2.0
el frio ha sido moderado	1	2.0
en el otoño ya no se siente frio, las estacione	1	2.0
en verano hace más calor que años anteriores	1	2.0
época de siembra	1	2.0
hay calor en los últimos tiempos	1	2.0
hay más calor	1	2.0
heladas, más plagas	1	2.0
La temperatura aumenta bastante en los últimos a	1	2.0
la temperatura aumento provocando más calor	1	2.0

los días son muy variables	1	2.0
los días son muy variados a veces frio a veces cal	1	2.0
los vientos se han incrementado	1	2.0
los vientos son más fuertes y hace más calor	1	2.0
más calor	2	4.0
mas enfermedades, consumo de agroquímicos	1	2.0
mas plagas	1	2.0
Mayor tiempo de calor	1	2.0
muchas plagas, no hay agua	1	2.0
mucho frio	1	2.0
no ha cambiado	1	2.0
no ha cambiado sigue haciendo mucho calor	1	2.0
no hay lluvias	1	2.0
No opina	2	4.0
No sabe	2	4.0
no se aguanta el calor durante los trabajos en e	1	2.0
no se han diferenciado las estaciones	1	2.0
no se sabe en qué época estamos han cambiado	1	2.0
por ahí más frio y más calor	1	2.0
por la presencia de heladas, el calor ha empezado	1	2.0
por la proliferación de plagas que dañan a la	1	2.0
ratos de calor. Ratos de frio	1	2.0
se adelanta la época de siembra	1	2.0
temperatura que trae más enfermedades	1	2.0
variación del clima	1	2.0
ya no sacan el rendimiento de antes	1	2.0
Total	50	100.0

Por otro lado, a la consulta sobre el conocimiento sobre cambio climático el 54 % lo desconoce y solo el 46 % tiene alguna información.

Cuadro 44 Conoce el significado de cambio climático

	Frecuencia	Porcentaje
alteración del clima, variación del clima	1	2.0
cambio de temperaturas y lluvias	1	2.0
cuando la temperatura sube	1	2.0
el aumento de las temperaturas	1	2.0
el clima ha sido fuerte	1	2.0
el clima ya no es como antes	1	2.0
ha escuchado	1	2.0
lluvias, vientos fuertes, que han cambiado últimamente	1	2.0
No	24	48.0
No opina	2	4.0
No, nunca eh escuchado	1	2.0
Si	9	18.0
Si, aumento de temperatura	1	2.0
Si, varia el clima no hay un clima seguro	1	2.0
Si, variación de frio y de calor	1	2.0
Si, variación del clima	1	2.0
solo ha escuchado	1	2.0
variación del clima, escasez de lluvias	1	2.0
Total	50	100.0

d. Aspectos socioculturales

En cuanto a los aspectos socio culturales, en el tema del empleo de algún tipo de tecnología el 84 % utiliza solo tecnologías tradicionales. Así mismo, en las actividades agrícolas solo emplean mecanización agrícola (tractor) 100 % como se observa en los cuadros siguientes:

Cuadro 45 Utiliza algún tipo de tecnología

	Frecuencia	Porcentaje
aplicación de otros fertilizantes	1	2.0
mano de obra	1	2.0
Maquinaria	2	4.0
Mecanización	1	2.0
riego por surco	1	2.0
Solo tradicionales	42	84.0
Tecnología de riego o mecanización	2	4.0
Total	50	100.0

En cuanto al conocimiento que poseen las familias sobre el tema de maíz transgénicos (OVM) el 94 % lo desconoce.

Cuadro 46 Conocimiento de las familias en maíz transgénico u OVM

	Frecuencia	Porcentaje
No	44	88.0
No opina	3	6.0
Si	3	6.0
Total	50	100.0

6.3.1.4. Resultados de la sede Tarapoto

a. Aspectos generales:

La edad de los entrevistados varía entre los 28 años y 80 años con un nivel educativo de estudios de secundaria de 16 % y 46 % nivel primario como predominante.

Cuadro 47: Nivel de estudio Tarapoto

	Frecuencia	Porcentaje
No opina	14	28.0
Primaria	23	46.0
Secundaria	8	16.0
Superior	3	6.0
Tecnica	2	4.0
Total	50	100.0

Fuente: elaboración propia

b. Aspectos biológicos:

Los agricultores en Tarapoto tienen la siguiente preferencia: 56 % maíz marginal T, 32 % por maíz amarillo duro de diversas variedades como categorías principales.

Cuadro 48: Variedad de maíz que siembra

	Frecuencia	Porcentaje
Maíz amarillo duro	16	32.0
Marginal 28 Tropical	28	56.0
Marginal 28 Tropical y Maíz Paisano	3	6.0
No opina	1	2.0
SEMILLA PROPIA SELECCIONO DE MI COSECHA	2	4.0
Total	50	100.0

Así mismo, poseen limitado conocimiento de la floración del maíz: momento de floración, tiempo de polinización y ubicación de las flores tanto masculina como femenina como observamos en los siguientes cuadros. En cuanto al polen, piensan que no viajas un 50 % y un 16 % que llega entre 95 a 100 m

Cuadro 49 Distancia que llega los granos de polen

metros	Frecuencia	Porcentaje
0	25	50.0
10	1	2.0
50	2	4.0
60	2	4.0
90	7	14.0
95	2	4.0
100	6	12.0
105	1	2.0
110	3	6.0
180	1	2.0
Total	50	100.0

Cuadro 50 Época de floración masculina

	Frecuencia	Porcentaje
No opina	31	62.0
45	3	6.0
50	4	8.0
55	7	14.0
60	5	10.0
Total	50	100.0

Cuadro 51 Época de floración femenina

	Frecuencia	Porcentaje
18 de Septiembre	2	4.0
18 de Septiembre y 18 de Octubre	1	2.0
20 Octubre AL 20 Noviembre	1	2.0
22 Febrero, 22 Marzo - 22 Septiembre, 22 Octubre	1	2.0
23 de Septiembre y 23 de Octubre	1	2.0
23 de Septiembre, 23 Octubre y 23 Marzo	1	2.0
24 de Marzo, 24 de Abril y 24 de Septiembre ,	1	2.0
25 de Abril y 25 de Octubre	1	2.0
25 Marzo y 25 Octubre	1	2.0
28/08/2016	1	2.0
4 días después	1	2.0
45-50 días	1	2.0
52 días	1	2.0
55 días	2	4.0
57 días	1	2.0
58 días	1	2.0
60 días	7	14.0
60-63	1	2.0
60-65 días	1	2.0
61 días	1	2.0
62 días	1	2.0
62-63 días	1	2.0
62-64 días	1	2.0
63 días	9	18.0
65 días	2	4.0
65-70 días	1	2.0
68-70 días	1	2.0
a 3 días después de la floración masculina	1	2.0
a 5 días después de la floración masculina	1	2.0
No opina	2	4.0
Octubre-Noviembre	2	4.0
Total	50	100.0

Cuadro 52 Ubicación de floración masculina

	Frecuencia	Porcentaje
En la panoja	27	54.0
No opina	3	6.0
Parte superior	20	40.0

Total	50	100.0
-------	----	-------

Cuadro 53 Ubicación de floración femenina

	Frecuencia	Porcentaje
En la mazorca	33	66.0
En pelos	1	2.0
No opina	3	6.0
Parte inferior	12	24.0
Parte media	1	2.0
Total	50	100.0

Un tema clave dentro de los aspectos biológicos es el conocimiento que el productor tiene sobre cultivos transgénicos y la siembra de maíz híbrido. El 100 % desconoce totalmente de estos, el 96 % siembra maíz amarillo duro y solo el 1 % conoce del cruzamiento **Xenia como nos muestran los siguientes diagramas**

Cuadro 54 Conocimiento de cultivos transgénicos

	Frecuencia	Porcentaje
No	48	96.0
No opina	2	4.0
Total	50	100.0

Cuadro 55 Siembra de maíz amarillo duro

	Frecuencia	Porcentaje
No	2	4.0
Si	48	96.0
Total	50	100.0

Cuadro 56 Conocimiento de cruzamiento Xenia

	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	2.0
No	46	92.0
No opina	3	6.0
Total	50	100.0

c. Aspectos ecológicos y climáticos

Con respecto a los aspectos ecológicos y climáticos, el 86 % de los encuestados dice que el clima ha cambiado. Este cambio, se manifiesta de la siguiente manera: 36 % las lluvias se atrasan, 10 % no opina y 54 % restante opina de manera diversa como se observa en los cuadros siguientes:

Cuadro 57 El clima ha cambiado respecto a otros años

	Frecuencia	Porcentaje
	2	4.0
No	3	6.0
No opina	2	4.0
Si	43	86.0
Total	50	100.0

Cuadro 58 Como piensa que ha cambiado

	Frecuencia	Porcentaje
	2	4.0
Bastante	4	12.0
Cambio de los meses de lluvia, llueve en los mes	1	2.0
Con fuertes sequias, también hay invierno prolongado	1	2.0
Variación de las lluvias	1	2.0
demasiada sequia	1	2.0
En época de lluvia es verano	1	2.0
En los meses de invierno no llueve	1	2.0
estaciones del año han cambiado	1	2.0
Geográficamente	1	2.0
Hay fuertes sequias y lluvias prolongadas	1	2.0
hay lluvias en épocas no acostumbradas	1	2.0
Hay sequias en época de lluvia	1	2.0
Hay sequias prolongadas	1	2.0
Intempestivamente	1	2.0
Las lluvias han desaparecido en los meses que llueve	1	2.0
Las lluvias se atrasan	1	2.0
lluvias no aparecen en los meses que acostumbra	1	2.0
los meses de costumbre, no se presentan	1	2.0
Mucho	1	8.0

no llueve en los meses de costumbre	9	18.0
No opina	5	10.0
Por falta de lluvia a tiempo	1	2.0
Porque se atrasan las lluvias	1	2.0
Se atrasan las lluvias	1	2.0
sequias prolongadas	1	2.0
Varían los meses	3	6.0
Total	50	100.0

Por otro lado, a la consulta del conocimiento sobre cambio climático el 56 % lo desconoce, el 36 % opina que si conoce y el 8 % restante tiene alguna información.

