



Simón Bolívar plaza 14. 01003 Vitoria-Gasteiz. Tfnoa: 945.27.54.77 Faxa: 945.27.57.31 E-mail ehne@ehne.org

**Análisis de las características de los cultivos
de Euskal Herria en el contexto de la
introducción de variedades GM en cultivos no
destinados a la alimentación humana y animal**

**Interconexiones entre los diferentes cultivos de Euskal Herria y
su influencia en la viabilidad de la coexistencia**

EHNE diciembre de 2007

Contenidos

Resumen.....	3
1. Introducción	4
2. Metodología	8
2.1. Fuentes de información.....	8
2.2. Presentación de la información.....	8
2.3. Evaluación de la información.....	8
3. Las fichas técnicas de los cultivos	9
3.1. Fichas técnicas: contenido y terminología.....	9
3.2. Fichas técnicas: estructura.....	13
3.3. Fuentes empleadas en la elaboración del apartado 3.....	16
4. Resultados	17
4.1. Familia Brásicas	18
4.2. Familia Compuestas	37
4.3. Familia Cucurbitáceas.....	46
4.4. Familia Gramíneas.....	53
4.5. Familia Leguminosas.....	70
4.6. Familia Liliáceas.....	84
4.7. Familia Quenopodiáceas.....	93
4.8. Familia Solanáceas.....	101
4.9. Familia Umbelíferas	112
4.10 Familia Vitáceas.....	119
4.11 Resultados generales.....	122
5. Nuevas tecnologías de contención “biológica” de la contaminación transgénica	125
5.1. Tecnología de restricción del uso genético (TRUG)	126
5.2. Bloqueo de función recuperable / esterilidad transgé- nica reversible.....	127
5.3. La extirpación genética (Exorcista)	129
5.4. La letalidad condicional	129
5.5. Comentarios finales	130
6. Conclusiones y recomendaciones.....	132
7. Bibliografía	134
8. Agradecimientos	138

Resumen

En 2007 el Gobierno Vasco adoptó un acuerdo para “no utilizar en la agricultura organismos modificados genéticamente” en un texto que indica que afecta únicamente a aquellos cultivos destinados a alimentación humana o animal y no, de entrada, a aquellos cuya producción se emplearía para fines no alimentarios (farmacultura, agrocombustibles o para materias primas industriales, por ejemplo). No obstante, quedó recogido por escrito en el Acta de la reunión del Consejo Asesor de Medio Ambiente del Gobierno Vasco celebrado en diciembre de 2006 que “no se va a permitir cultivos transgénicos que compitan con cultivos de alimentación animal o humana”.

El presente informe analiza las características de 40 cultivos típicos de Euskal Herria de 10 familias botánicas para analizar hasta qué punto son compatibles o incompatibles las variedades GM destinadas a fines no alimentarios (farmacéuticos, agrocombustibles, cultivos industriales para textiles, etc), con aquellas variedades no GM que se emplearían en alimentación humana y animal. El análisis se realiza desde la perspectiva de garantizar una agricultura y alimentación libre de organismos genéticamente modificadas, o sea, desde la perspectiva de garantizar un nivel cero de presencia o contaminación transgénica. Se analizan principalmente los caminos de transferencia de información genética que son características de los cultivos en el campo pero también se hacen referencias a los potenciales caminos de contaminación generados por la gestión humana de dichos cultivos y sus cosechas.

Los resultados demuestran que aunque hay cultivos con un menor nivel de riesgo de contaminación, para ninguno el riesgo es cero. A su vez, algunos de los cultivos caracterizados por un máximo riesgo de contaminación son, precisamente, aquellos para los que se están potenciando usos no alimentarios y para los que más avanzado está el desarrollo de variedades genéticamente modificadas (remolacha azucarera, patata, colza y maíz, por ejemplo). Los flujos de información genética afectan no solamente a los cultivos sino también, en su caso, a los parientes silvestres de éstos, aunque se percibe una clara falta de investigación e información sobre este último particular.

Un análisis de las nuevas tecnologías de contención “biológica” demuestra que éstas no garantizan un flujo nulo de información genética entre variedades GM y no GM por lo que tampoco se podría basar el cumplimiento del Acuerdo del Gobierno Vasco favorable a cultivos no GM para fines alimentarios en el empleo de las mismas en variedades GM. De hecho, generan nuevos problemas como un mayor estrechamiento de la base genética de la agricultura y la alimentación.

Se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a todos los cultivos vascos, sean o no para fines alimentarios.

