




PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Línea de base de la diversidad de **la calabaza** **y el zapallo** peruano con fines de bioseguridad



PERÚ
NATURAL



**Línea de base de
la diversidad de la
calabaza y el zapallo
peruano con fines de
bioseguridad**

Línea de base de la diversidad de la calabaza y el zapallo peruano con fines de bioseguridad

Ministerio del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales
Dirección General de Diversidad Biológica
Dirección de Recursos Genéticos y Bioseguridad
www.minam.gob.pe

Editado por:

© Ministerio del Ambiente
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales
Dirección General de Diversidad Biológica
Dirección de Recursos Genéticos y Bioseguridad
Av. Antonio Miroquesada 425, Magdalena del Mar, Lima – Perú
Primera edición, noviembre de 2020

Imágenes

@Ministerio del Ambiente

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.º 2020-10263

Diciembre, 2020

Todos los derechos de autoría y edición reservados conforme a la Ley. No está permitida la reproducción total o parcial de los textos y fotografías, por ningún medio, sin la autorización estricta de los autores y editores de la presente edición.

Equipo de edición temática

Verónica Cañedo Torres
Tulio Medina Hinojosa
Jessica Amanzo Alcántara
José Álvarez Alonso

Revisión de contenidos

Gustavo Heiden
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa)
Julia Salazar
Consultora



Presentación

El Perú es uno de los 20 países con más alta diversidad a nivel mundial, y posee un patrimonio genético excepcional, fuente potencial de soluciones para fortalecer la seguridad alimentaria y enfrentar el cambio climático, plagas y otros problemas que pudieran surgir. Entre las especies de gran importancia económica y alimenticia en nuestro país se encuentran la calabaza y el zapallo, cultivadas por los antiguos agricultores peruanos de las culturas preincas Mochica y Chimú, y actualmente distribuidas en diversas regiones de nuestro territorio formando parte de los productos de la agricultura familiar y comercial.

El Ministerio del Ambiente (MINAM)—durante la elaboración de la línea de base de la diversidad de la calabaza y el zapallo peruano con fines de bioseguridad, en cumplimiento de la Ley N.º 29811—ha evidenciado que nuestro país es centro de una gran variabilidad genética de calabazas y zapallos; destaca especialmente, la resaltante diversidad nativa de la especie *Cucurbita pepo*, conocida como javinka, jawinka o avinca, variedades poco conocidas por los pobladores de zonas urbanas.

Producto de este trabajo también se ha enriquecido el banco de germoplasma del INIA y el herbario MOL Augusto Weberbauer de la Universidad Nacional Agraria La Molina con muestras de las cuatro especies del género *Cucurbita*: *C. maxima*, *C. moschata*, *C. ficifolia* y *C. pepo*. Estas especies han sido identificadas por taxónomos certificados y un experto internacional, faltando aún conocer la variabilidad genética intraespecífica de las especies registradas.

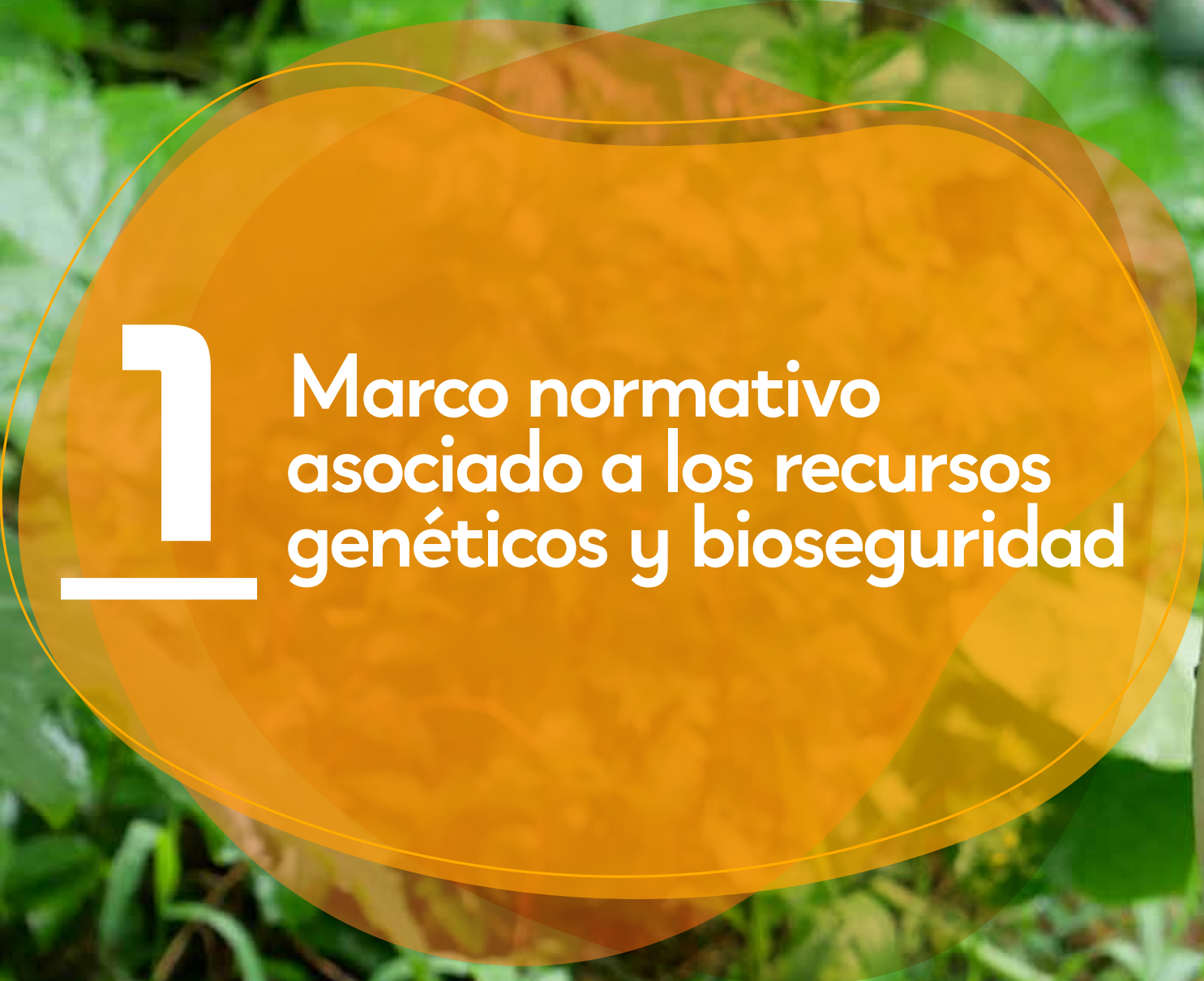
Es necesario revalorar los cultivos de *Cucurbita* como patrimonio natural y cultural, a través de los gobiernos locales y regionales, el sector agrario, las instituciones privadas y la sociedad civil, así como promover y fortalecer investigación de este patrimonio a través de la academia u otras instituciones involucradas. También se debe fomentar su consumo tanto a nivel familiar, especialmente en las zonas urbanas, como a través de compras públicas de los programas sociales, incluyendo los que están a cargo de gobiernos locales y regionales.

La revaloración y utilización sostenible de nuestra diversidad biológica nativa en los tres niveles (ecosistemas, especies y genes) representan importantes oportunidades para un desarrollo sostenible, pertinente culturalmente y competitivo a nivel internacional. No nos cabe duda de que el capital natural puede contribuir significativamente a crear mayor bienestar, especialmente para las poblaciones rurales más vulnerables que conservan de forma tradicional esta diversidad, y nos acercan más al Perú natural e incluso que necesitamos construir para todas las peruanas y peruanos.

Gabriel Quijandría Acosta
Ministro
Ministerio del Ambiente



5	Aspectos socioeconómicos y culturales del cultivo de la calabaza y el zapallo	74
	5.1 Caracterización socioeconómica y cultural del productor	78
	Inclusión social	80
	5.2 Estado actual de los cultivos de calabaza y zapallo en el ámbito nacional	81
6	Propuesta para la gestión de la diversidad y la bioseguridad de la calabaza y el zapallo	85
	6.1 Conservación de la diversidad de la calabaza y zapallo	87
	Conservación <i>in situ</i>	87
	Conservación <i>ex situ</i>	88
	Institucionalidad	88
	6.2 La diversidad de la calabaza y el zapallo frente al cambio climático	89
	6.3 Mejoramiento genético	91
	6.4 Impactos potenciales en la diversidad de la calabaza y el zapallo y sobre su ambiente	93
	Generalidades del análisis de riesgo de OVM	93
	Consideraciones relacionadas con el flujo de genes en <i>Cucurbita</i>	95
	Consideraciones relacionadas con los aspectos socioeconómicos	96
	Bioseguridad y productores	96
	6.5 Propuesta de lineamientos para la gestión de la diversidad biológica	97
	Incentivos de la conservación <i>in situ</i>	98
	Promover la conservación <i>ex situ</i>	98
	Institucionalidad	98
	Mercados alternativos	99
	Referencias bibliográficas	100
	Anexos	110
	Listado de siglas y acrónimos	127



1 Marco normativo asociado a los recursos genéticos y bioseguridad



El Perú es uno de los centros mundiales de diversidad de recursos genéticos. Nuestras poblaciones milenarias han domesticado diversas plantas y animales, heredando el conocimiento de las propiedades, usos y características de la diversidad biológica, el mismo que está ligado al patrimonio genético y cultural de conocimientos y saberes asociados con la agrobiodiversidad. La diversidad genética podría ser alterada o contaminada debido a la introducción de Organismos Vivos Modificados (OVM), por lo que para prevenir este riesgo se ha establecido un marco normativo de bioseguridad nacional e internacional.

1.1 Normas Internacionales

En junio de 1992, en Río de Janeiro, Brasil, se realizó la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como la Cumbre de la Tierra, y se firmó el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993. El Perú ratificó el CDB el 7 de junio de 1993, mediante la Resolución Legislativa n.º 26181. El convenio señala la importancia de la conservación, el mantenimiento y la recuperación de la diversidad biológica *in situ* y *ex situ*, y establece mecanismos para regular la aplicación de la ingeniería genética.

Tiene como objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Asimismo, dispone que los Estados respeten, preserven y mantengan los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales de las comunidades respecto a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, considerando además, como patrimonio cultural, el conocimiento e innovaciones que están asociados a la biodiversidad.

En octubre de 1993, en Santafé de Bogotá, Colombia, la Comisión del Acuerdo de Cartagena promulgó la Decisión 345 (1993) del Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales, estableciéndose las disposiciones que regulan la protección de los derechos de los obtentores de nuevas variedades vegetales a nivel de la Comunidad Andina, mediante otorgamiento de certificación gestionada por el obtentor. Este Acuerdo también fomenta la investigación y promueve las actividades de transferencia tecnológica.

En julio de 1996, en la ciudad de Caracas (Venezuela), la Comisión del Acuerdo de Cartagena promulga la Decisión 391 del Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos, garantizando la participación justa y equitativa de los países de la Comunidad Andina de los beneficios derivados del uso de estos recursos. Esta decisión protege los conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales de las comunidades

indígenas, haciendo hincapié en que quien desee utilizar y desarrollar los principios activos que contienen las plantas y los microorganismos deberá contar con la autorización correspondiente y suscribir un contrato de acceso con el Estado.

Posteriormente, el 29 de enero del 2000 en Montreal (Canadá), fue aprobado el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, como un tratado internacional que regula el movimiento transfronterizo de los Organismos Vivos Modificados (OVM) o transgénicos. El Perú lo ratificó mediante Resolución Legislativa n.º 28170, el 15 de febrero del 2004, entrando en vigor el 13 de julio de ese mismo año. El Protocolo de Cartagena tiene como objetivo garantizar la bioseguridad de la transferencia, manipulación y utilización de los OVM, teniendo en cuenta los efectos adversos para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, considerando además los riesgos para la salud humana. Fomenta asimismo la concienciación, educación y participación pública relativas a la utilización de los OVM, y establece la evaluación y gestión de riesgos como sustento para la toma de decisiones.

Después de siete años de negociaciones, en noviembre del 2001, la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) adoptó el tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009), en concordancia con el CDB. Este tratado es vital para asegurar la disponibilidad constante de los recursos fitogenéticos, que indudablemente constituyen la materia prima indispensable para el mejoramiento genético de los cultivos que los países necesitarán para alimentar a sus pueblos.

Asimismo, reconoce la enorme contribución que hacen los agricultores y sus comunidades locales e indígenas a la conservación y el desarrollo de los recursos fitogenéticos, los que constituyen la base de la producción alimentaria y agrícola en el mundo. Esto es muy relevante, en particular, en los centros de origen y de diversidad de plantas cultivadas, como es el caso del Perú. Esta es la base de los derechos de los agricultores, que incluyen la protección de los conocimientos tradicionales y el derecho a la distribución equitativa de los beneficios, así como la participación en la adopción de decisiones nacionales relativas a los recursos fitogenéticos. En este sentido, los gobiernos deben adoptar medidas pertinentes para proteger y promover los derechos del agricultor.

En el año 2002, la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible llamó a los gobiernos a negociar un régimen internacional para promover la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Posteriormente, el año 2004, el grupo de trabajo



de composición abierta sobre acceso y participación en los beneficios, que fue establecido en el marco del CDB, recibió el mandato de negociar un régimen internacional que abarcara estos temas. Es así que, en la décima reunión de la Conferencia de las Partes celebrada en Nagoya en 2010, se adoptó el Protocolo de Nagoya (SCDB, 2011), cuyo objetivo es compartir los beneficios provenientes de la utilización de los recursos genéticos de manera equitativa, contribuyendo a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

El Protocolo de Nagoya ofrece mayor seguridad jurídica y transparencia, tanto a los proveedores como a los usuarios de recursos genéticos, y ayuda a garantizar la participación en los beneficios, en particular cuando los recursos genéticos salen del país de origen. También establece condiciones más previsibles para el acceso a los recursos genéticos, alienta el adelanto de la investigación en recursos genéticos, que podría conducir a nuevos descubrimientos para beneficio de todos, y crea incentivos para la conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos, mejorando la contribución de la diversidad biológica al desarrollo y bienestar humano.

1.2 Normas nacionales

La Constitución Política del Perú (1993) cautela nuestros recursos naturales como patrimonio natural de la nación, determina la Política Nacional del Ambiente y promueve la conservación de la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas en el territorio nacional, así como el desarrollo

sostenible de la Amazonía. Establece que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación. Este mandato es ejercido por el Estado de forma multisectorial, a través del MINAM, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), el Ministerio de Salud (MINSA), el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS), la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), y los gobiernos regionales y locales. Para ello, en los últimos 30 años se han emitido dispositivos legales que buscan garantizar la protección, conservación y aprovechamiento de nuestros recursos naturales, y específicamente la biodiversidad, así como garantizar la bioseguridad respecto a los OVM.

El 8 de julio de 1997 entró en vigencia la Ley n.º 26839 sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica, cuyo alcance es conservar la diversidad biológica y la utilización sostenible en concordancia con los artículos 66º y 68º de la Constitución Política del Perú y el CDB. Esta Ley tutela el acceso a los recursos genéticos o sus productos derivados, y los derechos otorgados sobre los recursos biológicos, enfatizando que la investigación, desarrollo, producción, liberación, introducción y transporte en todo el territorio nacional de OVM, deben contar con mecanismos de seguridad destinados a evitar los daños al ambiente y la salud humana. Esta ley también privilegia la conservación de la biodiversidad *in situ* en áreas naturales protegidas y el manejo regulado de otros ecosistemas naturales, a fin de garantizar la conservación y el uso sostenible. Además, promueve el establecimiento de centros de conservación *ex situ* a

través de herbarios, jardines botánicos y bancos de genes, y reconoce la necesidad de proteger los conocimientos tradicionales de las comunidades campesinas, nativas y locales asociados a la diversidad biológica que constituyen el patrimonio cultural.

La Ley n.º 27104 sobre Prevención de Riesgos del Uso de la Biotecnología, promulgada el 19 de abril de 1999 y reglamentada mediante Decreto Supremo n.º 108-2002, norma la seguridad de la biotecnología de acuerdo a la Constitución Política y al CDB, siendo el fin la protección del ambiente, de la salud humana y de la diversidad biológica. Asimismo, promueve la investigación, regula, administra y controla los riesgos derivados de la liberación de los OVM. Con su reglamento se implementa la conducción del registro público de los OVM y sus productos derivados, cuando estos hubiesen sido autorizados o rechazados. Por otro lado, otorga a los órganos sectoriales competentes, a través de sus reglamentaciones específicas, la responsabilidad de hacer cumplir las disposiciones inherentes a la seguridad de la biotecnología establecida en el CDB, y evaluar los posibles efectos que cause la liberación de los OVM. También se regula la investigación, producción, manipulación, transporte, almacenamiento, conservación, intercambio y comercialización de OVM en el territorio nacional.

En julio de 2002 se promulgó la Ley n.º 27811, Ley del régimen de protección de los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas vinculados a los recursos biológicos, la que dictamina el reconocimiento de sus derechos. El Estado peruano reconoce el derecho y la facultad que tienen los pueblos y comunidades indígenas de decidir sobre sus conocimientos colectivos acumulados sobre las propiedades, usos y características de la diversidad biológica, que son transmitidos de generación en generación. Con el objetivo de preservar y salvaguardar los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas, el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOP) lleva un registro nacional público de conocimientos tradicionales, permitiendo la defensa de los intereses de los pueblos indígenas. Cabe señalar que la institución que requiera el acceso a los conocimientos colectivos con fines de aplicación científica, comercial e industrial, deberá solicitar el consentimiento informado previo de las organizaciones representativas de los pueblos indígenas que posean el conocimiento colectivo.

El 4 de junio del 2004, mediante Decreto Supremo n.º 008-2005-PCM, se presentó el reglamento de la Ley n.º 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA), regulando el funcionamiento del SNGA, conformado sobre la base de las instituciones estatales, órganos y oficinas de los

distintos ministerios, organismos públicos descentralizados e instituciones públicas a nivel nacional, regional y local, que ejerzan competencias, atribuciones y funciones en materia de ambiente y recursos naturales. Los sistemas regionales y locales de gestión ambiental forman parte integrante del SNGA, el cual cuenta con la participación del sector privado y la sociedad civil. El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) hoy MINAM, como autoridad ambiental nacional y ente rector del SNGA, aseguró el eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, debiendo fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental en el ejercicio de sus atribuciones ambientales, a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite, en el ejercicio de ellas, superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos. Es función del SNGA orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

En mayo del 2008 se crea, a partir del CONAM, el Ministerio del Ambiente, en cumplimiento del artículo 67º de la Constitución Política del Perú. Posteriormente, el 22 de mayo del 2009 se publica el Decreto Supremo n.º 012-2009-MINAM que aprueba la Política Nacional del Ambiente, la que establece los lineamientos de política para los recursos genéticos y la bioseguridad.

Entre los lineamientos sobre recursos genéticos, se encuentran los siguientes:

- a. Impulsar la conservación de los recursos genéticos nativos y naturalizados y fomentar la investigación, desarrollo y su utilización sostenible para el incremento de la competitividad de los sectores y actividades productivas.
- b. Incentivar la conservación *in situ* de los recursos genéticos y desarrollar, promover y alentar diferentes formas de conservación *ex situ*.
- c. Impulsar la identificación y protección de las zonas del territorio nacional de elevada diversidad genética declarándolas libres de transgénicos.
- d. Fomentar el desarrollo de la biotecnología, priorizando el uso de los recursos genéticos nativos y naturalizados.
- e. Fomentar de manera estratégica la obtención y uso de recursos genéticos no nativos de importancia económica para el país.
- f. Promover la participación pública y privada, nacional



y extranjera, así como las alianzas estratégicas, en la investigación, conservación y utilización de los recursos genéticos en el marco de la normatividad nacional vigente.

- g. Impulsar el uso de mecanismos para la protección de los conocimientos tradicionales y el conocimiento científico, relacionados con los recursos genéticos, mediante la propiedad intelectual.

Entre los lineamientos sobre bioseguridad se encuentran los siguientes:

- a. Establecer mecanismos para regular, bajo parámetros científicos, toda actividad que involucre el uso de OVM, así como el uso seguro y responsable de la biotecnología moderna y de sus productos derivados.
- b. Identificar las aplicaciones de la biotecnología moderna, y evaluar su pertinencia y oportunidad en la solución de problemas específicos de los procesos productivos nacionales o en la generación de servicios, de forma inocua, competitiva y sostenible.
- c. Promover la utilización responsable de la biotecnología moderna sin que perjudique procesos productivos que ya son competitivos y sostenibles, y cuyos bienes y productos sean apropiados y apropiables.
- d. Construir y desarrollar un sistema regulatorio basado en la aplicación de análisis de riesgos transparentes y científicos, capaces de garantizar la inocuidad y

trazabilidad de los bienes o servicios obtenidos a través de la aplicación de la biotecnología moderna, respondiendo a las demandas de los consumidores, a nuestra condición de país megadiverso y al contexto de continuos desarrollos tecnológicos.

- e. Establecer criterios científicos, ambientales, socioeconómicos y políticos, para un sistema de bioseguridad y uso responsable de la biotecnología, con niveles de seguridad compatibles con la política nacional de comercio exterior y de promoción de la innovación local y nacional.
- f. Generar, usar y difundir información de calidad sobre bioseguridad, para contribuir a la toma responsable de decisiones entre proveedores y usuarios, y en aras de la construcción de una opinión pública adecuadamente informada.
- g. Generar y fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas de gestión y de infraestructura de las instituciones que tengan como ámbito de acción la regulación de la biotecnología moderna, necesarias para la implementación de los marcos legales nacionales e internacionales de bioseguridad.

Asimismo, en el año 2009 se aprobó el Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos, Decreto Supremo n.º 003-2009-MINAM, a través del cual se regulan y desarrollan las disposiciones contenidas en la Decisión 391 del Acuerdo de Cartagena (1996), que aprueba el Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos. Su finalidad es prever las condiciones para una participación justa y equitativa



en los beneficios derivados del acceso, y sentar las bases para la valoración, conservación y desarrollo de capacidades científicas, fortaleciendo la capacidad negociadora del país, especialmente cuando se trata de comunidades y pueblos indígenas.

En el mes de mayo del 2011 se publicó el Decreto Supremo n.º 035-2011-PCM, que reglamenta la protección a los derechos y obligaciones de los obtentores de todas las variedades vegetales protegidas de los géneros y especies botánicas, facilitando el acceso a la protección de las variedades vegetales, dinamizando y uniformizando los trámites establecidos, de tal manera que se generen procedimientos efectivos que posibiliten la protección de tales derechos.

El 9 de diciembre de 2011 se promulgó la Ley n.º 29811, que establece la moratoria al ingreso y producción de organismos vivos modificados (OVM) al territorio nacional por un periodo de diez años, con la finalidad de fortalecer las capacidades nacionales, desarrollar la infraestructura y generar líneas de base respecto a la biodiversidad nativa, que permita una adecuada evaluación de las actividades de liberación de OVM al ambiente. Su reglamento fue aprobado mediante Decreto Supremo n.º 008-2012-MINAM, el cual establece la generación, contenido y priorización de las líneas de base, dirigidas hacia la obtención de información científica y tecnológica, relativa al estado de la biodiversidad nativa, incluyendo la diversidad genética de las especies nativas

que pueden potencialmente ser afectadas por los OVM y su utilización, con fines de regulación, las mismas que forman parte de los insumos necesarios en los análisis de riesgo para la liberación de los OVM al ambiente.

Con fecha 20 de julio del 2016 se promulgó el Decreto Supremo n.º 006-2016-MINAM, que aprueba el procedimiento y el plan multisectorial para la vigilancia y alerta temprana respecto de la liberación de OVM en el ambiente. Esta norma señala como una de las funciones de las entidades responsables de la vigilancia el determinar las especies priorizadas que serán incluidas en los planes anuales de vigilancia programada de cada departamento, teniendo especial consideración en las especies nativas o más vulnerables, con la opinión favorable del MINAM. El plan de vigilancia tiene como finalidad detectar la presencia de OVM liberados en el ambiente, para prevenir, mitigar y controlar los potenciales efectos adversos que puedan ocasionar, y establecer un espacio de coordinación con las entidades responsables de vigilancia.

De acuerdo con la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley n.º 27867, la presidencia regional tiene las atribuciones de promulgar ordenanzas regionales, que son normas de carácter general de organización, administración y materias que son de su competencia. Respecto a los OVM, 15 gobiernos regionales han emitido ordenanzas que declaran sus territorios como libres de transgénicos (tabla 1).

Tabla 1. Ordenanzas regionales

Fecha	Región	Ordenanza Regional N.º
30 de agosto, 2007	Cusco	010-2007-CR/GRC-CUSCO
30 de julio, 2009	Ayacucho	015-2009-GRA-CR
19 de noviembre, 2009	San Martín	035-2009-GRSM/CR
8 de julio, 2010	Huánuco	097-2010-GRH-CR
22 de diciembre, 2010	Tacna	025-2010-CR-GOB-REG-TACNA
30 de enero, 2011	Lambayeque	001-2011-CR-LAMB
10 de mayo, 2011	Junín	114-2011-GRJ-CR
25 de junio, 2011	Lima	006-2010-CR-RL
18 de julio, 2011	Loreto	066-2011-GRL-CR
9 de agosto, 2011	Arequipa	Acuerdo Regional 066-2011-GRA/CR AQP
25 de agosto, 2011	Cajamarca	025-2011-GRCAJ-CR
23 de setiembre, 2011	Áncash	008-2011-GRA-CR
20 de noviembre, 2011	Puno	016-2011-GRP-CRP
7 de diciembre, 2011	Huancavelica	197-GOB REG-HVCA/CR
10 de marzo, 2012	Madre de Dios	012-2011-GRMDD/CR

Fuente: Delgado Gutiérrez (2015)



2 Diversidad de la calabaza y el zapallo



El Perú es uno de los principales centros de diversidad y de recursos genéticos del mundo, especialmente de especies importantes para la agricultura y la alimentación. Dentro de esta diversidad encontramos las cucurbitáceas, familia con especies de importancia económica y alimenticia, en especial el género *Cucurbita*, cuyas especies ya eran cultivadas por los antiguos peruanos.

La diversidad genética responde a las características del entorno, donde estas especies se encuentran distribuidas en diferentes pisos ecológicos y agroecosistemas que responden a su adaptación. Es así que en el continente americano el género *Cucurbita* incluye a 22 especies silvestres y cinco cultivadas (Whitaker & Bemis, 1964).

En el Perú se encuentran cuatro especies cultivadas: *C. maxima*, *C. moschata*, *C. ficifolia* y *C. pepo*, y los antecedentes indicaban la ausencia de especies silvestres y poblaciones naturales cuyos fenotipos y genotipos hayan sido modificados por manipulación humana (Bautista *et al.*, 2012, citado por MINAM, 2014) [figura 1]. Sin embargo, *C. ecuadorensis* Cutler & Whitake, descrita como la primera especie silvestre del noroeste de Sudamérica, ha sido encontrada en excavaciones precerámicas y previas al maíz en la costa peruana, y actualmente se registra en el departamento de Lambayeque, donde se le conoce como “shisguín” (comunicación personal Dr. Leopoldo Vásquez). Existe la probabilidad de que se pueda encontrar en determinadas lomas costeras del norte del país, después de eventos de El Niño. Esta especie parece



Figura 1. Diversidad de calabaza y zapallo del Perú

estar más estrechamente relacionada con *C. maxima* y *C. maxima* subsp. *andreana* Naudin de América del Sur, que con otras especies del género (Cutler & Whitaker, 1969). Es una enredadera que a menudo se encuentra trepando sobre otra vegetación, en bosques costeros secos del Ecuador, donde es conservada en la reserva privada de Jauneche y el Parque Nacional Machalilla. Su principal amenaza es la fragmentación del hábitat, por lo que actualmente esta considerada en estado vulnerable de conservación (Santiana & Pitman, 2004).

Las especies del género *Cucurbita* son diploides ($2n=40$), es decir, cuentan con dos juegos de cromosomas (Lira, Eguarte & Montes, 2009). Sin embargo, se cree que estas especies fueron originalmente poliploides, pero con el tiempo se han convertido en diploides (Singh, 1989; Weeden & Robinson, 1986). Desde el punto de vista genético, Singh (1989) menciona que las especies cultivadas *C. pepo*, *C. moschata* y *C. maxima* tienen genomas idénticos mientras que *C. ficifolia* podría ser diferente, lo que explicaría las distancias filogenéticas observadas por otros autores (figura 2).

Actualmente, se han identificado genes relacionados con marcadores morfológicos en este género (Paris & Nelson, 2004; Paris & Padley, 2014), pero en nuestro país esta diversidad genética ha sido poco estudiada. A nivel internacional se cuenta con numerosos estudios sobre la composición genética de estas especies, estudios filogenéticos, de flujo de genes y domesticación con marcadores moleculares, estudios de diversidad morfológica y cruzabilidad, entre otros.

Una especie silvestre sudamericana es *C. maxima* subsp. *andreana*, el ancestro de *C. maxima* (Bisognin, 2002), originaria del norte de Argentina, y se encuentra distribuida en Argentina, Bolivia, Chile y Uruguay (Whitaker & Bemis, 1964; Ashworth & Galetto, 1999). El resto de especies silvestres se encuentran en Norte y Centro América, especialmente en México, considerado centro de origen del género (Lira-Saade, 1995).

Respecto a las especies cultivadas, en nuestro país existe una gran variabilidad genética inter e intra específica, observándose una notable diversidad morfológica, poco estudiada, de sus frutos (colores, formas, tamaños, dureza de la cáscara del fruto, textura de la pulpa, etc.), semillas, periodos fenológicos, y variantes locales con características agroecológicas particulares.

A nivel mundial se reconocen cultivares comestibles de hábito subarborescente y rastrero-trepador (Tapley *et al.*, 1937, citado por Lira-Saade, 1995). Sin embargo, en nuestro territorio, tradicionalmente se han cultivado las variedades

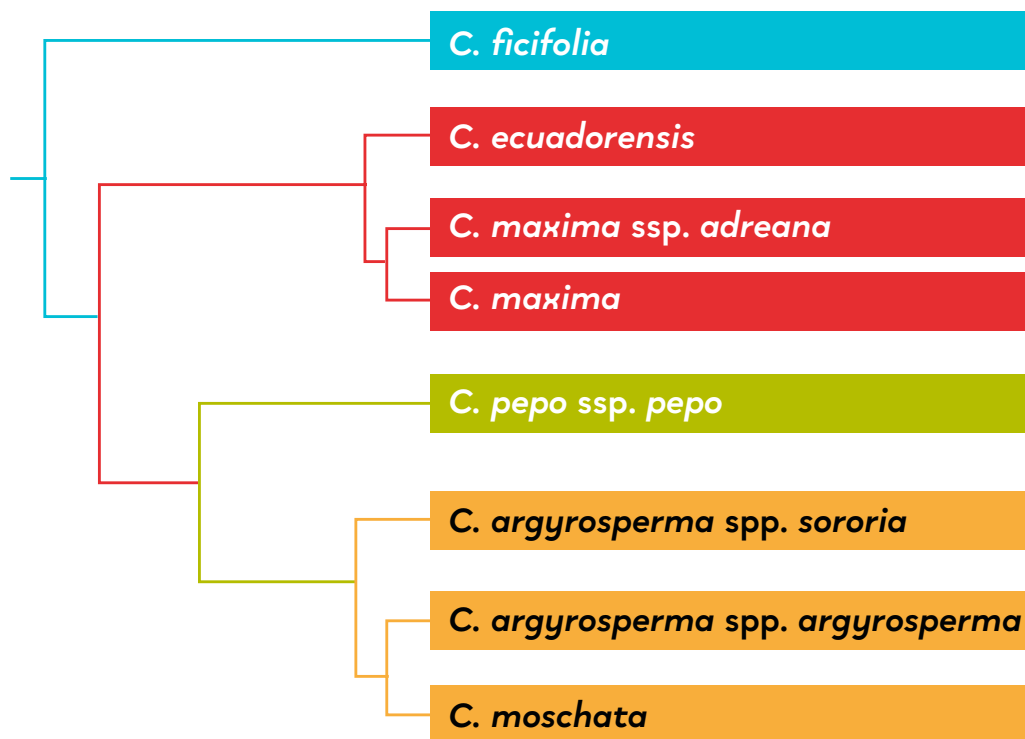


Figura 2. Filogenia de las especies cultivadas de *Cucurbita* (adaptado de Eguiarte *et al.*, 2018)

de hábito rastrero-trepador, siendo reconocidas las especies *C. moschata*, *C. maxima* y *C. ficifolia*. En la segunda mitad del siglo XX fue introducido el cultivo de variedades subarbutivas de *C. pepo*, conocidas con los nombres locales de zapallito italiano, calabacín o zucchini, siendo consideradas como las únicas representantes de esta especie en nuestro territorio.

El presente documento es fruto de un trabajo realizado a nivel nacional, a través de prospecciones y evaluaciones de las cuatro especies de *Cucurbita* entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019. En estas prospecciones se evidenció la presencia de variedades nativas de *C. pepo* conocidas con los nombres de jawinca, javinca, avinca y coacho, las que presentan un hábito rastrero-trepador. Este hallazgo contradice lo afirmado por Lira *et al.* (2009), quienes restringen el cultivo de variedades nativas de esta especie sólo a México y el norte de Centroamérica.

2.1 Clasificación taxonómica

El género *Cucurbita* pertenece a la familia de las Cucurbitaceae, la cual está constituida por 118 géneros y 825 especies aproximadamente (Lira & Rodríguez-Arévalo,

2006), de las cuales 27 pertenecen al género *Cucurbita*, que está dividido en dos grupos ecológicos: especies perennes xerofíticas y especies anuales mesofíticas. Las especies domesticadas pertenecen al último grupo.

Lira-Saade (1995) hace una revisión del género y propone 15 especies, introduciendo algunas antes identificadas como subespecies. Dentro de este agrupamiento *C. maxima* constituye un grupo con las subespecies *C. maxima* subsp. *andreana* y *C. maxima* subsp. *maxima*; mientras que *C. pepo* constituye un grupo con las subespecies *C. pepo* subsp. *pepo*, *C. pepo* subsp. *texana* y *C. pepo* subsp. *fraterna*; las especies *C. ficifolia* y *C. moschata* conservan su carácter único.

Los criterios de clasificación taxonómica están basados en características anatómicas, morfológicas, citológicas, fisiológicas y genéticas (tabla 2), entre otras, dando origen a grupos o taxones de características similares (Pontificia Universidad Católica de Chile [PUCCHI], s.f.). Para realizar la identificación taxonómica se elaboró una clave con base en la descripción de las características taxonómicas realizadas por Lira-Saade (1995) y la identificación de especies cultivadas de *Cucurbita* realizadas por Heiden *et al.* (2007).

Tabla 2. Ubicación taxonómica de las especies de *Cucurbita*

Ubicación taxonómica de las especies de <i>Cucurbita</i>	
Clado	Angiospermas (Angiospermae)
Clado	Mesangiospermas (Mesangiospermae)
Clado	Eudicotiledoneas (Eudicotyledoneae)
Clado	Gunneridas (Gunneridae)
Clado	Pentapetalas (Pentapetalae)
Clado	Superrosidas
Clado	Rosidas
Clado	Eurrosidas
Clado	Fabidas
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Cucurbita</i> L.
Especie	<i>Cucurbita pepo</i> L. (1753)
	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne (1786)
	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne (1818)
	<i>Cucurbita ficifolia</i> P.M.Bouche (1837)

2.2 Centros de origen y diversificación

Vavilov (1951), citado en Fortuny *et al.*, (2017), definió los centros de origen de las plantas cultivadas como las áreas donde se encuentra una alta diversidad de variedades, incluyendo la presencia de parientes silvestres junto a las especies domesticadas. Con la intervención de la arqueología, genética, botánica y otras disciplinas se han descubierto nuevos centros de origen para plantas domesticadas (Fortuny *et al.*, 2017). Por otra parte, el centro de origen puede también ser definido como el área geográfica en donde surge una especie y desde donde se dispersa, o como la región donde se inició el proceso de domesticación y donde existen parientes silvestres de dicha especie (MINAM, 2014). Los centros de diversificación no necesariamente se ubican en los centros de origen de una especie (CONABIO, 2019), pero son importantes porque enriquecen el patrimonio alimentario y cultural de una región.

La domesticación de las cucurbitáceas comenzó hace 11 000 años en el nuevo mundo y Asia, y aparentemente en un periodo más reciente en África. Algunos de estos cultivos se domesticaron solo una vez, otros, varias veces (por ejemplo, el melón en diferentes poblaciones asiáticas y africanas).

Los estudios de la domesticación realizados en los últimos

años se han beneficiado de la creciente integración de datos arqueológicos y genómicos con los conocimientos de las colecciones de herbario, los rangos geográficos naturales de las especies y las adaptaciones climáticas (Chomicki, Schaefer & Renner, 2020).

Cucurbita es un género americano y se considera que su centro de origen se encuentra en las regiones semitropicales y tropicales del sur de México y Centroamérica, pues en esa región se encuentra una alta diversidad, tanto por el número de especies silvestres como de cultivadas (Whitaker & Bemis, 1964; Priori, Barbieri & Mistura, 2010; Lira-Saade, 1995).

Dentro de las especies cultivadas, *C. pepo* fue la primera en ser domesticada, aproximadamente hace 8000 a 10 000 años y, probablemente, su centro de origen se hallaría al sur de México (Sanjur, Piperno, Andrés & Wessel, 2002; Lira-Saade, 1995; Whitaker, 1981). En nuestro país se han encontrado restos arqueológicos de esta especie en el sitio Pampa de Ánimas en el Valle de Huaura, pertenecientes al Horizonte medio, que abarca 700 a 1200 años d. C. (Van Dalen, Altamirano & Huamán, 2013). En cuanto a *C. moschata*, se han hallado restos arqueológicos antiguos que datan entre 5000 a 8000 a. C (Sanjur *et al.*, 2002; Lira-Saade, 1995; Whitaker, 1981). Esta especie parece tener dos centros de diversificación, en México (el más importante) y en el norte de Sudamérica, en particular en Colombia, donde aún se encuentran cultivares con características primitivas (Sanjur *et al.*, 2002). En el Perú

se han encontrado semillas de esta especie en Huaca Prieta (3000 a.C.), Valle Virú (600 – 1100 a.C.) [Whitaker, 1981] y Lima (Chacaltana & Cogorno, 2018). Asimismo, las culturas Mochica (1 a 800 años d.C.) y Chimú (1300 a 1532 d.C.) dejaron evidencias en sus cerámicos de la importancia de esta especie, tal como se evidencia en la figura 3.

Respecto a *C. ficifola*, esta se encuentra como especie nativa desde México hasta el norte de Chile y Argentina (Bisognin, 2002; Whitaker & Bemis, 1975; Engels, Ebert, Thormann & Vivente, 2006). En México se han realizado búsquedas intensivas, pero infructuosas del progenitor silvestre, descartando la posibilidad de que este sea su centro de origen, lo que conlleva a pensar que esta especie tenga origen sudamericano (Sanjur *et al.*, 2002). Además, los únicos restos arqueológicos de esta especie se han encontrado en el Perú, en Huaca Prieta (3000 a.C.).

La otra especie cultivada que encontramos en nuestro país es *C. maxima* subsp *maxima* (en adelante *C. maxima*), la que tiene como origen la región norte de Argentina, cuyo posible ancestro sea la especie silvestre *C. maxima* subsp. *andreaana* (Whitaker & Bemis, 1975; Hurd, Gorton & Whitaker, 1970). Restos arqueológicos de esta especie se han encontrado

en la costa norte peruana, en el valle de Virú, que datan de aproximadamente 4000 a.C. donde pudo haber sido domesticada. En este asentamiento se hallaron evidencias del cambio de consumo de *C. maxima* por *C. moschata* en la costa norte de nuestro país (West & Whitaker, 1979). Además, se han encontrado restos de *C. maxima* en Ica y Lima (600 a.C) [Whitaker, 1981; Chacaltana & Cogorno, 2018].

Es importante mencionar que, a pesar de que la mayoría de las especies de este género son silvestres, en Sudamérica sólo contamos con dos de ellas: *C. maxima* subsp. *andreaana*, que se encuentran principalmente en el norte de Argentina y sur de Bolivia, y *C. ecuadorensis*, que se encuentra restringida a las costas de Ecuador y en la costa norte del Perú. Estas dos especies comparten un ancestro común junto a *C. maxima* (Whitaker & Bemis, 1964).

De acuerdo a Hurd *et al.* (1970) una explicación a la escasa presencia de especies silvestres en Sudamérica es la similitud que hay de las especies domesticadas con sus ancestros silvestres, por lo que se deduce que hubo cruzamiento entre ellas, provocando la pérdida de los fenotipos silvestres.



Figura 3. a) Cerámica de zapallo loche de la Cultura Mochica (1 a 800 d.C.) b) Cántaro que representa una calabaza estilo Chimú (1300 a 1532 d.C.). Museo de Leymebamba, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas.

Además, afirman que la presencia de polinizadores, como las abejas del género *Peponapis* y *Xenoglossa*, que han coevolucionado junto con *Cucurbita*, serían una prueba de que los ancestros de las especies de *Cucurbita* cultivadas fueron parte de la flora de Sur y Norteamérica antes de la llegada del hombre; y que la presencia de tres especies de estas abejas [*Peponapis fervens* Smith, *Peponapis citrullina* (Cockerell), *Peponapis melonis* (Friese)], que sólo se encuentran en Sudamérica, refuerzan la teoría de que los ancestros silvestres de las especies de *Cucurbita* sudamericanas se encontraron en esta parte del continente al menos hace 25 000 años, tiempo adecuado para que ocurra la coevolución del polinizador y las especies de *Cucurbita* (figura 4). Cabe señalar que el género *Xenoglossa* se distribuye en Centro y Norteamérica (Hurd et al., 1970).

La especie *P. melonis* reportada en Ecuador, no ha sido observada en nuestro territorio, a pesar de su cercanía con la costa norte del Perú, donde también se ha encontrado la especie silvestre *C. ecuadorensis*, por lo que se necesitan estudios más exhaustivos para verificar su presencia o ausencia de estas especies en nuestro territorio.