Cuadro 59 Conoce el significado de cambio

	Frecuencia	Porcentaje
	2	4.0
Alteración del clima por la fuerza del sol	1	2.0
cuando el invierno aparece en los meses no acostumbrados	1	2.0
No	25	50.0
No opina	3	6.0
Resultado de la deforestación	1	2.0
Si	16	32.0
Una variación de las lluvias	1	2.0
Total	50	100.0

d. Aspectos socioculturales

En cuanto a los aspectos socio culturales, en el tema del empleo de algún tipo de tecnología el 60 % no utiliza tecnologías, 20 % siembra en hileras, en las actividades agrícolas solo emplean mecanización agrícola (tractor) 8 %.

Cuadro 60 Utiliza algún tipo de tecnología

	Frecuencia	Porcentaje
Mecanización	4	8.0
Abono, siembra en hileras	1	2.0
No	30	60.0
Riego con manguera	1	2.0
Semilla mejorada y siembra en hileras	2	4.0
Siembra en hileras	8	16.0
Siembra en hileras, abono y mecanizado	1	2.0

solo tradicionales	2	4.0
Uso semilla certificada, siembra en hilera	1	2.0
Total	50	100.0

En cuanto al conocimiento que poseen las familias sobre el tema de maíz transgénicos (OVM) el 96 % lo desconoce.

Cuadro 60^a Conocimiento de la familia de maíz transgénico u OVM

	Frecuencia	Porcentaje
No opina	10	20.0
No	38	76.0
Si	2	4.0
Total	50	100.0

6.3.2. Entrevista a expertos: utilizando la ficha 4 se han desarrollado 3 entrevistas expertos en cada una de las sedes

A continuación mostramos el cuadro integral de la opinión de los expertos.

Cuadro 61 Entrevista a expertos – Cuadro general

Entrevistado	P1 Explique cómo se manifiesta el efecto de XENIA en el maíz	P2 El maíz transgénico en beneficioso (si / no) ¿por qué?	P3 ¿Qué propone para evitar o disminuir que los maíces nativos o criollos se crucen con maíces foráneos?	P4 ¿Qué alternativas existen para establecer modelos de bioseguridad ante la decisión de liberar OVM en el Perú?	P5 ¿Qué razas nativas o criollas de las 04 regiones en estudio son las más conocidas y cuales son de mayor riesgo de desaparecer?. Lambayeque, Lima, Moquegua, San Martín.
Dr. Bernardo Nieto Vicerrector UNPRG	Efecto del polen en el color del endospermio	No, porque afecta la calidad de los alimentos	Sembrar de acuerdo a lo que recomienda el MINAM	Sembrar variedades criollas en suelos con sequía	Maíces criollos
Biol. Percy Vázquez Investigador	Efecto del cruzamiento de diferentes tipos de	No, porque afecta a las variedades y a la salud humana	Sembrar a más de 300 y diferente época	Capacitar a los maiceros y técnicos	Maíces propios de nuestra zona

	endosperm o				
Jefe INIA Tarapoto	Color amarillo de granos en maíz blanco	No porque afecta a variedades nativas	Sembrar a más de 100 metros	Sembrar variedades nativas en lugares lejanos	Maíces amiláceos- Piricinco
Director Región Agraria San Martín	Mezclas de color amarillo x blancos	No porque afecta a variabilidad genética	Sembrar a más de 300 metros Ley semillas	Sembrar variedades nativas en el bosque	Maíces suaves
Investigador en maíz NERIO SANGAMA	Cruzamiento entre variedades -Mezclas	No porque afecta a variedades AMILACEAS	Sembrar a más de 90 metros	Sembrar variedades amiláceas en lugares alejados	Maíces amiláceos porque tienen mayor precio
Investigador en maíz William Rengifo	por granos de diferente colores en la mazorca	No, porque domina a variedades AMILACEAS	Sembrar a más de 100	Sembrar variedades amiláceos en diferente época	Maíces amiláceos
Dr. Jorge Sotomayor Gerente A.A. Mariscal Nieto	Evidencia un proceso de maduración	La manipulación de plantas tiende a mejorar rendimientos pero no es beneficioso para la salud	Sectorizando o zonificando	Para minimizar riesgos: sectorizar y zonificar	En Moquegua maíz Torata
Ing. Fortunato Munaico Gerente A.A. Huacho	Indicador de la polinización cruzada del maíz	Amenaza para las razas nativas. Estudiar efectos en la salud	Campaña agresiva de divulgación. Mantener distancias recomendadas para evitar cruzamiento	Realizar estudios técnicos y científicos	En Lima, Huachano, Chancayano y pardo, el de mayor riesgo es el huachano
Asesor Facultad de Ingeniería ambiental Universidad José Carlos Mariátegui	Cambios en color del grano, blanco por rojo o azul	Afecta la economía del pequeño productor	Realizar manual de manipulación de OVM y zonificación	Evaluación ambiental y riesgos. Normas de bioseguridad	Maíz Torata, Caruma y Pacchia
Ing. Franco Donayre, A.A. Mariscal Nieto	Indicios de cruzamiento entre distintas variedades	No es beneficioso, en contra de los pequeños productores	Capacitar a productores, identificar distancias mínimas entre un cultivo y otro	Marcar épocas de siembra y capacitación a productores	Caruca, Pacchia, Torata, Chulpe y Cabanita

Dr. Justo Bedoya, director de escuela Ing. Ambiental Universidad José Carlos Mariátegui	Influencia del gameto masculino en la calidad final del grano de maíz	Beneficia en zonas donde no existe biodiversidad genética no para donde hay	Establecer zonas aislamiento o cuarentenarias con normas punitivas	Educación masiva y determinación de zonas exclusivas con normas punitivas	Chancayano , Torata, Carumeño, Pacchia, Huachano , Mochero, alazán, perilla, etc
Ing. David Guillen A.A. Mariscal Nieto	Granos de otro color distintos a la variedad nativa	Mayor rendimiento a menor costo. Desventaja: contaminación de razas nativas	Zonificación bien definida y reglamentar la siembra ajustando fechas	Determinar áreas para banco de germoplasma. Incentivar a pequeños productores a preservar razas nativas	Lambayeque : alazan, colorado, mochero Lima: Chancayano , pintado y morado Moquegua: Torata, Chulpe, Jaspeado, Coruca San Martin: Piricinco, cuerno amarillo
Juan Chávez Santa Cruz Investigador en maíz	Efecto del genotipo del polen en el color del endospermo	No, porque afecta la salud humana	Sembrar a más de 300 y diferente época	Capacitar a los maiceros	Razas criollas o nativas

6.3.3. Focus group:

Utilizando la ficha 5, en cada agencias agrarias de las sedes de investigación se han desarrollado Focus group del que se vienen obteniendo interesantes respuestas. A continuación mostramos el cuadro resumen del Focus group

Cuadro 62 Focus group: Maíz nativo, condiciones ambientales, riesgos de contaminación, OVM y Bioseguridad

Tema	Subtema	Consenso
1. Maíz nativo		
	1.1.Razas identificadas	Maíz blanco Torata, Caruco, serrano, maíz pardo
	1.2. Épocas de siembra	En algunas zonas todo el año, en otras marzo – abril
	1.3. Periodo vegetativo	4 a 5 meses
	1.4. Periodo de	21 a 25 días

	flor	
	1.5. Color de polen	Amarillo claro
	1.6. Color de grano	Blanco, pinto
2. Condiciones ambientales		
	2.1. Tipo de clima	Frio – tropical
	2.2. Condición del viento	Moderado
	2.3. Relación viento - polen	Por las mañanas, 9 a 1 pm
	2.4. Condición de humedad	Sin respuestas
	2.5. Condición de temperatura	Cálido
	2.6. Categorización ecológica	Sin respuestas
3. Riesgos de contaminación		
	3.1. Cruzamiento en el maíz	Riesgos para varias variedades
	3.2. Categorización de riesgos	Sin respuestas
	3.3. Prácticas agrícolas	Sembrar una variedad
	3.4. Medidas de prevención	Sin respuestas
4. Organismos vivos modificados (OVM)		
	4.1. Definición	Productos modificados genéticamente. Se le adhiere un gen de otro organismo para mejorar producción o resistencia a plagas
	4.2. Tipos de maíz OVM	Starlink
	4.3. Principales productores de OVM	Monsanto, Syngenta
	4.4. Ventajas	Disminuir el uso de productos químicos
	4.5. Desventajas	Alergias, cáncer, TBC, hepatitis
	4.6. Riesgos	Sin respuestas

5. Bioseguridad		
	5.1. Definición	Plan de bioseguridad para conservar razas nativas de cada región
	5.2. Moratoria y la producción de semilla OVM	Sirve para el impedimento de cultivos transgénicos
	5.3. Cruzamiento OVM - maíz nativo	Creación de híbridos y a largo plazo extinción de razas nativas
	5.4. Razas por desaparecer	Coruca
	5.5. Alternativas de bioseguridad	Sin respuestas

VII. Formación de las líneas de base metodológicas y estándares del protocolo para el estudio de flujo de polen y el cruzamiento en el cultivo de maíz en el Perú.

7.1. Base metodológica y determinación de estándares para factores biológicos:

Dos tipos de estándares se manejan en el protocolo para el estudio de polen y el cruzamiento en maíz: estándares para flujo de polen y para cruzamiento.