1. Introducción

El 20 de febrero de 2007, el Consejo del Gobierno Vasco adoptó un acuerdo titulado “Acuerdo para no utilizar en la agricultura organismos modificados genéticamente” (Consejo del Gobierno Vasco, 2007). El texto de la declaración revela que el Acuerdo afecta realmente únicamente a aquellos cultivos destinados a alimentación humana o animal, ya que su primer punto dice textualmente: “establecer los mecanismos necesarios para impedir la producción en Euskadi de cultivos modificados genéticamente destinados a la alimentación humana o animal”.

Se entiende, por tanto, que el Acuerdo no afecta, de entrada, a aquellos cultivos cuya producción se emplearía fuera del ámbito de la alimentación humana y animal, por lo que podrían emplearse variedades genéticamente en la farmacultura (cultivos con fines farmacéuticos: actualmente se experimenta con especies lechecinas en instalaciones vascas de investigación), en la producción de agrocombustibles (cultivos con fines energéticos: colza, girasol y soja para diésel y maíz y remolacha para etanol) o para materias primas industriales (cultivos para almidón textil, por ejemplo de la patata), etc.

Al tener conocimiento con anterioridad de la orientación que tendría la posterior declaración de zona libre de OGM del Gobierno Vasco, tanto en la reunión del Consejo Asesor de Medio Ambiente (CAMA) de la Comunidad Autónoma del País Vasco, celebrada el 14 de diciembre de 2006, como en la reunión celebrada entre el Consejero de Agricultura del Gobierno Vasco y representantes de una docena de organizaciones y movimientos sociales vascas el 15 de enero de 2007, se puso sobre la mesa el problema de las posibles contaminaciones de los cultivos no GM, particularmente aquellos destinados a la alimentación humana y animal por los cultivos GM que, según la declaración del Gobierno Vasco, se permitirían. Quedó claramente establecido en ambos foros el compromiso de que, en dicho caso, no se permitiría un cultivo GM. Aunque este compromiso no figuró *a posteriori* en el texto escrito del Acuerdo del Consejo del Gobierno Vasco, sí quedó recogido por escrito en el Acta de la citada reunión del CAMA en la que el representante de Agricultura insistió que “no se va a permitir cultivos transgénicos que compitan con cultivos de alimentación animal o humana” (CAMA, 2006).

El presente documento tiene dos objetivos:

En primer lugar, abordar el análisis de las características de unos 40 cultivos típicos de Euskal Herria para analizar hasta qué punto son compatibles o incompatibles las variedades GM destinadas a fines no alimentarios (farmacéuticos, agrocombustibles, cultivos industriales para textiles, etc), con aquellas variedades no GM que se emplearían en alimentación humana y animal. Existe ya un gran cuerpo de información, estudios y estadística referente a la llamada coexistencia entre cultivos GM y no GM. El presente estudio pretende avanzar en este campo ofreciendo información para un abanico más amplio de cultivos que los habitualmente analizados, información acerca de aquellas especies habitualmente cultivadas o empleadas en el contexto vasco para fines alimentarios (humanos o ganaderos) e información que permitir concluir si haría falta o no recomendar una declaración institucional de zona libre de transgénicos que cubriese todos los cultivos, en este caso de la CAPV y no solamente aquellos destinados a fines alimentarios.

En segundo lugar, se aborda un análisis de los motivos por los que determinadas instituciones europeas, estatales o autonómicas están manteniendo políticas abiertas al cultivo de variedades GM, aunque fuese para fines no alimentarios, a pesar del debate muy abierto en cuanto a la viabilidad práctica y económica de la coexistencia. En función de los resultados de los análisis de la primera parte del presente documento, que indican los potenciales caminos de contaminación genética de cultivos no GM por cultivos GM, se estudia hasta qué punto la declaración parcial de zona libre de OGM del Gobierno Vasco puede estar motivada por la nueva generación de tecnologías de ingeniería genética cuyo objetivo fundamental es evitar, precisamente, la contaminación genética. Se aborda, igualmente, una evaluación de dichas tecnologías para ver si realmente aportan a la viabilidad de la coexistencia y al mantenimiento de la agrobiodiversidad.