En las prospecciones realizadas entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019 se ha registrado la presencia de las especies de abejas *P. fervens* y *P. citrullina*, forrajeando en las cuatro especies de *Cucurbita* cultivadas en nuestro territorio y se ha colectado especímenes en Apurímac, Ayacucho, Lambayeque, Ica, Cusco, Huancavelica y Piura.

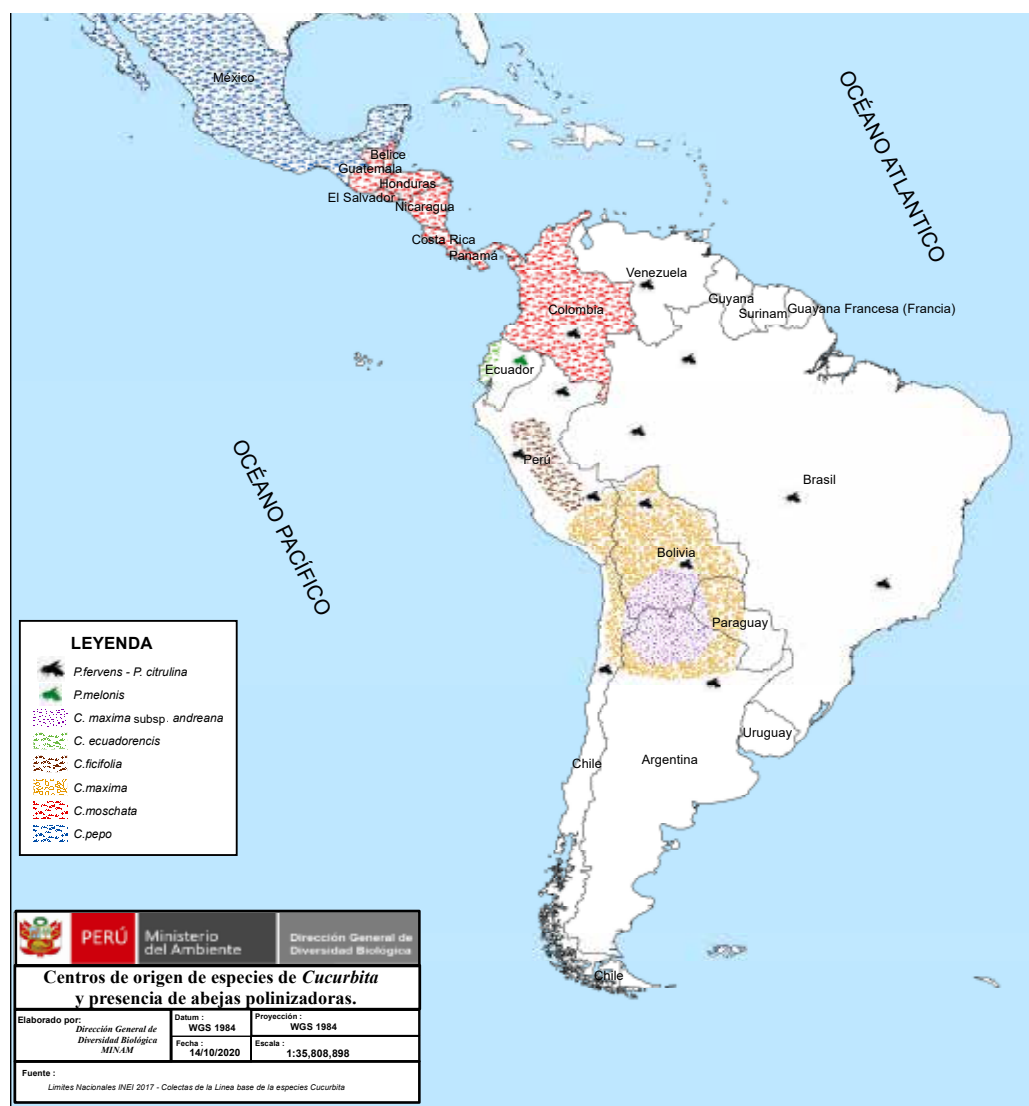


Figura 4. Centros de origen de *Cucurbita maxima*, *C. moschata* y *C. pepo* y distribución de las especies silvestres sudamericanas *C. maxima* subsp. *andreana* y *C. ecuadorensis*. Presencia de abejas sudamericanas *P. fervens*, *P. citrullina* y *P. melonis*. Adaptado de Esquinas–Alcázar y Gulick (1983). Mapa GeolDEP.

2.3 Diversidad en el Perú

Determinación de distritos a prospectar

Para llevar a cabo los estudios sobre la diversidad de calabazas y zapallos en el Perú, se realizaron prospecciones durante noviembre de 2018 y setiembre de 2019 en el territorio nacional. Para la identificación de los lugares prospectados y evaluados se utilizó la metodología de la “máxima representatividad geográfica”, que consiste en identificar la mayor cantidad de datos georreferenciados disponibles, estandarizándolos en una base de datos espacial. Con esta información se realizaron los análisis de máxima entropía según el modelo propuesto por el Centro para la Biodiversidad y la Conservación en el Museo Americano de Historia Natural (AMNH), que permite establecer el análisis de densidad de presencia de las especies con el modelo de densidad de Kernel (herramienta de ArcMap), el cual calcula las zonas con mayor ocurrencia de las especies.

Los resultados fueron superpuestos con las capas de zona de vida, cobertura vegetal, regiones naturales y el mapa de agroecosistemas, y se generó una matriz nacional a nivel de distrito. A esta se añadió la intención de siembra en la campaña agrícola 2018-2019 (MIDAGRI) y la base de parcelas del CENAGRO (2012) con los registros de los cultivos de zapallo, calabaza, zapallito italiano y zapallo loche (INEI, 2012). Además, se agregaron los registros históricos de los cultivos de las cuatro especies de *Cucurbita*: *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. moschata* y *C. pepo* obtenidas de bases de datos de biodiversidad, investigaciones publicadas y colecciones de herbarios de universidades nacionales. La matriz de distritos se ordenó en función a la cantidad de especies e intención de siembra, seleccionando aquellos con mayor representatividad dentro de cada departamento.

Con el fin de estimar la distribución (rango geográfico) de cada especie se utilizó el *software* MAXENT, sujeto a las restricciones derivadas de las condiciones ambientales en las ubicaciones de ocurrencia registradas. Los datos y las variables anuales y mensuales utilizados fueron descargados del centro de distribución de datos del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, por sus siglas en inglés).

Para generar la densidad ecológica de cada especie, se utilizó los datos de la información recopilada con el método “Densidad de Kernel”, el cual consiste en interpolar una

serie de puntos con sus coordenadas, hallando una distancia representativa de búsqueda y se obtuvo como resultado las zonas con mayor densidad probable de la especie.

Con la información generada para las cuatro especies, se realizó una matriz por especies y distritos para relacionar las variables estudiadas y seleccionar según el orden de prioridad, de acuerdo al área de alta probabilidad de existencia de la especie hallada con el método de máxima entropía y con alta densidad de especies según el algoritmo de “Densidad de Kernel” e intención de siembras. Finalmente, en los 24 departamentos fueron seleccionados 272 distritos donde se realizaron las evaluaciones para el presente estudio. La relación de los distritos prospectados se presenta en el anexo 1.

Zapallos cultivados y nativos

Las dos especies de *Cucurbita* presentes en el Perú, *C. maxima* y *C. moschata*, son domesticadas, es decir, son especies cultivadas y las podemos diferenciar en dos grupos: i) los cultivares o variedades comerciales, las que generalmente son mejoradas y de uso difundido como el zapallo macre, el zapallo loche, o el zucchini, y ii) las variedades locales, conocidas también como variedades nativas (Eguiarte *et al.*, 2018). Cabe resaltar que esta denominación puede prestarse a confusiones pues la palabra nativa tiene un significado mucho más amplio, pero que en este caso se usa para denominar aquellas variedades presentes en determinadas localidades que son cultivadas principalmente con prácticas agrícolas tradicionales.

Respecto a la especie *C. maxima*, para la cual se usa el nombre de origen quechua “sapallu” (zapallo), tenemos una alta variabilidad. Esta es la especie más comercial en nuestro país, pues se encuentra en todos los mercados del territorio nacional y es la única especie de *Cucurbita* que se siembra como monocultivo en grandes extensiones. Las variedades comerciales de *C. maxima* son el zapallo macre, zapallo sambo o crespo y zapallo de carga. Se ha evidenciado la presencia de variedades nativas de autoconsumo llamados zapallito nativo (departamento de Junín), gorra zapallo (departamento de San Martín) y zapallo cabuco (departamentos de Loreto y Ucayali).

Esta especie presenta una alta variabilidad en el fruto y las semillas, posee una gran gama de tonalidades en colores del fruto (blanco, crema, verde, plomo, naranja, marrón y jaspeados), forma (redonda, alargada y piriforme), textura de pulpa (fina, arenosa y fibrosa), cáscara del fruto (lisa, rugosa y acanalada) y semilla (blancas, crema, amarillo oscuro y doradas) [figura 5].



Figura 5. Variabilidad de frutos de la especie de zapallo *Cucurbita maxima*

La especie *C. moschata* en otras latitudes es conocida como calabaza, pero en el Perú es conocida como zapallo criollo, siendo su variedad representativa el zapallo loche, nombre ligado a las tradiciones de las culturas del norte del Perú. Esta variedad ancestral es comercial, de alto valor gastronómico, de propagación vegetativa y cultivada en medianas extensiones. Asimismo, contamos con variedades nativas de esta especie, las que se distribuyen en la costa norte y en la vertiente oriental de nuestro territorio, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Loreto, San Martín, Lima, Junín, Ucayali, Madre de Dios, Pasco y Puno. Estas variedades nativas se cultivan para autoconsumo y, si bien, en

la mayoría de los casos son conocidas como zapallo criollo, se han reportado variedades con nombres regionales como zapallo shupe, lagarto zapallo, zapallo yunga, zapallo verdura, zapallo de la selva, zapallo chuncho, zapallo huicco, entre otros.

En cuanto a la forma del fruto existe gran variabilidad de formas caprichosas (redonda, alargada, piriformes y cuello de ganso), color (blanco, verde, verde con rayas blancas, blanco con rayas verdes, crema, naranja y jaspeadas), tamaño variable, textura de la pulpa (fina y arenosa) y sabor, siendo muy agradable y apetecible en la alimentación para el consumo humano (figura 6).



Figura 6. Variabilidad de frutos de la especie de zapallo *Cucurbita moschata*

Calabaza

A las especies *C. ficifolia* y *C. pepo* se les conoce como calabazas, término español que denomina al fruto de estas especies. En otras latitudes la calabaza es un producto comercial, mientras que en el Perú es un cultivo de autoconsumo, con excepción de la variedad mejorada introducida *C. pepo*, que es conocida como zapallito italiano.

La especie *C. ficifolia* es conocida por una gran variedad de nombres locales como chiclayo, lacayote, lachahuite, chiuche y sambumba. Posee una variabilidad mayor a la reportada por Heiden *et al.* (2007) y Lira-Saade (1995), no sólo en el color, sino también en tamaños y formas del fruto. Esta especie presenta diferentes tonalidades de color (amarillo, verde, jaspeada, blanco, verde limón, verde con rayas blancas) y forma (ovoide, alargada, redonda, cuello de ganso y piriforme) [figura 7]. Las semillas presentan tonalidades negras, blancas

y marrones, y la textura de la pulpa del fruto es fibrosa y de color blanco. Sin embargo, su variabilidad es menor que las otras tres especies de *Cucurbita*. Se distribuye en los valles interandinos de las regiones Yunga y Quechua, en las dos vertientes de los Andes a lo largo de todo el Perú.

La especie *C. pepo* es la menos representada en nuestro país en términos geográficos. La variedad más conocida es una mejorada e introducida llamada zucchini. Sin embargo, se han encontrado variedades nativas de esta especie que presentan una gran variabilidad de formas (entre redondas y alargadas), de color (verde, jaspeado, amarillo y anaranjado), de textura de pulpa fibrosa, cáscara (dura y lisa) y color de semillas (cremas y blancas) [figura 8]. Estas variedades se distribuyen en Ica, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Cusco, donde se les conoce como jawinca, javinca, avinca, coacho y cushi. Este cultivo es de autoconsumo y parece estar relacionado profundamente con las tradiciones ancestrales de los lugares donde se desarrolla.

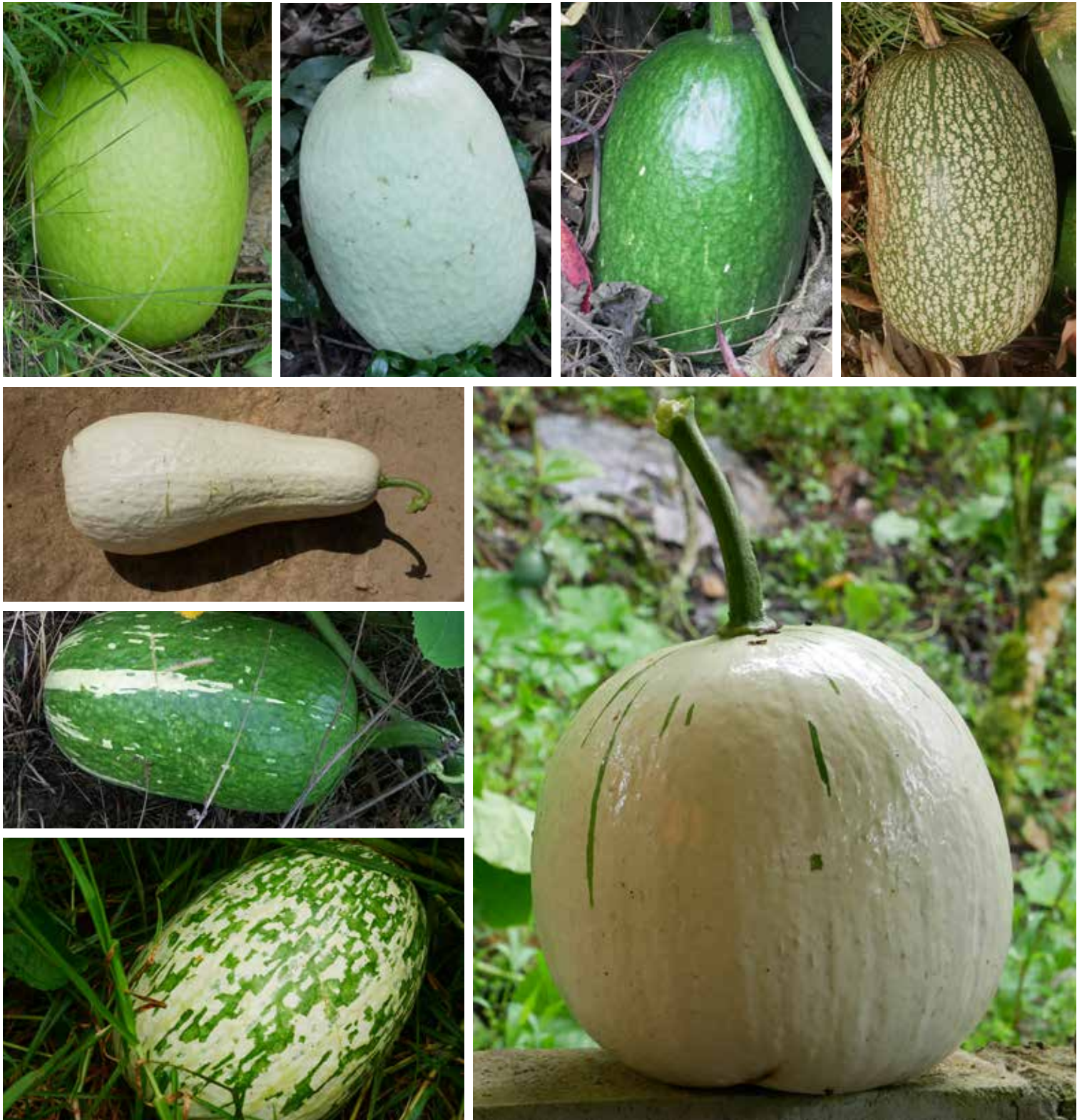


Figura 7. Variabilidad de frutos de la especie de calabaza *Cucurbita ficifolia*



Figura 8. Variabilidad de frutos de la especie de calabaza *Cucurbita pepo*

La diversidad de las especies de *Cucurbita* encontrada en nuestro territorio está relacionada con la combinación de la selección natural y la realizada por el hombre. En el caso de las variedades de jawinca, estas pertenecen a la especie de *Cucurbita* más cultivada en el mundo (con su variedad comercial zucchini), adquiriendo mayor relevancia en temas de bioseguridad, debido a la posible introgresión de transgenes en caso del ingreso de OVM, y a la pérdida de diversidad por presión de la agricultura comercial, migración y pérdida de conocimientos tradicionales sobre su manejo. Este riesgo aumenta si consideramos que estas regiones en el Perú al parecer son las únicas en donde se encuentra el cultivo de variedades nativas de *C. pepo* en América de Sur, y que sus relaciones filogenéticas aún no han sido estudiadas.

Distribución de la diversidad de la calabaza y el zapallo

Nuestro país es uno de los centros de origen y diversificación de algunos de los recursos genéticos de plantas y animales más importantes del mundo. Posee valores muy altos en

variedad de los cultivos de papa, ajíes, granos andinos, tubérculos y raíces andinas, asimismo, posee una gran diversidad de especies frutales, cucurbitáceas (zapallos), plantas ornamentales y plantas medicinales, estando distribuidas en los diferentes ecosistemas y agroecosistemas del territorio nacional (MINAM, 2010).

La diversidad y la variabilidad genética son consecuencia de los procesos de domesticación como resultado de la selección que ha realizado el hombre, orientada a la adaptación en los diferentes ecosistemas y basada en múltiples criterios tradicionales y de identidad cultural (Pickersgill, 2007). A fin de conocer la distribución de la diversidad de calabazas y zapallos en el territorio nacional, se realizaron 1587 prospecciones a nivel distrital en los 24 departamentos del Perú, correspondiendo a 273 para *C. maxima*, 246 para *C. moschata*, 1040 prospecciones para *C. ficifolia* y 28 para *C. pepo* (tabla 3 y figura 9).

Respecto a las especies de zapallo, *C. maxima* está distribuida en 23 departamentos del país, no evidenciándose su presencia en Tumbes, mientras que *C. moschata* se

encuentra distribuida en 16 departamentos del país, pero no en Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Ica, Moquegua y Tacna. Respecto a las especies de calabaza, *C. ficifolia* se encuentra distribuida en 17 departamentos del territorio nacional, con excepción de Ica, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Tacna, Tumbes y Ucayali y *C. pepo* se cultiva en su variedad mejorada (zucchini) en 8 departamentos de nuestro territorio: Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Lima, Loreto y Puno.

Es importante mencionar, que se ha registrado variedades nativas de *C. pepo* en los departamentos de Apurímac,

Ayacucho, Cusco, Huancavelica e Ica (comunicación personal del agricultor Luis Ramírez de Ica, marzo 2019, quien mencionó que antiguamente sembraban la javinka). A esta especie se la conoce de acuerdo a la localidad como javinka, jawinka, avinca, coacho y cushi. La variabilidad de esta especie no ha sido registrada en nuestro país, y la información obtenida de las prospecciones corresponde a una primera aproximación de la diversidad genética de *C. pepo*. Los agricultores afirman que se ha venido cultivando estas variedades por sus antepasados, pasando de generación en generación, lo que indicaría que esta es una especie de origen ancestral.

Tabla 3. Presencia de las especies del género *Cucurbita* en las prospecciones realizadas por departamento. 2018-2019

N°	Departamento	Prospecciones por especie				Total	Total de especies
		<i>C. ficifolia</i>	<i>C. maxima</i>	<i>C. moschata</i>	<i>C. pepo</i>		
1	Amazonas	30	2	18	0	50	3
2	Áncash	87	20	0	0	107	2
3	Apurímac	199	19	0	7	225	3
4	Arequipa	6	61	0	1	68	3
5	Ayacucho	157	10	0	5	172	3
6	Cajamarca	111	4	14	0	129	3
7	Cusco	149	9	7	6	171	4
8	Huancavelica	46	4	0	3	53	3
9	Huánuco	73	13	3	0	89	3
10	Ica	0	27	0	0	27	1
11	Junín	11	10	1	0	22	3
12	La Libertad	37	5	6	0	48	3
13	Lambayeque	1	4	35	0	40	3
14	Lima	5	35	3	3	46	4
15	Loreto	0	2	19	1	22	3
16	Madre de Dios	0	5	17	0	22	2
17	Moquegua	23	8	0	0	31	2
18	Pasco	14	9	1	0	24	3
19	Piura	54	4	26	0	84	3
20	Puno	37	2	3	2	44	4
21	San Martín	0	2	52	0	54	2
22	Tacna	0	16	0	0	16	1
23	Tumbes	0	0	29	0	29	1
24	Ucayali	0	2	12	0	14	2
TOTAL		1040	273	246	28	1587	

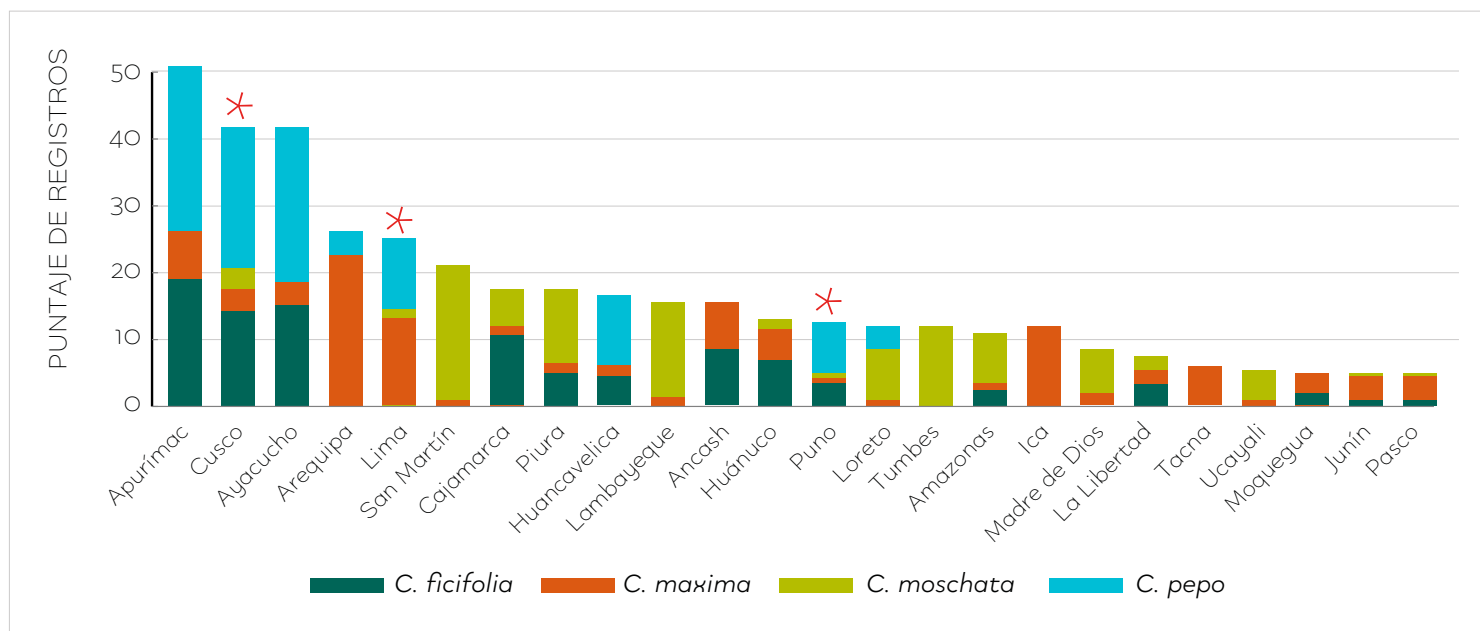


Figura 9. Registro de las especies (%) del género *Cucurbita* encontradas en las prospecciones por departamento, 2018-2019. * Departamentos con 4 especies.

Se ha elaborado el mapa de diversidad de estas especies a partir de las prospecciones realizadas en campo entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019, lo cual permitió identificar los lugares de existencia por cada especie.

Para elaborar el mapa de diversidad se realizaron tres grandes procesos utilizando la información de levantada en las prospecciones:

i. Se elaboró la matriz de densidad potencial de la especie, que se calcula utilizando el modelo de densidad de Kernel, teniendo como resultado las áreas con mayor densidad representativa de la especie en función a los puntos georreferenciados de las prospecciones.

ii. Se halló la matriz de probabilidad de máxima entropía, la cual fue modelada con los puntos georreferenciados de las prospecciones y las variables climáticas, atmosféricas y orográficas.

iii. Se realizó el análisis espacial de estos dos resultados que utilizó el cuartil superior de cada resultado para realizar una matriz única, en la cual se describe qué especies pueden tener alta probabilidad de ocurrencia y densidad en un espacio determinado.

Con esta información se elaboraron los mapas de densidad de cada una de las especies, *C. maxima*, *C. moschata*, *C. ficifolia* y *C. pepo*, así como el mapa de diversidad de las cuatro especies (figuras 10, 11, 12, 13, 14).

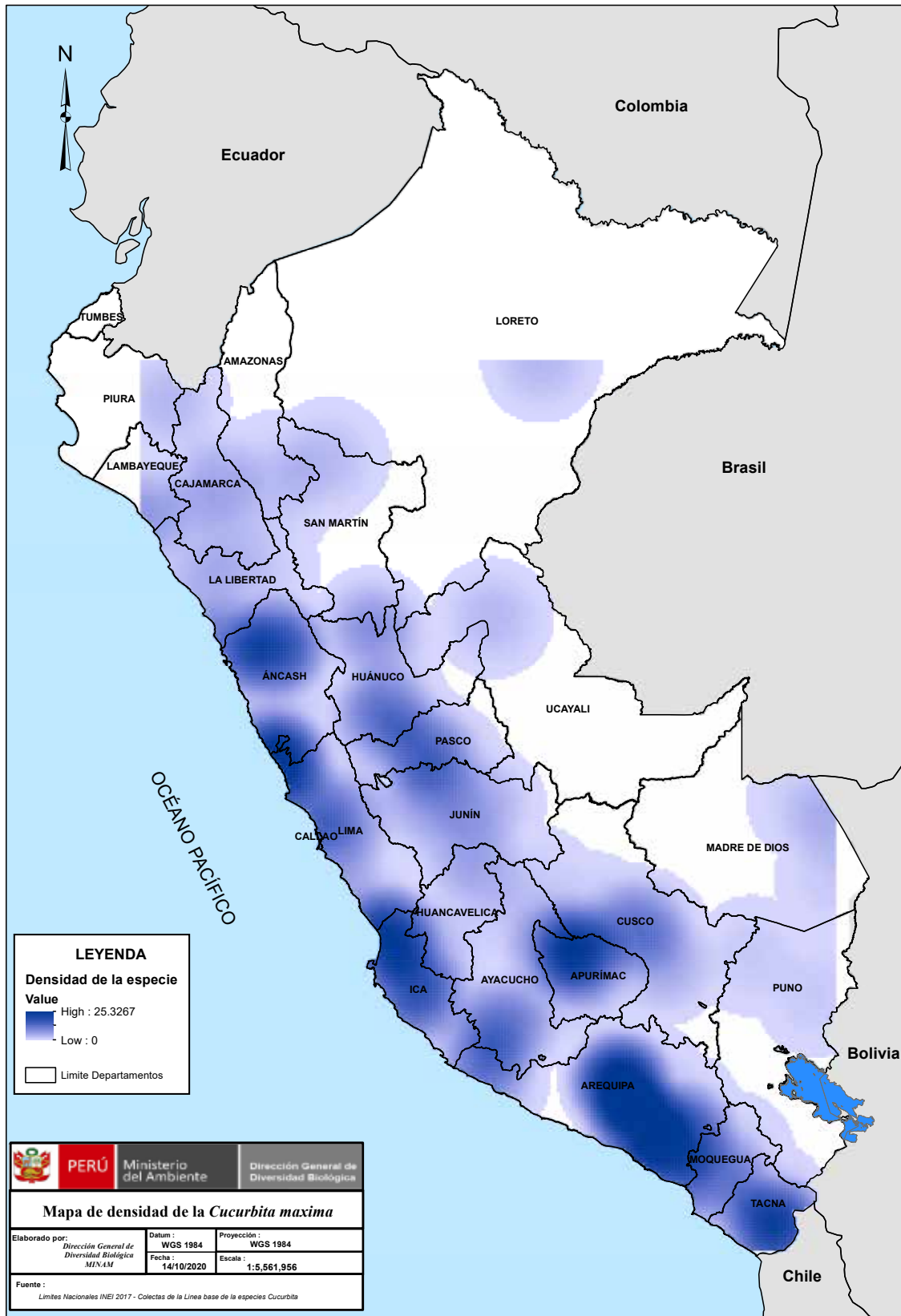


Figura 10. Mapa de distribución actual y potencial del zapallo *Cucurbita maxima*

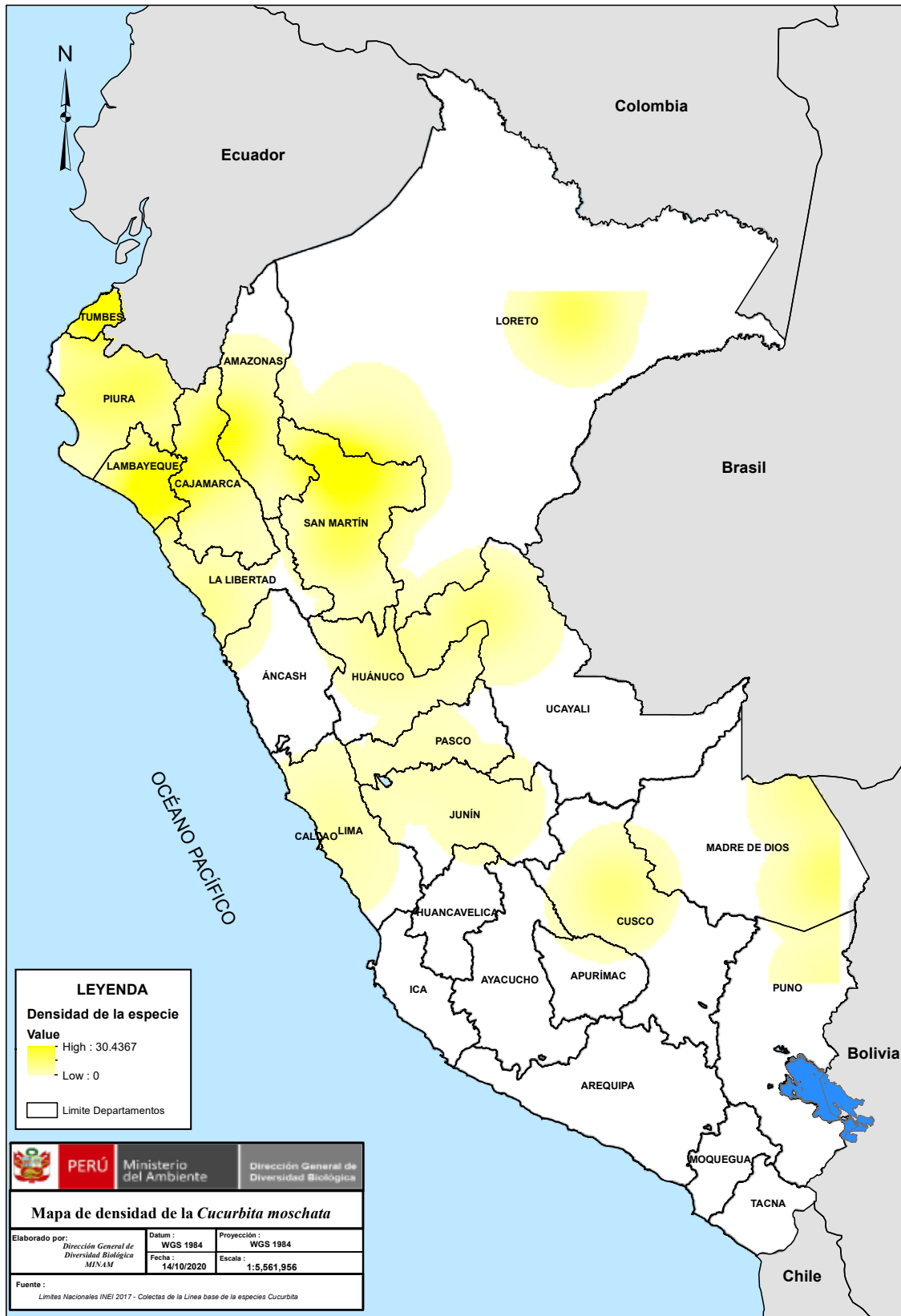


Figura 11. Mapa de distribución actual y potencial del zapallo *Cucurbita moschata*

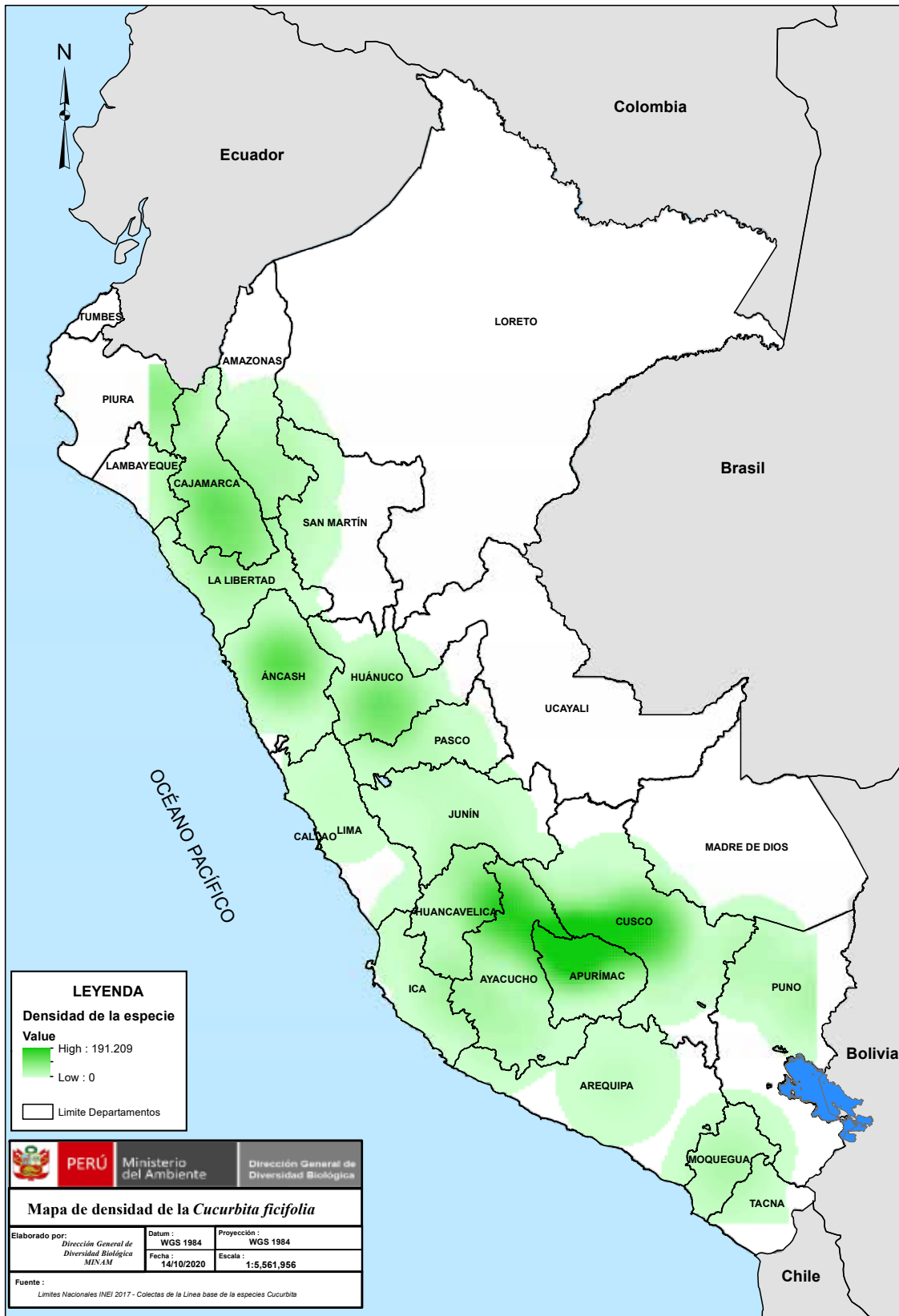


Figura12. Mapa de distribución actual y potencial de la calabaza *Cucurbita ficifolia*

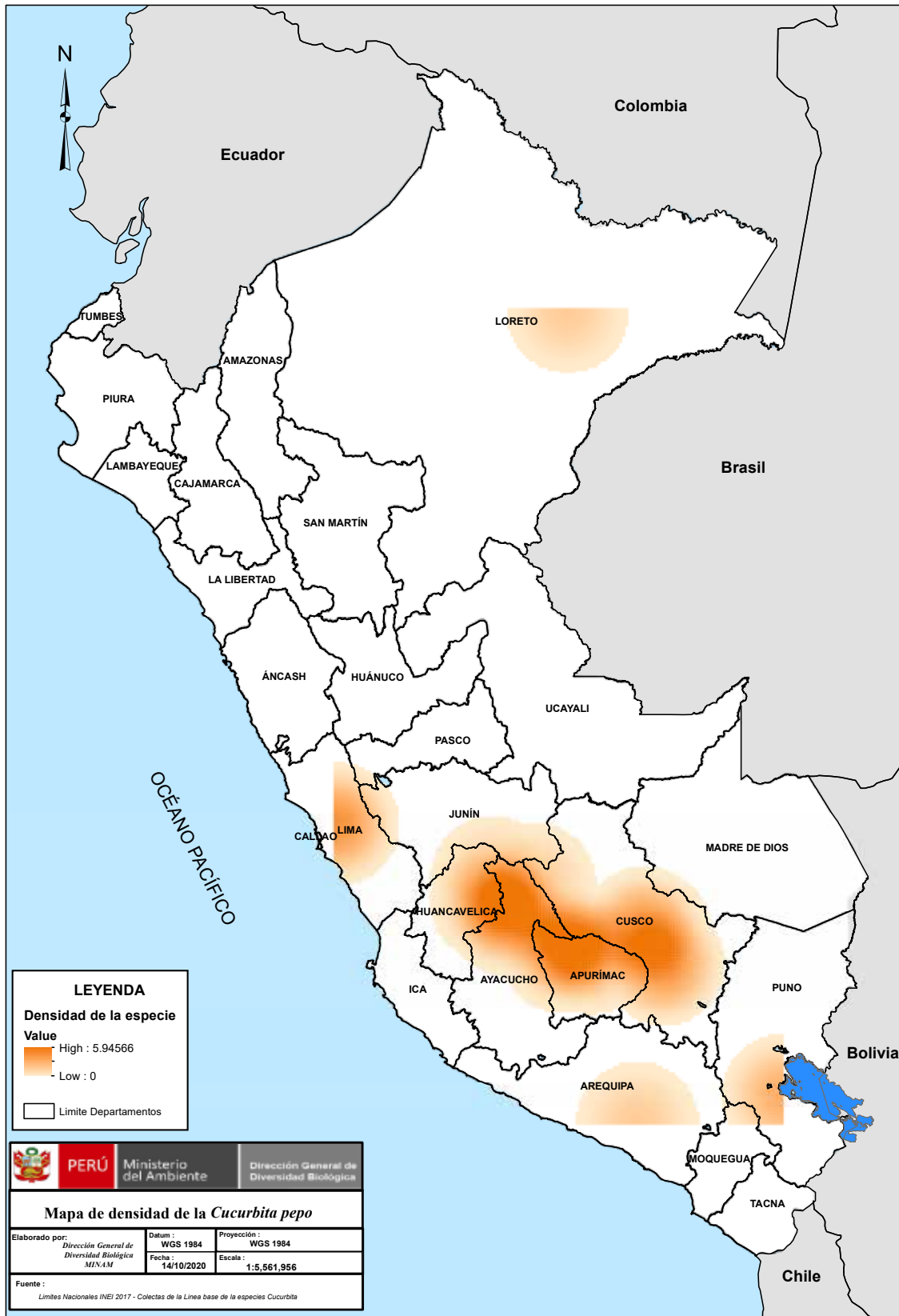


Figura 13. Mapa de distribución actual y potencial de la calabaza *Cucurbita pepo*

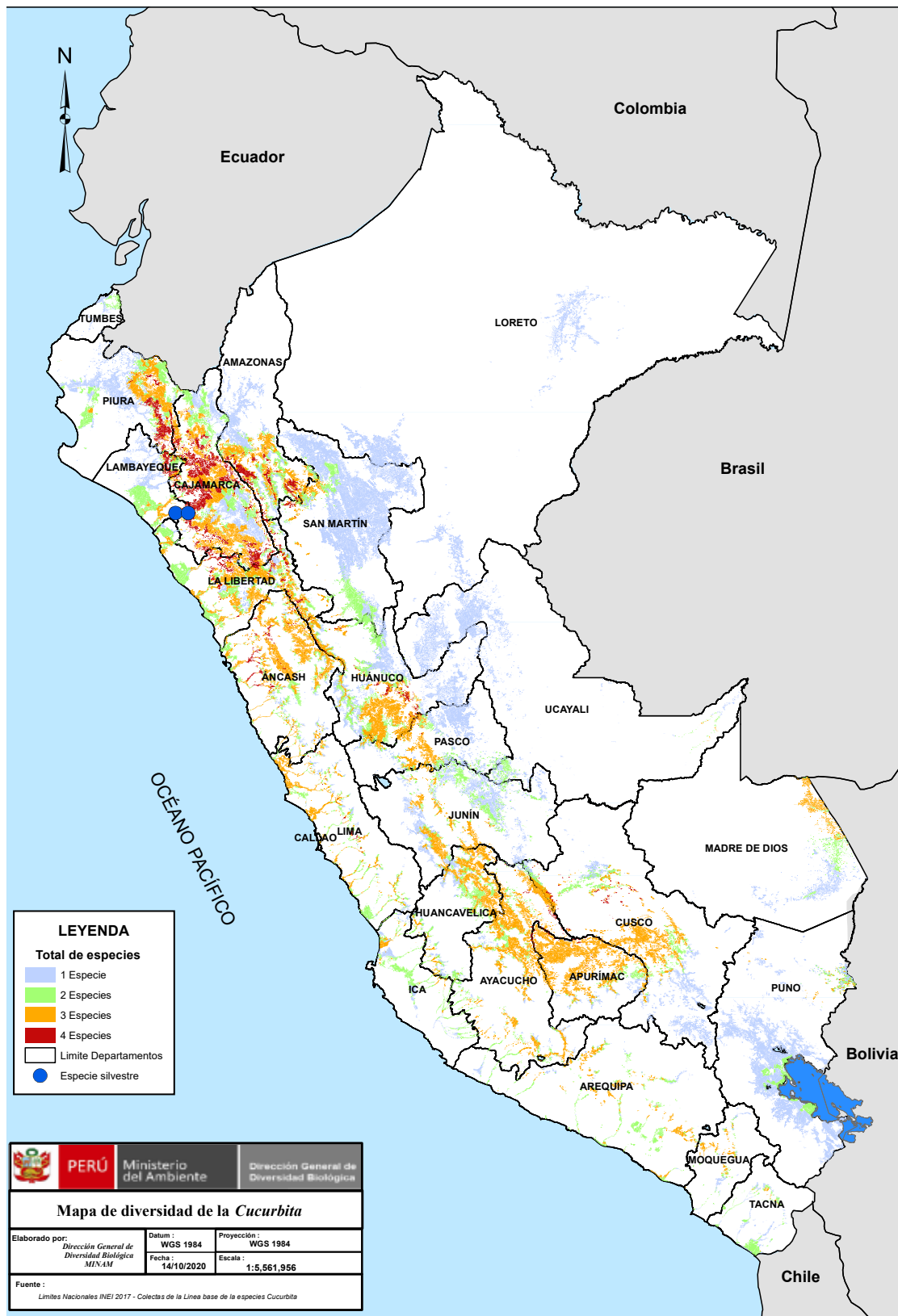


Figura 14. Mapa de diversidad de las especies cultivadas de zapallos y calabazas del género *Cucurbita*.