7.1.1 Estándares para el flujo de polen

“Para el flujo de polen se determinan dos estándares: de concentración de polen y periodo de polinización

a. Estándar de concentración de polen (ECP)

El estándar para concentración de polen ($\text{mg} \times \text{m}^2$) se ha definido en el plan de trabajo y lo observamos en siguiente cuadro:

Cuadro 63: Concentración de polen $\text{mg} \times \text{m}^2$ de acuerdo a plan de trabajo

CONCENTRACIÓN DE POLEN POR m^2		
ALTO	MEDIO	BAJO
$> 1\text{mg} * \text{m}^2$	$[0.5 - 1\text{m}] * \text{m}^2$	$< 0.5 \text{Mg} * \text{m}^2$

Fuente: Producto 1 Julio 2016

Por los resultados obtenidos en el plan experimental reformulamos las categorías de la concentración y las mostramos en siguiente cuadro

Cuadro 64 Concentración de polen $\text{mg} \times \text{m}^2$ al final del plan experimental

CONCENTRACIÓN DE POLEN POR m^2			
MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
$> 10 \text{mg} * \text{m}^2$	$[1\text{mg} - 10] * \text{m}^2$	$[0.5 - 1\text{m}] * \text{m}^2$	$< 0.5 \text{Mg} * \text{m}^2$

Los resultados obtenidos en las 4 sedes y su correspondiente categorización las mostramos en los siguientes cuadros:

Cuadro 65: Categorización de la concentración de polen Huacho

Línea / trampa	Distancia del híbrido M	mg / m2 en papel mm	mg / m2 promedio en platos	Categoría del estándar
Línea 11	10	37.50	36.50	Muy alto
12	20	52.50	53.80	Muy alto
13	30	22.50	40	Muy alto
14	40	20	35	Muy alto
15	50	40	38.80	Muy alto
16	60	30	31.50	Muy alto
17	70	15	16.30	Muy alto
18	80	22.50	22.50	Muy alto
19	90	siniestrada	siniestrada	
110	100	2.50	3.80	Alto
Línea 21	10	47.50	50	Muy alto
22	20	25	30	Muy alto
23	30	22.50	33.80	Muy alto
24	40	35	27.50	Muy alto
25	50	22.50	17.50	Muy alto
26	60	22.50	10	Muy alto
27	70	12.50	13.80	Muy alto
28	80	15	12.50	Muy alto
29	90	10	8.80	Alto
210	100	5	5	Alto
Línea 31	10	22.50	16.50	Muy alto
32	20	22.50	18.80	Muy alto
33	30	15	15	Muy alto
34	40	22.50	13.80	Muy alto
35	50	20	7.50	Muy alto
36	60	12.50	13.80	Muy alto
37	70	12.50	12.50	Muy alto
38	80	10	5	Alto
39	90	5	5	Alto
310	100	7.50	3.80	Alto

Cuadro 66 Categorización de la concentración de polen Moquegua

Línea / Punto	Distancia del híbrido	mg / cm2 en papel mm	mg / cm2 en platos	Categoría del estándar
Línea 11	10	35	12.5	Muy alto
12	20	25	11.5	Muy alto
13	30	40	6.5	Alto

14	40	12.5	5	Alto
15	50	5	5	Alto
16	60	2.5	0	Alto
17	70	12.5	2.5	Alto
18	80	5	3.8	Alto
19	90	2.5	1.8	Alto
110	100	5	0	Bajo
Línea 21	10	37.5	17.5	Muy alto
22	20	10	12.5	Muy alto
23	30	20	2.5	Alto
24	40	15	3.8	Alto
25	50	10	3.8	Alto
26	60	2.5	2.5	Alto
27	70	7.5	2.5	Alto
28	80	5	0	Bajo
29	90	5	1.3	Alto
210	100	2.5	1.3	Alto
Línea 31	10	42.5	16.8	Muy alto
32	20	20	13.8	Muy alto
33	30	17.5	8.8	Alto
34	40	27.5	11.8	Muy alto
35	50	20	11.8	Muy alto
36	60	10	6.8	Alto
37	70	7.5	3.8	Alto
38	80	5	2.5	Alto
39	90	2.5	2.5	Alto
310	100	2.5	2.5	Alto

Cuadro 67 Categorización de la concentración de polen Tarapoto

Línea / trampa	Distancia del híbrido	mg x m2 en papel mm	mg x m2 en platos	Categorización del estándar
Línea 11	10	2.5	8.8	Alto
12	20	7.5	8.8	Alto
13	30	2.5	5	Alto
14	40	5	3.8	Alto
15	50	2.5	2.5	Alto
16	60	2.5	2.5	Alto
17	70	2.5	2.5	Alto
18	80	2.5	2.5	Alto
19	90	2.5	1.3	Alto
110	100	0	2.5	Alto
Línea 21	10	2.5	2.5	Alto

22	20	5	2.5	Alto
23	30	7.5	5	Alto
24	40	2.5	3.8	Alto
25	50	2.5	5	Alto
26	60	2.5	2.5	Alto
27	70	2.5	2.5	Alto
28	80	0	2.5	Alto
29	90	2.5	2.5	Alto
210	100	0	1.3	Alto
Línea 31	10	2.5	5	Alto
32	20	2.5	2.5	Alto
33	30	5	2.5	Alto
34	40	2.5	3.8	Alto
35	50	2.5	5	Alto
36	60	2.5	2.5	Alto
37	70	2.5	2.5	Alto
38	80	2.5	2.5	Alto
39	90	2.5	2.5	Alto
310	100	2.5	3.8	Alto

Cuadro 68 Categorización de la concentración de polen en Lambayeque

Línea / trampa	Distancia del híbrido M	mg x m2 en papel mm	mg x m2 en platos	Categorización del estándar
Línea 11	10	15	27.5	Muy alto
12	20	10	18.8	Muy alto
13	30	5	11.8	Muy alto
14	40	2.5	7.5	Alto
15	50	2.5	6.8	Alto
16	60	2.5	6.8	Alto
17	70	2.5	3.8	Alto
18	80	2.5	2.5	Alto
19	90	2.5	2.5	Alto
110	100	2.5	1.3	Alto
Línea 21	10	Siniestrada	Siniestrada	Bajo
22	20	0	2.5	Alto
23	30	0	1.3	Alto
24	40	0	2.5	Alto
25	50	2.5	Siniestrada	Bajo
26	10	2.5	2.5	Alto
27	20	Siniestrada	Siniestrada	Bajo
28	30	2.5	2.5	Alto
29	40	2.5	0	Alto
210	50	Siniestrada	Siniestrada	Bajo

Línea 31	10	0	2.5	Alto
32	20	0	0	Bajo
33	30	0	0	Bajo
34	40	0	0	Bajo
35	50	0	2.5	Alto
36	60	0	0	Bajo
37	70	0	0	Bajo
38	80	0	0	Bajo
39	90	0	0	Bajo
310	100	0	1.3	Alto

Cuadro 69 Resumen integral de Concentración de polen

Sede	Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Huacho	Hasta los 80 m de distancia	Sobrepasando los 100 m de distancia	no	No
Moquegua	Hasta los 20 m de distancia	Sobrepasando los 100 m de distancia	no	No
Tarapoto	No	Sobrepasando los 100 m de distancia		
Lambayeque *	Hasta los 30 m en la dirección del viento	Hasta los 100 m en la dirección del viento y hasta los 40 m en otras direcciones	no	No
Estándar de concentración de polen (ECP) en metros	20 a 80 m de distancia Del contaminante según la región	De los 80 a más de 500 m de distancia del contaminante según la región	Rango definido en HYSPLIT 500 a 1000 m	Rango definido HYSPLIT > 1000 m
Estándar de concentración de polen (ECP) En mg x m2	> 10 mg	1 a 10 mg	0.5 a 1 mg	< 0.5 mg

* Las líneas 1 y 2 con el rumbo de la dirección de viento, línea 3 con rumbo sur (no es representativa)

b. Estándar de periodo de polinización (EPP)

Los factores biológicos están determinados por: el momento de aparición de las flores masculinas y femeninas del maíz que en cada sede es diferente y al tiempo que duran las flores masculinas (que determinan el tiempo de polinización) y femeninas que de igual manera es distinto para cada sede y que influencia notoriamente el estudio. Para ello mostramos el siguiente cuadro:

Cuadro 70 Factores biológicos que influyen los procesos y procedimientos del plan experimental

Sede	Días de aparición de flores masculinas	Días de aparición de flores femeninas	Días de polinización (tiempo de trampas)	Variedad de maíz (según plan experimental)
Moquegua	75	85	30	Hibrido marginal tropical
Huacho	65	75	25	Hibrido Dekalb
Lambayeque	60	70	15	Hibrido Chusca
Tarapoto	60	70	15	Hibrido Dekalb
Estándar de periodo de polinización (EPP)	Entre los 60 a 75 días según la región	Entre los 70 a 85 días según la región	Utilizamos la formula.: Max + Min / 2: 23 días en promedio (15 a 30 días)	

7.1.2. Estándares para el cruzamiento en maíz:

Los estándares para el cruzamiento se plasman en el protocolo del cuadro 19 del presente informe y tienen su base en la definición de variables del plan de trabajo y sus cuadros respectivos que a continuación presentamos:

Cuadro 71 Granos contaminados por granos totales de mazorca (%)

NÚMERO DE GRANOS CONTAMINADOS POR GRANOS TOTALES DE MAZORCA	
CATEGORIZACIÓN	PORCENTAJE DE CONTAMINACIÓN
ALTAMENTE CONTAMINADO	> 50 %
MODERADAMENTE	10 -50 %
LIGERAMENTE CONTAMINADO	0.1 – 10 %
LIMPIO SIN CONTAMINACIÓN	0

Fuente: Producto 1 Julio 2016

Cuadro 72 Distancia del contaminante

DISTANCIA ENTRE MAÍZ NATIVO Y OVM	
CATEGORIZACIÓN	DISTANCIA
MUY CERCANO	0 -100 m
CERCA	100 – 500 m
ALGO LEJANO	500 – 1000 m
LEJANO	>1000

Fuente: Producto 1 Julio 2016

- Categorización de resultados según cada región:

Cuadro 73 Categorización de cruzamiento en maíz % Huacho

Punto	% cruzamiento	Categoría del estándar	Distancia del contaminante
1	17	Moderado	145
2	0	Limpio	158
3	8.5	Ligero	159
4	52.1	Alto	88
5	Siniestrada		
6	20	Moderado	116
7	42.9	Moderado	111
8	20.5	Moderado	139

Cuadro 74 Categorización de cruzamiento en maíz % Moquegua

Punto	% cruzamiento	Categoría del estándar	Distancia del contaminante
1	46.3	Moderado	127.91
2	100	Alto	9.22
3	24.5	Moderado	80.53
4	46.6	Moderado	54.4
5	45.9	Moderado	117.17
6	23.5	Moderado	39.85
7	50.5	Alto	61.33
8	12.2	Moderado	72.01

Cuadro 75 Categorización de cruzamiento en maíz % Tarapoto

	%Cruzamiento	Categoría de contaminación	Distancia del híbrido
1	90.2	Alto	324
2	20.47	Moderado	341.7
3	15.3	Moderado	356

4	12.3	Moderado	366
5	10.7	Moderado	377
6	5.2	Ligero	382
7	3.9	Ligero	392
8	0.5	Ligero	399

Cuadro 76: Categorización de cruzamiento en maíz Mochumi

Punto	% de cruzamiento	Categoría de contaminación	Distancia del híbrido
1	2.76	Ligero	89.17
2	1.29	Ligero	109.11
3	1.67	Ligero	135.5
4	0.60	Ligero	157.86
5	0.26	Ligero	176.18
6	0.21	Ligero	198.74
7	0.15	Ligero	219.23
8	95.1	alto	74.7

Cuadro 77 Resumen de categorización de Cruzamiento de maíz %

Sede	Altamente contaminado	Moderadamente	Ligeramente	Sin contaminación
Huacho	Hasta los 80 m del contaminante	Hasta los 150 m del contaminante	Hasta los 170 m del contaminante	Más de 170 m del contaminante
Moquegua	Hasta los 80 m del contaminante	Hasta los 150 m del contaminante	Sin categoría	Sin categoría
Tarapoto	Hasta los 320 m del contaminante	Hasta los 380 m del contaminante	Hasta 400 m del contaminante	Sin categoría
Mochumi	Hasta los 100 m del contaminante	Hasta los 200 m del contaminante	Sin categoría	Sin categoría
Estándar mínimo de cruzamiento (EMC).	50 a 100 % de cruzamiento	10 a 50 % de cruzamiento	1 a 10 % de cruzamiento	< a 1 % de cruzamiento
Estándar mínimo de distanciamiento (EMD)	80 a 320 m del contaminante según la región – Muy cercano	200 a 380 del contaminante según la región – Cercano	380 a 400 m del contaminante según la región – cercano	Más de 400 m del contaminante Algo lejano

7.2. Base metodológica para factores climáticos y ecológicos:

Los factores climáticos y ecológicos que influyen los procesos y procedimientos del plan experimental son: la temperatura mínima, la velocidad y dirección del viento, la altura y posición geográfica.

a. Influencia de la temperatura mínima:

La temperatura mínima es la principal responsable de las diferencias en los días de polinización de las cuatro sedes. El maíz como planta tropical que es, se ve notablemente influenciado en su crecimiento con temperaturas mínimas menores a 18 °C y detiene su crecimiento. De las cuatro sedes en estudio, la más afectada es Moquegua con 10 °C en promedio lo que significa un mayor periodo vegetativo, le sigue Huacho con temperaturas mínimas de 15 °C, Motupe con 17 °C y Tarapoto con 21 °C para la época del plan experimental.

b. Influencia de la velocidad y dirección del viento:

La influencia de la velocidad y dirección del viento, sigue un patrón similar en todas las sedes. Para la hora del día en que se realiza la polinización (9 am a 1 pm), en las cuatro sedes en estudio las condiciones son estables con vientos ligeros y dirección sur o sur – oeste.

c. Influencia de la altura y posición geográfica:

Las cuatro sedes tienen condiciones diferentes de acuerdo a la altura y posición geográfica que hacen diferentes para cada sede el proceso de polinización y cruzamiento del maíz. Lo podemos observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 78: Influencia de la altura y la posición geográfica

Sede	Altura msnm	Posición geográfica	Temperaturas máximas y mínimas	Condición ambiental	Tiempo de polinización
Moquegua	1500	Baja latitud y Valle interandino	Temperaturas máximas entre 28 a 29 °C y mínimas entre 9 y 11°C	La más austral de las cuatro sedes de condición muy seco con Humedad relativa siempre menor a 50 % y altas temperaturas máximas. La precipitación es casi nula.	30 días
Huacho	90	Latitud media y planicie costera marina	Temperaturas máximas entre 19 y 21 °C y mínimas entre 15 y 16 °C	Por estar muy cerca al mar, goza de humedad relativa muy alta superior a 75 % siempre y precipitación del tipo	25 días

				llovizna	
Motupe	110	Latitud ecuatorial y planicie costera continental	Temperaturas máximas entre 30 y 32 °C y mínimas entre 16 y 17 °C	Por ser piedemonte, goza de condiciones tropicales secas con precipitaciones bajas durante el periodo experimental	15 días
Tarapoto	250	Latitud ecuatorial y planicie continental amazonica	Temperaturas máximas entre 31 y 33 °C y mínimas entre 19 ° y 21 °C	Por ser pie de monte amazónico goza de condiciones tropicales húmedas con algunas precipitaciones abundantes durante el de estudio periodo	15 días

El estándar para las variables climáticas y ecológicas está definido en el plan de trabajo

Cuadro 79 Categorización de la velocidad del viento

DENOMINACIÓN	VELOCIDAD
CICLÓNICO	> 50 km/h = > 14 m / s
FUERTE	30 -50 km/h = 8 – 14 m / s
MODERADO	10- 30 km/h = 3 – 8 m / s
LIGERO	< 10 Km/h = < 3 m / s

Fuente: Plan de trabajo, julio 2016

Cuadro 80 Resumen de categorización de Condiciones ecológicas y ambientales por sedes

Sedes	Velocidad del viento m / s	Categorización del estándar Calidad del viento
Huacho	5.2	Moderado
Moquegua	2	Ligero
Tarapoto	3	Ligero
Lambayeque	5.81	Moderado
Estándar general del viento (EGV)	0 – 8 m / s	Ligero / moderado

7.3. Base metodológica y estándares para factores socio culturales

Las variables e indicadores claves para factores socio culturales han sido definidos desde el plan de trabajo y se complementan con la cuantificación del indicador en los siguientes cuadros

Cuadro 81 Categorización de estándares para factores socio culturales: conocimientos sobre OVM

CONOCIMIENTOS SOBRE OVM		
Alto	Conocimiento técnico.	> 50 %
Medio	Alguna información o idea.	20 a 50 %
Bajo	Ningún conocimiento.	< 20 %

Fuente: Plan de trabajo, julio 2016

Cuadro 82 Categorización de estándares para factores socio culturales: conocimientos sobre cambio climático

CONOCIMIENTOS SOBRE CAMBIO CLIMATICO		
Alto	Conocimiento técnico.	> 50 %
Medio	Conocimiento empírico.	20 a 50 %
Bajo	Ningún conocimiento.	< 20 %

Fuente: Plan de trabajo, julio 2016

De acuerdo a nuestros resultados la categorización de estándares por región la mostramos a continuación

Cuadro 83 Categorización de estándares para factores socio culturales: conocimientos sobre OVM por regiones

Sedes	Conocimiento sobre OVM %	Categoría del estándar
Huacho	22	Medio
Moquegua	18	Bajo
Tarapoto	16	Bajo
Lambayeque - Mochumi	0	Bajo
Estándar de conocimientos del productor OVM (ECPO)	0 a 22 % de conocimiento según región	Bajo a muy bajo

Cuadro 84 Categorización de estándares para factores socio culturales: conocimientos sobre Cambio climático por regiones

Sedes	Conocimiento sobre Cambio climático %	Categoría del estándar
Huacho	24	Medio Bajo
Moquegua	28	Medio Bajo
Tarapoto	46	Medio
Lambayeque - Mochumi	44	Medio
Estándar de	20 a 46 % de	

conocimientos en cambio climático (ECCC)	conocimientos según región	Medio bajo
--	----------------------------	------------

7.4. Interrelación de variables, definición de riesgos y estándares de bioseguridad

7.4.1. Flujo del polen vs Velocidad y dirección del viento.

En el plan de trabajo se estableció la metodología de interrelación entre variables biológicas (concentración del polen) vs climática (dirección y velocidad del viento) utilizando el software Arcgis en su herramienta análisis espacial (superposición de mapas) para obtener el mapa de dispersión de polen y definir las medidas de seguridad. Ambiental. Los resultados se muestran resumidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 85 Categorización del estándar de riesgos 1

Sede	Flujo de polen mg x m2	Calidad del viento	Integración de indicadores Flujo de polen vs viento	Categorización del estándar de riesgos 1
Huacho	Muy alto, alto	Moderado	Muy alto / moderado	Riesgo muy alto: elevada concentración de polen y viento moderado por ser zona costera
Moquegua	Muy alto, alto	Ligero	Muy alto / ligero	Riesgo alto: elevada concentración de polen con viento ligero por ser valle interandino
Tarapoto	Alto	Ligero	Alto / Ligero	Riesgo moderado: alta concentración de polen con viento ligero
Lambayeque	Muy alto, alto	Moderado	Muy alto / moderado	Riesgo muy Alto: elevada concentración de polen y viento moderado por ser zona costera

7.4.2. Variable cruzamiento vs distancia (Granos contaminados / granos total de la mazorca) Vs distancia.

Se interrelaciona la variable de contaminación “cruzamiento” vs la variable distancia al centro de origen de contaminación.