El presente documento se ha realizado en un contexto muy concreto:

- Aunque se está experimentando con la aplicación de la ingeniería genética agraria en casi todos los principales cultivos a nivel mundial, aún hoy día son pocas las variedades genéticamente modificadas aprobadas para su cultivo comercial. Así, desde los años 90 se han aprobado hasta 47 variedades GM en el Estado español, todas variedades GM de maíz. No se ha podido cultivar comercialmente variedades GM de ninguna otra especie y, de hecho, hoy día no se debe sembrar un buen número de dichas variedades GM de maíz al estar la aprobación de éstas en fase de reevaluación. No obstante, este documento inicia el análisis de cultivos muy diversos del territorio vasco y no únicamente de maíz, teniendo en cuenta las múltiples propuestas para la aprobación de una amplia gama de variedades GM en el futuro y la ampliación del número de usos no alimentarios de un creciente número de cultivos.
- Aunque está actualmente contestada por la Comisión Europea la competencia de cualquier gobierno estatal, autonómico o municipal de declararse libre de transgénicos, hay una campaña en toda la Unión Europea para que se logre este derecho competencial a nivel regional y sub-regional. Así, existe la posibilidad de que la Comisión Europea (o el gobierno estatal) recurra el Acuerdo del Gobierno Vasco como ha hecho con otras tantas actuaciones que limiten el cultivo de variedades GM en diferentes regiones y Estados Miembros. El presente documento pretende aportar argumentos para que el Gobierno Vasco logre una plasmación práctica de su Acuerdo independientemente de las acciones jurídicas que la Comisión pueda iniciar.
- Como mecanismo “legal” para hacer práctico su Acuerdo, el Gobierno Vasco plantea emplear la legislación de la coexistencia entre cultivos GM y no GM. Desde los movimientos sociales involucrados en la lucha para mantener la agricultura y alimentación libre de GM se entiende que esa apuesta será difícil, tanto por problemas de competencias legales, como por la imposibilidad de la propia coexistencia. Cómo se ha comentado arriba, se espera que una de las aportaciones principales del presente documento sea ayudar a determinar la escasa o nula viabilidad de las normas de coexistencia desde la óptica de permitir el cultivo simultáneo de variedades GM y no GM.

- El presente estudio se centra fundamentalmente en caminos de contaminación transgénica que existen debido a la reproducción, comportamiento y desarrollo natural de las plantas y cultivos considerados. No obstante, hay también un creciente cuerpo de información referente a caminos artificiales de contaminación transgénica, debidos fundamentalmente a la complejidad de la gestión post-cosecha de los diferentes cultivos a lo largo de toda la cadena de su uso posterior alimentario o no alimentario. Se incorporan en el estudio, por tanto, la información pertinente para cada cultivo analizado.
- En diferentes regiones europeas (y lugares no europeos) se está percibiendo la agricultura libre de GM como una clara opción económica, tanto en cuanto a productos alimentarios como por la posibilidad de proveer semillas 100% libres de GM, semillas que tienen una clara tendencia a escasear. En ambos casos, alimentos y semillas, hay una clara percepción social y agraria de que la calidad supone un nivel del 0.0% de contaminación por transgénicos. El presente estudio pretende ser minucioso en la búsqueda e identificación de potenciales caminos de contaminación y abordar la hipótesis de que para alcanzar un producto 100% libre de OGM es imprescindible un empleo 0.0% de elementos GM en la producción agraria.
- Hay un creciente interés de las industrias de la ingeniería genética en la política institucional a favor de los usos no-alimentarios de los cultivos, siendo tres de particular interés
 - El uso energético, con energía derivada de materia orgánica producida en cultivo agrario. Se conoce el producto energético con el nombre de agrocombustible, habiendo dos tipos: el etanol que afectaría a cultivos como el maíz y la remolacha (y la caña azucarera en otras zonas geográficas) y el diésel que emplea como fuente cultivos como la colza, el girasol y la soja (más la palma aceitera en otras zonas geográficas).
 - El uso farmacéutico, con cultivos que expresan un determinado componente medicinal por ejemplo. Se está experimentando con plantas con savia lactosa (lechecinas) para fines farmacéuticos en instalaciones vascas de I+D agraria.
 - El uso industrial no alimentaria, por ejemplo con patatas que mediante la modificación genética expresan más almidón que lo habitual, para usos textiles.

Así, hay una creciente presión sobre determinados cultivos vascos (particularmente la colza, la patata, el maíz y la remolacha azucarera) para cultivos no alimentarios, aunque en la actualidad todos tienen usos alimentarios tanto humanos como ganaderos. No se conocen con detalle propuestas para usos no alimentarios de otros cultivos típicos vascos, pero se ha abordado el análisis de un amplio abanico de estos cultivos en el presente estudio teniendo en cuenta el posible rumbo de futura investigación para fines no alimentarios. No es remito del presente estudio evaluar las ventajas y desventajas de los cultivos para fines alimentarios ni se aborda dicha cuestión.