Los especímenes vouchers obtenidos a partir de muestras botánicas de la calabaza y el zapallo colectadas durante el presente estudio (2018 y 2019) y que fueron identificadas por taxónomos certificados y un experto internacional en este género han sido depositadas en el herbario MOL Augusto Weberbauer de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) [figura 15]. Estos especímenes representativos son de gran utilidad para la identificación posterior de nuevas colecciones del género *Cucurbita*.

En lo que se refiere a las presencia de subespecies de cucúrbitas en nuestro territorio, cabe resaltar que se requiere utilizar métodos moleculares para esta determinación, considerando que se trata de un grupo de especies que aún no se ha trabajado a nivel de taxonomía molecular ni se han aclarado sus relaciones filogenéticas.

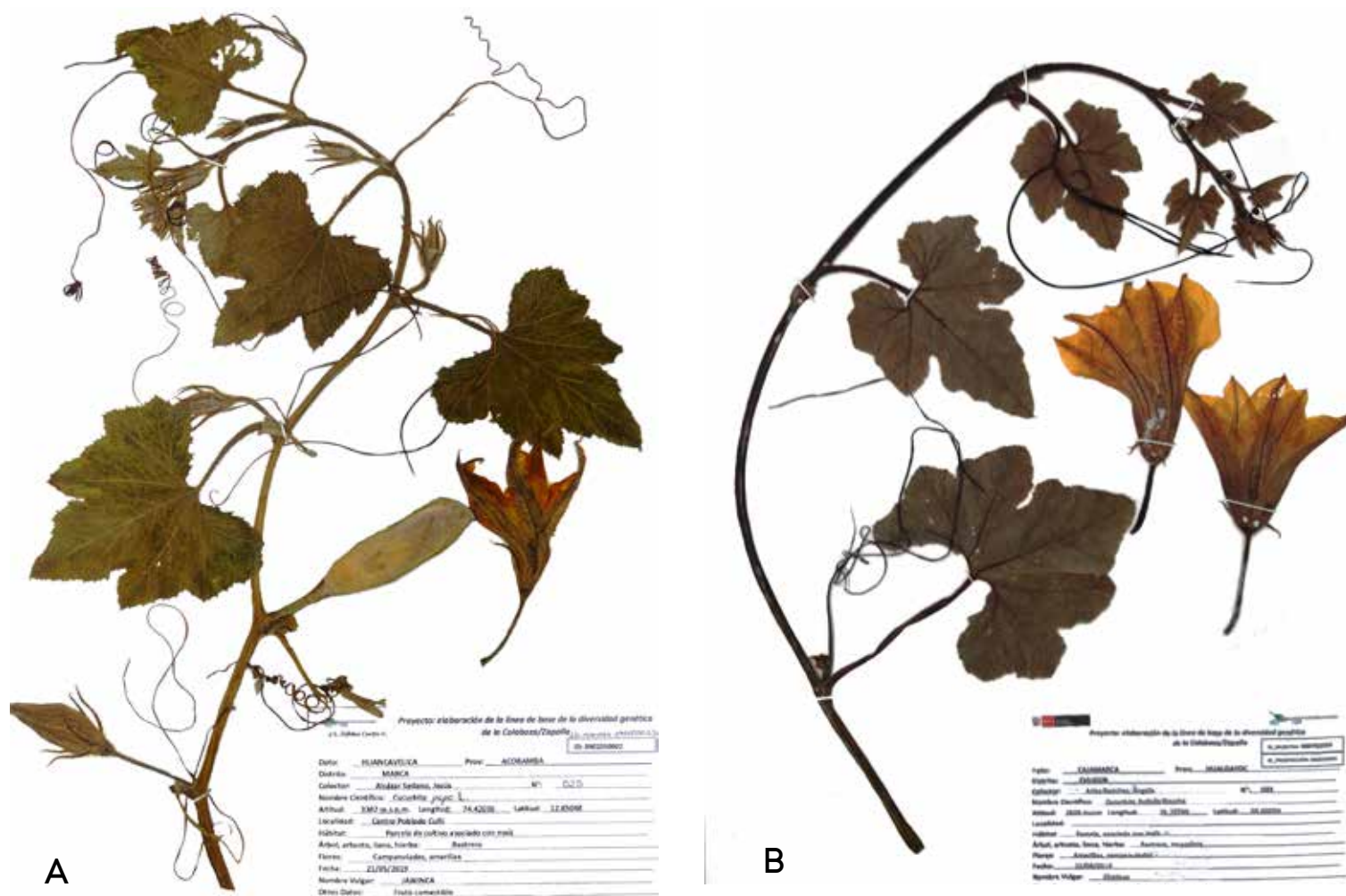


Figura 15. Muestras botánicas herborizadas y depositadas en el herbario MOL Augusto Weberbauer de la Universidad Nacional Agraria La Molina: a) *Cucurbita pepo*, b) *Cucurbita ficifolia*

2.4 Biología floral

La reproducción sexual de las plantas está determinada por diversos aspectos, como la estructura floral, la fenología, la fisiología floral y los factores ambientales. Es por ello que el estudio de la biología floral de estas plantas es importante para un buen manejo local de la especie y para su propagación en diferentes regiones (Ángel, Nates, Ospina, Melo & Amaya, 2011).

Las especies del género *Cucurbita* son plantas monoicas, es decir, presentan flores femeninas y masculinas en la misma planta, aunque en Lambayeque se han encontrado algunas flores hermafroditas en *C. moschata*. Este hallazgo se ha dado en poquísimas flores, en las que se ha observado una superposición de las estructuras estaminadas y pistiladas.

Algunos autores han reportado plantas hermafroditas como en *C. maxima* (Nicodemo, Nogueira, Braga & De Jong, 2007) y *C. foetidissima* (Lira *et al.*, 2009). Sin embargo, estos autores solo mencionan plantas hermafroditas sin detallar las características de dicho hermafroditismo.

En este género la polinización es necesariamente entomófila, realizada por insectos, pues los granos de polen son pesados, pegajosos y no están adaptados al transporte por el viento. Las abejas son los principales polinizadores, especialmente los géneros *Xenoglossa* y *Peponapis*, que han coevolucionado con el género *Cucurbita*. En nuestro país se ha registrado la presencia de dos especies del género *Peponapis* de las tres registradas en Sudamérica (Hurd *et al.*, 1970), las que junto con la abeja melífera constituyen el principal grupo de polinizadores de la calabaza y el zapallo en nuestro país (figura 16).

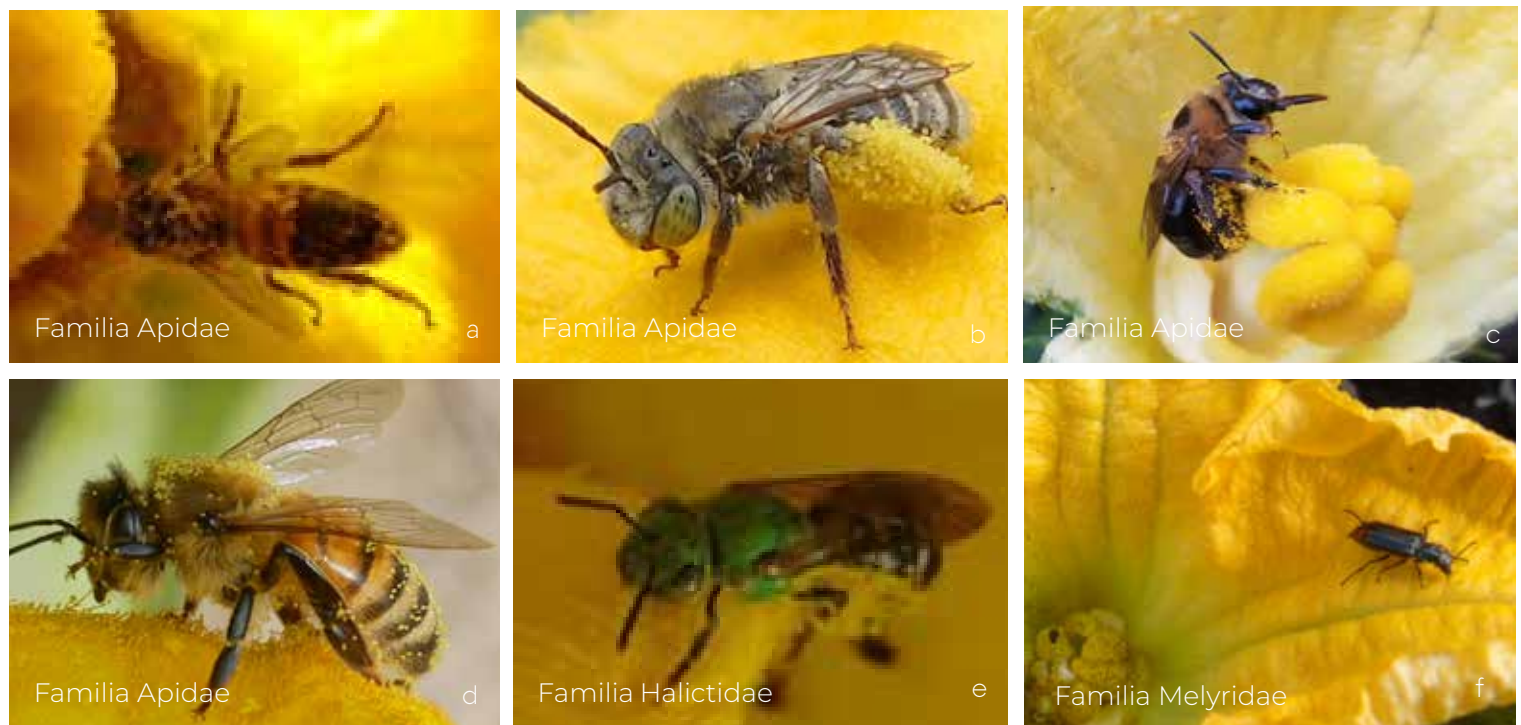


Figura 16. Familias de polinizadoras del género *Cucurbita*: a,b,c y d) Familia Apidae; e) Familia Halictidae; f) Familia Melyridae.

Estructura floral

A partir de las observaciones realizadas en las seis parcelas establecidas en Cajamarca, Lambayeque, San Martín, Ica, Apurímac y Arequipa, como parte de la línea de base de la diversidad genética realizada por el MINAM (figura 17), se ha verificado que las características de las flores del género *Cucurbita* son las siguientes: de gran tamaño, pentámeras, solitarias (aunque las flores masculinas pueden también presentarse en racimos), axilares, de cáliz verdoso y en la base de las flores (hipanto) se encuentra el disco nectarario. La corola es pentalobulada con cinco sépalos verdes y cinco pétalos pubescentes de color amarillo, con venas verdosas, que para *C. moschata*, *C. ficifolia* y *C. pepo* son acuminados, mientras que para *C. maxima* los pétalos son obtusos.

Las flores muestran una gran variabilidad dentro de su especie y también en la misma planta. Paradójicamente presentan una alta similaridad entre especies. Estas observaciones coinciden con las realizadas por Bazo (2018) quien describe las flores de *C. moschata* como flores pentámeras, gamopétalas, acampanadas, unisexuales, solitarias, y señala la alta variabilidad de tamaño de los caracteres morfológicos, caracteres que son muy similares en las cuatro especies de *Cucurbita* cultivadas en el Perú. Otros autores también reportan los mismos caracteres morfológicos de las flores de *Cucurbita* y su variabilidad: para *C. moschata* (Agbawa, Ndukwa & Mensah, 2007), para *C. maxima*, *C. moschata* y *C. pepo* (Estela, 2009), y para las cuatro especies (Lira-Saade, 1995).

La flor masculina presenta una amplia variación de tamaño del pedúnculo, que puede medir de 1.3 a 58 cm de longitud en las flores de una misma planta. Asimismo, se han registrado diámetros en las flores de 3 a 29 cm y longitudes de 1.2 a 26 cm. Las anteras se fusionan retorciéndose y formando una columna llamada sinandro o sinfiandro, la que mide en promedio 1.6 cm de largo y 6 mm de diámetro, y en sus sacos contiene una gran cantidad de polen (figura 18).

Los gránulos de polen son pegajosos y sus diámetros varían de $0.12\text{mm} \pm 0.003\text{ mm}$ en *C. pepo* a $0.16\text{ mm} \pm 0.028$ en *C. ficifolia* (tabla 4). Una característica típica de este género es la ornamentación espiculada y la presencia de poros que se



Figura 17. a) Parcela en Cajamarca, provincia Cajamarca, distrito Los Baños del Inca; b) Parcela en Arequipa, provincia Caylloma, distrito Majes.

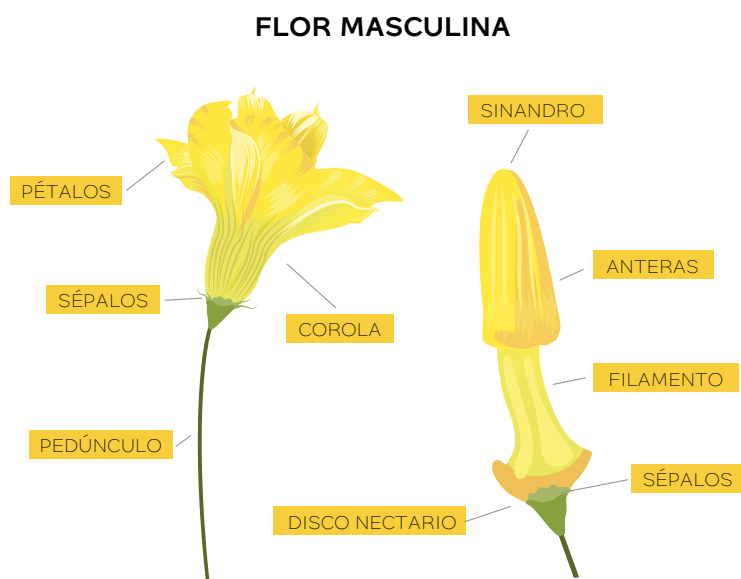


Figura 18. Flor masculina de *Cucurbita*

protruyen cuando el gránulo de polen es hidratado (figura 19). Estas observaciones coinciden con las de Nepi & Pacini (1993), que reportan diámetros de 0.18 a 0.20 mm para *C. pepo*, y describen la ornamentación espiculada y los poros de los gránulos de polen, del mismo modo que Ayala, Lira & Alvarado (1988). En el Perú, Bazo (2018) reporta diferencias significativas en el diámetro de los gránulos de polen en *C. moschata* y atribuye este hecho a la deshidratación por factores ambientales.

El número de gránulos de polen presenta alta variabilidad. Por ejemplo, en promedio se registran 140 000 gránulos para *C. maxima* (Nicodemo *et al.*, 2007), 43 034 para *C. pepo* [Alves (2000) y Cady (1993), citados por Nicodemo *et al.*, 2007], y 31 266 gránulos para *C. moschata* (Bazo, 2018). En las observaciones realizadas en las parcelas experimentales que se trabajó en campo, se registraron las características de los gránulos de polen para las cuatro especies de *Cucurbita*, como tamaño, número y viabilidad (tabla 4).

Se ha observado que el número de los gránulos de polen viables no llega al 50 % (tabla 4), a diferencia de otros estudios (Bazo, 2018; Nepi & Pacini, 1993; Nicodemo *et al.*, 2007) que reportan porcentajes mucho más altos de gránulos de polen viable. De igual modo, no se observó el decaimiento de la viabilidad reportada por estos autores. Tampoco se conocen las causas de la baja viabilidad observada. En todas las parcelas experimentales se registró que el intenso forrajeo de los polinizadores deja sin gránulos de polen a la flor antes de llegar al final de la antesis, generalmente entre las 10 y 11 de la mañana, fenómeno que no ha sido reportado en otros estudios.

Tabla 4. Tamaño, número y viabilidad de los gránulos de polen de las cuatro especies de *Cucurbita* cultivadas en el Perú

	Tamaño de los gránulos de polen	Número de gránulos de polen	Viabilidad
<i>C. maxima</i>	0.15 mm ± 0.025	12 8821 ± 39122	0.14% ± 0.064
<i>C. moschata</i>	0.15 mm ± 0.024	12 6216 ± 55194	0.17% ± 0.07
<i>C. ficifolia</i>	0.16 mm ± 0.028	55 600 ± 50876	0.15% ± 0.007
<i>C. pepo</i>	0.12 mm ± 0.003	73 106 ± 30968	0.18% ± 0.72

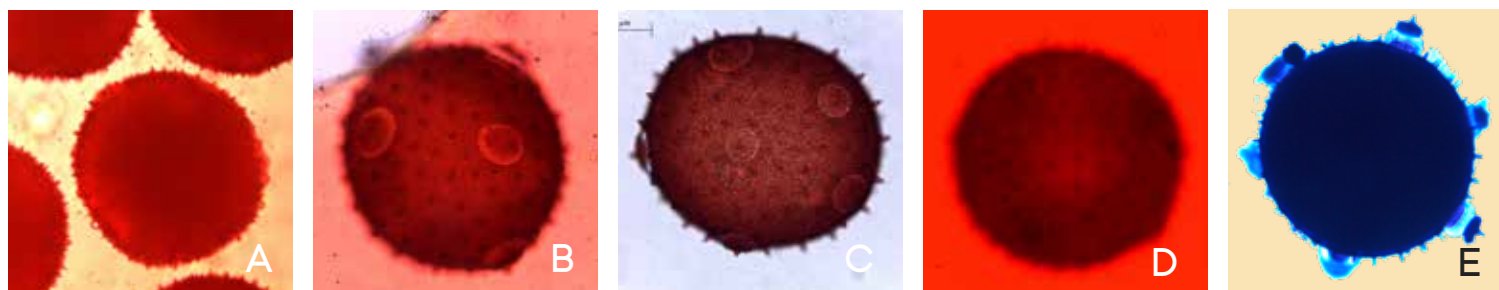


Figura 19. Gránulos de polen: a) *C. maxima* b) *C. moschata*, c) *C. pepo*, d) *C. ficifolia*; e) gránulo de polen de *C. pepo* con los poros protruidos

Las flores femeninas presentan una corola parecida a las flores masculinas. Sin embargo, la corola es un poco más corta, el ovario ínfero y presenta la morfología que tendrá el fruto (figura 20). En algunos casos, alcanza un tamaño importante, sobre todo en *C. pepo* (en la variedad mejorada zucchini), donde las flores femeninas se cosechan antes de la antesis, pues sus ovarios ya son comestibles. El pistilo presenta tres estigmas bilobados y con los estilos fusionados. Estos estigmas son pegajosos y tienen una gran receptividad, la que se mantiene inclusive dos días después del cierre de la flor. Bazo (2018) y Nepi & Pacini (1993) reportan una receptividad similar en *C. moschata* y *C. pepo*. En cambio, Nicodemo *et al.*, (2007) reportan que la receptividad de la flor desaparece después de la una de la tarde. A diferencia de las flores masculinas, el pedúnculo de estas flores es corto y tiene una gran importancia taxonómica, pues sus características son muy específicas.

Los frutos en las cuatro especies de *Cucurbita* son pepónides, nombre con el que se conoce a los frutos provenientes del ovario ínfero propio de las cucurbitáceas (Whitaker & Bemis, 1964). Son tricarpelares de placentación axilar y contienen un número variable de semillas, las que presentan una alta variabilidad. Las semillas de *C. maxima* se caracterizan por ser grandes, globosas y de color pardo. Sin embargo, en esta especie también se encuentran semillas blancas y pequeñas.

En las prospecciones realizadas entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019 se ha encontrado una gran diversidad de semillas, donde los aspectos más relevantes son: el color de los márgenes, siendo el mismo color que el centro en *C. ficifolia* y *C. pepo*, más claros para *C. maxima* y de diferente color para *C. moschata* (figura 21). De acuerdo con Heiden (comunicación personal, julio 2019),

las características de las semillas son muy importantes, pero no son determinantes para la identificación de una especie, principalmente por su similitud, superposición de rasgos y amplia variabilidad.

Floración y fructificación

Las flores masculinas emergen antes de las femeninas y su número es también mucho mayor. El conteo del número de flores se realizó solo durante la fase de floración, pues la planta produce flores hasta los últimos días de su senescencia. El número menor de flores se registró en la variedad mejorada de *C. pepo*, mientras que la variedad jawinca de *C. pepo* se comportó como las otras tres especies. La flor femenina no solo emerge aproximadamente dos semanas después de la flor masculina, sino que lo hace en un número mucho menor (tabla 5).

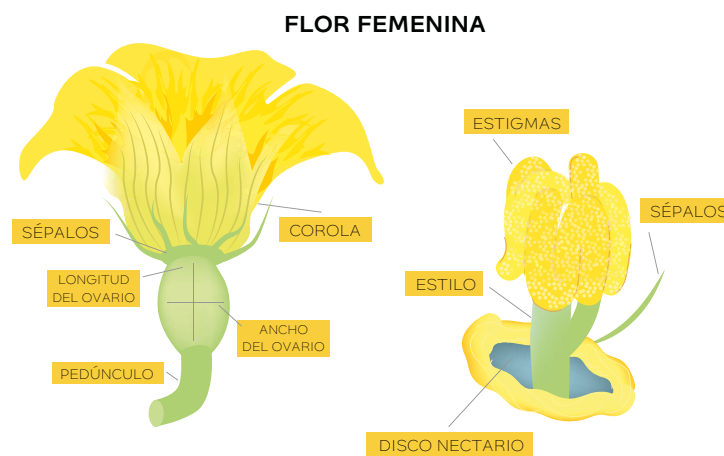


Figura 20. Flor femenina de *Cucurbita*



Figura 21. Semillas de a) *C. maxima* b) *C. moschata* c) *C. ficifolia* d) *C. pepo*

Tabla 5. Número de flores en las cuatro especies de *Cucurbita* cultivadas en el Perú

	<i>C. maxima</i>	<i>C. moschata</i>	<i>C. ficifolia</i>	<i>C. pepo</i>	<i>C. pepo</i> jawinca
Flor masculina	274 ± 23	128 ± 147	70 ± 60	11 ± 4	50
Flor femenina	21 ± 17	16 ± 13	11 ± 11	9 ± 4	5
Relación FM/FF	13	8	6.4	1.2	10

La relación que se ha encontrado entre el número de flores masculinas y femeninas es de 13 flores masculinas por cada flor femenina para *C. maxima*, en contraste con Nicodemo et al. (2007), quien reporta una relación de 2.6 flores masculinas por cada flor femenina para esta especie. En el caso de *C. moschata* se contabilizaron 8 flores masculinas por cada flor femenina, lo que se acerca a los resultados de Agbagwa et al. (2007) y Bazo (2018) para esta especie. En cuanto a *C. pepo*, existe gran variabilidad entre las variedades mejoradas

(1.2 flores masculinas por cada flor femenina) con las variedades nativas o jawinca (10 flores masculinas por cada flor femenina). Para esta especie, Nepi & Pacini (1993) reportan 7.9 flores masculinas por cada flor femenina (figuras 22 y 23). La emergencia de las flores femeninas es considerada como el indicador del inicio de la inflorescencia (tabla 6). Esto ocurre entre la tercera y la decimoquinta semana después de la siembra; sin embargo, hay una gran variabilidad dentro de cada especie. En *C. maxima*, *C. moschata* y *C. ficifolia*, la inflo-

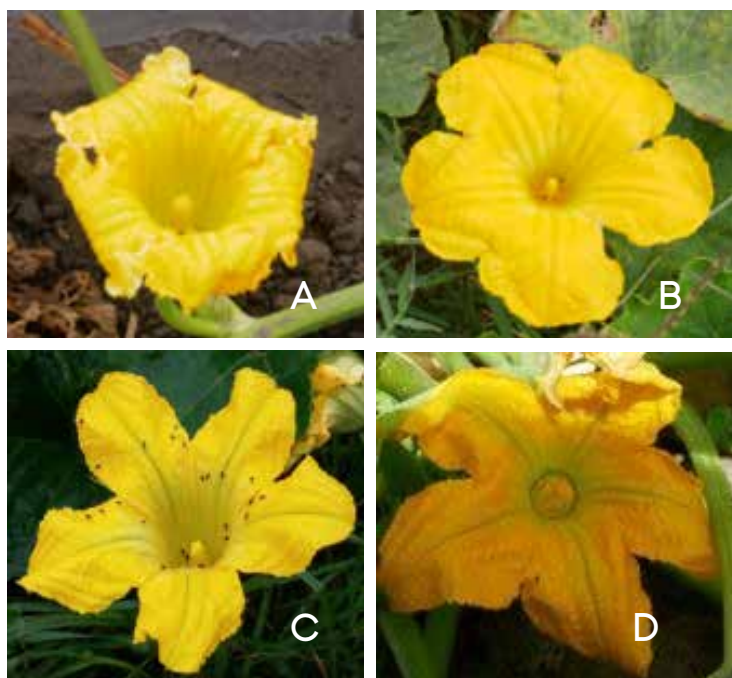


Figura 22. Flores masculinas: a) *C. maxima* b) *C. moschata* c) *C. ficifolia* y d) *C. pepo*

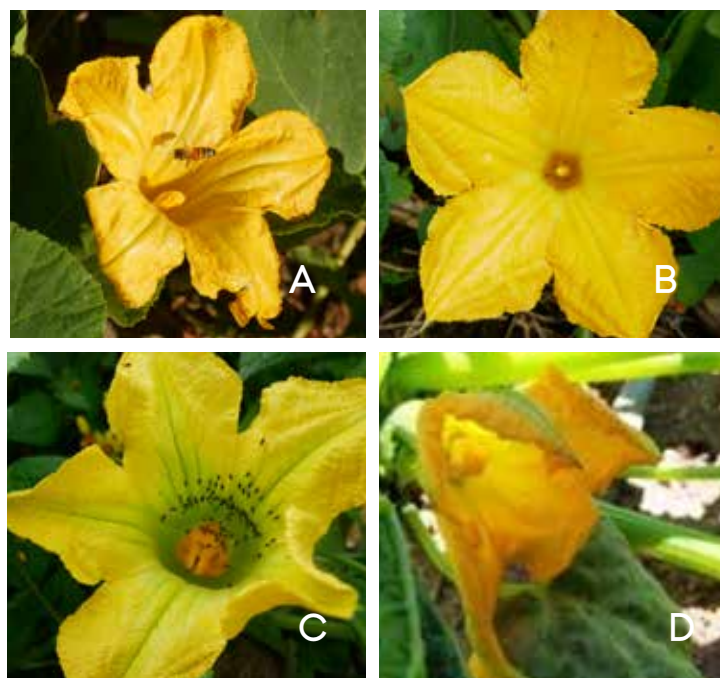


Figura 23. Flores femeninas: a) *C. maxima* b) *C. moschata* c) *C. ficifolia* y d) *C. pepo*

Tabla 6. Tiempo de floración y formación de frutos en semanas por especie de *Cucurbita* cultivadas en el Perú

	<i>C. maxima</i>	<i>C. moschata</i>	<i>C. ficifolia</i>	<i>C. pepo</i>	<i>C. pepo</i> jawinca**
Emergencia de la inflorescencia (semanas)*	5 a 10	6 a 11	7 a 15	3 a 8	9
Floración (semanas)*	8 a 11	7 a 12	8 a 12	5 a 7	11
Formación de los frutos (semanas)*	11 a 18	6 a 20	10 a 16	6 a 9	13

* Se registró la semana en la que el 50 % de las plantas presentaron el estado fenológico correspondiente

** En la variedad nativa jawinca se realizaron observaciones en una sola parcela

rescencia se puede presentar muy temprano (quinta, sexta y séptima semana respectivamente), mientras que es mucho más precoz la variedad mejorada de *C. pepo*, cuya inflorescencia se inicia en la tercera semana después de la siembra, aunque en la variedad nativa se observa el mismo comportamiento que en las otras tres especies.

Existe escasa información sobre el inicio de la inflorescencia, sin embargo, se apreció que la variabilidad está relacionada con las condiciones ecológicas en la que se encuentra la planta. En el caso de *C. ficifolia* en las parcelas experimentales, al no ser sembrada en su periodo óptimo, tardó casi cuatro meses para presentar sus primeros brotes florales. Esta

diferenciación parece no estar ligada sólo a la temperatura sino a otros aspectos ecológicos y climáticos, que deben ser estudiados en profundidad.

La floración, considerada como la apertura de las primeras flores, masculinas o femeninas, se registró también con una alta variabilidad entre especies. El inicio más temprano de la floración se reportó en *C. maxima* y *C. ficifolia* en la octava semana y *C. moschata* en la séptima semana. En el caso de *C. pepo*, la variedad mejorada es precoz (su floración se inició en la tercera semana), mientras que la variedad nativa es tardía (floreció en la decimoprimer semana).



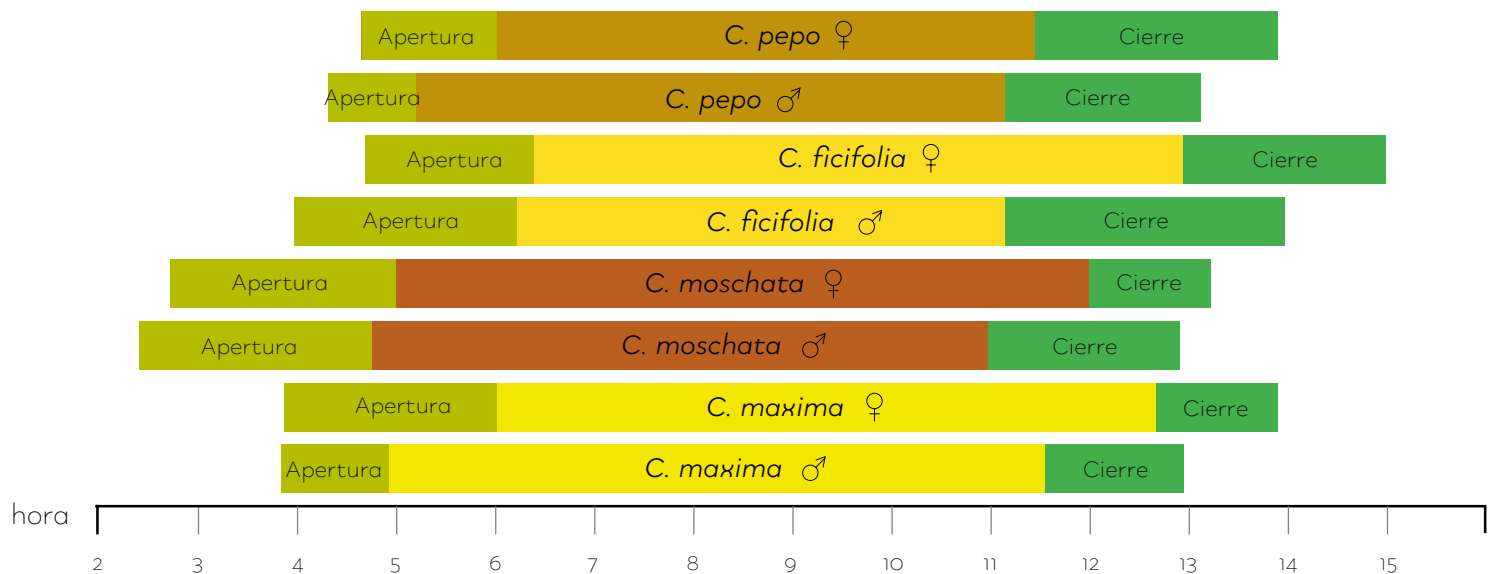
Figura 24. Frutos inmaduros: a) *C. maxima* b) *C. ficifolia* c) *C. moschata* d) *C. pepo*

Los frutos de *C. maxima* y *C. ficifolia* comienzan a mostrar su forma y color alrededor de la decimoprimer y décima semana, respectivamente. *C. moschata* y *C. pepo* (zucchini) lo hacen en la sexta semana, y la variedad nativa "jawinca", en la decimotercera.

Dentro de estos rangos la formación de los frutos es muy variable de acuerdo a las condiciones de siembra (figura 24). Se observó que en los lugares más cálidos, donde el desarrollo fue más rápido, los frutos de las *C. maxima* y *C. ficifolia* tuvieron poco éxito de maduración, debido a la emergencia de plagas y a la poca resistencia a temperaturas altas. Es probable que, en muchos departamentos del Perú, en el caso de *C. maxima*, los agricultores acostumbren a proteger los frutos de la insolación y del calor, proporcionándoles sombra, y sincronizando el calendario agrícola con las estaciones del año más propicias para el buen desarrollo de cada una de estas especies.

Las flores solo se abren por un día, pero a una hora muy variable para las cuatro especies de *Cucurbita*, oscilando entre las 04:00 y las 05:30 horas. Sin embargo, puede ocurrir una diferencia entre las horas medias de apertura de las flores de la misma especie en las diferentes regiones naturales. Las flores que se abren más temprano son las de *C. moschata*, las cuales registraron apertura de flores a las 02:00 horas. En cuanto al cierre de las flores, estas lo hacen alrededor de las 13:00 horas, teniendo un rango entre las 11:30 y 14:00 horas (figura 25).

El exceso de calor trunca la antesis debido a la marchitez de las flores en el momento de mayor temperatura, como se observó en la parcela de Ica. Estos resultados son congruentes con los reportados por Agbawa *et al.* (2007); Bazo (2018); y Nepi & Pacini (1993).

Figura 25. Antesis en las cuatro especies de *Cucurbita* cultivadas en el Perú

2.5 Flujo genético y propagación

Cuando se habla de flujo genético se hace referencia a los mecanismos que originan el movimiento de genes de una población a otra. Esto puede darse por el movimiento de los gametos, las semillas y los individuos. Sin embargo, el ingreso de individuos que no se reproducen en la población no contribuyen al flujo genético (Aguirre, 2007).

Flujo de genes

De las especies del género *Cucurbita* presentes en el Perú, la especie con más probabilidades de presentar flujo genético interespecífico es *C. moschata*, siendo también la especie con mayor riesgo de introgresión demostrada (Wilson, 1990). *C. pepo* es la segunda, pero principalmente intraespecífico (los eventos genéticamente modificados (GM) registrados a la fecha han sido desarrollados en esta especie). En el caso de *C. maxima* y *C. ficifolia* se desconoce la magnitud del flujo genético interespecífico, debido a escasos estudios realizados al respecto.

Sin embargo, en el caso de las cuatro especies, se puede observar que el flujo de semillas es alto, por lo que deberá ser un factor a considerar en las evaluaciones de riesgo de liberación de OVM de esta especie en el ambiente.

Para evaluar el flujo genético entre un OVM y las cuatro especies de *Cucurbita* del país, se debe tomar en cuenta el

flujo y la introgresión genética. De acuerdo con los reportes de Fuchs, Chirco, McFerson & Gonsalves (2004) y Cruz, Ávila, Sánchez y Quesada (2015), podemos afirmar que existe una alta probabilidad de flujo genético entre las especies de *Cucurbita* y las variedades de calabaza genéticamente modificadas que potencialmente puedan ingresar al Perú.

Flujo de polen

En las calabazas y zapallos los principales polinizadores son las abejas, especialmente las pertenecientes a los géneros *Peponapis* y *Xenoglossa*, que además están interrelacionadas evolutivamente con el género *Cucurbita*, presentando adaptaciones para colectar los grandes gránulos de polen y periodos de vuelo sincronizados con la antesis de sus flores (Hurd, Gorton, & Michelbacher, 1974). Sin embargo, en este estudio se encontró otros polinizadores que también se presentan en los campos de zapallo, en especial la abeja melífera y algunos escarabajos. Los machos de las especies *Peponapis* y *Xenoglossa* generalmente duermen en las flores de *Cucurbita*, por lo que al amanecer transportan el polen a otras flores, muy temprano en la mañana (Hurd *et al.*, 1974). Si bien no se conoce la viabilidad de dichos gránulos de polen, estos podrían fertilizar las flores donde se posan, sobre todo si consideramos nuestras evaluaciones, en donde la viabilidad del polen es más alta en las primeras horas de la mañana.

El flujo de genes mediado por polen se mide muchas veces de manera indirecta a través del estudio de la distribución en las poblaciones de marcadores moleculares (Kohn & Casper, 1992; Montes & Eguiarte, 2002; Wilson, Lira & Rodríguez, 1994; Decker-Walters, Staub, Chung, Nakata & Sánchez, 2002).



Figura 26. Flujo de polen del género *Cucurbita* mediante polinizadores

También se puede realizar de manera directa. Sin embargo, este método, a pesar de las ventajas de costos y esfuerzo de recolección, no tiene alcance para medir el flujo genético generado por los escapes de los polinizadores y por otros factores que generan flujo genético a distancias muy largas.

Actualmente se ha desarrollado modelamientos que pueden ayudar a valorar el flujo de polen, considerando la naturaleza de los vuelos de los polinizadores. En el presente trabajo se ha realizado el estudio de dispersión de polen por medio de la observación de la dispersión de polvo fluorescente aplicado a las flores. Se han reportado distancias de dispersión del polvo fluorescente de 50 y 70 m, así como a las flores vecinas, concordando con los resultados de otros estudios de flujo de polen en *Cucurbita*, que revelan distancias cortas para la dispersión (Wilson, 1990). Adicionalmente, se debe tomar en cuenta que los insectos pueden transportar el polen a mayores distancias, en escapes de inclusive más de un kilómetro (Kirkpatrick & Wilson, 1988 y Wilson, 1993, citados por Spencer & Snow, 2001) [figura 26].

Cruzabilidad

El género *Cucurbita* tiene barreras reproductivas que no son completas, pues se tiene muchos casos de cruzabilidad interespecífica (tabla 7). La cruzabilidad entre las especies cultivadas no es frecuente en forma espontánea, sobre todo en las especies presentes en el Perú. *C. moschata* presenta condiciones de mayor compatibilidad de cruzabilidad con las demás especies cultivadas, debido a su genoma ancestral (Merrick 1995, citado por Behera, Sureja, Islam, Munshi, & Sidhu, 2012) y, junto a *C. pepo*, son las más usadas para hacer cruzamientos en *Cucurbita*. Las especies cultivadas presentan evidencia de diferentes grados de compatibilidad de cruzabilidad y fertilidad de los híbridos generados. En Sudamérica ha sido introducido un híbrido con flores masculinas infértiles de *C. maxima* x *C. moschata*, el zapallo Tetsukabuto, que se cultiva en Brasil y Argentina (Pletsch, 2008).