La metodología de interrelación se hará utilizando el software Arcgis en su herramienta análisis espacial. Los resultados se muestran de dos formas: en el siguiente cuadro resumido con las 4 regiones y los mapas temáticos de Anexo 4

Cuadro 86 Categorización del estándar de riesgos 2

Sede	% de contaminación	Distancia M	Integración de indicadores contaminación vs distancia	Categorización del estándar de riesgos 2
Huacho	Altamente contaminado	cercano	Altamente contaminado y cercano	Riesgo muy alto: para distancias menores a 500 o cercanas en la región costa
Moquegua	Altamente contaminado	cercano	Altamente contaminado y cercano	Riesgo muy alto: para distancias menores a 500 o cercanas en el valle interandino
Tarapoto	Alto y ligeramente contaminado	cercano	Moderadamente contaminado	Riesgo alto: para distancias menores a 500 o cercanas en el la amazonia
Lambayeque	Alto y ligeramente contaminado	cercano	Altamente contaminado y cercano	Riesgo muy Alto: para distancias menores a 500 o cercanas en la región costa

7.4.3. Variable cruzamiento vs prácticas agrícolas (Granos contaminados / granos total de la mazorca) vs conocimientos de OVM:

Se interrelaciona la variable de contaminación “cruzamiento” vs prácticas agrícolas La metodología de interrelación se hará utilizando el software Arcgis en su herramienta análisis espacial. Los resultados se muestran en siguiente cuadro

Cuadro 87 Categorización del estándar de riesgos 3

Sede	% de contaminación	Conocimiento sobre OVM	Integración de indicadores Contaminación vs conocimiento	Categorización del estándar de riesgos 3

			de OVM	
Huacho	Altamente contaminado	Medio	Altamente contaminado y conocimiento medio	Riesgo alto: Alta contaminación y conocimiento medio sobre OVM
Moquegua	Altamente contaminado	Bajo	Altamente contaminado y bajo conocimiento	Riesgo muy alto: Alta contaminación y bajo conocimiento
Tarapoto	Alto y ligeramente contaminado	Bajo	Alto y ligeramente contaminado y bajo conocimiento	Riesgo muy alto: Alta contaminación y bajo conocimiento
Lambayeque	Alto y ligeramente contaminado	Bajo	Alto y ligeramente contaminado con bajo conocimiento	Riesgo muy Alto: Alta contaminación y bajo conocimiento

7.4.4. Protocolo de estándares para análisis de riesgos, supervisión y Monitoreo monitoreo

Cuadro 88 Estándar total de riesgos y bioseguridad (ETRBIO)

Sede	Categorización del estándar de riesgos 1	Categorización del estándar de riesgos 2	Categorización del estándar de riesgos 3	Estándar total de riesgos y bioseguridad (ETRBIO)
Huacho	Riesgo muy alto: elevada concentración de polen y viento moderado por ser zona costera	Riesgo muy alto: para distancias menores a 500 o cercanas en la región costa	Riesgo alto: Alta contaminación y conocimiento medio sobre OVM	Riesgo muy alto: distancias menores a 500 m, flujo moderado a muy alta concentración de polen, maíz blanco de elevado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM
Moquegua	Riesgo alto: elevada concentración de polen con viento ligero	Riesgo muy alto: para distancias menores a 500	Riesgo muy alto: Alta contaminación y bajo	Riesgo muy alto: distancias menores a 500 m, flujo moderado a muy

	por ser valle interandino	o cercanas en el valle interandino	conocimiento	alta concentración de polen, maíz blanco de elevado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM
Tarapoto	Riesgo moderado: alta concentración de polen con viento ligero	Riesgo alto: para distancias menores a 500 o cercanas en el la amazonia	Riesgo muy alto: Alta contaminación y bajo conocimiento	Riesgo alto: distancias menores a 500 m, Flujo ligero a muy alta concentración de polen, maíz blanco de elevado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM
Lambayeque	Riesgo muy Alto: elevada concentración de polen y viento moderado por ser zona costera	Riesgo muy Alto: para distancias menores a 500 o cercanas en la región costa	Riesgo muy Alto: Alta contaminación y bajo conocimiento	Riesgo muy alto: distancias menores a 500 m, Flujo moderado a muy alta concentración de polen, maíz blanco de elevado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM

VIII. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones:

8.1.1. De la Biología floral

En Lambayeque y Tarapoto la duración de la floración masculina fue similar de 5 a 7 días, desde la primeras flores ubicadas en la borla terminal hasta las últimas flores inferiores de la panoja, con una duración floral de la parcela de hasta 13 días, para la floración femenina duro de 15 a 16 días, siendo máxima en la primera semana. En cambio en Huacho y Moquegua por contar con condiciones diferentes la duración de la floración se amplía en aproximadamente 5 días más para huacho 10 días más para Moquegua.

a. Estudio del flujo de polen

1. Según los resultados del plan experimental se determinan 4 categorías para la concentración de polen en mg x m² entre las 4 sedes de investigación como se puede

observar en el cuadro 64. En todas las sedes, las categorías muy alto y alta concentración de polen son las que predominan

2. La mayor concentración de polen se observa en Huacho donde la distancia del flujo de polen en muy alta concentración llega hasta los 100 m. En Moquegua, Lambayeque y Tarapoto en muy alta concentración llega hasta los 30 m del punto de emisión de polen. En todos los casos, altas concentraciones de polen superan los 100 m de distancias del emisor como se puede observar en los cuadros 65, 66, 67 y 68.

3. De acuerdo a las concentraciones de polen ($\text{mg} \times \text{m}^2$) obtenidas en el plan experimental y con el apoyo del software HYSPLIT, se ha podido categorizar el estándar de concentración de polen (ECP) para el Perú en 4 macro regiones donde es posible la siembra de híbridos: como se puede observar en el cuadro 69 y en los mapas temáticos en HYSPLIT del Anexo 4

Categoría 1: Muy alto concentración de polen hasta los primero 80 m desde el emisor

Categoría 2: Alta concentración de polen hasta los 500 m desde el emisor

Categoría 3: Media concentración de polen hasta los 1000 m desde el emisor

Categoría 4: Baja concentración de polen sobre los 1000 m del emisor

4. Se ha definido además, el estándar del periodo de polinización (EPP), para las 4 sedes de investigación y que nos han ayudado a definir las categorías del estándar. En general el EPP varía entre 15 a 30 días según la región con una media de 24 días para evaluar el flujo de polen como observamos en el cuadro 70. Las condiciones climáticas de la región, tienen influencia directa sobre este parámetro.

b. Del cruzamiento en maíz:

1. Según los resultados del plan experimental, se han definido 4 categorías para el cruzamiento del maíz (%) entre las 4 sedes de investigación como se puede observar en el cuadro 77. En todas las sedes, las categorías que predominan son altamente contaminadas y moderadamente contaminado.

2. Las sedes de mayor cruzamiento son las de Huacho y Moquegua con indicadores altos y moderados, seguida de Tarapoto y Mochumi con indicadores altos, moderado y ligeros como se observan en los cuadros 73, 74, 75 y 76.

3. Conforme a los registros obtenidos en el plan experimental, se ha categorizado los estándar de cruzamiento en maíz (Estándar mínimo de cruzamiento (EMC) y estándar mínimo de distancia (EMD)) para el Perú en 4 macro regiones donde es posible la siembra de híbridos como se observa en el cuadro 77 y en los mapas temáticos del Anexo 4

Categoría 1: altamente contaminado, 50 a 100% de granos contaminados para distancia entre 80 a 350 m según la región

Categoría 2: moderadamente contaminado, 10 a 50 % de granos contaminados para distancias entre 200 a 380 m según la región

Categoría 3: ligeramente contaminado, 1 a 10 % de granos contaminados para distancias hasta 400 m según la región

Categoría 4: sin contaminación, menor a 1 % de granos contaminados para distancias superiores a 400 m según la región

8.1.2. De las condiciones ambientales y ecológicas

1. Hemos concluido que las condiciones ambientales y ecológicas generan singularidades producidas por la altura y la posición geográfica de las regiones y que influencia notablemente en la polinización y el tiempo que puede durar. Así, la sede de Tarapoto posee los menores tiempos de polinización (15 días y el periodo vegetativo

del maíz 105 días), seguido de Lambayeque (20 días y periodo vegetativo de 115 días), Huacho (25 días y periodo vegetativo de 140 días) y Moquegua (30 días y periodo vegetativo de 160 días) como se observa en el cuadro 78 del presente informe.

2. La variable ambiental clave para el estudio del flujo de polen y cruzamiento en maíz es el viento y que ha sido categorizado en el plan de trabajo (ver cuadro 79). Los valores obtenidos por las estaciones climáticas de cada una de las sedes nos han permitido concluir en que la calidad de estándar general del viento (EGV) y los valores de cada región varían entre moderado (Para Huacho y Lambayeque por ser regiones costeras donde el viento es muy importante principalmente por las tardes) y ligero (para Tarapoto y Moquegua por ser regiones muy alejadas de la influencia marina) cuadro 80. Concluimos en las siguientes categorías del estándar:

Categoría 1: viento ciclónico, con velocidad superior a los 14 m / s. Principalmente en la costa norte por las tardes.

Categoría 2: viento fuerte, con velocidades entre 8 a 14 m / S. Principalmente en la costa norte, centro y sur por las tardes.

Categoría 3: viento moderado, con velocidades entre 3 a 8 m / s. Se puede presentar en todas las regiones durante la mañana y por la tarde.

Categoría 4: viento ligero, con velocidades menores a 3 m / s. Se presenta en todas las regiones principalmente durante las mañanas.

8.1.3. De actividades socioculturales

a. De las prácticas agrícolas y los conocimientos en OVM

1. Luego de analizar las actividades socioculturales de diversas maneras, la primera conclusión a la que llegamos es que los productores de las 4 regiones pueden sembrar la misma especie (*Zea mays*) pero responden a singularidades propias de las condiciones ambientales y ecológicas particulares en cada región y sus prácticas agrícolas. En Moquegua los productores manifiestan la siembra de maíz blanco en porcentaje respecto a Huacho y Lambayeque donde la siembra del maíz híbrido resulta más importante. De igual manera con Tarapoto, donde los híbridos son prioridad para los productores. Lo que se puede observar en los cuadros 17, 33, 48 y en el diagrama 2 del presente informe.