Por lo tanto, el siguiente documento recoge una evaluación cultivo por cultivo de posibles caminos de contaminación GM, una evaluación de las nuevas tecnologías de ingeniería genética que pretenden evitar contaminaciones GM y unas conclusiones y recomendaciones acerca de la necesidad de reforzar la declaración actual de zona libre del Gobierno Vasco para hacerlo extensible a todos los cultivos de su territorio, independientemente de su uso final. Cabe insistir que el en presente documento no se cubren todos los subsectores de producción vegetal presentes en la agricultura vasca. No se han analizado los sectores frutícolas, selvícolas o medicinales, por ejemplo y se considera fundamental su realización en el futuro próximo para complementar la información aportada en el presente documento.

2. Metodología

2.1. Fuentes de información

El presente estudio se basa primordialmente en el rastreo de información bibliográfica. Las fuentes principales de información han sido por un lado, libros escritos y, por otro, las páginas web especializadas disponibles en Internet. Se indican todas las fuentes de información en el apartado 7 de bibliografía. También se ha consultado personas del ámbito de las ciencias naturales para determinadas cuestiones.

2.2. Presentación de la información

La información rastreada sobre las características de los cultivos, parientes silvestres de cultivos y variedades GM que pudieran generar flujos de información genética entre sí fue incorporada en una ficha por cultivo. Para facilitar el análisis de la información presentada y sus implicaciones para el grado de compatibilidad entre variedades GM y no GM, se han agrupado los cultivos por familias botánicas. De esta manera, igualmente, se procura evitar excesivas duplicaciones de información. Debido a que muchas fuentes de información son comunes para más que un aspecto técnico (potenciales caminos de contaminación) o cultivos, se hace un resumen de las fuentes empleadas a finales del apartado 3 (fichas técnicas). De todos modos, como se señala arriba, todas las fuentes empleadas aparecen al final del presente documento, en el apartado 7 (bibliografía).

2.3. Evaluación de la información

En último lugar se procedió a una evaluación de la información recopilada desde la óptica de la posibilidad del cultivo simultáneo de variedades GM y no GM, fuesen o no sus cosechas empleadas en la alimentación humana o ganadera. Se amplió esta evaluación teniendo en cuenta las nuevas tecnologías de contención biológica de los flujos genéticos que están desarrollando las empresas de la ingeniería genética. La evaluación de toda la información recopilada fue la herramienta empleada para posteriormente avanzar unas conclusiones y recomendaciones acerca de la viabilidad del cultivo simultáneo de variedades GM y no GM en el contexto concreto de la declaración institucional el Gobierno Vasco del territorio de la CAPV como zona libre de determinados cultivos GM.

3. Las fichas técnicas de los cultivos

3.1. Fichas técnicas: contenido y terminología

Para cada cultivo considerado en el ámbito del presente estudio, se ha recogido información acerca de los siguientes aspectos:

- la posible contaminación de un cultivo no GM en el campo (polinización cruzada, recogida de semilla, traslado de semillas por agentes naturales, semilla durmiente/plantas adventicias...)
- la posible contaminación de otros subsectores agropecuarios por el empleo de subproductos de un cultivo determinado
- si la hubiera, se incorpora información acerca de casos documentados de contaminación de cada cultivo analizado, a la vez que se evalúen las dificultades para la aplicación de cualquier medida de coexistencia entre variedades GM y no GM.
- la mención o no de cada cultivo en alguna de las más de 300 declaraciones de explotaciones agrarias o huertas familiares como zonas libres de transgénicos en Euskal Herria.
- por último, se comenta cualquier potencial impacto de las variedades GM en la flora silvestre y por las siguientes razones: En primer lugar, al suponer una contaminación del patrimonio biológico vasco y al tener impactos no bien estudiados en la propia vegetación. En segundo lugar, por el impacto negativo que podría tener en las especies pratenses de praderas o pastizales naturales o semi-naturales empleados como fuente de alimentación ganadera en régimen de pastoreo directo o de cosecha de la vegetación en hierba seca o silo. En este caso no hay que considerar únicamente las vías de impacto en las variedades de hierbas y tréboles más características de las praderas gestionadas, sino toda la asociación de plantas que también habitan las zonas de pastoreo (verónicas, llantenos, ranúnculos, geranios, tormentillas, linos, cuernecillos y una muy larga etcétera). Y, en tercer lugar, por el papel que pueden jugar las especies silvestres como bancos de contaminación genética y puentes para la contaminación de cultivos que, *a priori* estarían fuera del alcance (a mayor distancia, por ejemplo) de posibles contaminantes como el polen de otras parcelas cultivadas.