Tabla 7. Cruzamientos reportados entre las especies del género *Cucurbita* cultivadas en el Perú

Cruzamiento		Características de la F1	Fuente
<i>C. ficifolia</i>	x <i>C. moschata</i>	Con semillas infértiles.	Esquinas-Alcázar & Gulick (citados por Armstrong, Fitzjohm, Newstrom, Wilton & Lee (2005)
<i>C. moschata</i>	x <i>C. pepo</i>	Fértil.	
<i>C. moschata</i>	x <i>C. maxima</i>	Fertilidad variable.	Lira-Saade (1995)
<i>C. pepo</i> (Queen F1)	x <i>C. moschata</i> <i>C. pepo</i> (Jedida F1)		
<i>C. pepo</i> (Eskandarani cv.)	x <i>C. moschata</i>	Débilmente fértil o estériles.	Esquinas-Alcazar & Gulick (1983)
<i>C. moschata</i> <i>C. pepo</i> (MHTC77 F1)	x <i>C. moschata</i>		
<i>C. pepo</i> (Queen F1)	x <i>C. ficifolia</i>		
<i>C. pepo</i> (Eskandarani cv.)	x <i>C. moschata</i>		
<i>C. pepo</i> (Queen F1)	x <i>C. moschata</i>		
<i>C. pepo</i> (Jedida F1)	x <i>C. moschata</i>	Recuperación de embriones <i>in vitro</i> .	Racka <i>et al.</i> (2012)
<i>C. pepo</i> (MHTC77 F1)	x <i>C. moschata</i>		
<i>C. pepo</i> (Queen F1)	x <i>C. ficifolia</i>		
<i>C. maxima</i>	x <i>C. moschata</i>	Patrón para injerto de melón.	
<i>C. moschata</i>	x <i>C. pepo</i> , <i>C. maxima</i> y <i>C. ficifolia</i>	Baja fertilidad.	CONABIO (s.f.a). Auyama <i>Cucurbita moschata</i>
<i>C. pepo</i>	x <i>C. moschata</i>	Introgresión genética, no hay datos de fertilidad de la F1.	(Robinson and Decker-Walters, 1997; Whitaker & Robinson, 1986, citados por Behera <i>et al.</i> 2012)
<i>C. maxima</i>	x <i>C. pepo</i>	No hay datos de fertilidad de la F1. Híbridos espontáneos, en condiciones de campo de Europa central.	(Kristova, 1991, citado por Behera <i>et al.</i> , 2012)
<i>C. pepo</i>	x <i>C. moschata</i>	No reportada.	Davoodi, Olfati, Hamidoghli, y Sabouri (2016)
<i>C. pepo</i>	x <i>C. maxima</i>	No reportada.	Ahmed <i>et al.</i> , (2003); Firpo <i>et al.</i> (1998) López Anido <i>et al.</i> (2004) y Robinson (1999) citados por Davoodi, Olfati, Hamidoghli, & Sabouri (2016)
<i>C. maxima</i>	x <i>C. maxima</i> * x <i>C. moschata</i>	Probablemente débilmente fértil.	Connolly, (2016)
<i>C. moschata</i>	x <i>C. maxima</i> * x <i>C. moschata</i>	Probablemente débilmente fértil.	
<i>C. moschata</i>	x <i>C. maxima</i>	Tetsukabuto híbrido comercial con flores femeninas infértiles.	Amaro <i>et al.</i> (2017)
<i>C. pepo</i> subsp. <i>ovifera</i> var. <i>texana</i>	x <i>Calabaza transgénica</i> (<i>Cucurbita pepo</i> subsp. <i>ovifera</i> var. <i>ovifera</i>) CZW-3	Tres generaciones de híbridos fértiles, con introgresión de transgenes.	Fuchs <i>et al.</i> (2004)
<i>C. pepo</i> GM con resistencia a tres virus (ZYMV, CMV y WMV)	x <i>C. argyrosperma</i> subsp. <i>sororia</i>	Híbridos y retrocruzantes que heredan el transgén, los retrocruzamientos mejoran la performance de la F1.	Cruz <i>et al.</i> (2015)
<i>C. pepo</i> subsp. <i>ovifera</i> , var. <i>ovifera</i>	x <i>Cucurbita pepo</i> (subsp. <i>ovifera</i> , var. <i>ozarkana</i> y var. <i>Texana</i>)	Híbridos con fertilidad variable y sin barreras para la introgresión. Freedom II, resistencia a los virus del mosaico amarillo de Zucchini (ZYMV) y virus del mosaico del melón (WMV2) [OVM].	Spencer & Snow (2001)

En cuanto a la cruzabilidad de los eventos GM de las especies de *Cucurbita*, se ha reportado el cruzamiento intraespecífico entre *C. pepo* subsp. *ovifera* var. *texana* y *C. pepo* subsp. *ovifera* var. *ovifera* CZW-3. Este cruzamiento produjo tres generaciones de híbridos fértiles y la introgresión de los transgenes de la calabaza transgénica. Del mismo modo, Cruz *et al.* (2015) reportaron la introgresión de transgenes en híbridos de *C. pepo* GM con genes de resistencia a tres virus (ZYMV, CMV y WMV) y *C. argyrosperma* subsp. *sororia*, lo que demuestra la posibilidad de cruzamiento entre los parientes más alejados del género. El riesgo consiste en la posibilidad de introgresión de transgenes en nuestras especies y variedades nativas, principalmente en *C. pepo*, pues no existirían barreras reproductivas con un evento GM, ya que, actualmente, todos los OVM están desarrollados en esta especie (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications [ISAAA], 2019a).

Flujo de semillas

Las especies silvestres de *Cucurbita* son demasiado amargas para los humanos y otros mamíferos existentes, pero sus semillas han sido encontradas en estiércol de mastodonte (Kistler *et al.*, 2015), lo que demuestra que pueden haber sido dispersadas por herbívoros. Por otro lado, las semillas generalmente permanecen cerca de la fuente (Levin, 1981), lo que sugiere que el flujo de semillas en *Cucurbita* depende principalmente de la acción humana, lo cual fue comprobado en campo.

En las prospecciones realizadas se observó plantas de las especies de *Cucurbita* en botaderos, borde de carreteras

y caminos, borde de chacras, calles de poblaciones rurales, provenientes de semillas arrojadas por el hombre, las cuales encontraron las condiciones apropiadas para su germinación y crecimiento, siendo esta una forma de dispersión de semillas asociada con los hábitos socioculturales de las poblaciones. Otra forma de la diseminación de semillas es el abandono de los frutos en las chacras. Estos frutos en las campañas sucesivas, sean del mismo cultivo o no, presentan un gran número de plantas voluntarias, las cuales deben ser erradicadas en las labores de deshierbe.

Actualmente en nuestro país, estas especies no se encuentran incluidas de manera específica en las disposiciones normativas regionales o locales respecto a su manejo y comercialización. Además, existen pocas iniciativas para la promoción y producción de semillas locales, a pesar que existe la Ley general de semillas (Ley n.º 27262) y su reglamento. La forma privilegiada de uso de semilla es la selección y conservación de la propia semilla. Sin embargo, también se acude a tiendas especializadas y otros productores locales.

En el caso de semillas de *C. maxima*, estas son obtenidas en tiendas especializadas, y principalmente de productores locales. Asimismo, se encuentran casos de introducción de semilla de países fronterizos con el correspondiente riesgo de introducción de eventos GM de manera informal. Gran parte de la semilla de esta especie usada a nivel nacional proviene de Ica, especialmente de la localidad de Callango. El abandono de frutos en los campos de cultivo para el pastoreo es la práctica más común en esta especie, derivando en el transporte de semillas a través del agua de riego (figura 27).



Figura 27. Campo semillero de zapallo (*C. maxima*) en la localidad de Topará, distrito de Grocio Prado Chíncha, departamento de Ica, 2018.

En *C. moschata* la semilla que se utiliza es principalmente local y de la propia producción. En esta especie hay dos casos bien diferenciados: la semilla botánica usada en varias regiones del país, que genera cultivos de alta variabilidad; y la propagación de la variedad bandera, el zapallo “loche”, en el departamento de Lambayeque, la cual es vegetativa y se realiza a través de esquejes. La producción comercial de semilla de esta especie tiene las mismas características que en *C. maxima*, es decir, los semilleros compran la semilla de agricultores de las zonas semilleras, en este caso, en el norte del país.

En *C. pepo*, para la variedad introducida zucchini, la semilla es adquirida principalmente en tiendas especializadas; mientras que las semillas de las variedades nativas se obtienen por trueque, compra informal de otros agricultores o son conservadas por el mismo agricultor. En estos casos, por lo general, el agricultor tiene un interés personal en la obtención del fruto para su autoconsumo y en la conservación de la especie (figura 28).



Figura 28. Agricultores seleccionando frutos de *C. pepo* “Jawinca” como fuente de semillas: a) Apurímac, provincia de Andahuaylas, distrito de Paobamba, b) Huancavelica, provincia de Acobamba, distrito de Marcas.

En *C. ficifolia*, la semilla proviene principalmente de la propia producción del agricultor, pero también es adquirida en menor proporción en tiendas especializadas, productores locales y mercados. Sin embargo, en todas las localidades visitadas donde se encuentra *C. ficifolia*, la semilla suele ser arrojada durante su uso en el huerto, en los bordes de camino, en jardines, etc. Otra fuente de propagación de semillas se presenta con el abandono de frutos, relacionado quizá con la práctica de dejar solear los frutos para que se hagan más dulces, y al abandono casual de los mismos. Además, se han reportado algunas creencias que hacen que la propagación de semillas sea espontánea, en algunas localidades de Puno, donde se afirma que quien siembra calabazas, muere en el corto plazo.


En las prospecciones realizadas se han observado parcelas infestadas con virosis, enfermedad transmitida mediante las semillas que provienen de campos semilleros no certificados e infectados. Esta enfermedad está siendo propagada de parcela en parcela y de región en región, disminuyendo la calidad de la producción, ocasionando que el productor opte por otras alternativas de cultivo (figura 29).

Respecto a la identidad de estos virus, no se han encontrado reportes de identificación serológica de estas enfermedades en el Perú. Sin embargo, los virus más importantes reportados internacionalmente para *Cucurbita* son los virus del mosaico del pepino (CMV), el virus del mosaico del zucchini (ZYMV), el virus del mosaico de la sandía (WMV) [Pscheidt & Ocamb, 2020] y el virus del mosaico del zapallo (SqMV) [Astorquiza, 2009b]. El virus que produce malformaciones similares a las observadas en el Perú es el ZYMV (Bruna & Prieto, 2003).

Los aspectos socioeconómicos, culturales, de manejo agrícola y etnobotánicos son los factores asociados con la bioseguridad que deben ser considerados en los análisis de riesgo, especialmente, con relación a la dispersión de las semillas.



Figura 29. Deformaciones y protuberancias en frutos de zapallo causadas por virus.



3 Organismos y microorganismos asociados al cultivo de la calabaza y el zapallo



La diversidad biológica es la variabilidad de organismos vivos, como plantas, animales y microorganismos, que se encuentran en los ecosistemas, incluyendo la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica [SCDB], 2008). Además, la diversidad presente en los agroecosistemas nos proporciona el alimento y los medios para producirlo, donde resalta la importancia importantes los organismos y microorganismos presentes en el suelo, organismos benéficos como los polinizadores y los enemigos naturales, cuya función reguladora de organismos y microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, algas, virus y protozoarios responsables de la transformación de los compuestos orgánicos e inorgánicos para la nutrición) constituye el soporte de la producción agrícola (Jarvis *et al.*, 2011). Sin embargo, cuando se presentan desequilibrios, estos se manifiestan como brotes recurrentes de plagas y enfermedades.

La diversidad biológica asociada a la calabaza y el zapallo está agrupada en biota benéfica, conformada por organismos que contribuyen a la productividad a través de la polinización, el control biológico (predadores y parasitoides) y la biota perjudicial como insectos plaga (fitófagos) y microorganismos patógenos, que los agricultores tratan de reducir a través del manejo del cultivo (cuadros 7 y 8).

3.1 Caracterización de agentes de la entomofauna participante en el cultivo

La entomofauna es la fauna compuesta por insectos y demás artrópodos. Es fundamental conocer la diversidad biológica asociada a estos cultivos, desde el punto de vista ecológico, por el equilibrio de las poblaciones y por las interacciones que establecen (controladores, polinizadores) [Jarvis *et al.*, 2011]. Además, de las relaciones de todos ellos con las actividades propias de la agricultura y sus consecuencias potenciales, como la aparición de nuevas plagas, el surgimiento de plagas secundarias y enfermedades, y la resistencia a los tratamientos químicos, así como malezas invasivas resistentes a herbicidas.

Las especies de *Cucurbita* son plantas alógamas, es decir, se reproducen mediante la polinización cruzada; y las posibilidades de cruzamiento entre especies y entre plantas domesticadas con sus parientes silvestres indican que existen altas posibilidades de flujo genético entre ellas. Este

hecho debe ser considerado en los análisis de riesgo ante la liberación de OVM de *Cucurbita*, ya que de acuerdo con la lista de liberaciones (1985 – 2009) publicada por el Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, desde 1985 en ese país ha ocurrido este tipo de eventos en numerosas ocasiones para el caso de *Cucurbita*, y desde el año 2009, también en México (Lira *et al.*, 2009).

Uno de los riesgos ambientales más relevantes es que los híbridos entre transgénicos y plantas silvestres puedan convertirse en malezas, las cuales sean altamente resistentes a herbicidas y plagas; o que modifiquen los patrones de forrajeo de los polinizadores (Lira *et al.*, 2009).

En las prospecciones realizadas en los 24 departamentos del país, entre noviembre de 2018 y setiembre de 2019, se ha evaluado los organismos y microorganismos relacionados con las especies de *Cucurbita* en 84 parcelas de *C. ficifolia*, 71 de *C. maxima*, 46 de *C. moschata* y 7 parcelas de *C. pepo*. Estas prospecciones permitirán analizar a futuro los cambios de la entomofauna, ante la probabilidad de los nuevos rasgos introducidos de un OVM de las especies de *Cucurbita* en nuestro país.

3.2 Organismos y microorganismos blancos

La lucha contra las plagas y enfermedades ha tenido etapas tecnológicas importantes en nuestro país, altamente influenciadas por los cambios en la política agraria, la situación económica y las tendencias internacionales. Los cultivos de las especies de *Cucurbita* presentan durante todas sus fases fenológicas una diversidad de organismos y microorganismos asociados, afectando directamente la cosecha o indirectamente atacando hojas, brotes, flores, tallos o raíces y frutos. Se considera como un organismo o microorganismo blanco aquel que podría ser objeto del control por parte de los OVM.

Actualmente el control de plagas (enfermedades y malezas) tiene un aliado en la introducción de modificaciones genéticas en la planta, que incrementa la resistencia a una plaga (matándola) o la convierten en tolerante frente algunos herbicidas. Estas características pueden contrarrestar las altas pérdidas de cosechas por plagas o por la invasión de otras hierbas, alcanzando un rango de entre 20 y 40 por ciento (Solbrig, 2004, citado por Acevedo, Huerta, Alonso y Ortiz, 2009)

A la fecha no se han desarrollado OVM para los principales organismos que atacan los cultivos de las especies de *Cucurbita*, sin embargo, debido a su importancia económica a nivel global, se han desarrollado OVM que tienen como blanco al virus del mosaico del melón y el virus del mosaico amarillo del zucchini (Arriaga *et al.*, Huerta, Lira, Moreno & Alarcón, 2006; ISAAA, 2019a).

Entre las plagas que atacan a las especies de este género, se tienen diferentes familias de insectos cuyas larvas son las causantes de daños en estos cultivos. Sarmiento y Sánchez (2012), describen como principales plagas de *Cucurbita* a las moscas minadoras *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) y *Liriomyza quadrata* (Malloch), los pulgones *Aphis gossypii* Glover, la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius), los

barrenadores de las guías y frutos *Diaphania nitidalis* Stoll y *Diaphania hyalinata* L., el barrenado del cuello de la raíz *Melittia pauper* (Le Cerf), el escarabajo del follaje *Diabrotica* spp. y *Epitrix* spp., y la mosquilla de los brotes *Prodidiplosis longifila* Gagné. Además, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2015) refiere como plaga de zapallo al nemátodo del nudo *Meloidogyne incognita* Kofoid & White y varias especies de los gusanos de tierra, *Agrotis* spp. y *Feltia* spp.

En las prospecciones realizadas durante este estudio (anexo 4) se ha registrado la presencia de la larva barrenadora de guías y frutos, la mosca blanca, mosca minadora, los escarabajos del follaje, el barrenado del cuello de la raíz, además de otras especies fitófagas (anexo 5). Entre las plagas que podrían ser objeto de modificaciones genéticas con fines de control en



Figura 30. Daño provocado por las principales plagas: a) mosca blanca (*Bemisia tabaci*); b) escarabajo del follaje y flores (*Diabrotica* sp.); c) mosca minadora (*Liriomyza* sp.); d) barrenador de guías y frutos (*Diaphania* sp.)

nuestro país, se encuentran *D. nitidalis* y *D. hyalinata*, debido a que constituyen plagas clave por los severos daños que ocasionan (anexo 6), de igual manera, *B. tabaci* por ser un eficiente vector para la transmisión de virus (Valencia & Valdivia, 1973) [figura 30 y 31].

Para combatir este tipo de plagas, la estrategia biotecnológica más común consiste en incorporar a la planta genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt), que se caracteriza porque en el momento de la esporulación producen cristales de proteínas conocidos como Cry que tienen actividad insecticida. Los bioinsecticidas más utilizados para el control de plagas a nivel mundial, desde los años cincuenta, son los basados en las proteínas producidas por el Bt, y su uso se ha incrementado con el cultivo de plantas genéticamente modificadas, capaces de producir estas toxinas en sus tejidos (Tabashnik *et al.*, 2008 y Bravo & Soberon, 2008, citados por Del Toro, 2010).

Sin embargo, entre los posibles riesgos ambientales asociados con la introducción de estos OVM al ambiente, se encuentra la posibilidad del flujo genético entre el OVM y las especies relacionadas, induciendo la generación de supermalezas, afectando a los organismos no blanco, principalmente a los organismos benéficos (controladores biológicos y polinizadores), generación de nuevas plagas, sustitución de la plaga objetivo por otra (generalmente una plaga secundaria), generando la resistencia en plagas, y en consecuencia cambios en las interacciones de la comunidad de insectos (Conner *et al.*, 2003; Ellstrand, 2003; Rissler &

Mellon, 1996; Sharma & Ortiz, 2000; Snow, 2002 y Stewart *et al.*, 2003 citados por Acevedo *et al.*, 2009).

Los microorganismos blancos son aquellos que son objeto de control por parte de los OVM, como los patógenos de diferentes grupos que causan enfermedades. El primer OVM con resistencia a enfermedades virales fue una variedad de calabaza amarilla (Freedom II), que tenía resistencia a los virus del mosaico del melón de agua, pepino y calabaza. Estados Unidos fue uno de los primeros países en adoptar las herramientas biotecnológicas en variedades de calabacín y calabaza, los cuales contienen genes de proteínas que los protegen contra el virus (Cameán & Repetto, 2012).

En el caso peruano, los microorganismos que podrían ser objeto de modificaciones genéticas de las especies de *Cucurbita* con fines de control de enfermedades son los hongos, bacterias y virus. De acuerdo al grado de importancia, los virus son el principal grupo que afecta a estas especies, entre los cuales tenemos: "virus del mosaico" que se manifiesta con amarillamiento en las hojas mezcladas con zonas de color verde, y generalmente producen malformaciones en hojas o frutos. Asimismo, entre los más importantes tenemos al virus del mosaico de la calabaza (SqMV) y el virus del mosaico amarillo del zucchini (ZYMV), que si no son controlados oportunamente, traerán como consecuencia mayor incidencia de la virosis. La mosca blanca (*B. tabaci*) es el vector de mayor importancia, habiendo sido asociada a más de 25 enfermedades en diferentes cultivos, la mayoría de ellas causadas por geminivirus, siendo cuatro de importancia económica. Tal es el caso de *C. pepo*, que presenta los síntomas de la hoja plateada, enfermedad



Figura 31. Daño provocado por el "barreno de cuello de raíz" *Melittia* sp.

descrita por primera vez en el año 1983 en el oeste de los Estados Unidos (Medina, 1996).

En las prospecciones realizadas entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019 se ha observado la presencia de enfermedades virales en los cultivos de *C. maxima* y *C. moschata* (Anexos 7 y 8). Sin embargo, no se

han identificado los virus responsables. Otras enfermedades observadas fueron las causadas por hongos como el oidium (*Erysiphe cichoracearum* DC) y el mildiu (*Pseudoperonospora cubensis* Berk) [INIA, 2015] (tabla 8).

Tabla 8. Microorganismos asociados a los cultivos de calabaza y zapallo (Fuente: Gómez *et al.*, 2014; Astorquizaga, 2009b; Muniyappa *et al.*, 2003).

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico
Bacteria				
Gamma Proteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Mancha angular	<i>Pseudomonas syringae</i> Van Hall
	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	Podredumbre bacteriana de los frutos	<i>Erwinia carotovora</i> (Smith)
			Marchitamiento bacteriano	<i>Erwinia tracheiphilla</i> (Smith)
Hongos				
Dothideomycetes	Pleosporales	Pleosporaceae	Tizón del follage	<i>Alternaria cucumerina</i> (Ellis & Everh.) Elliot
Leotiomycetes	Erysiphales	Erysiphaceae	Oidio	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC
	Helotiales	Sclerotiniaceae	Podredumbre blanca	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary
			Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.
Sordariomycetes	Glomerellales	Glomerellaceae	Antracnosis	<i>Colletotrichum orbiculare</i> (Berk. & Mont.) Arx
	Hypocreales	Nectriaceae	Marchitamiento por Fusarium	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.v
Oomycota				
Oomycetes	Peronosporales	Peronosporaceae	Mildiu	<i>Pseudoperonospora cubensis</i> Berk
Virus				
	Benyviridae	Bromoviridae	Virus del mosaico del pepino	CMV
		Secoviridae	Virus del mosaico del zapallo	SqMV
Picornavirales	Potyviridae		Virus del mosaico de la sandía	WMV
			Virus del mosaico del Zucchini	ZYMV
			Papaya ring spot virus	PRSV
	Geminiviridae	Virus mosaico de la vena amarilla de la calabaza	PYVMV	

3.3 Organismos y microorganismos no blancos

Los organismos y microorganismos no blancos son todos aquellos que comparten el mismo ambiente y que no son el objetivo del control para el que han sido desarrollados los OVM, pero que interactúan con ellos o que se verán expuestos a los elementos tecnológicos de manejo agronómico que vienen asociados a su cultivo. El riesgo ecológico de la liberación de plantas Bt puede producir efectos tóxicos sobre organismos que no son plaga, como los predadores, parasitoides y polinizadores, considerados como fauna benéfica para la agricultura (Singh *et al.*, 2006) citado por Chaparro, 2011).

La fauna benéfica en general son organismos reguladores, pues disminuyen las poblaciones de fitófagos provocándoles la muerte (Cisneros, 1995), lo que constituye la base ecológica del control biológico. Los fitófagos son los más importantes consumidores de las plantas (García, 2018) y el equilibrio de sus poblaciones está relacionado con la biodiversidad; la mayoría son susceptibles de manejo como las secuencias y asociaciones de cultivos, la diversidad de malas hierbas y la diversidad genética (Altieri & Nicholls, 1994).

Los saprófagos, como organismos descomponedores, no participan en el ciclo de vida de estas especies, pero sí como parte importante y funcional del agroecosistema (INIA, 2015).

Los polinizadores representan un grupo funcional de mucha importancia en la diversidad de la calabaza y el zapallo, pues tiene polinización entomófila, es decir, que depende de insectos. La relación del polinizador y las plantas de *Cucurbita* es sumamente estrecha y es producto de la coevolución de estas especies y sus principales polinizadores: las abejas de los géneros *Peponapis* y *Xenoglossa* (Hurd *et al.*, 1970; Lira-Saade, 1995). Además, las plantas de calabaza y zapallo se benefician de la actividad polinizadora de otros insectos como abejas y abejorros de otros géneros, jugando un rol importante la especie *Apis mellifera* L., especialmente en las regiones en donde la calabaza y el zapallo han sido introducidos y no existen poblaciones de polinizadores especialistas (Hurd *et al.*, 1970).

En Sudamérica están presentes tres especies del género *Peponapis*: *P. fervens*, *P. citrullina* y *P. melonis*, mientras que las demás especies del género se distribuyen en Centroamérica

y el sur de Norteamérica (Hurd *et al.*, 1970). Las flores de *Cucurbita* tienen algunas características particulares que juegan un rol importante en la correlación con las abejas de estos géneros, como gránulos de polen grandes y pegajosos y grandes cantidades de néctar, entre otros. Estas abejas han desarrollado características de adaptación a *Cucurbita*, como la capacidad de volar a temperaturas bajas y con poca luz, demostrando una alta sincronización con la antesis de las flores, y la presencia de adaptaciones en las patas posteriores para el acarreo de los gránulos de polen. Los adultos y larvas se alimentan en forma exclusiva del néctar y el polen de las flores de *Cucurbita*, y los machos y las hembras que no están anidando, pernoctan en las flores. Los nidos son construidos casi siempre cerca a estos cultivos, pues las larvas dependen del polen que es colocado en el fondo de la celda (Hurd *et al.* 1970; Wille, 1984).

Las relaciones de las flores con los insectos han tenido un gran desarrollo en los sistemas de polinización y en la producción de miel de abejas, lo que constituye un importante ejemplo práctico de conservación de insectos benéficos, ya que en los lugares donde estas interacciones son bien manejadas, el uso de agroquímicos y otras prácticas nocivas es racional. Sin embargo, en el caso donde la producción de miel de abejas es a partir de cultivos transgénicos, hay tres posibles interacciones que deben ser evaluadas: i) el consumo de néctar de cultivos transgénicos que expresan toxinas Bt afecta la salud de las abejas, ii) la contribución de las abejas al flujo e introgresión genética, iii) el polen de cultivos transgénicos que se encuentra en la miel afectaría su calidad, y el cumplimiento de algunas certificaciones para la comercialización, más aún si se trata de plantas transgénicas no autorizadas para alimentación (FAO, 2011).

En las prospecciones de organismos y microorganismos realizadas entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019, la mayor parte de los insectos muestreados fueron organismos no blanco, los cuales fueron identificados por especímenes a nivel de clase, orden y familia, asignándoles un grupo funcional predominante (fitófago, predador, parasitoide, polinizador y saprófago). Dentro de estos grupos funcionales se ha observado una mayor diversidad en los fitófagos con 19 familias registradas. Para los predadores se registraron 16 familias, mientras que los parasitoides fueron el grupo más restringido, con una sola familia representada en la población. Sin embargo, la suma de las dos últimas poblaciones indica una gran factibilidad de equilibrio con respecto a la diversidad de los fitófagos, situación que se refleja con mayor claridad en la abundancia de especímenes colectados en la *C. ficifolia*, donde no se ha registrado el uso de agroquímicos.

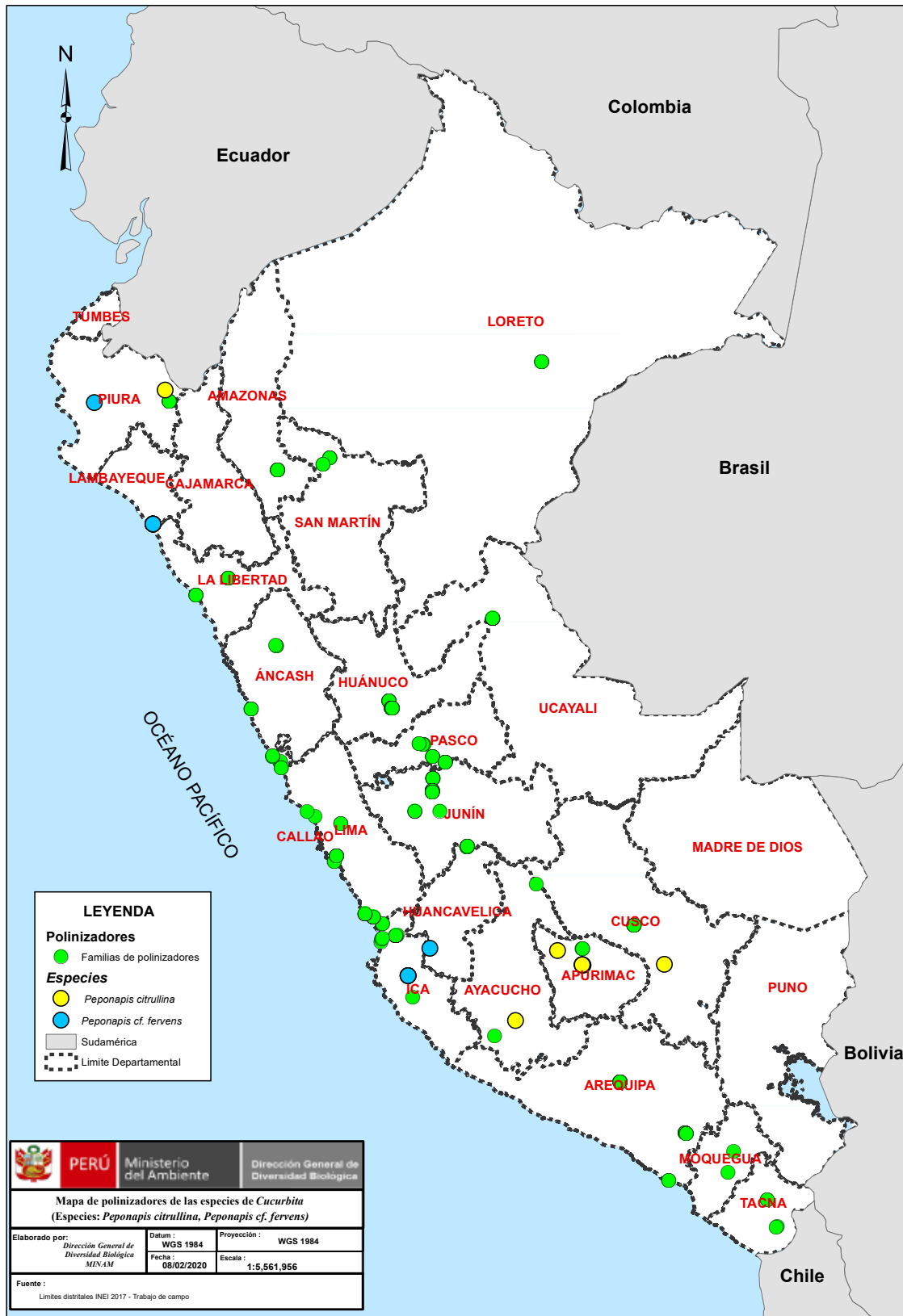


Figura 32. Registro de las familias de polinizadores de las cuatro especies de *Cucurbita* y las especies *Peponapis fervens* y *P. citrullina* en las localidades de prospección en 2018 y 2019.

En cuanto a los polinizadores se han identificado tres familias (Halictidae, Apidae y Scoliidae) y 14 géneros, siendo abundantes el género *Peponapis*, representado por las especies *P. fervens* y *P. citrullina* (figura 32). Este hallazgo es de suma importancia debido a que en América del Sur este género está representado solo por tres especies (*P. fervens*, *P. citrullina*, *P. melonis*), mientras que el género *Xenoglossa* no se encuentra en estas latitudes (Hurd *et al.*, 1970; Lira *et al.*, 2009). Los otros dos géneros mejor representados son *Apis* y *Trigona*, siendo *Apis mellifera* la especie más abundante, lo que se puede explicar por la importancia económica de esta especie y la difusión de la apicultura en nuestro país (figuras 33, 34 y 35).



Figura 33. Abeja de la especie *Peponapis citrullina* polinizadora de calabaza y zapallo



Figura 34. Abeja de la especie *Peponapis fervens* polinizadora de calabaza y zapallo



Figura 35. Abeja de la especie *Apis mellifera* L. polinizadora de calabaza y zapallo

Es necesario precisar que la mayor diversidad de familias de polinizadores se ha encontrado en *C. maxima*, con seis familias representadas. Este dato es sorprendente si consideramos que esta especie es cultivada como monocultivo y con un uso intensivo de agroquímicos, pero al mismo tiempo podría ser explicado por el gran rango altitudinal y latitudinal de su distribución geográfica. Además, se presenta una diversidad de organismos relacionados con la calabaza y el zapallo que cumplen diferentes funciones en el ecosistema, como son los fitófagos (figura 36), predadores, polinizadores y saprófagos (figura 37). Las muestras de los insectos fueron determinadas y depositadas en la colección del Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (figura 38). En la tabla 9 se presentan a todos los organismos reportados relacionados con la calabaza y el zapallo en el Perú.

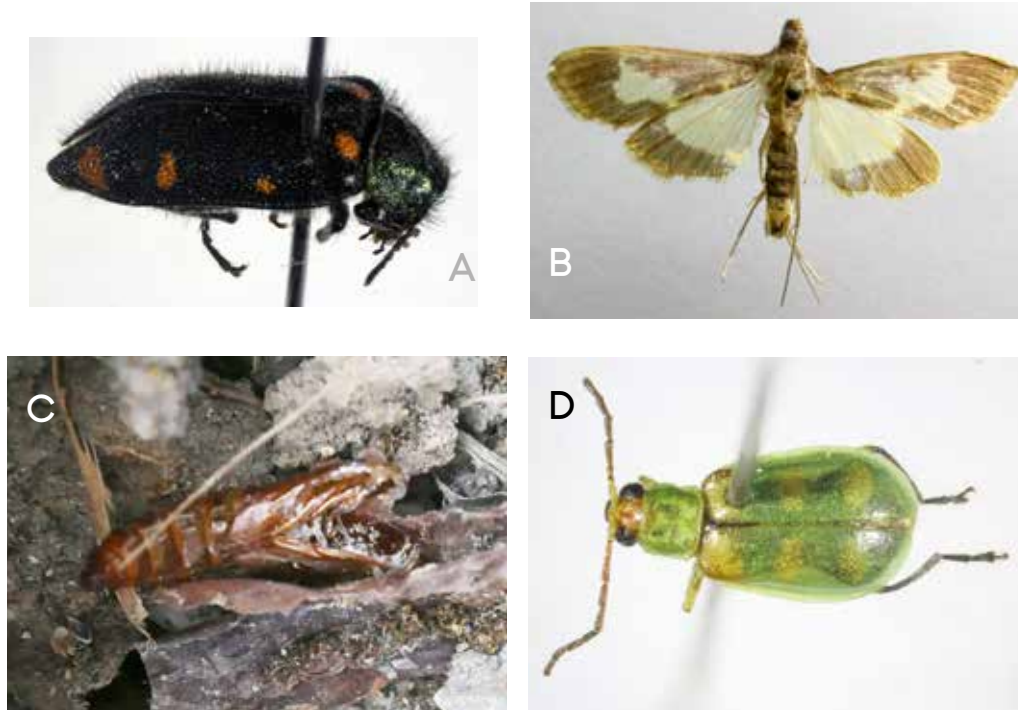


Figura 36. Insectos fitófagos presentes en los cultivos de la calabaza y el zapallo: a) Escarabajo *Astylus* sp., b) Barrenador de frutos y guías *Diaphania nitidalis*, c) Pupa de Barrenador del cuello de la raíz *Melittia* sp., d) Escarabajo del follaje *Diabrotica* sp.



Figura 37.

a) Predador, mariquita *Psyllobora* sp., d) Saprófago, mosquito, *Physiphora* sp., e) Saprófago, escarabajo *Conotelus* sp.



Figura 38. Colección de una muestra entomológica asociada al género *Cucurbita* depositada en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 9. Organismos relacionados con los cultivos de calabaza y zapallo según grupo funcional: Fitófagos, parasitoides, predadores, polinizadores y saprófagos (Sarmiento & Sánchez, 2012; Howe & Rodes, 1976; Astorquizaga, 2009a; Echeverri, Loayza & Cano, 2004; Orellana & Machado, 1999; Angulo & Weiguert, 1975; Valencia & Cárdenas, 1973; Sánchez & Vergara, 2003; Ingunza, 1963).

Clase	Orden	Famiia	Nombre común	Nombre científico		
Fitófagos						
Coleoptera	Chrysomelidae		Escarabajo moteado de la calabaza, vaquita, lorito, escarabajo	<i>Diabrotica</i> spp. <i>Diabrotica undecimpunctata howardi</i> Barber		
			Pulguilla, piqui-piqui, escarabajos saltadores, pulga saltona, epitrix.	<i>Epitrix</i> spp.		
			Escarabajo rayado de la calabaza	<i>Acalymma vittata</i> (Fab.)		
		Coccinellidae	Vaquita de los melones	<i>Epilachna paenulata</i> Germar		
	Curculionidae	Gorgojo, picudo	<i>Pantomorus</i> sp.			
	Elateridae	Gusano de tierra	<i>Agrotis lineatus</i> L.			
	Melyridae	Gusano peludo de la semilla	<i>Astylus</i> sp.			
	Meloidae	Llama llama, carhua	<i>Epicauta</i> sp.			
	Scarabaeidae	Torito	<i>Diloboderus abderus</i> Sturm <i>Phyllophaga</i> sp.			
	Diptera	Cecidomyiidae	Mosquita de los brotes	<i>Prodiplosis longifila</i> Gagné <i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanchard		
		Agromyzidae	Mosca minadora	<i>Liriomyza quadrata</i> Malloch <i>Liriomyza</i> sp.		
		Hemiptera	Coreidae	Chinche Chinche del zapallo	<i>Anasa tristis</i> DeGeer <i>Acanonicus hahni</i> Stål	
	Cicadellidae		Saltamontes de la papa	<i>Empoasca fabae</i> Harris		
	Aphididae		Pulgón Afido de la papa	<i>Aphis gossypii</i> Glover <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas		
Aleyrodidae	Mosca blanca		<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius			
Lygaeidae	Chinche		<i>Nysius</i> sp.			
			<i>Beosus</i> sp.			
Lepidoptera	Crambidae	Barrenador de las guías y frutos	<i>Diaphania nitidalis</i> Stoll <i>Diaphania hyalinata</i> L. <i>Diaphania</i> sp.			
			Sesiidae	Barrenador del cuello de la raíz o pique Barrenador de la calabaza	<i>Melittia pauper</i> Le Cerf. <i>Melittia cucurbitae</i> Harris	
					Gusano áspero	<i>Feltia malefida</i> Gueneé
	Noctuidae	Gusano cortador, Gusano de tierra, utushcuro Gusano grasiento Isoca medidora Gusano del maíz	<i>Spodoptera ochrea</i> (Hampson) <i>Agrotis</i> spp. <i>Agrotis Ipsilon</i> Hufnagel <i>Rachiplusia nu</i> Gueneé. <i>Heliothis zea</i> Boddie			
			Orthoptera	Gryllidae	Grillo	<i>Gryllus assimilis</i> Fabricius
				Gryllotalpidae	Grillo	<i>Neocurtilla hexadactyla</i> Perty <i>Scapteriscus</i> sp.
			Thysanoptera	Thripidae	Trips	<i>Selenothrips rubrocinctus</i> Giard

Parasitoideos						
Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico		
Insecta	Hymenoptera	Braconidae	Avispas	<i>Apanteles elegans</i> Blanchard		
				<i>Apanteles bruchi</i> Blanchard		
				<i>Chelonus</i> sp.		
		<i>Meteorus chilensis</i> Porter				
		<i>Enicospilus</i> sp.				
		<i>Coccygomimus</i> sp.				
		<i>Aphidius matricariae</i> Haliday				
		<i>Aphidius colemani</i> Viereck				
		<i>Lysphlebus testaceipes</i> (Cresson)				
		<i>Praon volucre</i> Haliday				
		<i>Aphidencyrthus aphidivorus</i> (Mayr)				
		<i>Pachyneuron siphonophorae</i> Ashmead				
	<i>Halticoptera arduine</i> Walker					
	<i>Diglyphus</i> spp.					
	<i>Chrysocharis flacilla</i> (Walker)					
	<i>Phaedrotoma scabriventris</i> (Nixon)					
	Diptera	Tachinidae		Moscas	<i>Archytas marmoratus</i> Twins.	
					<i>Bonnetia comta</i> (Fall)	
<i>Bonnetia</i> sp.						
<i>Gonia lineata</i> Macquart						
<i>Gonia pallens</i> Wiedemann						
<i>Gonia peruviana</i> Townsend						
<i>Prosopochaeta fidelis</i> (Reinhard)						
<i>Winthemia</i> sp.						
Predadores						
Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico		
Insecta	Coleoptera	Carabidae	Mariquita, chinita	<i>Cicindelidea trifasciata peruviana</i> Castelnau		
				<i>Megacephala (Tetracha) carolina</i> (L.)		
				<i>Tetracha</i> sp.		
				<i>Calosoma abbreviatum</i> Chaudoir		
				<i>Calosoma rufipennis</i> Dejean		
				<i>Chlaenius</i> sp.		
		<i>Notiobia peruviana</i> Dejean				
		<i>Pterostichus</i> sp.				
		<i>Psyllobora confluens</i> Fabricius				
		<i>Cycloneda sanguinea</i> L.				
		<i>Hippodamia convergens</i> Guerin-Meneville				
		<i>Eriopis connexa</i> (Germar)				

				<i>Epilachna paelunata</i> Germar		
				<i>Epilachna</i> sp.		
				<i>Scymus</i> sp.		
Arachnida	Diptera	Dolichopodidae		<i>Condylostylus</i> sp.		
		Syrphidae	Moscas	<i>Allograpta piurana</i> Shannon <i>Baccha clavata</i> (Fabricius)		
		Lygaeidae		<i>Geocoris punctipes</i> (Say)		
	Hemiptera	Miridae		<i>Rhinacloa</i> spp. <i>Hyaliodes</i> sp. <i>Dicyphus</i> sp. <i>Polymerus</i> sp.		
			Nabidae	<i>Nabis</i> sp.		
			Neuroptera	Chrysopidae	Crisopas	<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen)
			Anyphaenidae	<i>Josa</i> sp.		
	Araneae		Araneidae		<i>Argiope argentata</i> Fabricius <i>Araneus koepckeorum</i> Levi	
			Lycosidae		<i>Hogna subaustralis</i> Strand	
			Oxyopidae		<i>Peucetia rubrolineata</i> Keyserling	
			Salticidae	Arañas		<i>Frigga crocuta</i> Taczanowski <i>Latrodectus geometricus</i> Koch <i>Theridion calcynatum</i> Holmberg <i>Chryso vittatula</i> Roewer
					Theridiidae	
					Thomisidae	
			Polinizadores			
Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico		
Insecta	Hymenoptera	Apidae*	Abeja melífera	<i>Apis mellifera</i> L.		
				<i>Bombus robustus</i> Smith		
			Abejorro	<i>Bombus funebris</i> Smith <i>Bombus</i> sp. <i>Eucerini</i> sp.		
			Abejas	<i>Eulaema polyzona</i> Mocsáry <i>Partamona</i> sp.		
			Abeja de la calabaza	<i>Peponapis cf. fervens</i> Smith <i>Peponapis citrullina</i> (Cockerell) <i>Triepeolus</i> sp. <i>Trigona amalthea</i> (Olivier)		
			Abejas	<i>Trigona branneri</i> Cockerell <i>Trigona chanchamayoensis</i> Schwarz <i>Trigona williana</i> Friese		

		Abejorro carpintero	<i>Xylocopa cf. andica</i> Enderlein
		Abejorro	<i>Xylocopa viridigaster</i> Lepeletier
			<i>Halictidae</i> sp.
	Halictidae	Abejas metálicas	<i>Agapostemon nasutus</i> Smith
			<i>Augochlora</i> spp.
	Scoliidae	Avispa	<i>Campsomeris</i> sp.
Saprófagos			
Clase	Orden	Familia	Nombre científico
Insecta	Coleoptera	Nitidulidae	<i>Conotelus</i> sp.
	Diptera	Ulidiidae	<i>Physiphora</i> sp.


* Identificado por C. Rasmussen (2019)

Las bacterias aerobias (*Bacillus* y *Pseudomonas*) participan en los procesos de descomposición de residuos, la formación de agregados, y las interacciones con plantas y otros microorganismos. Los actinomicetos son capaces de degradar muchas sustancias complejas incluyendo celulosa, lignina y quitina. Ayudan a incrementar la estructura del suelo y producen compuestos bioactivos con actividad antagonista contra microorganismos patógenos. También participan en estos procesos los mohos y levaduras, algunos de los cuales son patógenos de plantas y otros son importantes en los procesos de descomposición, mineralizando y reciclando los nutrientes de las plantas (Wainwright, 1988; Beare *et al.*, 1997). Las bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre (*Azotobacter*, *Clostridium*, *Citrobacter*, *Klebsiella*) reducen el nitrógeno atmosférico (N₂) incorporándolo al ambiente del suelo.