2. Las prácticas agrícolas y la evolución propia del productor con su mercado, encontrándose variedades de maíz blanco en gran cantidad y desplazando al local como es el caso del maíz Huachano en riesgo de desaparecer. En este sentido, concluimos en la necesidad de profundizar este flujo de genes interregionales y los desplazamientos y los riesgos de extinción.

3. Una de las variables socio culturales clave en nuestro estudio ha sido los conocimientos que los productores tienen sobre OVM y cuya categorización se basa en el cuadro 81. Los resultados obtenidos en el estudio, se categorizan en general como bajo conocimiento en OVM y solo la región de Huacho tiene un conocimiento medio, Cuadro 82. Por ello concluimos en las siguientes categorías para el indicador:

Categoría 1 Nivel alto: conocimiento técnico mayor a 50 % de productores. No se presenta en ninguna región.

Categoría 2 Nivel medio: conocimiento empírico entre 20 a 50 % de los productores. Presente en Huacho

Categoría 3 Nivel bajo: sin conocimiento, menos a 20 % de productores. Presente en todas las regiones.

b. De los conocimientos en cambio climático

1. Otra de las variables socio culturales clave en nuestro estudio ha sido los conocimientos que los productores tienen sobre CAMBIO CLIMÁTICO y cuya categorización se basa en el cuadro 84. Los resultados obtenidos en el estudio, se categorizan en general como bajo conocimiento en cambio climático y donde las regiones de Huacho y Moquegua tienen un conocimiento medio bajo, por otro lado

Lambayeque y Tarapoto con conocimiento medio, Cuadro 82. Por ello concluimos en que la categorización del estándar de conocimiento en cambio climático ECCC es la siguiente:

Categoría 1 Nivel alto: conocimiento técnico mayor a 50 % de productores. No se presenta en ninguna región.

Categoría 2 Nivel medio: conocimiento empírico entre 20 a 50 % de los productores. Presente en Lambayeque y Tarapoto

Categoría 3 Nivel bajo: sin conocimiento, menos a 20 % de productores. Presente en las regiones de Huacho y Moquegua.

8.1.4. Conclusiones de los riesgos y estándares de bioseguridad

1. Los riesgos y los estándares de seguridad tiene 3 tipos de interrelaciones y que generan 3 tipos de riesgos y sus respectivas conclusiones:

a. Del estándar para riesgo tipo 1: interrelación flujo de polen vs velocidad del viento

La interrelación entre el flujo de polen y la velocidad del viento de las distintas regiones nos permiten concluir que se dan 3 tipos de categoría para el estándar de riesgos 1 como observamos en el cuadro 85:

Categoría 1: riesgo muy alto por su elevada concentración de polen ($> 10 \text{ mg} \times \text{m}^2$) y viento moderado (superior a $5 \text{ m} / \text{s}$) representada por las regiones de Huacho y Lambayeque por ser zona costera.

Categoría 2: riesgo alto por su elevada concentración de polen ($1 \text{ a } 10 \text{ mg} \times \text{m}^2$) y viento moderado a ligero. Esta categoría se encuentra presente en Moquegua

Categoría 3: riesgo moderado por alta concentración de polen ($1 \text{ a } 10 \text{ mg} \times \text{m}^2$) con viento ligero ($< 3 \text{ m} / \text{s}$)

b. Del estándar para riesgo tipo 2: cruzamiento vs distancia del contaminante

La interrelación entre el cruzamiento y la distancia del contaminante en las distintas regiones nos permiten concluir que se dan 2 tipos de categoría para el estándar de riesgos 2 como observamos en el cuadro 86:

Categoría 1: riesgo muy alto para distancias menores a 500 en zonas cercanas en la región costa y valles interandinos, Lambayeque Huacho y Moquegua

Categoría 2: Riesgo alto para distancias menores a 500 o cercanas en el la amazonia como en Tarapoto

c. Del estándar para riesgo tipo 3: contaminación vs conocimientos en OVM

La interrelación entre el flujo de polen y la velocidad del viento de las distintas regiones nos permiten concluir que se dan 2 tipos de categoría para el estándar de riesgos 3 como observamos en el cuadro 87:

Categoría 1: riesgo muy alto alta contaminación de granos y bajo conocimiento en OVM, se da en Lambayeque, Moquegua y Tarapoto

Categoría 2: riesgo alto alta contaminación de granos y conocimiento medio sobre OVM. Se da en Huacho

2. Los estándares de riesgos 1,2, y 3 al integrarse nos ha permitido concluir en el estándar total de riesgos y bioseguridad (ETRBIO) con las siguientes categorías (cuadro 88):

Categoría 1 Riesgo muy alto para distancias menores a 500 m, flujo moderado a muy alta concentración de polen, maíz blanco de elevado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM. Presente en Lambayeque, Moquegua y Huacho

Categoría 2 Riesgo alto para distancias menores a 500 m, Flujo ligero a muy alta concentración de polen, maíz blanco de elevado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM. Presente en Tarapoto

Categoría 3 Riesgo moderado para distancias mayores a 500 m hasta los 1000 m, flujo ligero y alta concentración de polen, maíz blanco de moderado cruzamiento y desconocimiento sobre OVM. No se presenta en el estudio.

Categoría 4 bajo riesgo para distancias mayores a 500 m, Flujo ligero a moderada concentración de polen, maíz blanco de bajo cruzamiento y conocimiento medio a alto sobre OVM. No se presenta en el estudio.

8.2. Recomendaciones:

1. Realizar programas de capacitación a agricultores líderes de las regiones en las ventajas y desventajas de uso de semillas transgénicas y hagan extensiva al resto de maiceros ya que son ellos los que decidirán que semillas sembrar. Los lugares de preferencias de capacitación, serán aquellos lugares donde hay un alto potencial de siembra, como es en San Martín donde tiene un potencial de 150,000 hectáreas.

En la zona de San Martín, las variedades suaves, representadas por la raza Piricínco, que tiene una gran variabilidad, están muy alejadas del maíz híbrido, ya que se siembran en lugares marginales y están protegidas por el bosque.

2. Realizar otros estudios de flujo de polen en épocas de mayor velocidad del viento para cubrir los mayores riesgos

Realizar un estudio de modelos de Xenia, para calificar los riesgos del cruzamiento en todo el Perú. Los productores desconocen este tipo de fenómeno e inclusive los miembros de las Agencias agrarias del Perú.

Se deben tomar medidas de protección de los países centros de origen y de diversidad, que se deberían incluirse en el régimen de responsabilidad civil y compensación del Protocolo de Cartagena

3. El régimen de responsabilidad civil y compensación que se adoptará en el seno del Protocolo de Cartagena, debería incluir medidas de salvaguarda para los países que son centros de origen y de diversidad, relacionadas con evaluación ambiental y también salvaguardas.

4. En aplicación del Principio de Precaución, todos los países que sean centros de origen y/o diversidad de algún cultivo, deberían adoptar medidas legales para prohibir la introducción de variedades transgénicas de esos cultivos y de productos que sean material reproductivo, ya sea como commodities o como semillas. También deberían prohibirse las pruebas y experimentación de campo con estas semillas.

5. De existir impactos negativos en centros de origen de cultivos y diversidad de cultivos, a partir de la introducción, uso, manipulación, liberación en el campo o comercialización de OVM, la responsabilidad debe incluir sanciones penales, sin perjuicio de las sanciones civiles.

6. Dado que los impactos que pueden generarse a partir de los OGM pueden tener impactos a largo plazo, ser acumulativos y crear sinergismos con otros elementos ambientales o la salud humana la responsabilidad no debe prescribir

7. Por lo tanto, recomendamos realizar el nuevo mapa de diversidad de razas de maíz nativo de manera urgente para identificar las razas que han sido desplazadas y cuyo germoplasma puede haberse perdido.

IX. Glosario

Bioseguridad. El propósito de garantizar que el desarrollo y uso de plantas transgénicas y otros organismos genéticamente modificados (y productos de la

biotecnología, en general) no afecten negativamente la salud de plantas, animales y seres humanos, ni tampoco los recursos genéticos o el medio ambiente.

Cultivo Bt. Planta de cultivo genéticamente modificada para producir toxinas insecticidas a partir de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Los actuales cultivos Bt comerciales incluyen algodón Bt, maíz Bt y soya Bt.

Dispersión del polen: Representa una proporción significativa del flujo de genes en plantas que por mucho tiempo han sido de interés para la agricultura, y esta acción simboliza un potencial de contaminación dentro de un sistema de producción

Evaluación de riesgos. En relación con los organismos manipulados mediante ingeniería genética, proceso por el que se predice el comportamiento del organismo modificado. Con respecto de las plantas transgénicas, el término se refiere a determinar la probabilidad global de que su introducción deliberada en el medio ambiente provoque daños ambientales, incluidos efectos adversos en los ecosistemas naturales y agrícolas, o introduzca nuevos riesgos para la salud pública. Los daños pueden resultar del efecto directo de una planta modificada (por ejemplo, carácter alérgico o aumento de las malezas) o del flujo de genes hacia plantas no relacionadas y sus consecuencias.

Flujo de genes: es el movimiento natural de éstos entre organismos individuales, a través de un proceso de recombinación sexual o hibridación

Organismo vivo modificado (OVM). De conformidad con la definición del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (Protocolo sobre Bioseguridad), del Convenio sobre la Diversidad Biológica, cualquier organismo que posea una combinación nueva de material genético obtenida mediante el uso de la biotecnología moderna (es decir, técnicas de manipulación *in vitro* de ácidos nucleicos, incluidos métodos de ADN recombinante, y técnicas de fusión celular que permiten trascender las barreras naturales de la reproducción). En ocasiones se utiliza el término como sinónimo de organismo genéticamente modificado (**OGM**).