En aras a facilitar una evaluación de la información ofrecida en el apartado 4 del presente informe (resultados) se resume aquí la información técnica que explica las principales vías de contaminación en el campo y entre subsectores agro-pecuarios.

(a) La polinización:

Para su reproducción las plantas producen polen. Las plantas de algunas especies necesitan cruzar su polen con las de otras plantas de la misma variedad para la reproducción con éxito, mientras que otras se autopolinizan. El riesgo de la contaminación GM aumenta con la polinización cruzada, aunque también existe un riesgo bajo entre las plantas que se autopolinizan.

- La autopolinización: Las especies de plantas que se autopolinizan tienen los pertinentes atributos masculinos y femeninos dentro de una misma planta en flores autocompatibles, por lo que no es necesario el traspaso de polen de una planta a otra para su fertilización (plantas monóicas). Además se llaman especies autógamas ya que el polen y el óvulo pertenecen a la misma flor. No obstante muchas plantas que se autopolinizan también pueden producir semillas a partir de polen de otras plantas, otras variedades e incluso otras especies de la misma familia botánica. Por ejemplo, en algunas variedades más antiguas de tomates que han heredado los genes de *Lycopersicon pimpinellifolium* u otras especies silvestres de tomate, la punta del estigma sobresale del tubo de los estambres por lo que la autopolinización es factible. No obstante, el riesgo de contaminación por cruce de polen es menor y para los principales cultivos se tienen indicaciones del porcentaje de polinización que puede ser cruzada para estas especies. Este mínimo riesgo se soluciona en el cultivo no transgénico mediante la separación en el tiempo (empleo de variedades tempranas o tardías en un mismo espacio geográfico), el espacio (cultivar en parcelas alejadas entre sí) o mediante barreras físicas que rompen el vuelo de insectos polinizadores (unas filas de baidas altas entre dos variedades de tomates o una fila de vegetación arbórea si la producción es a una escala mayor), o empleando una combinación de estas medidas, si se quieren garantizar la pureza total de la semilla producida.
- La polinización cruzada: las plantas alógamas una flor tienen que necesitan recibir polen de otra flor diferente para la fecundación. Hay especies cuyas plantas necesitan recibir polen de otra planta para desarrollar con eficacia la semilla. Son plantas dióicas (flores masculinas y femeninas en distintos individuos) con flores denominadas “autoincompatibles”. En la mayoría de los casos se cruza el polen entre plantas de la misma variedad de una especie o entre plantas de diferentes variedades pero de la misma especie (las coles de brúselas pueden cruzar con la berza, por ejemplo). Como se señala arriba, es menor la polinización cruzada entre especies diferentes, aunque también ocurre en determinados casos.

Hay diferentes factores que influyen en el ritmo, extensión física y éxito de la polinización cruzada. El propio desarrollo del polen varía de especie en especie y en función de diferentes factores ambientales (incluso en plantas autopolinizadas). Así, varía la capacidad de cada planta de producir polen viable y el tiempo que dicho polen perdura en estado viable. Si la capacidad competitiva de un grano de polen es baja otro polen producido en los alrededores de una planta receptora tendrá más posibilidad de éxito. Variables ambientales como la temperatura y la humedad también influyen en la producción y viabilidad del polen.

Los factores que influyen la dispersión física del polen y en el grado de polinización cruzada son:

- El tamaño de la fuente del polen: el grado de polinización cruzada entre cultivos diferentes o entre cultivos y parientes silvestres depende en gran parte del tamaño de la fuente del polen, sin que haya conclusiones claras y consistentes disponibles sobre este aspecto en la literatura científica.

- Vectores de polinización: el polen está distribuido muy eficazmente por insectos, pero el grado y distancia de distribución depende del número y tipo de especies de insectos polinizadores. La presencia en los alrededores de un cultivo de una vegetación natural que ofrece mucho polen atrae más insectos polinizadores. Los principales insectos polinizadores son los himenópteros (hormigas, abejas y avispas) y los dípteros (moscas y mosquitos).
- Factores ambientales: Cambios en el tiempo influyen enormemente en el grado de dispersión del polen, incluyendo cambios en temperatura, humedad, viento y lluvia. En general, mientras más velocidad de viento mayor la dispersión de polen, aunque la distancia a la que tendrá un impacto dicho polen en otro cultivo dependerá también del periodo de viabilidad del mismo polen. Por otro lado, elementos naturales como las barreras físicas que suponen bosquetes, setos e incluso filas de árboles, influyen en los flujos o corrientes de aire y así en la distribución del polen.

Merece la pena comentar que incluso algunos cultivos autógamos dependen de agentes como insectos o el viento para sacudir las flores y así trasladar su polen, aunque sea dentro de la misma flor (la alubia , por ejemplo).