En las raíces de las plantas, las relaciones microbianas determinan cuál es la comunidad dominante y cuál es la inhibida, así como aquellas que coexisten sin afectar a otras poblaciones. Es importante considerar los factores que determinan la actividad microbiana, debido a la influencia que tienen en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la nutrición de los cultivos. Por ello, es importante evaluar el efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en diferentes sistemas de cultivo. En un

estudio realizado por Hernández-Flores, Munive-Hernández, Sandoval-Castro, Martínez-Carrera, & Villegas-Hernández (2013) en tres localidades del estado de Chihuahua en México, los autores determinaron que la densidad de poblaciones bacterianas de 11 muestras compuestas de suelos con actividad agrícola tenía niveles de 1 X 10² a 6.6 X 10³ UFC g⁻¹ (de 2 a 3.8 ULog), valores muy bajos para suelos con actividad agrícola, sugiriendo el efecto negativo de la aplicación de agroquímicos sobre poblaciones microbianas del suelo.

En las prospecciones realizadas en los 24 departamentos del Perú fueron identificados aerobios mesófilos viables, mohos y levaduras, actinomicetos y bacterias de vida libre fijadoras de nitrógeno. Los factores de humedad y temperatura tienen repercusiones sobre la actividad microbiana del suelo, los que estarían influenciados directamente por el manejo que tienen los suelos cultivados, favoreciendo el crecimiento de las poblaciones microbianas. En términos generales, no se evidencia un impacto negativo en relación con los parámetros evaluados de los campos con y sin la presencia del cultivo de la calabaza y el zapallo. Se evidenció que las poblaciones de mohos y levaduras y actinomicetos son significativamente menores a las bacterias fijadoras de nitrógeno y estas a su vez menores que las bacterias aerobias mesófilas (anexo 9).



4 Regiones naturales y agroecosistemas donde desarrolla la calabaza y el zapallo



El Perú es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas, donde interactúan el clima, el suelo, la vegetación y la fauna, produciendo un hábitat natural donde se encuentra una alta diversidad de cultivos de calabaza y zapallo, los mismos que representan una base importante para la agricultura y la alimentación. Las especies de calabaza y zapallo del Perú se encuentran en diferentes agroecosistemas a nivel de parcelas o chacras. Como se ha visto en el capítulo 1, la variabilidad dentro de las especies del género *Cucurbita*: *C. maxima*, *C. moschata*, *C. ficifolia* y *C. pepo*, se refleja, asimismo, en las características morfológicas del fruto y de las semillas.

Nuestro territorio es muy accidentado, y en áreas relativamente pequeñas se pueden encontrar diferentes ecosistemas donde se pueden cultivar las especies de calabaza y zapallo. En estos ecosistemas podemos encontrar una o más especies del género *Cucurbita*, dependiendo de los pisos altitudinales en donde se puedan desarrollar estas especies.

4.1 Regiones naturales asociadas a la calabaza y el zapallo cultivados

Los ecosistemas son un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales, microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (ONU, 1992), formando parte del patrimonio natural de la nación. Sin embargo, los ecosistemas se han venido degradando de manera acelerada por las actividades humanas, originando un creciente deterioro ambiental debido a la erosión de suelos, incendios forestales, uso de agroquímicos, cambio de uso del suelo, invasión de especies exóticas y vertimiento de efluentes industriales y domésticos, con la consecuente reducción de servicios ecosistémicos y poniendo en riesgo la conservación de las especies.

Cada ecosistema tiene determinadas especies de fauna y flora que habitan en un área con ciertas características físicas, químicas, geológicas, climáticas y topográficas. Esta diversidad biológica, que está presente también en los ecosistemas agrícolas, nos proporciona alimentos y otros recursos vitales, y los medios para producirlos. Además, es importante mencionar a los organismos y microorganismos relacionados con las plantas, cuya función es mantener el

equilibrio ecológico del medio. Sin embargo, este equilibrio podría ser afectado por el ingreso de los OVM en la cadena de producción de alimentos, y de manera creciente en los ecosistemas agrícolas (FAO, 2007). Los efectos sobre el medio ambiente pueden alterar otros servicios útiles de los ecosistemas, como el secuestro de carbono y daños por efectos de los compuestos químicos tóxicos sobre los seres vivos (Jarvis, Padoch & Cooper, 2011), ecosistemas que están perdiendo calidad ambiental por efecto de la contaminación y otros impactos derivados de las actividades humanas.

Frente a esta situación, la diversidad genética actúa como “un seguro” frente a una multiplicidad de riesgos, que van desde la heterogeneidad de los ecosistemas, la fragmentación y divergencia de suelos, la dureza y el contraste climático, a otros de carácter social, como la lejanía de los mercados, el limitado acceso a información y tecnología, o la falta de infraestructuras propias de estos núcleos de agrobiodiversidad (Estrella, Manosalvas, Mariaca & Ribadeneira, 2005).

Pulgar Vidal (2014) considera que la región natural es un conjunto de ecosistemas iguales o parecidos, “área continua o discontinua”, en la cual son comunes o similares el mayor número de factores del ambiente natural, y que dentro de dichos factores, el hombre juega un papel principal como el activo agente modificador de la naturaleza.

La descripción de las regiones naturales por Pulgar Vidal constituyó un punto de partida para describir los espacios naturales en los que se encuentran las especies del género *Cucurbita*, lo que circunscribe el área de estudio a las regiones naturales Chala, Yunga y Quechua, localizadas geográficamente en la vertiente occidental y las regiones Rupa Rupa y Omagua en la vertiente oriental de los Andes. Estas especies prosperan en diferentes ecosistemas de acuerdo a su adaptabilidad y exigencias para crecer y desarrollarse en las condiciones óptimas considerando los pisos altitudinales, el clima, relieve, la flora, fauna, intervención humana y el paisaje natural.

Según las prospecciones realizadas entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019, el género *Cucurbita* se encuentra distribuido en diferentes regiones naturales. *C. maxima* se registró en seis regiones naturales, y su abundancia permanece en las regiones Quechua, Yunga y Chala; *C. moschata* en cinco regiones, predominando en las regiones Yunga, Chala y Omagua; *C. ficifolia* en tres regiones naturales, predominando en la región Quechua; y *C. pepo*, en

cuatro regiones en muy bajas proporciones (tabla 10, figuras 39 y 40). La descripción de las regiones naturales y los factores de degradación que afectan a estos ecosistemas se presentan en la tabla 11.

Con respecto a la ecología de *C. maxima*, esta especie se desarrolla en altitudes entre los 0 a 3579 m s. n. m. en seis regiones naturales, teniendo alta representatividad en las regiones Quechua, Yunga marítima y Chala. También se le encuentra en las regiones Omagua, Rupa rupa y Yunga marítima y, excepcionalmente, la especie se encuentra en la región Suni, a una altitud mayor a los 3500 m s. n. m.

La especie *C. moschata* se desarrolla entre los 7 a 2636 m s. n. m. en cinco regiones naturales, teniendo alta representatividad en zonas cálidas como son Yunga, Chala, Rupa rupa y Omagua. Excepcionalmente, la especie se encontró en la región Quechua.

C. ficifolia, esta especie se desarrolla en tres regiones naturales, teniendo una alta representatividad en las regiones Quechua, Yunga fluvial y marítima. Los pisos altitudinales donde se encuentra esta especie van desde los 851 hasta 3900 m s. n. m.; excepcionalmente se ha encontrado especímenes

en alturas mayores de 3500 m s. n. m., que corresponden a la región Suni, donde las condiciones climáticas ocasionan el desarrollo lento de las plantas. En bajas altitudes, como se observó en la parcela experimental de San Martín y Lambayeque, esta especie no logró el desarrollo de los frutos por las altas temperaturas y la presencia de plagas.

Finalmente, la especie *C. pepo*, con su variedad mejorada, se desarrolla a una altitud entre 125 a 3862 m s. n. m. en cuatro regiones naturales, teniendo la mayor representatividad en las regiones Quechua y Yunga. Excepcionalmente, se encuentra en la región Suni debido a que se le han dado las condiciones óptimas para el crecimiento produciéndola en invernadero. Además, también se encontró en la región Omagua, producción realizada en un vivero municipal manejado por mujeres emprendedoras del distrito de San Juan Bautista, en la provincia de Maynas, Loreto.

Los ecosistemas que podrían estar en riesgo por la presencia de OVM podrían ser los que son más aptos para el cultivo de las variedades introducidas de *C. pepo*, debido a que hasta la fecha se han desarrollado diversas modificaciones genéticas para esta especie (ISAAA, 2019b).

Tabla 10. Distribución de especies del género *Cucurbita* en las regiones naturales

Región	Número de prospecciones con presencia de las especies del género <i>Cucurbita</i> *				
	<i>C. maxima</i>	<i>C. moschata</i>	<i>C. ficifolia</i>	<i>C. pepo</i>	<i>C. pepo jawinca</i>
Quechua	+++	+	+++++	++	++
Yunga	+++	+++	++++	+	++
Chala	+++	+++			++
Suni	+		+	+	
Omagua	+	+++		+	
Rupa rupa	+	++			

* + muy escaso (1 a 10), ++ escaso (11 a 50), +++ moderado (51 a 100), ++++ abundante (101 a 200), +++++ muy abundante (> 200)

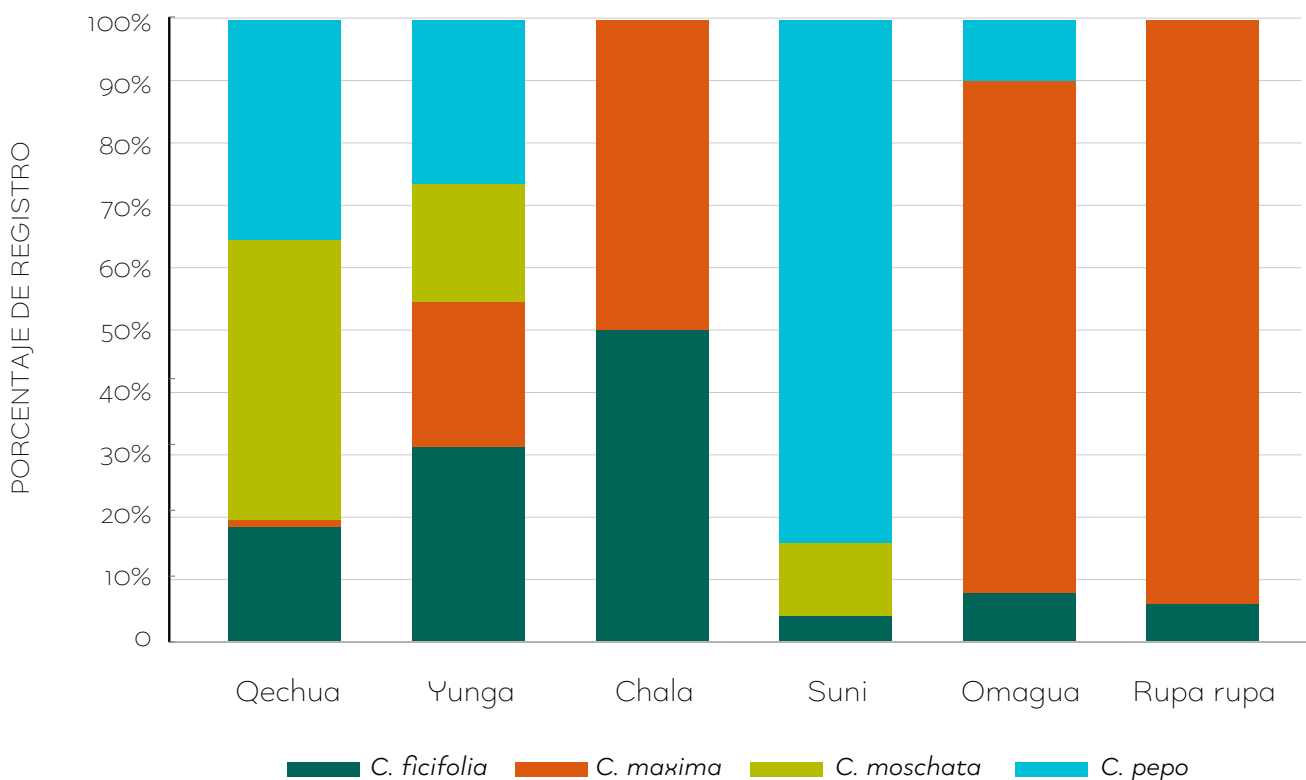


Figura 39. Prospecciones de las especies del género *Cucurbita* de acuerdo a las regiones naturales.

Tabla 11. Distribución de especies del género *Cucurbita* en las regiones naturales

Características	Factores de degradación
<p>Chala</p> <p>El nombre Chala se utiliza para designar a los lugares que están “cubiertos de niebla”. La faja desértica se extiende de sur a norte a lo largo del Pacífico, en forma de una faja longitudinal con anchos variables, a una altitud desde los 0 a 500 m s. n. m. La topografía es casi plana, donde se encuentran los valles, pampas, tablazos, desiertos, lomas y algunas estribaciones andinas, que son pequeñas cadenas de poca elevación. Clima desértico, con una temperatura aproximada de 20 °C, con precipitación de 20 mm. Las especies representativas son: entre las especies silvestres, algarrobo, carrizo, caña brava, tillandsias y cactáceas; y entre las cultivadas mango, algodón, maíz, pallar, tomate, frejol, camote, yuca, ají y zapallo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tala y quema de bosques, debido al creciente incremento de la ganadería extensiva. • Contaminación marina por afluentes debido a vertimientos industriales y urbanos. • Pérdida de suelos agrícolas por salinización. • Presencia de plagas en bosques de algarrobos, provoca mortandad de la especie. • Diseminación de virosis en zapallo macre.
<p>Yunga</p> <p>La palabra Yunga o Yunca significa “ valle cálido”, se extiende en la zona occidental marítima, desde los 500 hasta 2300 m s. n. m., y la zona oriental fluvial va desde los 1000 hasta 2300 m s. n. m. El relieve que presenta esta región natural es valle y quebrada. Son valles de clima cálido. La zona marítima es seca en la estación de verano, pero en épocas lluviosas ocasionan aluviones y huaicos. En cambio, en la zona fluvial es húmeda y cálida, con lluvias de acuerdo con las estaciones. La flora es más abundante, e incluye especies como pitajaya, molle, sauce, pájaro bobo, boliche, achupalla, mito, cabuya blanca, tara, cactáceas, entre otras. Es propicia para el cultivo de la fruta como paca, lúcumo, palto, chirimoya, cítricos y cultivos agrícolas como habas, yuca, plátano, hortalizas, calabaza y frejol, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variación del paisaje natural y pérdida de la biodiversidad debido a la introducción de plantaciones forestales con especies exóticas. • Disminución de áreas de cultivo debido a la ampliación en construcciones para edificaciones.

Quechua

Las palabras Quechua, Quichua o Queshua se empleaban en el antiguo Perú para designar a las “tierras de clima templado”. Se encuentra ubicada en los declives oriental y occidental, y se elevan desde los 2300 hasta 3500 m s. n. m., constituyendo fajas longitudinales que se extienden entre las fronteras con Bolivia y Ecuador. El relieve está constituido por valles interandinos.

El clima es seco y templado, con cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, presenta lluvias intensas y copiosas entre los meses de diciembre hasta marzo. Presenta flora arbórea como eucalipto, pino (ambos introducidos), aliso, nogal, arrayan, quenual, molle; y cultivos agrícolas como maíz, arracacha, caigua, calabaza, granadilla, manzano, durazno, yacón, tomate y trigo.

- Variación de paisaje debido a la instalación de plantaciones forestales con especies exóticas.
- Cultivo de coca y uso de productos químicos usados para la elaboración de la pasta básica, origina degradación de suelos debido al alto índice de contaminación.

Rupa rupa

Conocida como selva alta, la palabra Rupa rupa procede del runa-shimi, rupha, adjetivo que significa “**ardiente o caliente**”. Está ubicada en el flanco oriental de la cordillera de los Andes, entre los 400 y los 1000 m s. n. m. Su orografía es muy compleja, y tiene superficies montañosas, quebradas, lomos, laderas, valles y pongos.

El clima es cálido y húmedo, con abundantes precipitaciones estacionales. La temperatura media anual es de 30 °C, las precipitaciones superan los 1800 mm anuales, siendo frecuentes en los meses de verano, de diciembre hasta marzo.

Como flora representativa tenemos palo de balsa, aguaje, pan de árbol, cedro, tornillo, lupuna, moena, y cultivos agrícolas de plátano, yuca, ají, tomate nativo y otros.

- Deforestación de especies valiosas, genera erosión de suelos y pérdida de biodiversidad.
- El transporte fluvial constante, origina la contaminación de agua, debido al derrame de combustible, arrojado de residuos sólidos y efluentes en los ríos, generando degradación de los ecosistemas.
- Agricultura migratoria, que genera pérdida de biodiversidad.

Omagua

La palabra “Omagua” etimológicamente significa “**la región de pescado de agua dulce**”, también conocida como selva baja. Está situada entre los 80 hasta 400 m s. n. m., zona denominada como el llano amazónico.

El clima es cálido tropical-húmedo, con temperatura media anual de 25 °C y precipitación promedio de 1579 mm anual.

Conformada por abundante vegetación, incluyendo especies como ceibo, lupuna, chonta y otras palmeras, aguaje, oje, ayahuasca, shiringa, bolaina y copaiba; entre los cultivos se encuentran palma aceitera, plátano, yuca, ají, tomate nativo, zapallo.

- Tala de bosques, por cambio de uso de suelo, sustituyéndolo con pastos y otros cultivos.
 - Construcción de carreteras y la falta de estabilización de suelo genera erosión.
 - Agricultura migratoria, que genera la pérdida de biodiversidad y empobrecimiento del suelo.
 - Degradación de suelos y cuerpos de agua por la presencia de la minería informal.
-





Figura 40. Regiones naturales en donde se distribuye la calabaza y zapallo: a) Chala: Arequipa, provincia Islay, distrito Punta de Bombón; b) Yunga: Piura, provincia Ayabaca, distrito Ayabaca; c) Quechua: Huancavelica, provincia Castro Virreyña, distrito Mollepampa; d) Rupa rupa: Cusco, provincia La Convención, distrito Quellouno; e) Omagua: Madre de Dios, provincia Tahuamanu, distrito Iñapari.

4.2 Agroecosistemas asociados a la calabaza y el zapallo

Los agroecosistemas son sistemas antropogénicos, es decir, su origen y mantenimiento van asociados a la actividad del hombre, que ha transformado la naturaleza para obtener principalmente alimentos (Asociación Española de Ecología Terrestre [AEET], 2007).

El hombre modifica su medio y con ello las interacciones de los diferentes componentes, agua, suelo, plantas y animales (Tapia & Fries, 2007). El agroecosistema y el tipo de agricultura están influenciados por factores bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales. La excesiva intensificación de las actividades agrícolas, la transformación del paisaje, el empobrecimiento del suelo y la aceleración de los procesos de erosión han generado un efecto negativo sobre los ecosistemas en general y sobre los agroecosistemas en particular.

Según las prospecciones realizadas durante el presente estudio (entre noviembre de 2018 y setiembre de 2019), los agricultores manejan agrónomicamente el cultivo de la calabaza y el zapallo en parcelas, huertos familiares y chacras, entre otros espacios. Los terrenos son de topografía plana, o con ligeras pendientes en las laderas o valles interandinos, y están distribuidos en diferentes altitudes. El sistema de labranza para la preparación de suelos es variable y depende del tipo de suelo, para lo cual utilizan herramientas manuales y el arado con ayuda de una yunta y, en otros casos, se realiza de forma mecanizada. El riego se realiza en forma manual y en otras es riego tecnificado (por goteo), cuya fuente hídrica proviene del río, lagunas, quebradas y pozos de agua subterránea. Los cultivos también se siembran en seco, con calendarios fenológicos definidos a fin de que las especies puedan aprovechar el agua en época de lluvia.

El destino de la producción puede ser para autoconsumo o para fines comerciales, y los rendimientos no son uniformes, ya que dependen de las condiciones climáticas, de la calidad del suelo y, sobre todo, del manejo agrónómico que realiza el agricultor.

La agricultura tiene la particularidad de tener un elevado número de especies cultivadas relacionadas con la calabaza y el zapallo, entre las cuales se encuentran el maíz, el café y el frijol; también se practica la agroforestería, con la presencia de árboles en los linderos, alrededor de la chacra o dentro de la misma parcela.

Las especies del género *Cucurbita* prosperan en diferentes unidades de producción relacionadas entre sí por los componentes de agua, suelo, flora y fauna, cuyo manejo se caracteriza generalmente por ser tradicional. Las especies de *Cucurbita* se encuentran en diferentes tipos de ecosistemas y están asociadas a las especies arbóreas, arbustivas, cultivos agrícolas, frutícolas y pastizales, así como también, a la vocación y a la potencialidad productiva de

cada departamento (tabla 12).

Los agroecosistemas en los que se ha encontrado a *C. ficifolia* con una mayor representatividad son los huertos familiares, bordes de chacras, borde de caminos, de carreteras y, en menor cantidad, al borde de canales, parcelas, y en bordes de ríos y quebradas. Es una especie que crece en los valles interandinos y se le encuentra en diferente tipo de ecosistemas asociados a las especies arbóreas, arbustivas, cultivos agrícolas y frutícolas y pastizales. Entre las especies arbóreas se encuentran el eucalipto, el pino, el ciprés, el aliso, la tara, el molle, el queñual, el pashul o pajuro y el durazno. También cultivos agrícolas como maíz, arveja, haba, lenteja, frejol y hortalizas.

Los agroecosistemas donde se encuentra *C. maxima* son manejados por el agricultor como monocultivo, en

Tabla 12. Agroecosistemas donde se encuentran las especies del género *Cucurbita*

Nombre científico	Nombre común	Tipo de agroecosistemas	Componentes	Asociatividad	Altitud (m s. n. m.)
<i>Cucurbita ficifolia</i>	Calabaza, lacawite, chichayo, sambumba, lacayote, chuiche y tullo.	Huerto familiar, bordes de chacra, camino, carretera, y como cultivo asociado	Planta resistente a plagas y enfermedades, se produce en forma espontánea. Crece donde hay presencia humana y hábitos alimenticios relacionados con su consumo. La producción es con fines de autoconsumo. Las superficies de tierra que se destinan para este cultivo son muy pequeñas, aproximadamente se encuentra en áreas con un máximo de 300 m ² .	Maíz, pallar, habas, papa, durazno, plátano, palta, chirimoya, granadilla, lúcumo, achira, papaya, pera, tomate nativo y alfalfa.	851-3900
<i>Cucurbita maxima</i>	Zapallo, zapallo nativo, zapallo macre, zapallito, zapallo cabuco, zapallo camote, zapallo crespo, zapallo de carga.	Parcela, huerto familiar, borde de chacra.	El cultivo se realiza como monocultivo. La producción se realiza con tecnología intermedia y mecanizada. La presencia está fuertemente influenciada por prácticas agropecuarias como son técnicas de riego, abonamiento, fertilización, deshierbo, guiado de la planta, entre otros, debido a que la producción se realiza con fines comerciales. La especie está afectada fuertemente por la presencia de virosis. El rango de superficie del cultivo es aproximadamente de 0.5 ha a 5 ha.	Café, yuca, cacao, caña, limón rugoso, plátano, cocona, caña, maíz y algodón.	0 -3579
<i>Cucurbita moschata</i>	Loche, loche cruzado, zapallo criollo, shupe, zapallo huayco, zapallo verdura, zapallo javinca, zapallo chuyan, zapallo yunga, zapallo chuyan, zapallo chuncho.	Huerto familiar, parcela, bordes de carreteras y caminos, parcelas.	Se cultiva como monocultivo. La producción es regional debido a los hábitos de consumo de esta especie por la población. La producción se realiza con fines comerciales y es manejada agrónomicamente en parcelas de 0.5 ha a 2 ha.	Camote, plátano, yuca, café, algarrobo, naranja, mandarina y ciruela.	7-2636
<i>Cucurbita pepo</i>	Zapallito italiano, javinca, zapallo zucchini, calabacín.	Parcela, huerto familiar, borde de chacra, chacra como cultivo asociado al maíz.	Esta especie generalmente no es conocida por el poblador rural, se encuentra en aquellos lugares que son turísticos. Las superficies de tierra que destinan para este cultivo son muy pequeñas.	Pepino, plantas medicinales, maíz y hortalizas.	88-3862

parcelas con sistema de producción de alta tecnología, riego tecnificado y uso de maquinaria agrícola y, con menor frecuencia, en huertos familiares o bordes de chacras. En las zonas altas, el riego se realiza por gravedad y el manejo del cultivo es manual. Esta especie crece y se desarrolla óptimamente en valles interandinos, valles costeros y en la llanura amazónica, siendo favorecida por el clima cálido, la topografía, el suelo y la disponibilidad de agua. Es una especie comercial y su consumo es muy preferido en la dieta familiar. Se asocia a sistemas agroforestales en combinación con árboles y cultivos. En las regiones Chala, Quechua y Yunga, la especie es protegida con árboles, generando un microclima especial de protección contra el frío en las partes altas y el viento en la costa. Los árboles asociados son: aliso, tara, molle, tuna, casuarina, tamarix, algarrobo, entre los principales. Además, se le puede encontrar asociada con otros cultivos como ají, plátano, frijol, yuca, café, papaya, camu camu, entre otros.

La especie *C. moschata* prospera en valles interandinos y costeros así como en la llanura amazónica, siendo favorable para su desarrollo el clima cálido, suelos ligeramente profundos y disponibilidad de agua. La especie se encuentra generalmente en huertos familiares, bordes de carreteras y en parcelas, y con menor frecuencia, en los bordes de las chacras, borde de canales, de ríos y de caminos. Habitualmente la especie está asociada con cultivos agrícolas como el maíz, la yuca, la papaya y el plátano. El ecosistema donde se encuentra está conformado por árboles, arbustos y plantas herbáceas, destacando el algarrobo, el aliso, el eucalipto, el molle y la tara en la zona norte, teniendo como

función principal la protección del cultivo de los vientos. En las regiones de Omagua y Rupa rupa encontramos cético, palma aceitera, castaño, entre otras especies oriundas de estas regiones naturales.

Finalmente, la especie *C. pepo* en su variedad mejorada se cultiva en pocas extensiones, en parcelas, huertos familiares y bordes de chacras. Su producción está destinada principalmente a los mercados urbanos de grandes ciudades o a zonas con alto turismo. Mientras que a las variedades nativas como jawinca se las encuentra en cultivos asociados, especialmente con el maíz. El paisaje está conformado por especies arbóreas como huarango, molle, tara, sauco, tuna, eucalipto, pino, coco, palmera y aguaje, y cultivos agrícolas como maíz y hortalizas (figura 41).

De acuerdo a la caracterización de los agroecosistemas según Tapia (s.f.), los niveles jerárquicos de clasificación son: subregión (SR), zona agroecológica (ZA) y la zona o ambiente homogéneo de producción (ZHP).

Tomando en cuenta las subregiones y la participación del agricultor en el manejo agronómico de las unidades agropecuarias, así como la transformación y comercialización en los diferentes ámbitos geográficos andinos, el cultivo de las especies de *Cucurbita* se localizó en seis subregiones (norte o septentrional, central, centro sur, vertiente occidental seca, vertiente oriental húmeda). Adicionalmente, de acuerdo a los parámetros de altitud, precipitación, características topográficas y vocación agropecuaria, los cultivos de las especies de *Cucurbita* fueron ubicados en siete zonas agroecológicas (Tapia, 2013) [tabla 13].


Tabla 13. Caracterización de los agroecosistemas donde se desarrollan las especies de calabaza y zapallo, de acuerdo a las regiones agroecológicas

n.º	Sub	Zona	Uso	Altitud	Precipitación	Orientación
Subregión	Regiones (SR)	Agroecológica (ZA)	Agropecuaria (ZHP)	(m s. n. m.)	(mm)	
I	Septentrional	(1) Quechua semi húmeda	Frutales, maíz, lechería	1900-4300	600-1300	Interandina
II	Central	(5) Quechua semiárida	Frutales, papa, maíz, lechería	1850-5000	380-960	Interandina
III	Centro Sur	(8) Quechua subárida	Frutales, maíz, vacunos	2000-4500	550-1100	Interandina
V	Vertiente occidental seca	(14) Yunga marítima árida	Frutales, raíces, lechería	1800-3800	180-350	Hacia el Océano Pacífico
		(15) Quechua árida	Maíz, cereales, lechería			
VI	Vertiente oriental húmeda	(16) Yunga fluvial	Frutales, caña de azúcar, raíces	1500-3900	600-1800	Hacia la Amazonía

(1), (5), (8), (14), (15), (16) y (17): representa la zona agroecológica de acuerdo a los niveles jerárquicos de clasificación que establece Tapia (s.f.)



Figura 41. Agroecosistemas: a) Parcela: Lambayeque, provincia de Ferreñafe, distrito Incahuas; b) Huerto familiar: Huánuco, provincia de Huánuco, distrito Chinchao c) Borde de chacra: Huánuco, provincia Pachitea, distrito Umari; d) Borde de camino: Piura, provincia Huancabamba, distrito Canchaque; e) Borde de Canal: Amazonas, provincia Bongará, distrito Yambrasbamba; f) Asociado con plátano: Ucayali, provincia Padre Abad, distrito Padre Abad.



5 Aspectos socioeconómicos y culturales del cultivo de la calabaza y el zapallo



Los productores de calabaza y zapallo, al igual que en otros países, emplean diversas estrategias para asegurar el sustento de su familia, desarrollando prácticas agrícolas a pesar de las condiciones agroclimáticas adversas, disponibilidad de insumos, aplicaciones culturales de aprovechamiento, y a través de usos y prácticas agrícolas tradicionales. De acuerdo con Peraza (1986) citado por Chávez, Tuxill y Jarvis (2004), *“en las comunidades rurales, la alimentación está íntimamente ligada a las condiciones que favorecen la productividad de las tierras que cultivan, la disponibilidad de otros recursos naturales, la interacción entre el hombre y su medio ambiente, las aplicaciones culturales de aprovechamiento que se derivan del intercambio entre comunidades, así como la manera en que las unidades socioeconómicas familiares se vinculan entre sí, y con la esfera social más amplia a través de la relación producción – consumo”* (p.250).

Según las prospecciones socioeconómicas realizadas entre noviembre de 2018 y setiembre de 2019, las áreas establecidas para la producción de calabaza y zapallo han permanecido estables en comparación con la situación que se presentaba hace más de siete años en las parcelas de los productores encuestados (INEI, 2012), debido al hábito de consumo y a las tradiciones culturales de los pobladores de algunas regiones del país.

5.1 Caracterización socioeconómica y cultural del productor

La decisión de los agricultores en cuanto a la producción de la calabaza y el zapallo depende de diferentes factores económicos, sociológicos y culturales.

El perfil socioeconómico de los agricultores desde el punto de vista de las características de la familia (en su composición y tamaño) son variables, pero en general, se puede decir que son nucleares y no muy numerosas. El 40% de los hogares está conformado por la pareja y 2 a 3 hijos. La actividad agrícola genera poca expectativa para los jóvenes, pues tan sólo el 2 % de quienes manejan las parcelas tiene menos de 30 años. El 62 % de los productores tiene entre 46 y 60 años, seguido del 24 %, con 36 y 45 años. Según INEI (2012), el 58.5 % de los agricultores tiene una edad que fluctúa entre 45 y 60 años. Este hecho puede ser el factor predominante y potencial para fomentar la agricultura de estos cultivos, aprovechando el conocimiento de los productores y jóvenes con miras al desarrollo sostenible de las especies de *Cucurbita*.

Analizando por género se encontró que las mujeres conductoras de la actividad agrícola, en comparación con su ubicación por regiones naturales, es mayoritaria en la región Quechua, con 43%, seguida por la región Omagua (42%), la Yunga fluvial (40%), la Rupa rupa (38%), la Yunga (33%) y la Chala (22%). En el caso de los varones, sucede lo contrario: su participación es mayoritaria en la región natural Chala, con 78%, seguido por la región Yunga (67%), la Rupa Rupa (63%), la Yunga Fluvial (60%), la Omagua (58%) y la Quechua (57%). Esto demuestra que en el manejo agronómico y en el desarrollo de las actividades agrícolas, la participación de la mujer en la región natural Quechua es alta porque la mayor parte de la producción es destinada para el autoconsumo. En cambio, en la región Chala se observa que la mayor participación es de los varones, debido a que el cultivo se realiza en mayores extensiones y la producción generalmente es destinada al comercio.

Si bien es cierto que la participación de los varones es mayoritaria en las actividades agrícolas en estas seis regiones naturales, estas actividades son compartidas con la mujer, pues las alternativas de trabajo son limitadas y la agricultura constituye la mejor opción para obtener ingresos. La participación conjunta de hombres y mujeres constituye un factor de éxito para el desarrollo de actividades productivas a través del trabajo en equipo, la comunicación y la toma de decisiones en conjunto.

En la región natural Omagua, el 52% de agricultores manifiesta tener educación primaria, mientras que en la región Quechua alcanzaron este nivel educativo el 49%, seguido de la región Yunga fluvial (40%), la Rupa rupa (38%), la Yunga (35%) y la Chala (35%). Sin embargo, en la región Chala el 49% realizó estudios secundarios, seguido de la región Yunga (42%), la Yunga fluvial (40%), la Omagua (38%) y la Quechua (29%).

En lo que respecta a estudios técnicos, la región Yunga alcanza mayor representatividad con 18%, seguido de la Quechua (15%), la Chala (13%), la Rupa rupa (13%) y la Omagua (6%); mientras que el 7% de la región natural Quechua, 5% de la Yunga, 4% de la Omagua y la Chala nunca tuvieron acceso a ese nivel educativo. Esto demuestra que los agricultores provenientes de la región Chala, que acceden mayoritariamente a la educación secundaria, tienen mayores ventajas comparativas en relación a las demás regiones naturales, ya sea por la ubicación geográfica o por el nivel socioeconómico. El escaso nivel educativo de los agricultores de calabaza y zapallo dificulta su tecnificación y acceso al mercado y a las oportunidades para un desarrollo humano sostenible (inclusión social, capacitación, crédito, acceso a servicios, entre otros).

En todas las regiones naturales, los productores desarrollan la agricultura como fuente principal de ingresos económicos; tal es el caso de la región Quechua (91%), Yunga (91%), Yunga fluvial (80%), Chala (98%), Omagua (96%) y Rupa rupa (78%) que desarrollan cultivos mixtos con hortalizas, maíz, papa, yuca, plátano y frutales, entre otros. También practican el monocultivo, que es exclusivo de los agricultores zapalleros, reportándose en la región Chala con 82%, Rupa rupa (63%), Quechua (60%), Yunga fluvial (60%), Yunga (58%) y Omagua (58%). Las actividades agrícolas son complementadas con actividades secundarias como comercio, crianza de ganado, transporte, artesanía, entre otras.

Entre los factores socioeconómicos que dificultan la producción del cultivo están el tamaño de la parcela y el sistema de tenencia de la tierra, el ingreso económico del agricultor, la disponibilidad y costo de la mano de obra, las oportunidades de mecanización (para la preparación del suelo, deshierbe y cosecha), la estructura del mercado y la disponibilidad de insumos (especialmente semillas).

El agricultor que produce calabaza (*C. ficifolia*) destina pequeñas áreas para este cultivo que van desde los 10 m² hasta 300 m² aproximadamente. Esta producción la destina para el autoconsumo y como alimento de ganado (cerdos, vacas y caballos, entre otros). Los excedentes son utilizados en la celebración de fiestas patronales, venta en ferias o mercados cercanos. Económicamente el agricultor depende

de otras actividades, entre las que destacan la agricultura comercial, la pesca, la artesanía y la ganadería. Este cultivo es ancestral y se mantiene a través del tiempo por las generaciones que heredan conocimientos y costumbres tradicionales.

El agricultor que produce zapallo en sus variedades comerciales (*C. maxima*) destina áreas para la producción que van desde 0.03 a 5.00 ha aproximadamente. El cultivo se realiza en parcelas utilizando tecnología convencional como maquinaria agrícola, equipos, herramientas, insumos externos (fertilizantes, plaguicidas), entre otros. La producción es vendida a nivel local, regional y nacional. Por lo general, tienen acceso al crédito y disponen de mayores ingresos económicos. Es preciso señalar que los agricultores que cultivan pequeñas áreas de zapallo lo hacen bajo la modalidad de cultivos mixtos. Por otro lado, en este estudio se evidenció la producción de zapallos nativos de esta especie en sus diferentes variedades, entre las que destacan el zapallo cabucco y gorra zapallo, que son cultivados en pequeñas superficies que van de 10 a 300 m², utilizando prácticas agrícolas tradicionales y en su mayor parte la producción es destinada para autoconsumo.

El agricultor que produce zapallo loche (*C. moschata*) destina áreas de producción que comprenden entre 0.01 a 3 ha aproximadamente. Manejan el cultivo en parcelas, utilizando tecnología convencional y, al igual que los agricultores que



producen zapallo (*C. maxima*), en su mayoría el cultivo es manejado comercialmente y con dedicación exclusiva al cultivo. Los agricultores que cultivan pequeñas áreas de zapallo loche realizan esta actividad bajo la modalidad de cultivos mixtos. La producción es vendida a nivel local, regional y nacional. Además tienen acceso al crédito y están agrupados en asociaciones, lo que les permite capitalizarse y darle un mayor valor agregado a través de la industrialización y obtención de harina de loche. Se evidenció la producción de zapallos nativos de esta especie en sus diferentes variedades, entre las que destacan el zapallo criollo, yunga y huicco, que son cultivados en pequeñas superficies de entre 10 y 300 m². Utilizan prácticas agrícolas tradicionales y en su mayor parte la producción es destinada para autoconsumo.

Los agricultores que cultivan la variedad introducida zapallito italiano, calabacín o zucchini (*C. pepo*) destinan áreas de cultivo que van desde 50 m² hasta 1.00 ha. Esta producción es destinada a fines comerciales. Utilizan una combinación de las prácticas agrícolas tradicionales con la tecnología convencional. Se comercializa con fines gastronómicos, pues esta variedad es demandada especialmente por turistas. Asimismo, se evidenció la producción de variedades nativas denominadas jawinka, javinca, avinca y cushi, que son producidas para autoconsumo y venta local, destinando al efecto pequeñas superficies entre 10 y 500 m². El manejo agronómico se realiza a través de prácticas agrícolas tradicionales.

Según INEI (2012) las unidades agropecuarias y superficies cultivadas de calabaza y zapallo registran producción en superficies de 0.01 a 3.00 ha por unidad agropecuaria.

Respecto a las prácticas agrícolas, el riego en su mayoría es por gravedad, la preparación del terreno es manual, el abonamiento es orgánico y practican la rotación de cultivos. El control de plagas y enfermedades es mediante productos químicos y orgánicos. Asimismo, en un mayor porcentaje, las semillas son locales y seleccionadas entre las de su propia producción, mientras que un mínimo porcentaje de agricultores las adquieren de tiendas especializadas. La mano de obra para la producción del cultivo es familiar.

El cultivo del zapallo comercial es altamente dependiente de agroquímicos, para lo cual realizan fuertes inversiones en plaguicidas y fertilizantes foliares. El manejo integrado de plagas con base orgánica ecológica o biológica es escaso, así como el empleo de abonos orgánicos es nulo o mínimo, usándose estiércol proveniente del ganado vacuno y guano de corral.

Los aspectos socioeconómicos y culturales se relacionan directamente con los aspectos etnobotánicos, y evidencia cómo se ha logrado el aprovechamiento de estas especies por parte de los productores. Como característica etnobotánica destaca el valor alimenticio de sus frutos, semillas, flores masculinas y usos medicinales.

Por otra parte, el conocimiento etnobotánico contrasta con el entendimiento etnolingüístico. Las diferentes denominaciones locales de cada especie tienen especial importancia y conllevan un conocimiento tradicional, que no está suficientemente estudiado. La recolección de nombres vernaculares, comunes o populares, tuvo en cuenta la distinción del nombre dado a la planta entera o al órgano de la misma. Las características lingüísticas de los nombres comunes consignados son congruentes con los datos acerca de los usos. El conocimiento etnobotánico y etnolingüístico nos han permitido avanzar en el conocimiento del proceso de domesticación de estas especies (anexos 2 y 3, figura 42). Recientemente se ha realizado un estudio etnobotánico de las especies domesticadas de *Cucurbita* en los Andes centrales del Perú que indica que las especies encontradas en el ámbito de estudio (Tomayquichua, provincia de Ambo en el departamento de Huánuco) se mantienen por las prácticas agrícolas tradicionales, siendo *C. ficifolia* la especie más diversa (13 variedades) seguido de *C. moschata* (10 variedades) y *C. máxima* (siete variedades) con el uso predominante de una variedad comercial (Barrera-Redondo *et al.*, 2020).

Inclusión social

La mayoría de los agricultores que cultivan las especies de calabaza y zapallo, de acuerdo a su caracterización económica, se encuentran desfavorecidos y limitados en el acceso de los servicios básicos, como salud y educación, así como a la transferencia de tecnología agrícola, la capacitación, la asistencia técnica, el acceso al crédito y la articulación con el mercado. El acceso al conocimiento y la tecnología, sumados al aprovechamiento de oportunidades educativas, laborales y económicas, sin duda contribuirá a superar carencias económicas y necesidades básicas, posibilitando el proceso de su empoderamiento y aspiraciones de inclusión y equidad, todo lo cual les permitirá mejorar su calidad de vida y su seguridad alimentaria.

Según González (2004) citado por Acevedo *et al.* (2009), las demandas sociales de los productores de las especies de *Cucurbita* que tengan que ver con la bioseguridad de los OVM son poco conocidas con relación a otras tecnologías más convencionales. No basta con disponer de la tecnología, también cuenta la capacidad de procesamiento de la misma.