X. Referencias bibliográficas

1. ACRE. "A report on the dispersal of maize pollen compiled by the National Pollen Research Unit and Commissioned by the Soil Association". En: <http://www.defra.gov.uk/environment/acre/advice/advice04.htm>, 1999.
2. AHETO, D. W., H. REUTER, AND B. BRECKLING. 2011. A modeling assessment of geneflow in smallholder agriculture in West Africa. *Environ. Sci. Eur.* 23(1): 1-10
3. ARIAS, L.M.; LATOURNERIE, L.; MONTIEL, S. Y SAURI E. 2007. Cambios Recientes en la Diversidad de Maíces Criollos en Yucatán, México. *Universidad y Ciencia* 23: 69-74.
4. ARRITT, R. W., C. A. CLARK, A. S. GOGGI, H. LOPEZ-SANCHEZ, M. E. WESTGATE, AND J. M. RIESE. 2007. Lagrangian numerical simulations of canopy air flow effects on maize pollen dispersal. *Field Crop. Res.* 102: 151–162
5. AYLOR, D. E., N. P. SCHULTES AND E. J. SHIELDS. 2003. An aerobiological framework for assessing cross-pollination in maize. *Agricultural and Forest Meteorology* 119:111-129.
6. AYLOR, E.D., BALTAZAR M.B. AND SCHOPER, J.B. 2005. Some physical properties of teosinte (*Zea mays* subsp. *parviglumis*) pollen. *J Exp Bot* 56(419): 2401-2407

7. BALTAZAR, B., J. SÁNCHEZ, L. CRUZ AND J. B. SCHOPER. 2005. Pollination between maize and teosinte: an important determinant of gene flow in México. *Theoretical and Applied Genetic* 110:519-522.
8. BANNERT, M., AND P. STAMP. 2007. Cross-pollination of maize at long distance. *Europ. J. Agron.* 27: 44–51.
9. BERTHAUD, J., J. C. CLÉMENT, L. EMPERAIRE, D. LOUETTE, F. PINTON, J. SANOU AND G. SECOND. 2001. The role of local-level geneflow in enhancing and maintaining genetic diversity. *In* Broadening the genetic base of crop production, H. D. Cooper, C. Spillane, T. Hodgkin (eds.). CABI Publishing. New York, USA. p. 81-103.
10. BLANCO MARTÍNEZ JENNIFER TERESA (2012). Monitoreo del flujo de genes de cultivos transgénicos de maíz a razas locales y variedades comerciales de maíz en el Valle de San Juan, Tolima. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía, Escuela de Posgrados, Bogotá D.C., Colombia, 88 pp.
11. BUNTING, M. J., AND D. MIDDLETON. 2005. Modelling pollen dispersal and deposition using HUMPOL software, including simulating windroses and irregular lakes. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 134: 185–196.
12. CANUL-KU JAIME; PORFIRIO RAMÍREZ-VALLEJO; FERNANDO CASTILLO-GONZÁLEZ; JOSÉ LUIS CHÁVEZ-SERVIA; MANUEL LIVERA-MUÑOZ Y LUIS MANUEL ARIAS-REYES 2012. Movimiento de Polen Entre Maíces Nativos de Yucatán y Mantenimiento de Diversidad Genética. *Ra Ximhai, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3 Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 51-60.
13. CHENG, P.C., GREYSON, R.I. & WALDEN, D.B. 1983. Organ initiation and the development of unisexual flowers in the tassel and ear of *Zea mays*. *Am. J. Bot.*, 70: 450-462.
14. CHENG, P.C. & PAREDDY, D.R. 1994. Morphology and development of the tassel and ear. *In* M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook*, p. 37-47. New York, NY, USA, Springer-Verlag.
15. CHUMBIAUCA, A. SALAS, R. CANTO, J. ARCOS, C. CELIS, R. VISSER, S. COWGILL, H. ATKINSON. 2005. Dinámica de flujo de genes en el cultivo de papa y sus parientes silvestres en el Perú. El caso: variedades transgénicas con resistencia a nematodos. Séptimo Congreso Nacional de la RAAA, Arequipa.
16. CHRISTOU P. 2002. No Credible Scientific Evidence is Presented to Support Claims that Transgenic ADN was Introgressed into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, Mexico. *Transgenic Research* 11:iii–v
17. COLORADO STATE UNIVERSITY (2004), Cultivos transgénicos introducción a guías de recursos. En http://cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp_croptocrop.html
18. CONABIA. "Condiciones de aislamiento". (revisado en marzo de 2003). En: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/12/condiciones_aislamiento.htm
19. CCA. 2004. Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México. Comisión para la Cooperación Ambiental. México. 45 pp.
20. CLEVELAND D, SOLERI D, ARAGÓN F, CROSSA J, GEPTS P. 2005. Detecting (trans) gene flow to landraces in centers of crop origin: lessons from the case of maize in Mexico. *Environmental Biosafety Research* 4: 197-208.
21. Dyer G, Serratos-Hernández A, Perales H, Gepts P, Piñeyro-Nelson A, Chavez A, Salinas-Arreortua N, Yunez-Naude A, Taylor E, Alvarez-Buylla E. 2009. Dispersal of Transgenes through Maize Seed Systems in Mexico. *PLoS ONE*. Vol 4 (5): 1-9.
22. DELLAPORTA, S.L. & CALDERÓN-URREA, A. 1994. The sex determination process in maize. *Science*, 94: 1501.

23. ENGELS J, EBERT A, THORMANN I, VICENTE M. 2006. Centres of crop diversity and/or origin, genetically modified crops and implications for plant genetic resources conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53:1675–1688
24. ELLSTRAND, N. "Evaluating the risks of transgene flow from crops to wild species". En: *Proceedings of a Forum Gene Flow Among Maize Landraces, Improved Maize Varieties, and Teosinte: Implications for Transgenic Maize*". El Batán, 21-25/9/1995, J.A.Serratos, M.Willcox & F.Castillo (Eds), INIFAP/CIMMYT/CNBA, 81-84.
http://www.cimmyt.org/abc/geneflow/geneflow_pdf_engl/Geneflow_Evaluating.pdf
25. ESAU, K. 1977. *Anatomy of seed plants*, 2nd ed. New York, NY, USA, J. Wiley & Sons.
26. Evans LT. 1975. *Crop Physiology*. Cambridge
27. Beverley Emberlin Adams-Groom BSc and Julie Tidmarsh 1999. *A Report on the Dispersal of Maize Pollen*. BSc National Pollen research Unit University College Worcester WR2 6 AJ.En <http://www.mindfully.org/GE/Dispersal-Maize-Pollen-UK.htm>
28. FUTUYMA, D. 1998. *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates, Inc
29. GALEANO PABLO, MARTINEZ CLAUDIO, RUIBAL FABIANA, FRANCO LAURA & GALVAN GUILLERMO 2011. *Interpolinización entre cultivos de maíz transgénico y no transgénico comerciales en Uruguay*. Fundación Heinrich Boll, Programa Uruguay sustentable, REDES – AT, Montevideo, Uruguay, 12 pp.
30. GOGGI S, CARAGEA P, LOPEZ-SANCHEZ H, WESTGATE M, ARRITT R, CLARK C. 2006. Statistical analysis of outcrossing between adjacent maize grain production fields. *Field Crops Research* 99: 147–157.
31. GUTIÉRREZ, 2007. *Informe sobre detección de eventos transgénicos en campos cultivados de Maíz en le valle de Barranca, Lima*. Universidad Agraria la Molina (UNALM). 4 pp
32. GUZMÁN H MANUEL, FÉLIX SAN VICENTE G. Y DAIZI DÍAZ M. (2011). *Flujo de polen entre híbridos tropicales de Maíz de diferente color de endospermo*. Bioagro v.20 n.3 Barquisimeto dic. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). CIAEP. Apdo. 102. Acarigua 3301-A. Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). CENIAP. Apdo. 4653. Maracay 2101. Venezuela. En <http://www.scielo.org.ve/pdf/ba/v20n3/art02.pdf>
33. GREENPEACE, 2000. *Centros de diversidad. La riqueza biológica de los cultivos tradicionales, herencia mundial amenazada por la contaminación genética*, México, 2000, 63p
34. GREENPEACE. "Maize under threat: Mexico, center of diversity for maize, has been con-taminated". 2001. (revisado en marzo de 2003). En: <http://www.greenpeace.org/~geneng/reports/food/maizeunderthreat.pdf>
35. GROBMAN, A., W. SALHUANA AND R. SEVILLA WITH P. C. MANGELSDORF. 1961. *Races of Maize in Perú. Their origins, evolution and classification*. Pub. 915. NAS-NRC, Washington, D.C.
36. Goss JA. 1968. Development, physiology and bio-chemistry of corn and wheat pollen. *Bot. Rev.* 34: 333-358.
37. HALLAUER, A., MIRANDA, J. 1988. *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa St. Univ. Press, Ames, 2ª Ed.
38. HANWAY, J.J. & RITCHIE, S.W. 1987. *Zea mays*. In H. Halvey, ed. *Handbook of flowering*, vol. 4. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
39. HALSEY, M. E., K. M. REMUND, C. A. DAVIS, M. QUALLS, P. J. EPPARD AND S. A. BERBERICH. 2005. Isolation of maize from pollen-mediated gene flow by time and distance. *Crop Science* 45:2172-2185.
40. HENRY C, MORGAN D, WEEKES R, DANIELS R, BOFFEY C. 2003. *Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity. Part I: Forage Maize*. Central Science Laboratory.