Los flujos de información genética mediante la polinización pueden afectar a otro cultivo de otra variedad, otro cultivo de otra especie, o a otra variedad o especie silvestre de la misma familia botánica, en todos los casos dependiendo de las particulares características de polinización de cada variedad, especie y familia. Se sabe que la incidencia de este tipo de hibridación en plantas no cultivadas varía mucho entre géneros y familias a la vez que hay una incipiente pero inadecuada información acerca del cruce de polen entre variedades cultivadas y silvestres.

(b) **Las plantas adventicias**:

Hay otra serie de caminos por los que una planta puede aparecer en un cultivo sin haber sido sembrada o plantada a propósito. Si dichas plantas son genéticamente modificadas y aparecen en un cultivo no GM, se generan problemas de contaminación. Las dos vías principales son:

- hay especies cuyas semillas tienen la capacidad de permanecer en el suelo y germinar a lo largo de hasta 10 años o más. Esto supone la contaminación de cualquier cultivo diferente al inicial, sea de otra especie o sea de otra variedad de la misma especie inicial. Quizá el ejemplo más evidente hoy día en el contexto de la introducción de la ingeniería genética agraria es la colza. Semilla durmiente de colza GM ha germinado en parcelas sembradas posteriormente con variedades no GM, cuya cosecha ha resultado así contaminado.
- hay especies cuyas plantas pueden producirse no solamente desde semillas derivadas de sus flores sino también vegetativamente, siendo de particular interés en el contexto del presente estudio la reproducción vegetativa a partir de los tubérculos o bulbos que desarrollan y se multiplican bajo la tierra durante su

desarrollo. La patata es un ejemplo. Al cosechar las patatas puede ocurrir que se quede uno o más de los tubérculos más pequeños en el suelo y éstos se germinan y se desarrollan en el siguiente año también dando lugar a la aparición de plantas adventicias, en cultivos diferentes a la variedad de patata inicialmente empleada. (Las plantas también pueden reproducirse vegetativamente a partir de rizomas, estolones y estacas, por ejemplo).

En ambos casos, la capacidad de las plantas adventicias de competir con las plantas del cultivo determinará su exitoso desarrollo, su presencia en el momento de la cosecha y la posibilidad de que complete, en su caso, su ciclo reproductivo y sea fuente de futuras contaminaciones en la misma parcela e incluso en sus alrededores.

(c) **Traslado de semillas por agentes naturales:**

Hay diferentes elementos de la naturaleza que pueden trasladar físicamente semillas de las parcelas de cultivo a otras parcelas o a ámbitos naturales en los alrededores de los cultivos: elementos de la fauna, como las aves, los insectos o los roedores o agentes naturales como el viento e incluso el agua. En este caso existe el riesgo de la contaminación de cualquier otro cultivo en los alrededores (en un área que depende del tamaño de la parcela inicial, el tamaño de la semilla, las características de cada agente involucrado, etc) de cualquier especie o variedad. Por ejemplo, la semilla de la lechuga puede ser arrastrada por el viento o la semilla de maíz llevada por roedores. El porcentaje de la semilla trasladada que se deposita de manera que después se germine y se desarrolle es muy variable.

A efectos del presente estudio, se contempla aquí también otra vía de traslado de información genética, en este caso una vía no natural sino consecuencia de la gestión que hace el ser humano de los cultivos y sus cosechas. Se refiere a todos los potenciales caminos de contaminación transgénica de la agricultura y los alimentos no GM resultado de una gestión no segregada de elementos GM y no GM o de la imposibilidad de su segregación al 100%. Se refiere al vertido indebido, mezcla indeseada o persistencia inadvertida de cualquier componente reproductivo de las plantas (semillas o elementos como tubérculos según las especies) en cualquier lugar donde puede germinar o desarrollarse, o de cualquier otro componente de la planta que puede ser empleada como alimento. Hay que contemplar las máquinas cosechadoras, los camiones y contenedores empleados en el traslado y almacenamiento de semillas y cosechas y todas las demás partes de la cadena agro-alimentaria. Igualmente, es importante subrayar los flujos de elementos entre diferentes subsectores agrarios, siendo el empleo de la pulpa de la remolacha azucarera como suplemento para alimentación ganadera un ejemplo entre muchos, de posible contaminación de alimentación ganadera libre de GM caso de que se cultivasen variedades GM de remolacha azucarera en el futuro. Así que aunque quizá el destino final de una cosecha no sea principalmente de alimentación ni humana ni ganadera, hay que prever los posibles usos alimentarios indirectos o secundarios de un cultivo.