Figura 42. Agricultores que cultivan calabaza y zapallo: a) Arequipa, provincia de Caravelí, distrito Acarí; b) Arequipa, provincia de Castilla, distrito de Machaguay; c) Loreto, provincia de Maynas, distrito de Fernando de Loes.

5.2 Estado actual de los cultivos de calabaza y zapallo en el ámbito nacional

El sector agrícola peruano ha sufrido permanentes cambios sociales, económicos y políticos, que han ocasionado ajustes y expansiones, dificultando la consolidación de su crecimiento sostenido. El problema que afrontan los cultivos agrícolas en el Perú es el bajo nivel de rentabilidad, reflejado en la inestabilidad de precios reales y relativos, constituyéndose en alimentos de autoconsumo y su cultivo en una actividad de subsistencia.

En la última década se ha dado mayor importancia a la conservación (*ex situ* e *in situ*) y uso de la gran diversidad y variabilidad de recursos fitogenéticos que posee el país, dado su gran valor para la agricultura y la alimentación. También se ha impulsado políticas dirigidas a la protección de los agricultores y los recursos de la agrobiodiversidad que mantienen. Como componente integral de la biodiversidad agrícola estos recursos son esenciales para intensificar la producción sostenible para enfrentar los riesgos del cambio climático, y para asegurar los medios de subsistencia de poblaciones vulnerables que dependen de la agricultura (INIA, 2009).

Los cultivos de mayor importancia nacional son el café, la papa, el arroz, el algodón, los espárragos, la caña de azúcar, el banano, el mango, la palta, el arándano, la uva de mesa

y el maíz, tanto por los diferentes usos, como en la dieta alimentaria interna o por las divisas que generan al país. Por otro lado, entre los cultivos emergentes y de gran importancia en la seguridad alimentaria de las poblaciones de nuestro territorio se encuentran a la calabaza y el zapallo. Con relación a la producción de la calabaza, su actividad agrícola es muy baja siendo frecuente en la zona andina donde las familias la destinan al autoconsumo.

En los registros de la producción histórica de la calabaza de

los años 2009-2018 (figura 43), la producción es inexistente en la costa y en la selva, debido a que en estas regiones no prospera la especie. Sin embargo, las estadísticas reportadas por el INEI (2009-2018), además de Huánuco, Pasco, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Junín, Puno, Amazonas y La Libertad, se reportan aquellas que concentran alta producción como Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Áncash y Piura (zona de sierra), de las cuales no se registran datos históricos de producción a pesar que también presentan cifras importantes de cultivo.

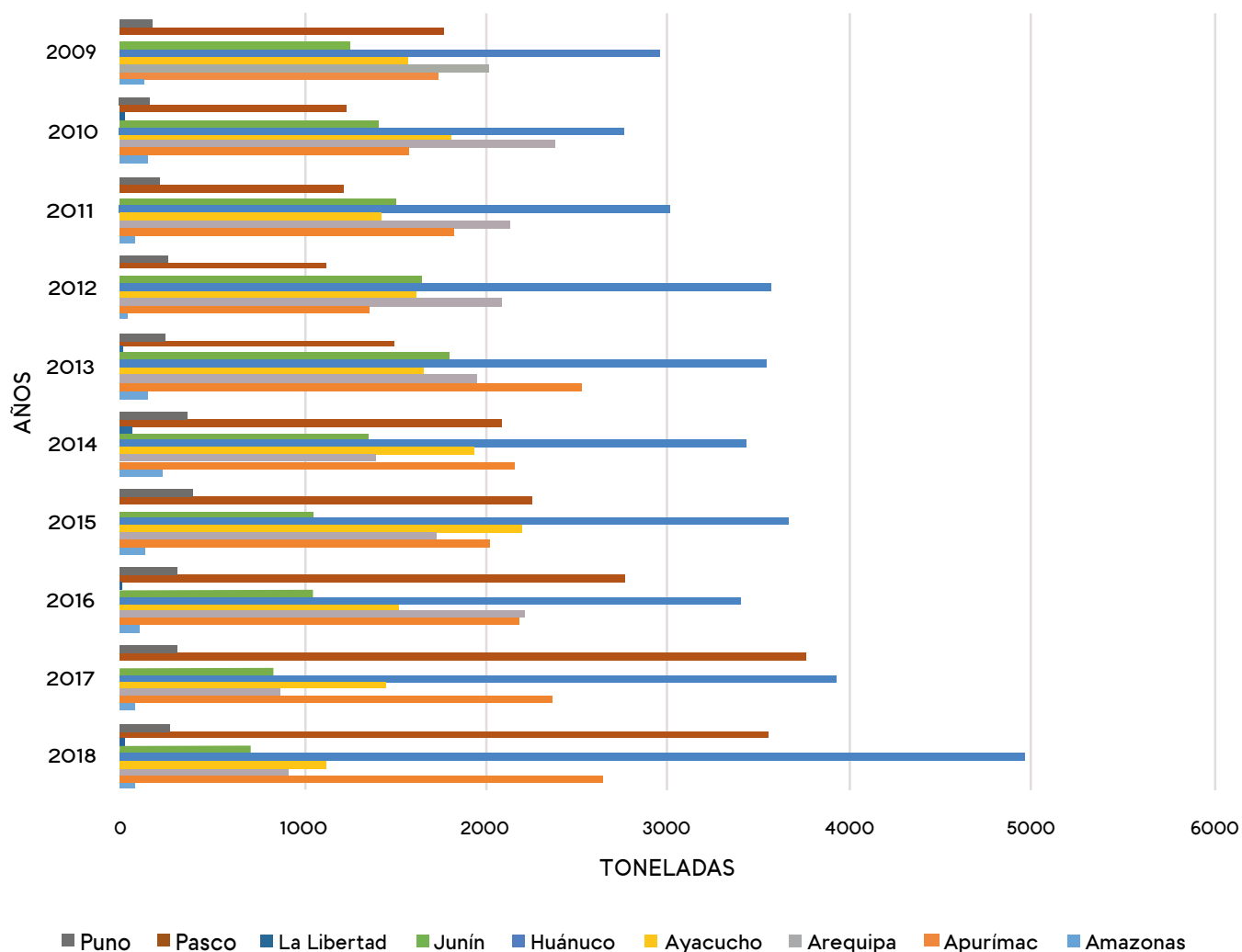


Figura 43. Producción histórica de calabaza según departamento.
Fuente: Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera – SIEA – INEI (2009 al 2018)

En el caso del zapallo sucede algo similar, particularmente en los casos del zapallo loche y criollo (*C. moschata*). Para el caso de la variedad introducida zapallito italiano o zucchini y su variedad nativa jawinca o javinca (*C. pepo*), los datos de producción no son muy frecuentes o están ausentes en las estadísticas agrarias, a pesar de que la producción de estas especies es habitual en agroecosistemas de economía campesina en pequeña escala, como cultivo principal o transitorio, en sistemas de producción asociados y de relevo con frutales, ornamentales y forestales, donde sobresalen como especies hortícolas de gran importancia en la seguridad alimentaria del país (Miñano, 2017).

Respecto al zapallo macre (*C. maxima*), este es uno de los cultivos que tiene una gran significancia en casi todo el país. Se constituye en un producto muy importante en la alimentación humana, como fuente de recursos económicos de la agricultura familiar y de las parcelas medianas cultivadas con fines comerciales. Los precios en chacra de esta especie varían según la oferta y demanda. En el norte del país se ha posicionado al zapallo loche (*C. moschata*) como cultivo bandera, y son los productores los que más beneficios obtienen por la creciente demanda de esta variedad. Sin embargo, las estadísticas agrícolas no diferencian las especies, por lo que los datos de producción se reportan en forma general como zapallo (figuras 44 y 45).

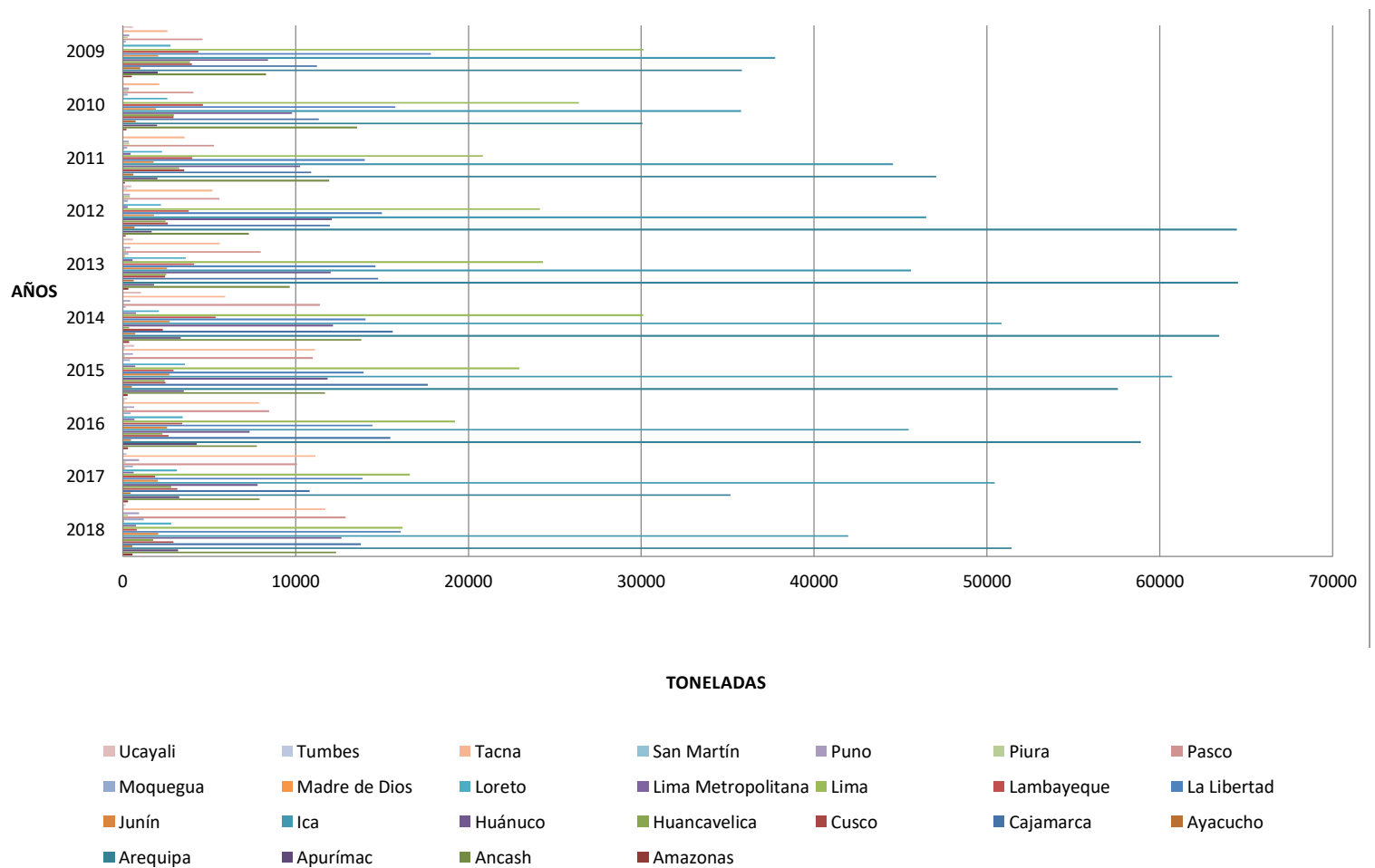


Figura 44. Producción histórica (en toneladas) de zapallo (*C. maxima* y *C. moschata*) según departamento
Fuente: Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera, SIEA (INEI 2009 al 2018).



Figura 45. Localidades de a) cultivo de zapallo loche: Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Reque; b) Cultivo de zapallo macre: Ica, provincia de Chincha, distrito de Chincha Baja.

Las estadísticas agrícolas no reflejan la diversidad de estas especies en nuestro país. En el caso de la calabaza, este cultivo se encuentra con mucha frecuencia en agroecosistemas de huertos, jardines, bordes de chacras y caminos, encontrándose asociado con otros cultivos, los que sumados constituyen un área de considerable extensión y, por ende, de producción. Por otro lado, existe una creciente demanda del zapallito italiano en los mercados urbanos, pero la posible marginación de esta especie (*C. pepo*) debido a la baja extensión del cultivo, debe reconsiderarse debido a la importancia desde el punto de vista de la bioseguridad, por la presencia de OVM desarrollados en esta especie (ISAAA, 2019a), así como por contar con variedades nativas cuyo cultivo se está perdiendo por factores de mercado y por los cambios socioculturales del país (figura 46).

Finalmente, podemos mencionar que debido al escaso valor comercial de estas especies en nuestros mercados y al escaso desarrollo de trabajo en el área rural, algunos optan por la migración temporal y otros por elaborar productos

no agropecuarios, pasando los productores de ocupados a inactivos, dependiendo del ciclo agropecuario. Por ello, se hace necesario formular medidas para asegurar el cultivo y uso sostenible de las especies, así como la seguridad alimentaria de los productores (INEI, 2017).




Figura 46. Mercados locales

a) señora con calabaza y Jawinka, en el mercado de Huamanga, Ayacucho; b) mercado el Huequito en San Martín.



B



6 Propuesta para la gestión de la diversidad y la bioseguridad de la calabaza y el zapallo



Las especies del género *Cucurbita*: *C. maxima*, *C. moschata*, *C. pepo*, y *C. ficifolia* presentan una gran diversidad genética (Cruz *et al.*, 2015; Lira-Saade, 1995). En nuestro país se cuenta con pocos estudios al respecto, más aun cuando el conocimiento de sus características citológicas y genéticas es fundamental para proponer una gestión efectiva de su biodiversidad. Sin embargo, a nivel internacional se han realizado numerosos estudios sobre la composición genética de estas especies, entre los que podemos citar los estudios filogenéticos, flujo de genes y domesticación con marcadores moleculares, diversidad morfológica y cruzabilidad, entre otros.

Durante las prospecciones realizadas entre los meses de noviembre de 2018 y setiembre de 2019, las variedades nativas encontradas de *C. pepo*, que aún no han sido reconocidas oficialmente, como la jawinca o la avinca, se encuentran en un estado de marginación con relación a su cultivo y aprovechamiento. Esta situación podría conducir a la deriva genética de estas poblaciones, debido a la escala y distribución limitada, con dependencia de los hábitos culturales, consumo y conservación por parte de los pobladores de las regiones en donde se desarrollan.

La diversidad genética depende principalmente del interés y la capacidad de conservación del agricultor y la población en general de nuestro país, siendo fundamental elaborar una propuesta para la gestión de la diversidad de estas especies. Se ha generado información relevante para la conservación y uso sostenible de la diversidad de estos cultivos, que contribuyan a la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y social y, por consiguiente, al mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores.

6.1 Conservación de la diversidad de la calabaza y el zapallo

La diversidad biológica es importante porque tiene un gran número de funciones irremplazables, así como también por los servicios ecosistémicos que presta para la población. La existencia de ecosistemas con características ecológicas diferenciales se traduce en la presencia de numerosas especies de importancia para la agricultura y de especies silvestres emparentadas con los cultivos y variedades locales de los agricultores, que constituyen la agrobiodiversidad. Las actividades que se realizan para evitar la pérdida de especies de uso actual o potencial, así como para disponer de variabilidad genética para programas de mejoramiento, se llevan a cabo mediante la conservación *ex situ* e *in situ*.

Conservación *in situ*

La recopilación, análisis de información e identificación taxonómica de las especies de *Cucurbita* a nivel nacional contribuyen con la construcción de una política de estado clara y permanente respecto a la conservación *in situ* de los recursos genéticos, proveen insumos para el análisis de riesgo por la liberación de OVM al ambiente, y ayudan a enfrentar otros aspectos que pudieran promover la pérdida de variedades locales.

Esto fue posible a través de la prospección y recolección de germoplasma, evidenciándose que la conservación *in situ* de los recursos genéticos se realiza en las parcelas y huertos familiares, donde se cultivan las cuatro especies de *Cucurbita* (incluyendo sus variedades nativas), de las cuales tres de ellas son de uso comercial, como la *C. maxima*, en su variedad macre, lacio y zambo; *C. moschata*, en su variedad loche, zapallo criollo, zapallo yunga; *C. pepo*, en su variedad introducida zapallito italiano, zucchini, calabacín, y variedades nativas como la jawinca, javinca; y la *C. ficifolia* para autoconsumo.

Las ventajas de la conservación *in situ* son la conservación del material genético y de los procesos que originan la diversidad para la sostenibilidad de los programas de mejoramiento, los que dependen en gran medida de la disponibilidad de variación genética que pueda mantenerse y desarrollarse en los campos de cultivo de los agricultores (FAO 1989, citado por Hunter & Heywood, 2011).

La conservación *in situ* nos permite conservar una gran variedad de ecosistemas, especies y genes, y tiene la ventaja de ser compatible con su aprovechamiento por las poblaciones locales (FAO 1989, citado por Hunter & Heywood, 2011). Sin embargo, su implementación puede ser complicada, pues se requiere definir aspectos como ubicación, selección de poblaciones a conservar, demografía, tamaño de las poblaciones, naturaleza de las amenazas al habitat, manejo cultural y el diseño de las reservas genéticas y protocolos para su manejo (Hunter & Heywood, 2011). Esto último es importante, pues se deben definir las condiciones que eviten la deriva genética en las poblaciones conservadas, y para ello es indispensable conocer profundamente la especie, no solo desde el punto de vista agro cultural, sino principalmente genético y molecular.

Evidentemente, para las especies del género *Cucurbita* no se conocen iniciativas para favorecer la conservación *in situ*, a excepción de la espontánea realizada por el agricultor. De acuerdo con Lira *et al.* (2009) esta situación es similar en

México, donde la conservación formal *in situ* de especies de *Cucurbita* es prácticamente inexistente. Los agricultores realizan la conservación *in situ* en sus chacras, seleccionando los mejores frutos a fin de proveer material genético para las próximas campañas de siembra. Sin embargo, las prácticas tradicionales de manejo de semillas podrían ser inadecuadas por la pérdida del poder germinativo.

Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* consiste en la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales. En el país la realiza principalmente el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través de la Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología. El INIA tiene el encargo y la responsabilidad de la colección, identificación, caracterización y conservación de las especies domesticadas y sus parientes silvestres, así como de especies silvestres con potencial en la actividad agraria nacional, con la finalidad de poner en valor los recursos genéticos de la agrobiodiversidad. El Banco Nacional de Germoplasma conserva 27 accesiones registradas de las especies de *C. maxima* y *C. ficifolia*, las que han sido enriquecidas con el aporte de 88 muestras de semillas de las cuatro especies de *Cucurbita* (variedades locales y comerciales) colectadas en las prospecciones realizadas en el presente estudio. Estas muestras se encuentran identificadas y documentadas de acuerdo a los estándares internacionales (figura 47).



Figura 47. Muestrario de semillas entregadas al Banco de Germoplasma del INIA



Es preciso señalar que se realizó un taller con un experto internacional para la identificación taxonómica de los especímenes colectados que no tenían una caracterización previa, a través de la elaboración de claves de identificación taxonómica elaboradas exclusivamente para las cuatro especies de *Cucurbita*, así como también para confirmar la identidad taxonómica de los especímenes caracterizados previamente.

Institucionalidad

Las instituciones públicas juegan un rol fundamental de acuerdo a sus competencias en la conservación de la diversidad biológica. Los sistemas reglamentarios suponen el establecimiento de un conjunto de arreglos institucionales a través de los cuales se sustenta la conservación, de acuerdo a sus funciones, objetivos y competencias. Ante este hecho y dadas las circunstancias del desarrollo histórico de la legislación y la institucionalidad, suele ser frecuente que las atribuciones en este campo estén repartidas entre las diferentes instituciones públicas y sus organismos adscritos, como es el caso del MINAM, el MIDAGRI y el Ministerio de Cultura, entre otros sectores.

La participación y el compromiso de la sociedad peruana también son importantes para los esfuerzos de conservación de la diversidad biológica, formando parte las empresas privadas, las organizaciones locales, las poblaciones indígenas y campesinas, las organizaciones no gubernamentales, los sectores académicos, el sector público, y los organismos religiosos y militares, quienes de manera responsable y concertada (de acuerdo con sus funciones) deben coordinar el desarrollo de las acciones que conlleven a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica.

La revisión de las normativas pertinentes refleja que la autoridad o autoridades responsables están generalmente investidas de acuerdo a sus funciones y tienen como tareas organizar, dirigir y controlar la conservación de la diversidad en el territorio a nivel nacional, regional y local, para cuyos efectos le corresponde autorizar, denegar, suspender, revocar, vigilar, según sus competencias, cualquier decisión relativa a actividades inherentes a la "conservación *in situ* y *ex situ*" y ejercer cuantas otras funciones le sean atribuidas por el marco regulatorio.

El manejo y la conservación de semillas de estas especies afrontan problemas sanitarios, siendo el más relevante la virosis. Los campos de cultivo vienen siendo conducidos con semillas de baja calidad, situación que requiere la presencia del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), organismo



adscrito del MIDAGRI, con el fin de fortalecer los sistemas de vigilancia y diagnóstico de plagas y enfermedades. Esta situación se agrava por la falta de un reglamento específico para las semillas de calabaza y zapallo, rigiéndose actualmente de forma genérica bajo el Decreto Supremo n.º 006-2012-AG, reglamento de la Ley General de Semillas.

Si bien muchos acuerdos internacionales y mandatos de instituciones son muy pertinentes para el tema de la bioseguridad, todo sistema reglamentario supone el establecimiento de un conjunto de arreglos institucionales, a través de los cuales se sustenta la administración en bioseguridad.

Se espera que en el futuro inmediato se fortalezca el sistema nacional de bioseguridad, de acuerdo con el marco institucional donde las atribuciones y responsabilidades están asignadas entre el MINAM, el MIDAGRI y el MINSA, de tal modo que integren la acción del Estado, a fin de superar la sectorialidad en el tratamiento de este tema, y cumplir con la normativa nacional e internacional. Es así que el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica tiene preeminencia porque tratan específicamente varios asuntos clave de los OVM, como resultado del más amplio debate mundial que ha tenido lugar hasta ahora sobre las preocupaciones relativas a este tema.

6.2 La diversidad de la calabaza y el zapallo frente al cambio climático

El Perú es uno de los países más vulnerables ante el cambio climático, siendo la agricultura la actividad económica que requiere mayor necesidad de adaptación. Se deben realizar intervenciones planificadas y efectuar acciones necesarias para reducir o evitar los daños, las pérdidas y alteraciones actuales y futuras, desencadenados por los peligros o eventos asociados al cambio climático en los medios de vida de las poblaciones, ecosistemas y agroecosistemas, entre otros, así como aprovechar las oportunidades vinculadas con el cambio climático. En esta adaptabilidad, el acervo genético de estas especies jugará un rol muy importante en la mitigación del cambio climático, como la obtención de variedades resistentes a factores bióticos y abióticos, adaptables a nuevas altitudes y temperaturas, entre otros.

Para el diseño de medidas de adaptación de los cultivos de calabaza y zapallo se deben tomar en cuenta los conocimientos, saberes y prácticas tradicionales y ancestrales, así como la identificación de las condiciones de riesgo (peligros, exposición y vulnerabilidad) [Torres, 2011]. El tema de los polinizadores es uno de los aspectos a considerar, debido a que juegan un rol muy importante en la polinización



de las especies de *Cucurbita*, pues estas no dependen solo de las abejas melíferas, sino también de abejas nativas, lo que le daría un grado de resiliencia ante el cambio climático y sus efectos en la polinización, debido a que la presencia de las especies nativas actuaría como un amortiguador de los efectos del cambio climático (Kates, 2019).

Según Duchenne *et al.* (2020) los polinizadores proporcionan funciones y servicios clave a los cultivos y plantas silvestres. La provisión sostenible de tales funciones y servicios requiere diversas comunidades de polinizadores a lo largo de las estaciones. Existe evidencia de que el calentamiento global cambia la fenología de los polinizadores, como tamaño y color de los mismos, pero aún no se conoce cuáles serían las consecuencias de estos cambios. Además de las alteraciones fenológicas, el cambio de temperaturas produce el desplazamiento de las áreas de distribución de los polinizadores y alteraciones en las interacciones planta - polinizador, las que podrían desaparecer por los cambios fenológicos de los insectos y de las plantas que polinizan. Si consideramos que *Cucurbita* es un género de polinización entomófila, estos cambios en la distribución y, sobre todo, en los periodos de actividad de los polinizadores son relevantes, pues se podría producir una asincronía planta-polinizador con los consecuentes riesgos de sobrevivencia de ambos organismos.

Las especies vegetales como *Cucurbita* dependen de la disponibilidad de agua para su desarrollo fenológico, en especial en la fase del establecimiento y maduración de los frutos. Las observaciones de campo han demostrado una fuerte relación entre factores como la falta de agua y las altas temperaturas, con el aumento de abortos de frutos, daño de los frutos en proceso de maduración, y aumento de plagas y enfermedades que no permiten que la planta tenga éxito reproductivo. Estas observaciones están en concordancia con Pautasso *et al.* (2012) [citado por Kates, 2019], quien afirma que el estrés por el cambio climático repercutirá en las plantas más susceptibles a plagas y enfermedades, y que se reduciría la productividad de las mismas por el aumento de la temperatura y la ocurrencia de heladas.

Los escenarios antes descritos podrían ocurrir simultáneamente y en sinergia, y podrían ser la causa de la contracción de las áreas de distribución de taxones silvestres de *Cucurbita* observados por Lira, Téllez y Dávila (2008), quienes resaltan la importancia de la conservación *ex situ* para afrontar este problema.

Por otro lado, Kates (2019) afirma que las especies de calabaza y zapallo pueden ser menos afectadas por el cambio climático debido a la diversidad de variedades cultivadas y al amplio rango de altitudes y temperaturas en las que



se desarrollan. Bajo este contexto de adaptabilidad, estas especies pueden representar una oportunidad de resiliencia; además, su acervo genético jugará un papel importante en la obtención de variedades resistentes al cambio climático, y adaptables a nuevas altitudes y temperaturas.

6.3 Mejoramiento genético

Se entiende como mejoramiento genético a la disciplina que gestiona recursos genéticos de especies con interés económico actual o potencial, mediante selección y mejora de caracteres deseados, con la finalidad de incrementar y estabilizar mayores niveles productivos y de adaptabilidad en un grupo de la descendencia y asegurar la conservación a largo plazo de la variabilidad genética poblacional existente y su biodiversidad (Tiessen, 2012).

El género *Cucurbita* tiene una elevada variabilidad genética y *C. pepo* es la especie de mayor importancia económica a nivel mundial. Sin embargo, se cuenta con pocas herramientas genómicas para su mejoramiento (Esteras *et al.*, s.f.).

En otros géneros de la familia de las cucurbitáceas (p.ej. *Cucumis* y *Citrulus*) se ha desarrollado herramientas genómicas para la secuenciación de alto rendimiento, plataformas de genética reversa, marcadores de alta calidad, mapas genéticos densos, etc., para la búsqueda de resistencia genética a las enfermedades y aumentar la producción. En cambio, comparativamente, en el género *Cucurbita* se han realizado pocos estudios siendo *C. pepo* la especie en la que se ha llevado a cabo la mayor parte de los trabajos ligados al mejoramiento genético (Carnide & Rosario, 2006).

La estimación de la diversidad genética es de vital importancia para el mejoramiento genético, conservación de las especies y ganancia en selección (Arbizu, 2019). Para ello hay dos estrategias para manejar el germoplasma, ya sea mediante la conservación *in situ* o *ex situ*. Entre los bancos de germoplasma de *Cucurbita* a nivel global, se reportan más de 7000 accesiones, de las cuales, más del 50 % corresponde a *C. pepo*. Sin embargo, en nuestro país se cuenta con pocas colecciones, siendo necesario promover el ingreso de más colecciones de *Cucurbita* y su sistematización, con una base de datos actualizada, en donde la información digitalizada de las colectas registre nombre científico, localidad, hábitat,

características particulares de la planta, altitud, fecha y coordenadas geográficas, entre otros datos.

En el plano internacional están desarrollando nuevas técnicas en el mejoramiento de *C. pepo* y *C. moschata*, a través de la identificación de genes involucrados en procesos celulares, metabólicos y de biosíntesis, reproducción, estrés y otros. Además, se ha incrementado el número de marcadores moleculares y la construcción de la primera plataforma de genotipado masivo y mapa genético, basado en marcadores para este género (Esteras *et al.*, s.f.). Estas herramientas permitirán el desarrollo del mejoramiento genético en zapallos y calabazas a nivel internacional.

Arbizu (2019) realizó estudios para la evaluación de la diversidad genética en *C. moschata* mediante el uso de marcadores microsatélites. Trabajó con 98 accesiones de loche, cultivadas en Lambayeque y Amazonas, incluyendo 10 accesiones de *C. pepo* y *C. maxima*. Este estudio determinó que el loche cultivado en Lambayeque y Amazonas tiene una baja diversidad genética, lo que probablemente se deba a la propagación vegetativa mediante esquejes y al tamaño restringido de la zona geográfica del cultivo. Asimismo, sugiere que la variabilidad del fruto se debe a mutaciones somáticas o factores ambientales.

No existe un plan nacional de mejoramiento genético en el país, ni en el zapallo loche, considerado como producto bandera. Sin embargo, la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología del INIA, cuya función principal es conducir los bancos de germoplasma, está conservando accesiones de semillas colectadas en el ámbito del territorio peruano de las especies de *C. maxima*, *C. moschata*, *C. ficifolia* y *C. pepo*.

Es preciso señalar que en el Perú, a diferencia del escenario internacional, la especie económicamente más importante es el zapallo, sin embargo, hasta la fecha no se conocen trabajos de mejoramiento genético en esta especie. Ante la falta de planes de mejoramiento, una de las dificultades es la provisión de semillas, debido a problemas de informalidad, calidad y control fitosanitario. A esto se suma la ausencia de políticas de vigilancia, que aumenta el riesgo de la endogamia y consecuente degeneración de los cultivos, lo que nos haría dependientes de la introducción de variedades mejoradas procedentes de otros países, pudiendo crear problemas de bioseguridad.



6.4 Impactos potenciales en la diversidad de la calabaza y el zapallo y sobre su ambiente

Generalidades del análisis de riesgo de OVM

De acuerdo al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB) [2000]), el análisis de riesgo se realiza para determinar los posibles efectos adversos de los OVM en la diversidad biológica, y para ser usado como insumo en la toma de decisiones por las autoridades competentes. El anexo III del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología establece como principios generales para el análisis de riesgo los siguientes: la transparencia y la competencia científica, la independencia del nivel de riesgo respecto al grado de conocimiento existente sobre el OVM, la importancia del contexto del riesgo analizado, y la importancia de la realización del análisis de riesgo caso por caso.

El manual paso por paso para realizar el análisis de riesgo a las solicitudes para la liberación de organismos vivos modificados de la CONABIO (Huerta, Barrios, Sánchez, & Acevedo, 2005), especifica que se deberá evaluar cada OVM caso por caso, *“considerando como un caso, la modificación genética de que se trate, el organismo receptor y el sitio donde se pretende llevar a cabo la liberación”*.

Al evaluar un OVM y su contraparte convencional se debe considerar su contexto, como el marco legal, la biología de la planta, los usos, las características a nivel molecular del OVM, la generación de nuevos fenotipos, las características y su manejo agronómico, las principales regiones productoras, los organismos impactados, y si ya existe una familiaridad respecto a la planta utilizada. Es importante, además, considerar los efectos a largo plazo que pueden generarse debido a respuestas diferidas o al aumento de la complejidad espacio temporal (Waigmann *et al.*, 2012) [Anexo 10].

Para realizar el análisis de riesgo se deberá:

- Identificar las características genotípicas y fenotípicas nuevas del OVM que pueda tener efectos adversos en la población receptora o la salud humana.
- Evaluar la probabilidad de ocurrencia de acuerdo al

nivel y tipo de exposición del probable medio receptor al OVM.

- Evaluar las consecuencias de los posibles efectos adversos.
- Estimar el riesgo planteado por el OVM con base en la probabilidad de que los efectos adversos ocurran realmente y considerando sus consecuencias.
- Determinar si los riesgos son aceptables, gestionables o no, y recomendar la estrategia para la gestión de los riesgos, según corresponda.

Una vez identificados los riesgos, el solicitante debe proponer medidas para gestionarlos y así reducirlos a niveles poco significativos, considerando las áreas de incertidumbre. El solicitante de la liberación es quien debe describir la gestión de riesgos en términos de formas de reducir el peligro o las probabilidades de exposición. Esta disminución del riesgo de preferencia debe ser cuantificable. Igualmente, las restricciones a la liberación del OVM deben ser revisadas para determinar su eficacia y fiabilidad. El solicitante también debe indicar las medidas que deben implementarse después de la liberación para monitorear y verificar la eficacia de las medidas de gestión de riesgos (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Malasia, 2012), por lo que se debe de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Paes de Andrade, Parrott y Roca (2012) definen esta etapa como la base para la toma de decisiones, pues el evaluador determina si el riesgo es aceptable y define las acciones a tomar para el manejo del riesgo dado. También determina si el OVM será liberado en confinamiento o con fines comerciales. La naturaleza de las decisiones tomadas a partir del análisis de riesgo variará no solo con los evaluadores, sino también con las prácticas de los países. En algunos países, la evaluación científica del riesgo puede considerar otros aspectos como el socioeconómico.
- Si hay incertidumbre sobre el nivel de riesgo se deberá solicitar información adicional sobre los puntos preocupantes o se pondrá en práctica estrategias de gestión de riesgo apropiadas o vigilando el OVM en el medio receptor.
- Se deberá, además, contar con un sistema de actualización que permita llevar a cabo la evaluación de riesgo a la par del desarrollo de la biotecnología.

Se puede considerar como riesgo ambiental de un OVM la probabilidad de que un conjunto de peligros (por la modificación genética) que no se encuentren en el ambiente receptor y no se hayan identificado en la agricultura convencional pueda causar daños. El riesgo ambiental es

estimado con base en la probabilidad de que el peligro, y por tanto sus consecuencias o daños, se materialicen. Esta evaluación es relativa y se basa en la comparación de los efectos sobre el organismo convencional (Paes de Andrade *et al.*, 2012) y debe ser calculado, combinando la magnitud de las consecuencias del peligro con la probabilidad de ocurrencia y severidad de los efectos dañinos.

De acuerdo con el Departamento de Bioseguridad del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Malasia (2012), la estimación del riesgo debe hacerse para cada peligro identificado y si un peligro tiene más de un efecto adverso, se debe calcular la probabilidad de cada uno de ellos de forma individual. La probabilidad será evaluada como "altamente probable", "probable", "improbable" o "altamente improbable", para lo que se puede usar el algoritmo tabular que se muestra en la figura 48.

		Estimación del riesgo			
		Marginal	Menor	Intermedia	Mayor
Probabilidad	Muy alta	bajo	moderado	alto	alto
	Alta	bajo	bajo	moderado	alto
	Baja	insignificante	bajo	moderado	moderado
	Muy baja	insignificante	insignificante	bajo	moderado
		Consecuencia			

Figura 48. Matriz para estimar cualitativamente el riesgo por introducción de un OVM en el medio ambiente.
Fuente: Paes de Andrade *et al.* (2012)





Consideraciones relacionadas con el flujo de genes en *Cucurbita*

Uno de los factores evaluados es la posibilidad de flujo genético entre el OVM y los organismos no modificados de la misma especie y sus parientes silvestres (Huerta *et al.*, 2005). En el caso de las especies de *Cucurbita* en el Perú se deberá tomar en cuenta las consecuencias de un flujo genético en las poblaciones de variedades nativas, en los cultivos comerciales y de subsistencia.

La evaluación del flujo de genes en *Cucurbita* deberá ser realizado por profesionales competentes en el área de estudio, como genetistas, botánicos, entomólogos, zoólogos, geógrafos y agrónomos, siguiendo rigurosamente los protocolos científicos para determinar el flujo genético y el tratamiento de la data generada.

Del mismo modo, la evaluación del flujo genético deberá ser llevada a cabo caso por caso, considerando por separado cada una de las especies presentes en nuestro territorio y cada uno de los OVM generados. Del mismo modo, deberán ser consideradas las etapas metodológicas del análisis de riesgo planificadas, en cumplimiento de las directrices nacionales e internacionales. Un aspecto importante a ser tomado en cuenta, en el caso de las especies de *Cucurbita* presentes en el Perú, es la característica de dependencia de estos cultivos con las poblaciones humanas y sus tradiciones agroalimentarias y socioeconómicas.

La naturaleza entomófila de la polinización del género *Cucurbita* no permitiría valorar el flujo genético mediado por polen en su total dimensión, pues se deberían considerar los comportamientos marginales de los insectos como los largos vuelos (Vallaey, Tyson, Lane, Deleersnijder & Hanert, 2017) para determinar las distancias a las cuales la probabilidad de flujo genético no es significativa.

Por otro lado, la naturaleza domesticada de las poblaciones de *Cucurbita* presentes en el Perú pone en evidencia otro tipo de agentes de intercambio genético. Así tenemos la conservación e intercambio de semillas, el abandono de frutos y la adquisición de semillas de productores locales o en ferias, mercados y países fronterizos, que podrían ser más importantes que los factores ecológicos que se consideran generalmente como los factores importantes en la determinación de la introgresión de transgenes en el acervo genético de las poblaciones nativas.

Otro aspecto que debe ser tomado en cuenta es la constante evolución de la biotecnología, lo que obliga a la revisión periódica de los protocolos de evaluación del flujo genético,

que contemplen la emergencia de técnicas de ingeniería genética y sus efectos en la transmisibilidad del transgén, su estabilidad genética y permanencia en las poblaciones nativas.

Finalmente, la evaluación del flujo genético entre las poblaciones nativas y el OVM introducido debe considerar estudios longitudinales que contemplen al menos seis generaciones de híbridos y no segregantes, para poder determinar los posibles efectos adversos en las poblaciones nativas de *Cucurbita* del país.

De esta manera, para estimar el riesgo de la liberación al ambiente de un OVM de *Cucurbita*, se sugiere seguir estos pasos:

- Identificación del problema, para lo cual se debe contar con toda la información disponible sobre diversidad, biología reproductiva, cruzabilidad y polinización de las especies de *Cucurbita*, y las prácticas culturales relacionadas con ellas.
- Elaboración de una lista de marcadores, que permitan reconocer las poblaciones, los OVM y los híbridos que puedan presentarse.
- Determinación del flujo genético, que en el caso de *Cucurbita* debería ser de preferencia llevado a cabo con estudios que usen herramientas moleculares, por ser de mayor precisión y complejidad que los estudios con métodos directos.
- Determinación de la magnitud del flujo genético mediado por polen, que en el caso de *Cucurbita*, de polinización entomófila, podría llevarse a cabo con el uso de invernaderos, polvos fluorescentes o plantas centinela.
- Determinación de la importancia del flujo genético mediado por semilla, tomando en cuenta que en las especies cultivadas en nuestro país el principal dispersor de la semilla es el ser humano.
- Determinación de la magnitud del flujo genético vegetativo o mediado por propágulos o esquejes. Este tipo de segregación es importante en el caso del zapallo loche.
- Evaluación de la introgresión de los cruces, que deberán medir el grado de introgresión de genes en los cruces intra e interespecíficos de *Cucurbita*, y deberá realizarse en varias campañas agrícolas.
- Evaluación del grado de introgresión del transgén a evaluar, considerando las condiciones necesarias para que esto suceda: i) que ocurra el cruzamiento con individuos sexualmente compatibles presentes en el área

donde se planifica la liberación; ii) que el gen permanezca en la población gracias a las ventajas competitivas que confiera o, iii) que el gen permanezca en generaciones sucesivas (Paes de Andrade *et al.*, 2012).

Consideraciones relacionadas con los aspectos socioeconómicos

Los cultivos transgénicos, como toda innovación tecnológica en la agricultura, tendrán efectos económicos para los agricultores y demás agentes económicos. Las investigaciones económicas empiezan a mostrar que los cultivos transgénicos pueden generar beneficios para la explotación agrícola, en los casos en que resuelvan graves problemas de producción y los agricultores tengan acceso a nuevas tecnologías. Sin embargo, hasta ahora estas condiciones han sido posibles en países que han podido aprovechar las innovaciones desarrolladas por el sector privado, además de contar con sistemas de investigación agraria, procedimientos reglamentarios sobre bioseguridad, regímenes de derechos de propiedad intelectual y mercados locales de insumos desarrollados dentro de su ámbito (FAO, 2003-04).

El Consejo Regional de Cooperación Agrícola (CORECA, 2000) afirma que los riesgos de tipo socioeconómico están vinculados a riesgos físicos, en los cuales hace referencia a las pérdidas por daños causados por el ataque de insectos, competencia de malezas y costos de restauración de esos daños. Si bien es cierto que hasta el momento no se ha presentado esta situación, el cultivo podría presentar un comportamiento no previsto debido al carácter transgénico introducido, lo que conllevaría a costos adicionales o pérdidas en la producción. Asimismo, podría ocasionar deterioro ambiental, que causaría pérdida para la sociedad y gastos al sector público para su control y restauración, y la pérdida de competitividad debido a la innovación tecnológica de los competidores. Estos factores deben ser evaluados caso por caso.

Bioseguridad y productores

En el contexto de la agricultura peruana, la mayoría de agricultores (90%) carece de información sobre los OVM. Sin embargo, aquellos productores que han tenido acceso a estudios técnicos (7%) conocen sobre el tema, pero existe el temor de que el uso de la biotecnología conlleve a producir enfermedades terminales para el ser humano, aparición de nuevas plagas y enfermedades en los cultivos.

Cabe precisar que el desconocimiento sobre los OVM puede representar un riesgo desde el punto de vista de la bioseguridad, porque los agricultores, al utilizar inadecuadamente los paquetes tecnológicos de los cultivos transgénicos, podrían diseminar estas semillas fuera de

los lugares donde fueron autorizados, a través de la venta informal, el trueque y la conservación de su propia semilla, como se ha evidenciado con el uso actual de la semilla no certificada.

En el ámbito internacional se han identificado riesgos generados por el uso inadecuado de paquetes tecnológicos propios de los cultivos transgénicos, y el incumplimiento de las buenas prácticas agrícolas (Villaamil, 2015). Estos se podrían traducir en impactos socioeconómicos, pues la adquisición de paquetes tecnológicos para los que no cuentan con la capacitación e infraestructura requerida puede llevar a las pérdidas económicas de los cultivos, como se ha visto en la India, Paquistán, Colombia y Burkina Faso (Shaukat, Shahid, Shahid, Ghulam, & Yusuf, 2010; Gutierrez, Ponti, Herren, Baumgärtner, & Kenmore, 2015; Greenpeace, 2010; Arozarena, 2016).