- Centre for Ecology and Hydrology. Department of Environment, Food and Rural Affairs
41. HUAMÁN, Z. 2005. Panorama de los transgénicos en el Perú. Posibles efectos en la Biodiversidad. Ponencia presentada en el Seminario Impactos de los transgénicos en la agricultura sostenible Arequipa noviembre 2005.
 42. Instituto **Colombiano agropecuario-ICA** en Díaz, A. & Lentini, Z. 2007. Estudios de bioseguridad para el maíz GM realizados en Colombia. Publicación Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) – Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
 43. JAROSZ, N., B. LOUBET, B. DURAND, A. MCCARTNEY, X. FOUEILLASSAR AND L. HUBER. 2003. Field measurements of airborne concentration and deposition rate of maize pollen. *Agricultural and Forest Meteorology* 119:37-51
 44. JARVIS, DEVRA I. AND TOBY HODGKIN. 1999. Wild relatives and crop cultivars: detecting natural introgression and farmer selection of new genetic combinations in agro-ecosystem. *Molecular Ecology* 8, S159-S173.
 45. Kiesselbach TA. 1949. The Structure and Reproduction of Corn. Res. Bull. Univ. Nebr. Agr. Expt. Sta. 161.
 46. KIM C, YI H, PARK S, VEON J, KIM D, LEE K, CHANG LEE T. 2006. Monitoring the Occurrence of Genetically Modified Soybean and Maize around Cultivated Fields and at a Grain Receiving Port in Korea. *Journal of Plant Biology* 49(3):218-223.
 47. LAPEÑA, 2007. Semillas transgénicas en centros de origen y diversidad. SPDA. Lima, Perú.
 48. LAVIGNE C, KLEIN E, COUVET D. 2002. Using seed purity data to estimate an average pollen mediated gene flow from crops to wild relatives. *Theor Appl Genet* 104:139– 145.
 49. LAWRENCE, C.J.; DONG, Q.; POLACCO, M.L.; SEIGFRIED, T.E. Y BRENDDEL, V. 2004. MaizeGDB, the community database for maize genetics and genomics. *Nucleic Acids Research* 32:393-397
 50. LUNA, S., J. FIGUEROA, B. BALTAZAR, R. GOMEZ, R. TOWNSEND AND J. B. SCHOPER. 2001. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. *Crop Science* 41:1551-1557.
 51. PARODI L. (2003). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Acme SACI, Buenos Aires, 2ª Ed., Vol. 1, 1972
 52. Ma, B.L. & K.D. Subedi. 2005. Development, yield, grain moisture and nitrogen uptake of Bt corn hybrids and their conventional near-isolines. *Field Crop. Res.* 93: 199-211.
 53. MACKENZIE DONALD. 2002. Who's afraid of GM feed. *Feed Mix.* Vol 10, Num 3.
 54. MARCEAU, A., S. SAINT-JEAN, B. LOUBET, X. FOUEILLASSAR, AND L. HUBER. 2012. Biophysical characteristics of maize pollen: Variability during emission and consequences on cross-pollination risks. *Field Crop. Res.* 127: 51–63
 55. MERCER, K. L. AND J. D. WAINWRIGHT. 2008. Gene flow from transgenic maize to landraces in México: an analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123:109-115.
 56. MESSEGUER, J., 2003. Gene flow assessment in transgenic plants. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 73: 201-212
 57. Miller PD, 1985. Maize Pollen: Collection and Enzymology. Chapter 45, pp 279-282. In: Sheridan WF (ed.). 1985. Maize for Biological Research. A Special Publication of the Plant Molecular Biology Association, USA.
 58. MINISTERIO DEL AMBIENTE-MINAM y SOCIEDAD PERUANA DE DERECHO AMBIENTAL -SPDA (2006). Manual de Legislación ambiental En http://legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=3193

59. MINISTERIO DEL AMBIENTE-MINAM (2016). MORATORIA AL INGRESO DE TRANSGÉNICOS –OVM EN EL PERÚ. 2011-2015. Protegiendo nuestra diversidad BIOLÓGICA Y CULTURAL . Reporte del estado de la implementación de la Ley n.º 29811. En <http://www.minam.gob.pe/informesectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/02/Moratoria-al-Ingreso-de-Transg%C3%A9nicos-OVM.pdf>
60. MONTORO YMELDA Y GERMAN VÉLEZ (2008), Mundo: Los centros de origen y de diversidad deben ser regiones libres de transgénicos en SERVINDI En <https://www.servindi.org/actualidad/3702>
61. Morse RA. 1972. The Complete Guide to Beekeeping. Pelham Books.
62. NORA S., ALBALADEJO R.G., GONZALES MARTINEZ S.C., ROBLEDO-AMUNCIO J.J., APARICIO A. 2011. Movimiento de genes (polen y semillas) en poblaciones fragmentadas de plantas. Ecosistemas revista científica de ecología y medio ambiente 20 (2): 35 – 45. Mayo 2011, Madrid, España, 10 pp.
63. Nowakowski J and Morse R. 1982. The behaviour of honey bees in sweet corn fields in New York state. American Bee Journal, January: 13-16.
64. ORTIZ ENRIQUE -TORRES, AQUILES CARBALLO-CARBALLO, ABEL MUÑOZ-OROZCO, FÉLIX VALERIO GONZÁLEZ-COSSIO (2010). Efecto de la Dispersión de Polen en la Producción de Semilla de Maíz, En Texcoco, México
65. PARODI 2003 En: http://www.agry.purdue.edu/ext/ppt/GMO_Grain Contamination -2003-HO.pdf, 2003.
66. PARODI, L. (1972) Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Acme SACI, Buenos Aires, 2ª Ed., Vol. 1, 1972.
67. PARK K, LEE B, KIM C, KIM D, PARK J, KO E, JEONG S, CHOI K, YOON W, KIM H. 2010. Monitoring the occurrence of genetically modified maize at a grain receiving port and along transportation routes in the Republic of Korea. Food Control 21: 456–461.
68. PETERSON, P., BIANCHI, A. Maize genetics and breeding in the 20th century. World Scientific, River Edge, 1999.
69. Purseglove JW. 1972. Tropical Crops. Monocotyledons 1. Longman Group, London
70. QUIST D Y CHAPELA I, 2001. Transgenic ADN introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. Nature 414: 541-543.
71. RICHROCH, A., J. B. BERGÉ, ET A. MESSÉAN. 2009. Revue bibliographique sur la dispersion des transgènes à partir du maïs génétiquement modifié. C. R. Biologies 332: 861–875.
72. SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (SENASICA). 2013a. Medidas de Bioseguridad para la liberación experimental al ambiente de maíz genéticamente modificado. México. 9 p.
73. RICARDO SEVILLA PANIZO Y MIGUEL HOLLE OSTENDORF (2004). Recursos Genéticos Vegetales. Editores Luis Leon Asociados S.R.L . primera edición 445 p.
74. RITCHIE, S.W. & HANWAY, J.J. 1992. How a corn plant develops. Special report No. 48. Ames, IA, USA, Iowa State University.
75. ROBAYO ANGÉLICA Y AVENDAÑO*, MARÍA G. GALINDO-MENDOZA (2014) Análisis de la probabilidad de dispersión de polen de maíz genéticamente modificado usando el modelo HYSPLIT. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México
76. SAUTHIER MARCELO A. Y FERNANDO D. CASTAÑO (2004). Dispersión del polen en un cultivo de maíz, Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. XV, núm. 29, noviembre, pp. 229-246 Universidad Nacional de Entre Ríos Concepción del Uruguay, Argentina
77. SEMARNAT & INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (2011). Monitoreo atmosférico de polen para la detección de secuencias transgénicas a nivel regional: Calibración del modelo. Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación ambiental, México DF, México, 21 pp.

78. **SILVA CARLOS ARTURO CASTRO (2005)** Maíz Genéticamente Modificado
<http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Maiz20Geneticamente20Modificado.pdf>
79. SNOW, A. A. 2004. Genetic modification and gene flow: an overview. Yearbook of Science and Technology, University of Wisconsin Press. Madison, WI.
80. SPILLANE, C. AND P. GEPTS. 2001. Evolutionary and genetic perspectives on the dynamics of crop gene pools. *In* Broadening the genetic base of crop production, H. D. Cooper, C. Spillane and T. Hodgkin (eds.). CABI Publishing, New York, USA. p. 25-70.
81. STEVENS, W. E., S. A. BERBERICH, P. A. SHECKELL, C. C. WILTSE, M. E. HALSEY, M. J. HORAK AND D. J. DUNN. 2004. Optimizing pollen confinement in maize grown for regulated products. *Crop Science* 44:2146-2153.
82. STEVENS, S.J., STEVENS, E.J., LEE, K.W., FLOWERDAY, A.D. & GARDENER, C.O. 1986. Organogenesis of the staminate and pistillate inflorescences of pop and dent corns: relationship to leaf stages. *Crop Sci.*, 26: 712-718.
83. Perú - UNOPS 2016 en <https://www.unops.org/espanol/where-we-work/latin.../Peru.aspx>
84. UNION OF CONCERNED SCIENTISTS. 2004. Gone to the Seed. Transgenic Contamination in the Tradicional Seed Suply.
85. VINER, B., R., AND W. ARRITT. 2010. Increased pollen viability resulting from transport to the upper boundary layer. *Field Crop Res.* 119: 195–200
86. WEEKES R, ALLNUTT T, BOFFEY C, MORGAN S, BILTON M, DANIELS R, HENRY C. 2007. A study of crop-to-crop gene flow using farm scale sites of fodder maize (*Zea mays* L.) in the UK. *Transgenic Res* (2007) 16

XI. Posibles riesgos

En nuestro plan de trabajo y considerando las regiones de estudio los riesgos son mínimos y para ello tomamos las medidas de prevención en cuanto a salud y seguridad de los investigadores para que no se altere el cumplimiento de los objetivos.

XII. Anexos:

- Anexo 1: Base de datos biología floral
- Anexo 2: Base de climática y ecológica
- Anexo 3: Base de datos agro cultural
- Anexo 4: Mapas temáticos
- Anexo 5: Registro fotográfico