3.2. Fichas técnicas: estructura

Se analiza a continuación la estructura básica de las fichas técnicas para indicar el tipo, motivo e implicación de los datos que se han recopilado en el presente estudio:

Ficha técnica empleada en el estudio:

Nombre cultivo: se indica el nombre (o nombres) más común del cultivo empleado en el País Vasco y el nombre en latín para evitar confusiones que pueden surgir con los nombres comunes (el caso de la endivia, la escarola y la achicoria en algunas lenguas es sintomático en determinados lugares, por ejemplo).

Origen geográfico: se indica el lugar, con la mayor concreción posible, donde primero se domesticó o se recogió muestras de una especie silvestre para su cultivo, ya que algunas características de una variedad cultivada en una zona pueden no coincidir con aquellas de la misma variedad en otra zona geográfica (por ejemplo hay plantas cultivadas como anuales en zonas templadas, aunque son perennes en zonas cálidas).

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: se indica la superficie aproximada de su cultivo en hectáreas durante los últimos años. El dato tiene importancia relativa y no absoluta.

Distribución geográfica: se indica si es un cultivo de las zonas atlánticas y/o mediterráneas vascas y si es un cultivo difuso en pequeñas superficies y/o concentrado en superficies más amplias, ya que esto influirá en los posibles caminos y grado de diseminación de su información genética.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: se indica si es un cultivo mencionado en las declaraciones de zonas libres efectuadas hasta la fecha (esta es una campaña todavía en marcha), al entender que el hecho de que una o más personas expresan específicamente un deseo de mantener determinado cultivo libre de contaminación GM debe pesar de manera especial en las Instituciones públicas.

Variedades campesinas identificadas: igualmente se indica si, con las prospecciones realizadas hasta la fecha, se han identificado variedades campesinas o tradicionales de cada cultivo estudiado, por la importancia que el mantenimiento de las mismas tiene para una agricultura ambientalmente sustentable y para el cumplimiento de cualquier política a favor de la biodiversidad.

Uso alimentario actual: se indica si, en la actualidad, se emplea el cultivo considerado en la alimentación humana o ganadera.

Aprovechamiento apícola: se indica la importancia del cultivo para la apicultura. Hay que tener en cuenta que se hace esta evaluación en función del desarrollo y cosecha de cada cultivo para fines alimentarios y que muchos cultivos no llegan a florecer antes de su cosecha (lechuga, berza...). Se aumenta el valor apícola de algunos de estos cultivos cuando se siembran para la producción de semilla ya que las plantas llegan a florecer y producir mayor o menor cuantías de néctar y polen.

El cultivo florece antes de su cosecha: se incide en este punto ya que los potenciales problemas generados por el polen y semillas de cada cultivo son menores si generalmente se cultivan antes de la floración. Evidentemente en la producción de semilla el cultivo siempre entra en floración.

Tipo de polinización: se indica el carácter alógama o autógama de las plantas de cada cultivo, indicador inicial del potencial de contaminación genética por medio del polen.

Polinización cruzada entre: caso de tener la capacidad de distribuir polen a otras plantas o recibir polen de otras plantas se indica si dicha capacidad se limita a plantas de una misma variedad, a plantas de otras variedades o incluso plantas de otras especies.

Agentes de polinización: se indican los principales agentes para cada cultivo, siendo los insectos (plantas entomófilas) y el viento (plantas anemófilas) los vectores más importantes.

Características de las semillas: se indica aquí el peso y la abundancia de la semilla, ambos factores que influyen en la posibilidad y grado de su traslado por elementos naturales como el viento (anemogamia) o la fauna (zoogamia) particularmente los insectos o la avifauna.

Viabilidad de la semilla recogida: se indica si la semilla tiene que ser completamente madura y seca en el momento de su recogida o si puede madurarse fuera de la planta. Este dato incide en la cuantía de semilla que puede madurarse y caer antes y durante la cosecha de un cultivo, lo cual crea un potencial de contaminación por plantas adventicias en años posteriores. Por su importancia se tiene en cuenta este dato en la producción de semilla pura.

Dispersión de semillas por: se comentan los agentes naturales más frecuentes de dispersión de semillas, como el viento (anemogamia) y la fauna (zoogamia).

Producción de semillas: se indica si la producción de semillas es anual o bianual ya que este dato influye en la posibilidad de floraciones indeseables de especies con alta capacidad de polinización cruzada, por ejemplo. Las plantas anuales florecen en el primer año de plantación (tomate, trigo, lechuga o pimiento, por ejemplo). Las plantas bianuales florecen el segundo año (zanahoria, remolacha, coliflor o cebolla, por ejemplo). Hay también plantas perennes que duran diversos años y florecen más de una vez, como puede ser la alfalfa.