6.5 Propuesta de lineamientos para la gestión de la diversidad biológica

La calabaza, el zapallo y sus variedades nativas, son recursos de importancia económica y alimenticia, que fueron cultivados por los antiguos peruanos y en la actualidad forman parte de la diversidad agrícola nacional, ya que son productos ampliamente utilizados por la población rural y urbana.

La diversidad de especies de calabaza y zapallo está relacionada no solo con la variabilidad genética sino también a los diferentes ecosistemas, agroecosistemas y con la cultura de las poblaciones que las cultivan y aquellas que las utilizan como alimento. En ese sentido, las políticas nacionales y el marco jurídico contemplan expresos mandatos de normas legales, leyes y reglamentos para la conservación de la biodiversidad. Los avances en los instrumentos de gestión elaborados no reflejan aún la conservación efectiva y eficiente, sin embargo, estos han ayudado a crear ambientes jurídicos favorables para el uso sostenible de la diversidad biológica. Existen, en la actualidad, grandes vacíos de información y conocimiento de la diversidad genética de las especies del género *Cucurbita*, por lo que se han formulado los siguientes lineamientos a fin de incentivar la conservación *in situ* y *ex situ*, la institucionalidad y los mercados alternativos.

Incentivos de la conservación *in situ*

La conservación *in situ* de la diversidad genética de las especies de calabaza y zapallo se viene desarrollando en

los campos agrícolas, lugares donde se conducen y guían los procesos de manejo agronómico, siendo imperativo conservar esta biodiversidad a través de las políticas nacionales y establecer propuestas de lineamientos para la conservación de la diversidad de estas especies, se propone:

- Promover la identificación taxonómica y caracterización de la variabilidad nativa, revalorando el conocimiento tradicional y las estrategias de conservación de la diversidad en las comunidades campesinas y nativas, en los diferentes ecosistemas de nuestro territorio, priorizando la especie *C. pepo* en sus variedades jawinca, javinca, avinca y cushi, a fin de determinar su origen y relación con las demás especies presentes en el territorio peruano.
- Establecer y reconocer oficialmente zonas del territorio nacional como centros de agrobiodiversidad genética, sugiriendo establecer cuatro zonas o centros de diversidad: (i) en el norte, Lambayeque; (ii) en el centro, Huánuco y Pasco; (iii) en el sur, Apurímac; y (iv) en el oriente, San Martín.
- Elaborar proyectos integrales para el desarrollo de estas especies, revalorando el conocimiento tradicional y la inclusión de saberes a través de metodologías participativas, donde los agricultores intercambien conocimientos respecto al manejo de estos cultivos, en forma práctica y teórica.
- Promover bancos de germoplasma comunitarios o familiares que sirvan para el intercambio de semillas, reconociendo la conservación de semillas nativas, de acuerdo con lo establecido mediante Ley n.º 27867 (2002), Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.
- Realizar el estudio de polinizadores del género *Cucurbita* en el territorio peruano, por considerarse parte de la fauna insectil sensible al cambio climático y a la liberación al ambiente de OVM, que puede afectar el desarrollo del cultivo.

Promover la conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* de la diversidad de la calabaza y el zapallo se viene llevando a cabo fuera de sus hábitats naturales, en bancos de germoplasma de instituciones públicas y privadas, universidades y centros de investigación (estaciones experimentales), entre otros. Para garantizar la conservación genética de las especies de *Cucurbita* se propone lo siguiente:

- Fomentar la discusión y la creación de un Sistema

Nacional de Conservación del Germoplasma.

- Establecer un sistema de información en los bancos de germoplasma, a fin de tener acceso a los registros de información de las accesiones del género *Cucurbita* para la planificación de futuras colectas, y así enriquecer y fortalecer los centros de conservación.
- Implementar bancos comunitarios a nivel regional, de acuerdo a la diversidad genética en cada ámbito.
- Promover la elaboración del reglamento específico de semillas de las especies cultivadas de *Cucurbita*, que promueva el uso de semillas nativas de calidad, libre de enfermedades viróticas (medio de diseminación de enfermedades que induce la degeneración del cultivo) con arreglo y aplicación del reglamento de la Ley n.º 27262, Ley General de Semillas.
- Garantizar que las comunidades, con el apoyo de los gobiernos locales y regionales, enriquezcan los bancos de germoplasma mediante el ingreso de nuevas colectas de las especies de *Cucurbita*, a fin de fortalecer y garantizar una mayor representatividad de la variabilidad genética del recurso a nivel nacional.

Institucionalidad

La academia y las instituciones públicas y privadas, de acuerdo a sus competencias, tienen roles y funciones encomendadas por el Estado peruano, en función al marco legal para la conservación de la diversidad biológica y para fortalecer el cumplimiento cabal de las disposiciones legales establecidas. En ese sentido se propone lo siguiente:

- Institucionalizar el programa de conocimiento, conservación y puesta en valor de la diversidad genética que permita comprender las relaciones ecológicas para el funcionamiento del ecosistema donde estas especies se desarrollan, y por ende impulsar la sostenibilidad de los mismos a través de indicadores, incluyendo las especies silvestres y los organismos asociados.
- Fomentar la publicación de resultados de estudios y proyectos realizados de las especies de *Cucurbita*, con bases de datos integradas y de acceso público.
- Fortalecer los herbarios promoviendo el incremento de colecciones de *Cucurbita* y su sistematización en bases de datos actualizadas, digitalizadas y articuladas entre instituciones.
- Promover la investigación académica y la formación de recursos humanos especializados en sistemática

y taxonomía, etnobotánica, genética, mejoramiento genético, manejo cultural, entomología, bioseguridad y desarrollo agroindustrial de estos cultivos.

Mercados alternativos

De acuerdo con los ejes de política del MIDAGRI, la articulación de los pequeños agricultores con los mercados contribuye con el incremento de la productividad y competitividad de los cultivos con su consecuente sostenibilidad, lo cual incide en su estado de conservación, por lo que se propone lo siguiente:

- Elaborar y publicar Normas Técnicas Peruanas de las especies de *C. pepo* y *C. moschata*, las que deben contener la terminología, definición, clasificación y requisitos para su comercialización al estado fresco.
- Promover en forma intensiva el consumo de la diversidad

de variedades nativas de los cultivos de calabaza y zapallo, a través de ferias de agrobiodiversidad, agroecológicas, de productores y gastronómicas a nivel nacional, regional y local, así como la intervención de los medios de comunicación a través de programas de promoción y publicidad.

- Promover la investigación y la innovación para incorporar valor agregado a los productos provenientes de la actividad agrícola de la calabaza y el zapallo, como el procesamiento primario o secundario de los productos.
- Establecer estrategias de consumo y fomentar compras públicas a través de los sectores Agricultura, Salud, Educación, Inclusión Social y Cultura, para promover el consumo de la calabaza y el zapallo, incorporándolo a la dieta de los desayunos escolares y de los programas sociales de alimentación saludable.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, F., Huerta, E., Alonso, S. & Ortiz, S. (2009). La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío. En *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio (pp. 319-353). México. CONABIO. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II07_La%20bioseguridad%20en%20Mexico%20y%20los%20organismos%20geneticame.pdf
- Agbawa, I., Ndukwu, B. & Mensah, S. (2007). Floral Biology, Breeding System, and Pollination Ecology of *Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam) Duch. ex Poir. Varieties (*Cucurbitaceae*) from Parts of the Niger Delta, Nigeria. *Turk J Bot*, (31), 451-458. Obtenido de <http://journals.tubitak.gov.tr/botany/issues/bot-07-31-5/bot-31-5-4-0603-4.pdf>
- Aguirre Planter, E. (2007). Flujo génico: métodos para estimarlo y marcadores moleculares. En L. Eguarte, V. Souza y X. Aguirre (Eds.), *Ecología molecular* (pp. 49-61). CONABIO. Mexico. Recuperado de <https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/530/cap2.pdf>
- Altieri, M. & Nicholls, C. (1994). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Barcelona, España. Icaria editorial. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=nRjLGJhQ7yWC&pg=PA41&dq=biodiversidad+y+manejo+de+plagas+en+ecosistemas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewjU59Kb8v_mAhXnHbkGHea2AGUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=biodiversidad%20y%20manejo%20de%20plagas%20en%20ecosistemas&f=false
- Amaro, G., Silva, G., Boiteux L., Carvalho A. & Lopes, J. (2017) Desempenho agronómico de híbridos experimentais de abóbora Tetsukabuto para características dos frutos. *Horticultura brasileira*, 35(2), 180 - 185.
- Armstrong, T., Fitzjohm, R., Newstrom, L., Wilton, D., & Lee, W. (2005). Transgene escape: what potential for crop – wild hybridization? *Molecular Ecology*, 14, 2111-2132. doi:10.1111/j.1365-294X.2005.02572.x
- Ángel, C., Nates, G., Ospina, R., Melo, R., & Amaya, M. (2011). Biología floral y reproductiva de la gulupa *Passiflora edulis* Sims. f *Edulis. Caldasia*, 33(2), 1-18. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/rt/printerFriendly/36402/38027>
- Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV). (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20. Recuperado de <https://academic.oup.com/botlinnean/article/181/1/1/2416499>
- Angulo, A. & Weigert, G. (1975). Noctuidae (Lepidoptera) de interés económico del valle de Ica, Perú: clave para estados inmaduros. *Rev. peru. Entomol.*, 18(1), 98-103.
- Arbizu Berrocal, C. (2019). *Diversidad genética del loche (Cucurbita moschata duchesne ex Lam.) cultivado en Lambayeque, Perú mediante marcadores microsatélites* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3865/arbizu-berrocal-carlos-irvin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arozarena, R. (2016). Burkina Faso dice adiós al algodón transgénico. *Revista Fundacion Sur departameto Africa*. Recuperado de <http://www.africafundacion.org/spip.php?article24006#>
- Arriaga, L., Huerta, E., Lira, R., Moreno, E. & Alarcón, J. (2006). Assessing the risk of releasing transgenic *Cucurbita* spp. in Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112, 291-299. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223834780_Assessing_the_risk_of_releasing_transgenic_Cucurbita_spp_in_Mexico
- Ashworth, L. & Galetto, L. (1999). Morfo-anatomía cuantitativa de las flores pistiladas y estaminadas de *Cucurbita maxima* subsp. *Andreana* (*Cucurbitaceae*). *Darwiniana*, 37 (3-4), 187-198.
- Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET). (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Revista Ecosistemas*, 16(1), 44-49.
- Astorquizaga, R. (2009a). Cultivo de zapallo (*Cucurbita* sp.) en el Noroeste de Chubut. INTA. *Agricultura*, (15), 61-64. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura15_zapallo_cucurbita.pdf

- Astorquizaga, R. (2009b). Plagas, animales y enfermedades del zapallo y otras especies del género *Cucurbita*. INTA. *Agricultura*, (16), 65-68. Argentina. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura16_zapallo_cucurbita.pdf
- Ayala, M., Lira, R. & Alvarado, J. (1988). Morfología polínica de las *Cucurbitaceae* de la península de Yucatán, México. *Pollen et spores*. 30(1). 5-28.
- Barrera-Redondo, J., Hernández-Rosales, H.S., Cañedo-Torres, V., Aréstegui-Alegría, K., Torres-Guevara, J., Parra, F., Torres-García, I., Y Casas, A. (2020). Variedades locales y criterios de selección de especies domesticadas del género *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*) en los Andes centrales del Perú: Tomayquichua, Huánuco. *Botanical Sciences*, 98(1): 101-116. doi:10.17129/botsci.2239
- Bazo Soto, I. (2018). *Estudios De Biología Floral, Reproductiva y del Número Cromosómico de "Loche" Cucurbita moschata Duchesne* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Beare, M., Vikram, M., Tian, G. & Srivastava, S. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics, the role of decomposer organisms. *Applied Soil Ecology*, 6, 87-108.
- Behera, T., Sureja, A., Islam, S., Munshi, A., & Sidhu, A. (2012). Minor Cucurbits. En H. Wang, T. Behera y C. Kole (Ed). *Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits* (pp. 17 - 60). New York, USA.
- Bisognin, D. (2002). Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural, Santa Maria*, 32 (5), 715-723. Brasil.
- Bruna, A. & Prieto, H. (2003). Mosaico amarillo del zapallo italiano. *Revista Tierra Adentro*, 22-23. INIA La Platina. Chile.
- Cameán, A. & Repetto M. (2012). Toxicología alimentaria. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos S.A. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=SbUticcNWoMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Carnide, V. & Rosario, M. (2006). Las cucurbitáceas: bases para su mejora genética. *Revista Horticultura Internacional*, (53), 16-21. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28282047_Las_cucurbitaceas_bases_para_su_mejora_genetica
- Chacaltana, S. & Cogorno, G. (2018). Arqueología hidráulica prehispánica del valle bajo del Rímac (Lima, Perú): estudio de un sistema de riego costeño. Lima, Perú. PUCP. Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/112510>
- Chaparro Giraldo, A. (2011). Cultivos transgénicos: entre los riesgos biológicos y los beneficios ambientales y económicos. *Acta Biológica Colombiana*, 16 (3), 231 - 252. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19986/27963>
- Chávez, J., Tuxill, J. & Jarvis, D. (Eds.). (2004). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Cali, Colombia. IPGRI. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=6ptxbNgluVkC&pg=PA250&lpg=PA250&dq=peraza+1986+%2B+unidades+socioecon%C3%B3micas&source=bl&ots=U6nF8PHkKh&sig=ACfU3U2r8WjXE-QQd3A7YMsOKpCbBnmzh4A&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiewuz_kffmAhWmILkGHVuwCU8Q6AEwAHoE-CAsQAQ#v=onepage&q=peraza%201986%20%2B%20unidades%20socioecon%C3%B3micas&f=false
- Chomicki, G., Schaefer, H. & Renner, S.S. (2020). Origin and domestication of *Cucurbitaceae* crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. *New Phytologist* 226: 1240-1255.
- Cisneros, F. (1995). Control Biológico. En Control de plagas agrícolas. (pp. 102-147). Recuperado de <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/control-biologico-de-plagas.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2019). Centros de origen y diversificación. México. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen>

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.). Auyama *Cucurbita moschata*. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. México. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20835_especie.pdf
- Congreso de la República del Perú. (1993). *Constitución Política del Perú*. Perú. Autor. Recuperado de <http://www.congreso.gob.pe/Docs/files/documentos/constitucionparte1993-12-09-2017.pdf>
- Connolly, B. (2016). Cushaw Squashes (*Cucurbita argyrosperma*) as pollinators for *C. maxima* x *C. moschata* hybrids. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, (39, 40), 14-16. Birmingham, Inglaterra.
- Consejo Regional de Cooperación Agrícola (CORECA), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2000). Producción y comercialización de productos transgénicos: consideraciones para el sector agropecuario en los países del CORECA. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/BV/AGRIN/B/F30/XL2000600367.pdf>
- Cruz, R., Ávila, G., Sánchez, G., & Quesada, M. (2015). Experimental assessment of gene flow between transgenic squash and a wild relative in the center of origin of cucurbits. *Ecosphere, article 248*, 6(12), 1-13. DOI:<http://dx.doi.org/10.1890/ES15-00304.1>
- Cutler, H. & Whitaker, T. (1969). A new species of *Cucurbita* from Ecuador. *Missouri Botanical Garden*, 55(3), 392-396. St. Louis and U.S. Department of Agriculture, La Jolla, California.
- Davoodi, S., Olfati, J., Hamidoghli, Y. & Sabouri, A. (2016) Standard Heterosis in *Cucurbita moschata* and *Cucurbita pepo* Interspecific Hybrids. *International Journal of Vegetable Science*, 22(4), 383-388. DOI: 10.1080/19315260.2015.1042993
- Decisión 345 del Acuerdo de Cartagena (1993). Régimen común de protección a los derechos de los obtentores de variedades vegetales. Recuperado de <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/co/co089es.pdf>
- Decisión 391 del Acuerdo de Cartagena (1996). Régimen común sobre el acceso a los recursos genéticos. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BD2C095C0F37ED0F05257DCC0069DE9C/\\$FILE/1_DECISI%C3%93N_391_R%C3%A9gimen_com%C3%BAn_recursos_gen%C3%A9ticos.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BD2C095C0F37ED0F05257DCC0069DE9C/$FILE/1_DECISI%C3%93N_391_R%C3%A9gimen_com%C3%BAn_recursos_gen%C3%A9ticos.pdf)
- Decker-Walters, D. Staub, J., Chung, S., Nakata, E. & Quemada, H. (2002) Diversity in Free-living Populations of *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*) as Assessed by Random Amplified Polymorphic DNA. *Systematic Botany*, 27(1), 19-28. Recuperado de: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1043/0363-6445-27.1.19>
- Decreto Legislativo n.º 1013, que aprueba la ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente. Publicado en *El Peruano* diario oficial, Año XXV N° 10231 el 14 de mayo de 2008. Perú. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/Creaci%C3%B3n-MINAM-D.Legislativo.1013.pdf>
- Decreto Supremo n.º 035-2011-PCM. Reglamento de protección a los derechos de los obtentores de variedades vegetales. Publicado en *El Peruano Diario Oficial*, el 15 de abril de 2011. Perú. Recuperado de <https://www.indecopi.gob.pe/documents/1902049/3752099/Decreto+Supremo+N%C2%B0+035-2011-PCM.pdf/f584c610-4aba-e756-11cc-41e62123ec20>
- Decreto Supremo n.º 003-2009-MINAM. Que eleva a rango de Decreto Supremo la Resolución Ministerial N.º 087-2008-MINAM y ratificación de la aprobación del Reglamento de Acceso a Recursos Genéticos efectuada por la referida Resolución. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XXVI n.º 10508, del 7 de febrero de 2009. Perú. Recuperado de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2009-minam-y-anexo.pdf
- Decreto Supremo n.º 006-2012-AG. Reglamento de la Ley General de Semillas. Publicado en *El Peruano Diario Oficial*, el 1 de junio de 2012. Perú. Recuperado de https://www.peru.gob.pe/normas/docs/DS_006_2012_AG.pdf
- Decreto Supremo n.º 006-2016-MINAM. Procedimiento y Plan Multisectorial para la Vigilancia y Alerta Temprana respecto de la Liberación de OVM en el Ambiente. Publicado en *El Peruano Diario Oficial*, 21 de julio de 2016. Perú. Recuperado de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/DS_006-2016MINAM.pdf

- Decreto Supremo n.º 008-2012-MINAM. Reglamento de la Ley que establece la Moratoria al Ingreso y Producción de Organismos Vivos Modificados al Territorio Nacional por un período de 10 años. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XXIX N.º 12059, del 14 de noviembre de 2012. Perú. Recuperado de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_008-2012-minam.pdf
- Decreto Supremo n.º 012-2009-MINAM. Política Nacional del Ambiente. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XXVI n.º 10605, del 22 de mayo de 2009. Perú. Recuperado de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf
- Del Toro De León, G. (2010). *Caracterización del espectro de acción de la toxina Cry1AbMod, activa contra insectos resistentes, y su comparación con la toxina convencional Cry1Ab de Bacillus thuringiensis* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/Fomento-investigacion/Tesis/Caracterizacion-espectro-de-accion-toxina-Cry1AbMod.pdf>
- Delgado Gutiérrez, D. (2015). *Regulación de los transgénicos en el Perú*. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). Recuperado de https://spda.org.pe/?wpfb_dl=1022
- Duchenne, F., Thébault, E., Michez, D., Elias, M., Drake, M., Persson, M., Fontaine, C. (2020). Phenological shifts alter the seasonal structure of pollinator assemblages in Europe. *Nature Ecology & Evolution*, 4, 115–121. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1062-4>
- Echeverri, F., Loaiza, C. & Cano, M. (2004). Reconocimiento e identificación de trips fitófagos (Thysanoptera: Thripidae) y depredadores (Thysanoptera: Phlaeothripidae) asociados a cultivos comerciales de aguacate *Persea* spp. en los departamentos de Caldas y Risaralda (Colombia). *Rev. Fac. Nac. Agron. de Medellín*. 57(1) 2177-2187. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a03v57n1.pdf>
- Eguiarte, L., Hernández, H., Barrera, J., Castellanos, G., Paredes, L., Sánchez, G.,...Lira, R. (2018). Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos de México: el caso de las calabazas. *Rev. Esp. Cienc. Quim. Biol.* 21 (Supl. 2), 85-101.
- 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. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-005-1215-y>
- Esquinas-Alcazar, J. & Gulick, P. (1983). *Genetic resources of Cucurbitaceae. A Global report*. Rome, Italia. International board for plant genetics resources (IBPRG). Recuperado de https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/Genetic_Resources_of_Cucurbitaceae_1945.pdf
- Estela, C. (2009). *Caracterización de la diversidad morfológica y molecular (ADN) de Cucurbita maxima Duch., C. moschata Duch. y C. pepo L. de la región Lambayeque*. (Tesis doctoral) Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Esteras, C., Blanca, J., Roig, C., Cañizares, J., Ziarsolo, P., Monforte, A.,...Picó, B. (s.f.). Nuevas herramientas genómicas para la mejora de *Cucurbita pepo*. *Mejora Genética Vegetal. Acta de Horticultura*, 60, 41-48.
- Estrella, J., Manosalva, R., Mariaca, J. & Ribadeneira, M. (2005). Biodiversidad y Recursos Genéticos. Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. INIAP, MAE y Abya Yala. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56358.pdf>
- Fortuny, N., Monserrat, M. & Ruenes, M. (2017). Centros de origen, domesticación y diversidad genética de la ciruela mexicana, *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 121, 7-38.
- Fuchs, M., Chirco, E., McFerson, J. & Gonsalves, D. (2004). Comparative fitness of a wild squash species and three generations of hybrids between wild × virus-resistant transgenic squash. *Environ. Biosafety Res.*, (3), 17-28.
- García Gómez, S. (2018). Defensas de las plantas ante el ataque de insectos fitófagos. Asociación para la Recuperación del Bosque Autóctono y sus ecosistemas asociados (ARBA). España. Recuperado de <https://arbas687057007.wordpress.com/2018/03/04/defensas-de-las-plantas-ante-el-ataque-de-insectos-fitofagos/>
- Gómez, R., Hernández, L., Martínez, M., Urias, M. & Osuna, J. (2014). *Virus fitopatógenos que afectan a las cucurbitáceas en el estado de Nayarit* (Folleto técnico 29). México. INIFAP, CIRPAC.

- Greenpeace. (2010). Cultivos transgenicos cero ganancia. Obtenido de <https://www.greenpeace.org/mexico/publicacion/924/cultivos-transgenicos-cero-ganancias/>
- Gutierrez, A., Ponti, L., Herren, H., Baumgärtner, J., & Kenmore, P. (2015). Deconstructing Indian cotton: weather, yields and suicides. *Environmental Sciences Europe*, 27(12). doi:DOI 10.1186/s12302-015-0043-8
- Heiden, G., Barbieri, R. & Neitzke, R. (2007). Chave para a identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*), cultivadas no Brasil. Pelotas. Brasil. Embrapa Clima Temperado.
- Hernández-Flores, J., Munive-Hernández, A., Sandoval-Castro, E., Martínez-Carrera, D., & Villegas-Hernández, C. (2013). Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 353-365.
- Howe, W. & Rhodes, A. (1976). Phytophagous insect associations with *Cucurbita* in Illinois. *Environmental Entomology*, 5(4), 747-751. Recuperado de <https://academic.oup.com/ee/article/5/4/747/2396007>
- <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Mejora%20Gen%C3%A9tica%20Vegetal/Nuevas%20herramientas%20gen%C3%B3micas%20para%20la%20mejora%20de%20Cucurbita%20pepo.pdf>
- Huerta, E., Barrios, A., Sánchez, C. & Acevedo, F. (2005) Manual paso por paso para realizar el análisis de riesgo a las solicitudes para la liberación de organismos vivos modificados [en línea]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/manual_analisis.html
- Hunter, D. & Heywood, V. (2011). Parientes silvestres de los cultivos: *manual para la conservación in situ*. Bioversity International, Roma, Italia. 1ª. ed. Bioversity International 1a ed. Recuperado de https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Parientes_silvestres_de_los_cultivos_1641.pdf
- Hurd, P., Gorton, E. & Michelbacher, A. (1974). Ecology of the squash and gourd bee, *Peponapis pruinosa*, on cultivated cucurbits in California (Hymenoptera: Apoidea). Washington. Smithsonian Institution Press.
- Hurd, P., Gorton, E. & Whitaker, W. (1970). Squash and gourd bees (*Peponapis*, *Xenoglossa*) and the origin of the cultivated *Cucurbita*. *Evolution*, (25), 218-234. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1558-5646.1971.tb01874.x>
- Ingunza, M. A. (1963). *Diapahnia nitidalis* Stoll (Lepidop., Pyralidae), perforador de las guías y frutos del melón y de otras cucurbitáceas. *Rev. peru. entomol.* 6:73-104.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2007-2017). Perú: indicadores de empleo e ingreso por departamento. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1537/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2009 – 2018). Producción agropecuaria según los principales cultivos. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/agricultural/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2009). *Informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación*. Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i1500e/Peru.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2015). *Tecnología del cultivo del zapallo*. Manual técnico. Dirección de desarrollo tecnológico agrario. Sub Dirección de productos agrarios.
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). (2019a). GM Approval Database. Recuperado de <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/>
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). (2019b). ISAAA 2019 Report Reveals Biotech Crops Continue To Provide Solutions To Hunger, Malnutrition, And Climate Change. Recuperado de <https://bu->

sinessmirror.com.ph/2019/09/08/report-biotech-crops-continue-to-provide-solutions-to-hunger-malnutrition-climate-change/ Jarvis, D., Padoch, C. y Cooper, H. (2011). *Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas*. Roma, Italia. Bioersivity International. Recuperado por https://www.bioersivityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Manejo_de_la_biodiversidad_en_los_ecosistemas_agr%C3%adcolas_1514.pdf

- Kates, H. (2019). Pumpkins, squashes, and gourds (*Cucurbita* L.) of North America. En Greene, S., Williams, K., Khoury, C., Kantar, M. y Mareck, L. (Eds.). *North American crop wild relatives, volume 2: Important Species* (pp. 205-206). U.S.A. Springer. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=BiSNDwAAQBAJ&pg=PA206&lpg=PA206&dq=climate+change+cucurbita&source=bl&ots=6JSL60mwUR&sig=ACfU3UOapDvmVMQqBjQTYqcroaJTogAT7A&hl=-qu&sa=X&ved=2ahUKEwixnfCJicDmAhWOH7kGHVgdDSAQ6AEwDXoECAwQAQ#v=onepage&q=climate%20change%20cucurbita&f=false>
- Kistler, L., Newsom, L., Ryan, T., Clarke, A., Smith, B. & Perry, G. (2015). Gourds and squashes (*Cucurbita* spp.) adapted to megafaunal extinction and ecological anachronism through domestication. *PNAS*, 112(49), 15107-15112.
- Kohn, J. & Casper, B. (1992). Pollen-mediated gene flow in *Cucurbita foetidissima* (*Cucurbitaceae*). *América Journal of Botany*, 79(1), 57-62. Philadelphia, Pennsylvania.
- Levin, D. (1981). Dispersal Versus Gene Flow in Plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68(2), 233-253. Recuperado de https://www.jstor.org/stable/2398797?readnow=1&googleloggedin=true&seq=2#page_scan_tab_contents
- Ley n.º 26839. Ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XV n.º 6228, del 16 de julio de 1997. Perú. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%BO-26839.pdf>
- Ley n.º 27104. Ley de prevención de riesgos derivados del uso de la biotecnología. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XVII n.º 6896, del 12 de mayo de 1999. Perú. Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/comisionovm/ley27104.pdf>
- Ley n.º 27262. Ley General de Semillas. Publicado en *El Peruano Diario Oficial*, el 13 de mayo de 2000. Perú. Recuperado de <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Policy-Analysis/II.-Anexos/Anexo-V.2-Leyes/2000/Ley-27262.pdf>
- Ley n.º 27811. Ley que establece el régimen de protección de los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas vinculados a los recursos biológicos. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XX n.º 8085, del 10 de agosto de 2002. Perú. Recuperado de <http://www.mabs.jp/countries/others/pdf/231e.pdf>
- Ley n.º 27867. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Publicado en *El Peruano Diario Oficial*, el 18 de noviembre de 2002. Perú. Recuperado de http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/goblocales/ley_27867_ley_org_gob_reg.pdf
- Ley n.º 28245. Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XXI n.º 8753, del 08 de junio de 2004. Perú. Recuperado de <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28245.pdf>
- Ley n.º 29811. Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de organismos vivos modificados al territorio nacional por un periodo de 10 años. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* Año XXVIII n.º 11636, del 09 de diciembre de 2011. Perú. Recuperado de http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/leyes/ley29811_ley_prod_organismos_vivos.pdf
- Lira, R. & Rodríguez-Arévalo, I. (2006). Catálogo de la familia *Cucurbitaceae* de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto DS002. México D. F. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CatIDS002.pdf>
- Lira, R., Eguiarte, L. & Montes, S. (2009). Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros *Cucurbita* y *Sechium* que crecen y/o se cultivan en México (Informe Final). México. Recuperado de <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/41031.pdf>

- Lira, R., Téllez, O. & Dávila, P. (2008). The effects of climate change on the geographic distribution of Mexican wild relatives of domesticated *Cucurbitaceae*. *Genet Resour Crop Evol*, 56, 691–703. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/225818209_The_effects_of_climate_change_on_the_geographic_distribution_of_Mexican_wild_relatives_of_domesticated_Cucurbitaceae
- Lira-Saade, R. (1995). Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las *Cucurbitaceae* latinoamericanas de importancia económica. Roma, Italia. *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI).
- Medina Cervantes, T. (1996). La mosquita blanca (Homoptera: *Aleyrodidae*). De *Bemisia tabaci* (Gennadius), al biotipo “B”, y a la nueva especie *Bemisia argentifolii* Bellows y Perring. México. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=tAXjOUsgnUQC&pg=PA28&lpg=PA28&dq=Esta+especie+ha+sido+asociada+como+vector+de+m%C3%A1s+de+25+enfermedades+en+diferentes+cultivo&source=bl&ots=StxvH7vsU9&sig=ACfU3U11GDUS7ZWICshVwUZOJYa26R9hYw&hl=es->
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2010). Cuarto Informe Nacional sobre la Aplicación del Convenio de la Diversidad Biológica. Lima, Perú. http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2013/10/Cuarto-Informe_Convenio-de-Diversidad-Biologica.pdf
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). Sistematización de la información para la elaboración de un documento sustentatorio sobre centros de origen y diversidad genética para el Convenio sobre Diversidad Biológica – CDB. Recuperado de http://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/fparra_centrorigen.pdf
- Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia. (2012). *Biosafety Guidelines Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Plants in Malaysia*. Malaysia. Department of Biosafety.
- Miñano Pérez, D. (2017). *Manejo agronómico de Cucurbita maxima var. Macre bajo riego tecnificado en Otuzco, La Libertad* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9930/MI%C3%91ANO%20P%C3%89REZ%20DARWIN%20ALBERTO.pdf?sequence=1&i-Allowed=y>.
- Montes, S. & Eguiarte, L. (2002). Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three taxa of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*) in western México. *American Journal of Botany*, 89(7), 1156 – 1163.
- Muniyappa, V., Maruthi, M., Babitha, C., Colvin, J., Briddon, R. & Trangaswamy, K. (2003). Characterisation of pumpkin yellow vein mosaic virus from India. *Ann. appl. Biol.*, 142, 323-331. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/227713232_Characterisation_of_Pumpkin_yellow_vein_mosaic_virus_from_India.
- Nepi, M., & Pacini, E. (1993). Pollination, Pollen Viability and Pistil Receptivity in *Cucurbita pepo*. *Annals of Botany*, (72), 527 - 536.
- Nicodemo, D., Nogueira, R., Braga, E. & De Jong, D. (2007). Biología floral em moranga (*Cucurbita maxima* Duch. Var. “exposição”). *Acta Sci. Agron. Maringá*, 29(Supl.), 611-616.
- Orellana, J. & Machado, R. (1999). Recomendações técnicas para o cultivo de Abóbora (*Cucurbita moschata* L.) no Amapá (Circular técnico n.º 8). Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amapá).
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). (2003 - 04). La Biotecnología agrícola. En el estado mundial de la agricultura y la alimentación (pp. 45-97). Recuperado de <http://www.fao.org/3/y5160s/y5160s02.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). (2007). Instrumento de la FAO sobre Bioseguridad. Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a140s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). (2011). Transgénicos amenazan a la apicultura mexicana. *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/508429/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). *Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma, Italia. Autor. Recuperado de <http://www.fao.org/plant-treaty/es/>
- Paes de Andrade, P., Parrott, W. & Roca, M. (2012). Guía para la evaluación de riesgo Ambiental de organismos genéticamente modificados. Sao Paulo, Brasil. ILSI. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/Guia-evaluacion-riesgo-OGMs.pdf>
- Paris, H. & Nelson, R. (2004). Gene List for *Cucurbita* species, 2004. Cucurbit Breeding at NC. Recuperado de <http://cuke.hort.ncsu.edu/cgc/cgcgenes/gene14squash.pdf>
- Paris, H. & Padley, L. (2014). Gene List for *Cucurbita* species, 2014. Cucurbit Breeding at NC. Recuperado de <http://cuke.hort.ncsu.edu/cgc/cgcgenes/gene14squash.pdf>
- Pickersgill, B. (2007). Domestication of Plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Annals of Botany*, 100, 925–940.
- Pletsch, A. (2008). El cultivo del zapallo Tetsukabuto. *Diversificación productiva en Corrientes*. Serie 1. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-zapallo_tetsukabuto.pdf
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUCCH). (s.f). Hortalizas de la Estación Cálida. Facultad de Agronomía y Departamento de Desarrollo Académico de Servicio de Computación, Informática y Comunicaciones (SECICO) de la UC. Chile. Recuperado de http://www7.uc.cl/sw_educ/hortalizas/html/index.html
- Priori, D., Barbieri, R. & Mistura, C. (2010). Abóbora-Gila (*Cucurbita ficifolia*), uma Hortaliza Pouco Convencional Cultivada no Rio Grande do Sul. Pelotas, RS. Brasil. Embrapa Clima Temperado.
- Proyecto de Ley N° 3247/2013-CR. Que propone la Ley de conservación de los recursos genéticos de flora y fauna de la diversidad biológica. Presentada al Congreso de la República el 20 de mayo del 2016. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/DictámenesFuturo/F30580E70BAE828A05257F-BF005DDAEB/\\$FILE/PUEBLOS_3247-2013-CR_Fav.Sust.Mayoria.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/DictámenesFuturo/F30580E70BAE828A05257F-BF005DDAEB/$FILE/PUEBLOS_3247-2013-CR_Fav.Sust.Mayoria.pdf)
- Pscheidt, J. & Ocamb, C. (2020). Squash (*Cucurbita* spp.)-Virus Diseases. Oregon, U.S.A. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook. Recuperado de <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/squash-cucurbita-spp-virus-diseases>
- Pulgar Vidal, J. (2014). *Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales*. Terra Brasilis (Nova Série) Recuperado de <https://journals.openedition.org/terrabrasilis/1027>
- Racka, M., Metwally, E., Moustafa, S., Etman, A. & Dewir, Y. (2012). Production of *Cucurbita* Interspecific Hybrids Through Cross Pollination and Embryo Rescue Technique. *World Applied Sciences Journal*, 20(10), 1366-1370. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/9bc6/967fb29a1ccfa5150e6786238e3fddef936a.pdf>
- Resolución Legislativa n.º 26181. Que aprueba el Convenio sobre Diversidad Biológica adoptado en Río de Janeiro. Perú. Recuperado de <https://docs.peru.justia.com/federales/resoluciones-legislativas/26181-may-11-1993.pdf>
- Resolución Legislativa n.º 28170. Que aprueba el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Publicado en *El Peruano Diario Oficial* n.º 8638, del 15 de febrero de 2004. Perú. Recuperado de <https://docs.peru.justia.com/federales/resoluciones-legislativas/28170-feb-13-2004.pdf>
- Sánchez, G., & Vergara, C. (2003). Plagas de hortalizas. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Departamento de Entomología, Lima-Perú. pág. 77-93.
- Sanjur, O., Piperno, D., Andrés, T. & Wessel, L. (2002). Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. *PNAS*, 99(1), 535-540. Recuperado de <https://www.pnas.org/content/pnas/99/1/535.full.pdf>
- Santiana, J. & Pitman, N. (2004). *Cucurbita ecuadorensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T45122A10982003. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T45122A10982003.en>

- Sarmiento, J. & Sánchez, G. (2012). Evaluación de insectos. Departamento de Entomología - UNALM. Lima, Perú.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB). (2000). *Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Montreal, Quebec, Canadá. Autor. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/cartagena-protocol-es.pdf>.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB). (2008). *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal, Quebec, Canadá. Autor. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB). (2011). Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica. Montreal, Canadá. <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>
- Shaukat, A., Shahid, H., Shahid, M., Ghulam, M., & Yusuf, Z. (2010). Status of Bt cotton cultivation in major growing areas of Pakistan. *Pak. J. Bot*, 42(3), 1583 - 1594.
- Singh, A. (1989). Cytogenetics and evolution in *Cucurbitaceae*. In D. Bates, R. Robinson & C. Jeffrey (Eds). *Biology and utilization of Cucurbitaceae* (pp. 10-28). New York, U.S.A. Comstock Publ. Assoc, a division of Cornell Univ. Press, Ithaca.
- Spencer, L., & Snow, A. (2001). Fecundity of transgenic wild-crops hybrids of *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*): implication for crop to wild gene flow. *Heredity*, (86), 694-702. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/6888900.pdf>
- Tapia, M. (2013). *Diagnóstico de los Ecosistemas de Montañas en el Perú*. FAO – MINAM. Lima, Perú. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/TCP_Andes/DiagnosticoPeruVersion_2_de_sept-_1-55.pdf
- Tapia, M. (s.f). Zonificación agroecológica basada en el uso de la tierra, el conocimiento local y las alternativas de producción. (pp. 53-66). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/221081617/Zonificacion-Agroecologica-Basada-en-El-Uso-de-La-Tierra-El-Conocimiento-Local-y-Las-Alternativas-de-Produccion>.
- Tapia, M., & Fries, A. (2007). Guía de Campo de Cultivos Andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. Millenium Digital. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Tiessen Favier, A. (2012). *Fundamentos de mejoramiento genético vegetal*. Mexico. EAE. Recuperado de <http://www.ira.cinvestav.mx/portals/O/Documentos/Publicos/FundamentosMejoramientoGenetico38EAE6.pdf>
- Torres Guevara, J. (2011). Experiencias de adaptación al cambio climático y los escenarios climáticos cualitativos en los andes: alcances y límites. En *Cambio climático, conocimientos ancestrales y contemporáneos en la región andina* (pp. 69-84). La Paz, Bolivia. Soluciones Prácticas-ITDG. Recuperado de <https://www.solucionespracticas.org.pe/cambio-climatico-conocimientos-ancestrales-y-contemporaneos-en-la-region-andina-alcances-y-limites>
- Uribe, L. (1999). Uso de indicadores microbiológicos de suelos: ventajas y limitantes. XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos, 33-35. San José, Costa Rica.
- Valencia, L & Valdivia, R. (1973). Noctuides del valle de Ica, sus plantas hospederas y enemigos naturales. *Rev. peru. Entomol.*, 16(1), 94-101.
- Valencia, L., & Cárdenas, N. (1973). Los áfidos (Homoptera:Aphididae) del valle de Ica, sus plantas hospederas y sus enemigos naturales. *Rev. peru. entomol.* 16(1): 6-14.
- Vallaey, V., Tyson, R., Lane, W., Deleersnijder, E. & Hanert, E. (2017). A Lévy flight diffusion model to predict transgenic pollen dispersal. *J.R. Soc. Interface*, 14: 20160889. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2016.0889>.
- Van Dalen, P., Altamirano, A. & Huamán, J. (2013). Análisis del material arqueobotánico del sitio Pampas de las Ánimas, Valle de Huaura, Perú, temporada 2006. *Investigaciones sociales*, 17(31), 39-64. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/view/7899/6874>.
- Villaamil, E. (2015). Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 49(1), 83-104. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/286003921_Situacion_actual_de_la_contaminacion_por_plaguicidas_en_Argentina.

- Waigmann, E., Paoletti, C., Davies, H., Perry, J., Kärenlampi, S. & Kuiper, H. (2012). Risk assessment of Genetically Modified Organisms (GMOs). *EFSA Journal*, 10(10), 1-7. Recuperado de <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2012.s1008>
- Wainwright, M. (1988). Metabolic diversity of fungi in relation to growth and mineral cycling in soil: A review. *Transactions of the British Mycological Society*, 90, 159-170.
- Weeden, N. & Robinson, R. (1986). Allozyme segregation ratios in the interspecific cross *Cucurbita maxima* x *C. ecuadorensis* suggest that hybrid breakdown is not caused by minor alterations in chromosome structure. *Genetics*, 114, 593-609. Recuperado de <https://www.genetics.org/content/genetics/114/2/593.full.pdf>
- West, M. & Whitaker, T. (1979). Prehistoric cultivated cucurbits from the Viru valley, Peru. *Economic Botany*, 33(3), 275-279. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/4254075>
- Whitaker, T. & Bemis, W. (1975). Origin and evolution of the cultivated *Cucurbita*. Symposium on the Biochemical Systematic, Genetics and Origin of Cultivated Plants. *Bulletin of the Torrey botanical club*, 102, 362-368.
- Whitaker, T. (1981). Archeological Cucurbits. *Economic Botany*, 35(4), 460-466.
- Whitaker, W. & Bemis, W. (1964). Evolution in the genus *Cucurbita*. *Evolution*, 18, 553-559. doi: 10.2307/2406209
- Wille, A. (1984). Las abejas *Peponapis* y *Xenoglossa* en Costa Rica y su importancia en la polinización de las *Cucurbita* domésticas. *Rev. Biol. Trop.*, 33(1), 17-24.
- Wilson, H. (1990). Gene Flow in Squash Species. *BioScience*, 40(6), 449 - 455. Recuperado de www.jstor.org/stable/1311392
- Wilson, H., Lira, R. & Rodríguez, I. (1994). Crop/weed gene flow: *Cucurbita argyrosperma* Huber and *C. fraterna* L. H. Bailey (*Cucurbitaceae*). *Economic Botany*, 48(3), 293 - 300.

Anexos

Anexo 1. Departamentos, provincias y distritos prospectados

Departamento	Provincia	Distritos	Total distritos
Amazonas	Bagua	Aramango, Imaza, Copallín, Bagua	4
	Bongará	Florida, Yambrasbamba	2
	Chachapoyas	Leimebamba, Molinopampa, San Francisco de Daguas, Sonche	4
	Luya	Tingo	1
	Utcubamba	Bagua Grande, Cajaruro	2
Áncash	Carhuaz	Acopampa, Anta, Pariahuanca, San Miguel De Aco, Yungar	4
	Huarmey	Huarmey, Culebras	2
	Huaylas	Caráz, Santa Cruz	2
	Santa Cruz	Chimbote	1
	Yungay	Mancos, Ranrahirca, Shupluy, Yungay	4
Apurímac	Abancay	Abancay, Curahuasi, Huanipaca, Pichirhua	4
	Andahuaylas	Andahuaylas, Andarapa, Kishuara, Pacobamba, Talavera, Huancarama	6
	Chincheros	Ocobamba	1
Arequipa	Arequipa	Characato, Socabaya, Uchumayo, Vitor	4
	Caylloma	Majes	1
	Caravelí	Acarí, Bella Unión, Yauca	3
	Castilla	Machaguay, Tipan, Viraco	3
	Islay	Dean Valdivia, Mejía, Mollendo, Punta de Bombón	4
Ayacucho	Huamanga	Ayacucho, Acos Vinchos, Jesús Nazareno, Pacaycasa, Quinua, Socos, Tambillo, Vinchos	8
	Huanta	Huanta	1
	La Mar	Ayna	1
	Lucanas	Huac-Huas, Llauta, Puquio, Saisa, San Cristóbal	5
Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca, Magdalena, San Juan, Los Baños del Inca	4
	Cutervo	Cutervo, San Andrés de Cutervo, Santo Domingo de La Capilla, Súcota	4
	Chota	Chota, Huambos, Querocoto	3
	Hualgayoc	Chugur	1
	Jaén	Colasay, Jaén	2
	San Pablo	San Bernardino	1
	Santa Cruz	La Esperanza, Pulán, Saucepampa, Santa Cruz	4

Cusco	La Convención	Echarate, Quellouno, Santa Ana, Vilcabamba	4
	Paruro	Colcha, Paccaritambo, Paruro	3
	Urubamba	Huayllabamba, Maras, Ollantaytambo, Urubamba, Yucay	5
Huancavelica	Acobamba	Acobamba, Caja, Marcas, Pomacocha	4
	Castrovirreyna	Cocas, Mollepampa, Ticrapo	3
	Churcampa	Cosme, Anco	2
	Huancavelica	Acoria	1
	Huaytará	Huaytará	1
	Tayacaja	Colcabamba, Daniel Hernández	2
Huánuco	Ambo	Huacar, San Francisco, Conchamarca, Conchamarca, Ambo, Tomaykichwa	6
	Huánuco	Amarilis, Chinchao, Churubamba, Pillco Marca, Santa María del Valle	5
	Leoncio Prado	Mariano Dámaso Beraún, Pueblo Nuevo, José Crespo y Castillo	3
	Marañón	Cholón, Santa Rosa de Alto Yanajanca	2
	Pachitea	Molino, Pano, Umari	3
Ica	Chincha	Alto Larán, Chincha Alta, Chincha Baja, Grocio Prado, El Carmen	5
	Ica	Ocucaje, Pachacutec, San Juan Bautista, Santiago, Subtanjalla, Tate, Yauca Del Rosario	7
	Palpa	Palpa, Santa Cruz	2
Junín	Concepción	Andamarca	1
	Chanchamayo	Chanchamayo, San Ramón	2
	Huancayo	Pariahuanca, Santo Domingo de Acobamba	2
	Jauja	Molinos	1
	Satipo	Llaylla, Pampa Hermosa	2
La Libertad	Bolívar	Uchumarca, Bolívar	2
	Otuzco	Otuzco, Sinsicap, Usquil, Charat	4
	Sánchez Carrión	Huamachuco	1
	Trujillo	Laredo, Moche, Trujillo, Víctor Larco Herrera	4
	Virú	Virú	1
Lambayeque	Chiclayo	Eten, La Victoria, Lagunas, Monsefú, Reque	5
	Ferreñafe	Incahuasi, Pítipa	2
	Lambayeque	Illimo, Jayanca, Mórrope, Pacora, San José	5
Lima	Barranca	Barranca, Paramonga, Supe	3
	Canta	Santa Rosa de Quives, Canta	1
	Cañete	San Vicente de Cañete	1
	Huaral	Aucallama, Chancay, Huaral, Sumbilca	4
	Lima	Lurín, Pachacamac	2

Loreto	Alto Amazonas	Teniente César López Rojas, Yurimaguas	2
	Maynas	Belén, Fernando Lores, Indiana, Punchana, San Juan Bautista	5
	Loreto	Nauta	1
Madre de Dios	Manu	Manu, Madre de Dios	2
	Tambopata	Tambopata, Inambari, Laberinto, Las Piedras	4
	Tahuamanu	Iberia, Tahuamanu, Iñapari	3
Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua, San Cristóbal, Torata	3
Pasco	Oxapampa	Chontabamba, Huancabamba, Oxapampa, Villa Rica	4
	Pasco	Huachon, Paucartambo	2
Piura	Ayabaca	Ayabaca, Pacaipampa	2
	Huancabamba	Canchaque, El Carmen de La Frontera, Huancabamba	3
	Morropón	Chulucanas	1
	Paita	Amotape, Tamarindo, Vichayal	3
	Piura	Castilla, El Tallán, La Arena	3
	Sechura	Bernal	1
	Sullana	Ignacio Escudero	2
Puno	Carabaya	Ayapata, Coasa, Ollachea	3
	Lampa	Púcara	1
	Melgar	Ayaviri	1
	Sandia	Alto Inambari, Cuyocuyo, Quiaca, Sandia	4
	Puno	Puno	1
	San Román	Caracoto, Juliaca	2
San Martín	Bellavista	Bellavista	1
	Lamas	Alonso de Alvarado, Barranquita	2
	Mariscal Cáceres	Huicungo	1
	Moyobamba	Jepelacio, Moyobamba, Soritor	3
	San Martín	La Banda de Shilcayo, Tarapoto	2
	Tocache	Nuevo Progreso	1
Tacna	Tacna	Calana, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, La Yarada Los Palos, Pachia, Palca, Pocollay, Tacna	7
	Tarata	Héroes Albarracín	1
Tumbes	Contralmirante Villar	Casitas	1
	Tumbes	Corrales, La Cruz, San Jacinto, San Juan de La Virgen, Tumbes, Pampas de Hospital	6
Ucayali	Coronel Portillo	Callería, Campoverde, Yarinacocha, Manantay, Masisea	5
	Padre Abad	Irazola, Padre Abad	2
Total			272

Anexo 2. Etnolingüística de la denominación de la calabaza y el zapallo por especie y departamento

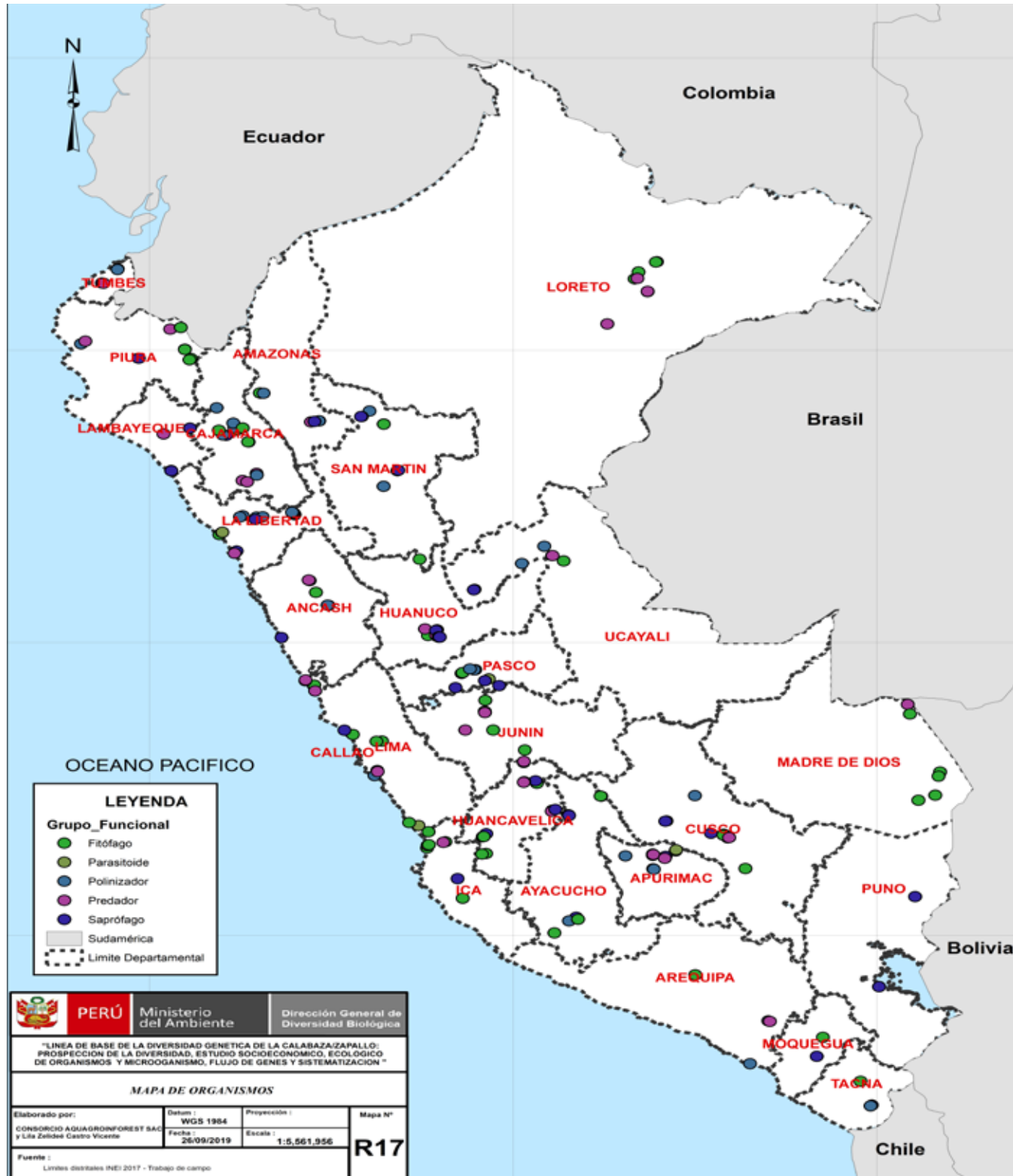
Departamento	<i>Cucurbita ficifolia</i>	<i>Cucurbita maxima</i>	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbita pepo</i>
Amazonas	Chiclayo, calabaza	chiuche, Zapallo macre	Zapallo, zapallo loche, zapallo chuyán	costeño
Áncash	Calabaza, shila	calabaza Zapallo macre		
Apurímac	Calabaza	Zapallo macre		Jawinca, zapallito italiano
Arequipa	Lacayote	Zapallo sambo o crespo		Calabaza
Ayacucho	Calabaza	Zapallo macre		Jawinca
Cajamarca	Chiclayo, chiuche	Zapallo	Zapallo chuyan, zapallo criollo, zapallo	
Cusco	Lacawite	Zapallo sambo, macre, sambo, crespo	Zapallo, zapallo nativo coacho (dame)	Jawinca, cusi
Huancavelica	Calabaza	Zapallo		Jawinca, zapallito italiano
Huánuco	Tullo, calabaza	Zapallo	Shupe	
Ica		Zapallo macre		
Junín	Calabaza	Zapallo macre, zapallo nativo	Chuncho	
La Libertad	Chiclayo	Zapallo, zapallo macre	Loche	Zapallo
Lambayeque	Sambumba	Zapallo macre	Zapallo criollo, loche	
Lima	Calabaza	Zapallo macre	Loche, calabaza, loche cruzado	Zapallito italiano
Loreto		Zapallo cabuco	Zapallo, zapallo verdura	Calabacín
Madre de Dios	Calabaza	Zapallo huico	Zapallo picuro, shupe, loche	
Moquegua	Lacayote	Zapallo de carga, zapallo camote		
Pasco	Calabaza	Zapallo macre	Zapallo	
Piura	Sambumba	Zapallo macre, zapallo serrano	Zapallo yunga, zapallo criollo	
Puno	Calabaza	Zapallo	Huycco	Calabaza
San Martín			Zapallo chuyán, shupe	
Tacna	Lacayote	Zapallo de carga, zapallo camote		
Tumbes			Zapallo criollo	
Ucayali		Zapallo cabuco	Zapallo, shupe, zapallo regional	

Anexo 3. Usos de las especies de calabazas y zapallos en los 24 departamentos del Perú

Departamento / localidad	Nombre científico	Nombre común	Uso específico	Parte utilizada	Preparación y uso popular	Altitud (m.s.n.m.)
Lima/ Pachacámac	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Vista	Flor	Infusión, en forma de compresas	157
Lima/ Pachacámac	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Estómago	Tallo	Se machaca y luego se unta en el pecho de los bebés, combate el empacho	157
Ica/ Fundo Olivos	<i>C. maxima</i>	Zapallo macre	Heridas	Lágrima del zapallo	Colectan las lágrimas del zapallo y lo untan en las heridas	344
Ica / Ocucaje	<i>C. maxima</i>	Zapallo macre	Estómago	Semillas	En infusión, se toma como purgante	325
Arequipa/ Punta Bombón	<i>C. maxima</i>	Zapallo sambo	Deshidratación	Pulpa	Preparado, como puré y papillas; evita la deshidratación en los recién nacidos	3
Arequipa / Acari	<i>C. maxima</i>	Zapallo sambo	Estómago	Semillas	En infusión, combate los parásitos intestinales	190
Junín / Pariahuanca	<i>C. maxima</i>	Zapallo	Riñón	Semillas	En infusión, para el sistema urinario con fines diuréticos	2081
Áncash / San Miguel de Aco	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Hígado	Fruto	En infusión, el fruto se corta en pedazos y se hierve con agua	3348
Cusco/ Vilcabamba	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Infección, presión alta	Pulpa	En jugos	2383
Puno / Sandia	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Gastritis	Corteza	En extracto	2406
San Martín / Barranquita	<i>C. maxima</i>	Zapallo	Heridas	Resina del zapallo	Colectan las resinas del zapallo, y lo untan en las heridas (verruca)	242
Apurímac / Pampa Aymaraes	<i>C. maxima</i>	Zapallo	Estómago	Semillas	En infusión, se toma como purgante	2178
San Martín/ Vista Alegre	<i>C. maxima</i>	Zapallo	Fiebre amarilla	Flores	Se hierve las flores, y con esta agua se baña al enfermo	881
San Martín / Barranquita	<i>C. moschata</i>	Zapallo chuyan	Estomago	Semillas	En infusión, para los parásitos intestinales	166
Puno / San Cristóbal	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Fiebre	Corteza	En infusión, con otras hierbas	3579

Puno / Sandía C.C. Laqueque - Sector Iguara	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Pegamento	goma	Como pegamento de cartones	2262
Ayacucho / Vinchos	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Emplaste, golpes	Tallo	Se machaca y se forma un emplaste	3151
Ayacucho / San Cristóbal - Anexo Apurímac	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Charqui de calabaza	Todo el fruto, excepto la cáscara	Se le extrae la cáscara, luego se hace un corte longitudinal y se parte en dos, finalmente se expone al sol hasta quedar completamente secado	3325
Huancavelica/ Acobamba	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Medicinal (Colesterol)	Fruto	En mazamorra	3388
Huancavelica/ Acoria	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Medicinal (fiebre amarilla para vaca, chancho)	Fruto	Machacado	3183
Huancavelica/ Caja	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Alimenticio	Fruto	Cebiche de calabaza	3476
Huancavelica/ Cocas	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Alimenticio	Fruto	Charqui de calabaza	3323
Huancavelica/ Tayacaja/ Daniel Hernández	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Alimenticio	Fruto	Empanada de calabaza o jallulla	3256
	<i>C. ficifolia</i>	Calabaza	Alimenticio	Fruto	Pachamanca de calabaza	3225
Amazonas/ Barrio San Isidro	<i>C. ficifolia</i>	Chiclayo	Alimenticio	Fruto	Conservas de Chiclayo	2398
Amazonas/ San Juan de Sonche	<i>C. ficifolia</i>	Chinche	Alimenticio	Fruto	Dulce con leche y harina	2068

Anexo 4. Localización de las colectas de organismos de las cuatro especies de calabaza y de zapallo *Cucurbita* spp.



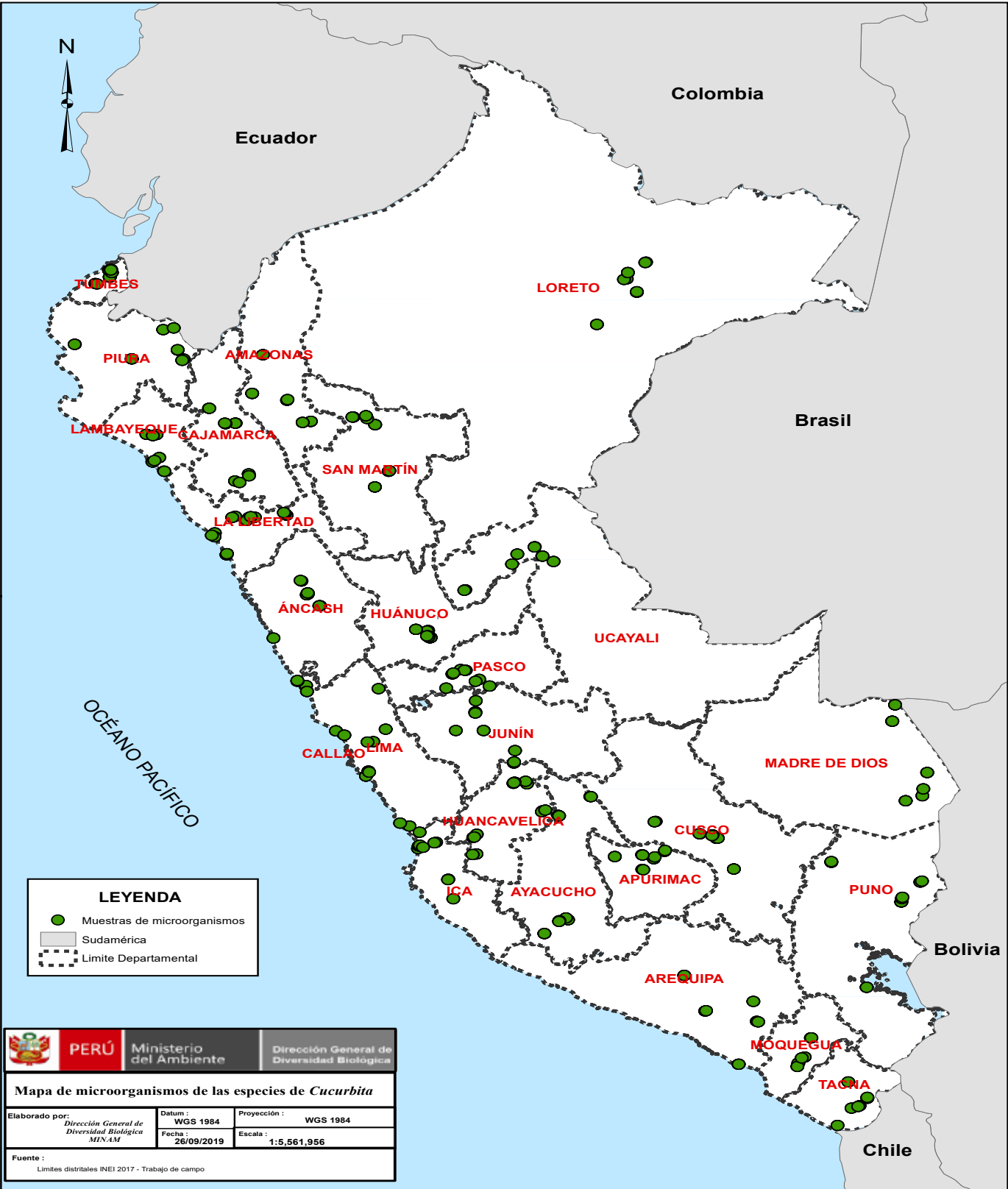
Anexo 5. Principales especies de fitófagos colectados en las especies de calabaza y de zapallo *Cucurbita* spp.

Identificación	Familia	<i>Cucurbita ficifolia</i>	<i>Cucurbita maxima</i>	<i>Cucurbita moschata</i>	<i>Cucurbita pepo</i>
<i>Diaphania nitidalis</i>	<i>Crambidae</i>	X	X	X	X
<i>Diaphania hyalinata</i>	<i>Crambidae</i>		X		
<i>Melittia pauper</i>	<i>Sesiidae</i>				X
<i>Diabrotica</i> spp.	<i>Chrysomelidae</i>	X	X	X	X
<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Aleyrodidae</i>	X	X		
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	<i>Agromyzidae</i>	X	X		
<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphididae</i>	X			
<i>Pantomorus</i> sp.	<i>Curculionidae</i>			X	
<i>Astylus</i> sp.	<i>Melyridae</i>	X	X		
<i>Conotelus</i> sp.	<i>Nitidulidae</i>		X		
<i>Epicauta</i> sp.	<i>Meloidae</i>		X		
<i>Nysius</i> sp.	<i>Lygaeidae</i>		X		
<i>Tetranychus</i> sp.	<i>Tetranychidae</i>		X		
<i>Beosus</i> sp.	<i>Lygaeidae</i>		X		

Anexo 6. Daño de *Diaphania nitidalis* en las calabazas y los zapallos por departamento

Departamento	<i>Cucurbita ficifolia</i>		<i>Cucurbita maxima</i>		<i>Cucurbita moschata</i>		<i>Cucurbita pepo</i>	
	Brotos (%, rango)	Botones (%, rango)	Brotos (%, rango)	Botones (%, rango)	Brotos (%, rango)	Botones (%, rango)	Brotos (%, rango)	Botones (%, rango)
Amazonas	7.93 (0-25)	4.2 (0-9)	0	8.03	48.22 (0-66)	23.24 (0-68)		
Áncash	1.25 (0-10)	0	18.46 (0-4)	5.54 (0-14)				
Apurímac	8.33 (0-13)	5.82 (2-9)	5.5 (0-10)	6.1 (0-9)			12	10.78
Arequipa			21.33 (0-68)	20.96 (0-58)				
Ayacucho	19.55 (0-77)	2.77 (0-9)	11 (0-24)	2.49 (4-5)			0	0
Cajamarca	14.56 (0-35)	1.68 (0-9)			17.75 (10-25)	10.65 (3-17)		
Cusco	5 (0-16)	4.44 (0-9)	11.66 (10-13)	2.49 (4-5)			2 (0-4)	5.92 (2-9)
Huancavelica	1.81 (0-12)	0	0	0				
Huánuco	3.24 (0-29)	3.08 (0-18)	0	0				
Ica			51.11 (28-84)	32.35 (10-68)				
Junín	0	0	12.57 (0-56)	9.59 (0-44)				
La Libertad	0.57 (0-4)	0	1.33 (0-4)	0	24 (4-48)	0	10.6	0
Lambayeque			13.36	0	26.27 (0-100)	1.34 (0-11)		
Lima			36 (0-80)	17.14 (0-58)	32	0	88	14
Loreto			60 (40-80)	3.33 (0-6)	32.88 (0-80)	6.79 (0-28)	0	0
Madre de Dios			0	0	39.24 (0-62)	10.02 (0-31)		
Moquegua	5 (0-10)	10.59 (8-12)	10 (0-20)	4.16 (0-12)				
Pasco	0	0	0	0				
Piura	8 (0-20)	3.82 (0-10)	10	0	15.6 (0-40)	1.31 (0-6)		
Puno	6.38 (0-15)	0			10 (0-20)	0		
San Martín			30 (20-40)	9.47 (8-9)	12.5 (0-60)	13.19 (0-52)		
Tacna			8 (0-20)	3.51 (0-9)				
Tumbes					39 (0-90)	27.29 (0-72)		
Ucayali			20 (20-20)	0	8.75 (0-20)	0		

Anexo 7. Colecciones de microorganismos de las cuatro especies de calabaza y de zapallo *Cucurbita* spp.



Anexo 8. Promedio del porcentaje de daño causado por enfermedades a las especies de calabaza y de zapallo *Cucurbita* spp. por departamento

Departamento	<i>Cucurbita ficifolia</i>		<i>Cucurbita maxima</i>		<i>Cucurbita moschata</i>		<i>Cucurbita pepo</i>	
	Oidium (%, rango)	Virus (%, rango)	Oidium (%, rango)	Virus (%, rango)	Oidium (%, rango)	Virus (%, rango)	Oidium (%, rango)	Virus (%, rango)
Amazonas	31.72 (0-38)	0	0	0	5 (5-20)	0		
Áncash	0	0.5 (0-4)	0	18.66 (16-24)				
Apurímac	0.22 (0-0.8)	7 (0-20)	0	2 (0-8)				
Arequipa			3.92 (0-25)	28.44 (0-100)			8	42
Ayacucho	0	0	0	0			0	0
Cajamarca	9.26 (0-30)	7.33 (0-30)			0	3.33 (0-6)		
Cusco	0	5.6 (0-20)	2.66 (0-8)	17.33 (0-52)			0	0
Huancavelica	3.6 (0-31)	0	0	32				
Huánuco	7.69 (0-61)	5.11 (0-20)	5.44 (5-6)	54 (16-92)				
Ica			4.48 (4-40)	45.11 (0-80)				
Junín	0	28 (20-36)	5.92 (0-21)	32 (12-64)				
La Libertad	3.3 (0-12)	0	0	85.33 (60-100)	0	61 (0-100)	35	36
Lambayeque			0	0	0	25.77 (0-88)		
Lima			8.61 (0-50)	33	0	32.35	0	4
Loreto			0	0	0	4.44 (0-40)	0	0
Madre de Dios			0	40 (36-44)	3.84 (0-30)	9.38 (0-41)		
Moquegua	0	10 (0-20)	0	2.66 (0-8)				
Pasco	0	14.66 (0-24)	0	50.4 (32.76)				
Piura	18.66 (0-60)	14 (0-70)	50	0	0	29.33 (0-50)		
Puno	0	0			0	0		
San Martín			0	0	0	0		
Tacna			0	18.4 (0-72)				
Tumbes					0	17 (0-50)		
Ucayali			0	10 (0-20)	0	21.25 (0-70)		

Anexo 9. Resultados de los análisis microbiológicos procedentes de los 24 departamentos del Perú (expresados en unidades logarítmicas)

Análisis microbiológico	Recuento de aerobios mesófilos viables UFC/g		Recuento de mohos y levaduras UFC/g		Recuento de actinomicetos UFC/g		Enumeración de bacterias fijadoras de vida libre NMP/g	
	Con cultivo	Sin cultivo	Con cultivo	Sin cultivo	Con cultivo	Sin cultivo	Con cultivo	Sin cultivo
Amazonas	7.74	7.38	5.41	5.34	5.71	4.93	6.57	6.04
Áncash	7.08	6.64	5.18	5.11	5.18	5.00	5.2	6.18
Apurímac	7.53	7.36	4.78	4.62	5.46	4.91	7.11	6.42
Arequipa	6.18	6.87	4.85	4.86	5.57	5.34	6.70	6.40
Ayacucho	7.06	6.83	5.32	5.06	5.07	5.04	6.27	6.12
Cajamarca	6.98	6.81	5.48	5.32	5.82	5.52	6.45	5.45
Cusco	7.28	7.81	4.7	4.74	4.92	4.92	5.79	3.74
Huancavelica	6.89	7.16	5.69	4.93	5.28	5.09	4.72	4.08
Huánuco	7.34	6.14	5.14	4.57	4.74	4.57	5.28	4.25
Ica	7.48	6.99	5.28	5.34	5.62	5.41	6.41	7.08
Junín	7.34	7.11	5.34	4.84	5.04	4.95	6.34	6.49
La Libertad	7.18	6.91	5.72	5.28	5.91	5.83	6.15	5.28
Lambayeque	7.03	6.69	5.27	4.93	5.57	5.24	4.08	4.05
Lima	7.34	6.97	5.43	5.30	5.60	5.38	6.42	5.34
Loreto	7.14	6.85	5.08	5.23	5.40	5.60	5.40	5.50
Madre de Dios	6.3	7.00	4.63	4.79	4.84	4.72	5.23	5.41
Moquegua	7.15	6.70	4.76	4.76	4.94	4.72	5.72	5.18
Pasco	7.95	6.95	5.77	4.78	4.90	5.04	6.78	5.56
Piura	6.92	6.15	5.16	4.69	4.98	4.64	6.46	5.46
Puno	7.45	7.36	4.95	4.94	5.19	4.39	7.15	7.13
San Martín	7.43	7.64	5.46	5.34	5.74	5.32	6.78	5.76
Tacna	7.11	6.74	4.66	4.68	4.60	4.96	6.08	4.49
Tumbes	6.45	6.10	4.95	4.58	4.72	4.68	5.15	4.05
Ucayali	6.62	7.13	3.99	5.59	4.65	5.82	3.88	4.88

UFC: Unidades formadoras de colonias, NMP: Número más probable

Anexo 10. Consideraciones para el análisis de riesgo

El análisis de riesgo de OVM se puede definir como una herramienta que facilita la toma de decisiones, mediante un proceso estructurado de manera lógica, y que consiste en recopilar información sobre los potenciales efectos adversos de la liberación deliberada o sin intención de un OVM en un ambiente específico y temporal, con el fin de establecer medidas de gestión, fomentando la participación pública y de los actores clave en la toma de decisiones. Este proceso está integrado por tres componentes: evaluación de riesgo, gestión de riesgo y comunicación del riesgo.

Para el caso de la calabaza y el zapallo, se debe tener en cuenta una evaluación con respecto a la utilización de este recurso como alimento para consumo humano y animal, por lo que también se debe realizar un análisis de riesgo utilizando los lineamientos del Codex Alimentarius y todas las disposiciones que existen en la materia. Asimismo, se debe considerar la evaluación socioeconómica que analice el impacto de los cultivos modificados de calabaza y zapallo sobre los cultivos convencionales y tradicionales de calabaza y zapallo.

1. Evaluación de riesgo de calabaza y zapallo modificados

La evaluación de riesgos de los OVM es un proceso estructurado, objetivo, científico y multidisciplinario donde se analiza caso por caso las solicitudes de ingreso, a cargo de las instituciones competentes. Se debe tener en cuenta las directrices y guías elaboradas por las organizaciones internacionales pertinentes (tomar como referencia las evaluaciones realizadas en otros países o con OVM de características similares).

El objetivo del análisis de riesgo es identificar y evaluar los posibles efectos adversos de los OVM, determinar su probabilidad y consecuencias en la conservación, uso sostenible de la diversidad biológica, salud humana, animal u otros temas que consideren relevantes en el probable medio receptor, teniendo en cuenta cualquier incertidumbre relevante. La evaluación de riesgo es la base para la toma de decisiones fundamentadas por parte de las autoridades competentes con respecto al uso de los OVM.

Un punto importante que debe ser identificado en la evaluación de riesgo es el organismo receptor no modificado u organismo parental (en este caso particular son las plantas de calabaza y zapallo convencionales, no modificadas), organismo que ha servido de base para la modificación genética (organismo receptor del transgén). Mientas que el medio receptor es el posible lugar dónde se hace la liberación de un OVM (campo de cultivo).

De manera general, la estimación del riesgo se hace mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo} = P \times C$$

Donde:

- P es la probabilidad de ocurrencia de que los efectos adversos ocurran realmente, teniendo en cuenta el nivel y el tipo de exposición del probable medio receptor al organismo vivo modificado. Este punto también se llama evaluación de la exposición, la cual se facilita con la pregunta: ¿Cuál es la probabilidad de que esto suceda?
- C es la consecuencia, efecto adverso en términos de magnitud del daño al ambiente. Se puede identificar mediante la pregunta: ¿Habría sido un problema? Para ello se tiene un listado de efectos adversos o listado de peligros que se deben evaluar.

1.1. Principio de la evaluación de riesgo

Según el Anexo III del Protocolo de Cartagena, la evaluación de riesgo se rige por los siguientes principios:

- a) La evaluación del riesgo deberá realizarse de forma transparente y científicamente competente, y al realizarla deberá tenerse en cuenta el asesoramiento de los expertos y las directrices elaboradas por las organizaciones internacionales pertinentes.
- b) La falta de conocimientos científicos o de consenso científico no se interpretará necesariamente como indicadores de un determinado nivel de riesgo, de la ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable.
- c) Los riesgos relacionados con los organismos vivos modificados o sus productos, por ejemplo, materiales procesados que tengan su origen en organismos vivos modificados, que contengan combinaciones nuevas detectables de material genético replicable que se hayan obtenido mediante el uso de la biotecnología moderna, deberán tenerse en cuenta en el contexto de los riesgos planteados por los receptores no modificados o por los organismos parentales en el probable medio receptor.
- d) La evaluación del riesgo deberá realizarse caso por caso. La naturaleza y el nivel de detalle de la información requerida pueden variar de un caso a otro, dependiendo del organismo vivo modificado de que se trate, su uso previsto y el probable medio receptor.

1.2. Metodología de la evaluación de riesgo

El proceso de evaluación del riesgo puede dar origen, por una parte, a la necesidad de obtener más información acerca de aspectos concretos, que podrán determinarse y solicitarse durante el proceso de evaluación y, por otra parte, a que la información sobre otros aspectos pueda carecer de interés en algunos casos.

Etapas de la evaluación de riesgos:

- a) Identificación de cualquier característica genotípica y fenotípica nueva relacionada con el organismo vivo modificado que pueda tener efectos adversos en la diversidad biológica y en el probable medio receptor.
- Características del ambiente receptor. Se caracteriza a los límites geográficos (lugar donde puede ocurrir la liberación del OVM) y el alcance temporal (la época, estacionalidad, etc.) en el cual se podría hacer la liberación.
- Construcción genética del OVM. Se tiene en cuenta al organismo receptor, al organismo donante (organismo de los que provienen los transgenes), las características de los genes introducidos y al constructo (vector e insertos de ADN que contienen los transgenes).
- Características biológicas del OVM. Se caracteriza fenotípicamente al OVM (caso por caso), sus aplicaciones y se detallan los métodos de detección e identificación del OVM.
- Biología del organismo receptor o parental. Se describen las características biológicas del organismo que recibe los transgenes (clasificación taxonómica, origen y hábitat, características fenotípicas, aspectos reproductivos, etc.).
- Objetivo o meta de protección. Son los elementos del medio ambiente que se quiere proteger y son el foco de interés de un país. Estos objetivos o metas están influenciados por consideraciones éticas, políticas y sociales y pueden ser diferentes entre los países.
- Puntos finales de evaluación. Son los parámetros para determinar los efectos adversos, deben ser analizables y medibles científicamente. Por ejemplo, la abundancia de una especie nativa en el medio receptor donde se libera un OVM en un tiempo dado. Los criterios para la selección de los puntos finales de evaluación están relacionadas con su relevancia para las metas de protección, con una función ecológica bien definida, con la accesibilidad de las mediciones y el nivel de posible exposición al OVM.

Luego del análisis de los puntos anteriores, se realiza una definición del problema, o lo que es lo mismo, la identificación del tipo y naturaleza de los efectos adversos que un OVM puede causar al ambiente, organismo, sistema o (sub) población. A este punto también se llama identificación de peligros.

Para el caso de la calabaza GM, la identificación del peligro requiere que los analistas caractericen los rasgos genéticos, fisiológicos y de cruzabilidad de la calabaza GM, y planteen hipótesis sobre los atributos físicos, químicos y biológicos del medio receptor (lugar donde se hace la liberación del OVM). Luego, plantear la pregunta orientadora: ¿Qué puede salir mal?

Los peligros son usualmente identificados usando actividades de lluvias de ideas, realizando una lista de peligros, etc. Por ejemplo:

- Toxicidad de la calabaza GM en los ecosistemas y agroecosistemas.
 - Transferencia horizontal de genes de calabaza GM al ambiente.
 - Interacción entre la calabaza GM con otros organismos u organismos asociados.
 - Hibridación de la calabaza GM con cultivares nativos de *Cucurbita*.
 - La calabaza GM como vector de enfermedades.
 - La calabaza GM en los ciclos biogeoquímicos.
- b) Evaluación de la probabilidad (P) de que esos efectos adversos ocurran realmente (probabilidad de ocurrencia), teniendo en cuenta el nivel y el tipo de exposición del probable medio receptor al organismo vivo modificado.

¿Cuál es la probabilidad de que esto suceda? Es necesario plantearse preguntas como:

Para el peligro identificado: por ejemplo, hibridación de la calabaza GM con variedades nativos de *Cucurbita*.

- ¿Cuál es la probabilidad que especímenes de la calabaza GM se hibridicen con especies de *Cucurbita* convencional?
- ¿Cuál es la probabilidad que las semillas híbridas de calabaza GM-convencional sean viables y se dispersen?
- ¿Cuál es la probabilidad que especímenes de calabaza híbrido GM-convencional se reproduzcan y se establezcan naturalmente?

Para el peligro identificado: por ejemplo, interacción entre la calabaza GM con otros organismos u organismos asociados.

- ¿Cuál es la probabilidad que especímenes de calabaza GM alteren la abundancia y riqueza de los organismos asociados a la calabaza y zapallo convencional?
- ¿Cuál es la probabilidad que especímenes de calabaza GM alteren la abundancia y riqueza de los organismos y microorganismos del suelo asociados a la calabaza y zapallo convencional?
- ¿Cuál es la probabilidad que especímenes de calabaza GM alteren la abundancia y riqueza de los polinizadores de la calabaza y zapallo convencional?

Para responder estas preguntas se necesita información clave, la cual está relacionada con los aspectos biológicos y de cultivo (biología floral, flujo de polen, flujo de genes, flujo de semilla, organismos y microorganismos asociados, entre otros).

Dependiendo de la información, se puede determinar la probabilidad utilizando valores cualitativos como: altamente probable, probable, improbable, altamente improbable; o cuantitativos, asignando valores que pueden ir en una escala de 0 a 1, siendo 0 improbable y 1 certeza completa.

Asimismo, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Calidad: Se deben determinar y documentar metodologías científicas válidas para probar cualquier escenario de riesgo identificado.
- Incertidumbre: La incertidumbre es un elemento integral e inherente al análisis científico y se tiene en cuenta durante todo el proceso de evaluación del riesgo. Según el Protocolo de Cartagena: "cuando haya incertidumbre acerca del nivel de riesgo, se podrá tratar de subsanar esa incertidumbre solicitando información adicional sobre las cuestiones concretas motivo de preocupación, o poniendo en práctica estrategias de gestión del riesgo apropiadas y/o vigilando al organismo vivo modificado en el medio receptor".

- c) Evaluación de consecuencias (C) si esos efectos adversos ocurriesen realmente.

¿Habría sido un problema? Es necesario plantearse preguntas como:

- ¿Cuál es la consecuencia de la toxicidad de la calabaza GM en los ecosistemas y agroecosistemas?
- ¿Cuál es la consecuencia de la transferencia horizontal de genes de la calabaza GM en el ambiente?

- ¿Cuál es la consecuencia de la interacción de la calabaza GM con otros organismos u organismos asociados?
- ¿Cuál es la consecuencia de la hibridación de la calabaza GM con especies nativas?
- ¿Cuál es la consecuencia de la calabaza GM si se comporta como vector de enfermedades?
- ¿Cuál es la consecuencia de la liberación de la calabaza GM en los ciclos biogeoquímicos?

Para responder estas preguntas se debe tener en cuenta que el medio ambiente puede hacer un cambio en la expresión del transgén, es decir, cambios por la interacción entre el genotipo y el ambiente (GxE). Además, la expresión del transgén puede variar según el genotipo del espécimen modificado y también pueden surgir efectos pleiotrópicos (cuando la expresión de un gen tiene un efecto en la expresión de otro gen u otros genes).

Dependiendo de la información obtenida, se puede determinar la magnitud de la consecuencia utilizando factores cualitativos como: mayor, intermedia, menor y marginal; o cuantitativos, utilizando una escala de 0 a 1, donde 0 no hay consecuencia y 1 cuando existen daños muy graves e irreversibles.

Asimismo, se debe tener en cuenta los aspectos de calidad e incertidumbre.

- d) Estimación del riesgo, utilizando la información anterior y la matriz de decisión.

El riesgo asociado a un OVM se basa en la evaluación de la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de las consecuencias de cada uno de los peligros y efectos adversos identificados. Los valores cualitativos o cuantitativos establecidos para determinar la probabilidad de ocurrencia y magnitud de daños se pueden transferir a una matriz de riesgo (figura 48), con la que se puede identificar estrategias de gestión del riesgo que podrían prevenir, controlar o mitigar eficazmente las consecuencias de los efectos adversos.

El proceso de análisis de riesgo incluye como componente indispensable la gestión del riesgo que son las medidas que permiten reducir el nivel del riesgo del OVM, con los que se pueden determinar si el riesgo es aceptable o no para la toma de decisiones. En conjunto, el proceso de evaluación del riesgo puede ser muy iterativo, que significa que una o más etapas puedan ser evaluadas repetidas veces cuando haya nueva información disponible, en un intento de aumentar el nivel de certidumbre.

Listado de siglas y acrónimos

BCH	Mecanismo de facilitación en bioseguridad, del Protocolo de Cartagena
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
COP	Conferencia de las Partes
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
OGM	Organismos Genéticamente Modificados
OVM	Organismo Vivo Modificado
PEA	Población Económicamente Activa
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SIEA	Sistema Integrado de Estadística Agraria
SNGA	Sistema Nacional de Gestión Ambiental



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Ministerio del Ambiente

Av. Antonio Miroquesada 425
Magdalena del Mar, Lima - Perú
(51) 6116000
www.minam.gob.pe