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: se apunta el número de años que la semilla apropiadamente guardada puede mantener su poder de germinación. Debido a que hay diferentes métodos de guardar semillas y se realizan estas labores en condiciones muy diversas, se indican diferentes periodos de viabilidad de las semillas, el más largo siendo consecuencia de las condiciones más estrictas y rigurosas para guardar semillas viables. Normalmente la viabilidad se reduce con el tiempo por lo que, aunque se indica que las semillas de algunos cultivos pueden durar hasta 10 años, no todas las semillas de un lote germinarían pasado ese número de años. No se indican los periodos de viabilidad resultado de tecnologías de conservación en temperaturas muy bajas. El dato de la viabilidad de las semillas guardadas está relacionada con la posibilidad de contaminaciones indebidas por el uso indeseado o involuntario de una

semilla GM en años posteriores a su cosecha o por el empleo de una semilla derivada de una cosecha no GM pero contaminada. En cada caso implica una vía de contaminación completamente descontrolada.

Pervivencia el suelo de semillas: se indica el número de años que la semilla o partes vegetativas como tubérculos susceptibles de desarrollo de un determinado cultivo pueden pervivir en el suelo de manera viable. Esto influye en la aparición de plantas adventicias y, de hecho, en los reglamentos o las normas de producción de semillas se suele indicar un número mínimo de años que debe pasar entre diferentes cultivos de una misma variedad. (Evitar cultivos en años consecutivos de las mismas variedades también está motivado por cuestiones de control de elementos indeseables para el cultivo como enfermedades, hongos, etc).

Distancia recomendada para semilla pura: se indica aquí el número de metros o kilómetros (la distancia) que se suele indicar en las diferentes publicaciones de producción de semillas para evitar el flujo de información genética de una variedad de cultivo a otra. Estas distancias se nombran en el contexto de la producción de semillas para la agricultura no transgénica, habiendo un mayor o menor grado de interés para lograr una pureza varietal total o no. La producción comercial convencional de semillas permite la presencia de pequeñas cantidades de semillas de otras variedades (normalmente bastante menos del 1%) en lotes de semilla para venta, mientras que se procura evitar totalmente esa presencia en sistemas de producción como el ecológico, por ejemplo. Por tanto hay discrepancias en las distancias citadas para lograr semilla pura y se reflejan en las fichas presentadas aquí. En el contexto de la contaminación transgénica no se puede permitir contaminación alguna de semillas (ni cultivos o cosechas) por lo que las mayores distancias son las que más garantías ofrecen, aunque hay fuentes (Scientific Committee on Plants, 2002) que señalan que el aislamiento de un cultivo no GM de un cultivo GM únicamente por distancia será poco eficaz para evitar, por ejemplo, un flujo de información genética mediante la polinización cruzada.

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** distancias indicadas en manuales de producción local y a pequeña escala de semilla

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** se indican las distancias indicadas en reglamentos y manuales de producción comercial convencional de semillas. Dichas fuentes indican distancias diferentes para semilla de base o semilla certificada, por ejemplo y en las fichas se indican el abanico de distancias mencionadas en las diferentes fuentes.

Parientes silvestres en el entorno: se indica la presencia de variedades y especies silvestres de las mismas familias del cultivo en el entorno de éste, indicando si se tiene constancia de posibles cruces de polen, particularmente por motivos de la posible contaminación GM de fuentes de alimentación ganadera, por impactos negativos en la biodiversidad natural o por actuar las parientes silvestre de cultivos como puentes de flujo genético o contaminación entre cultivos GM y no GM.

Caminos artificiales de contaminación: se indican los posibles caminos y, para aquellos cultivos con variedades GM en el mercado, cuando se han observado contaminaciones GM por inadecuada gestión humana o por la imposibilidad técnica y/o

económica de segregar completamente las cadenas de producción agro-alimentaria GM y no GM.

COMENTARIOS FINALES: al final de cada ficha se evalúa la probabilidad de que se contamine un cultivo no GM con fines alimentarios si hay cultivo simultáneo o en la misma rotación de un cultivo GM con fines no alimentarios.

3.3. Fuentes empleadas en la elaboración del apartado 3

Eastham, K. & Sweet, J. 2002. *Genetically modified organisms: the significance of gene flow through pollen transfer*. European Environmental Agency. Copenhagen. pp. 75.

Guillet, D. 2002. *The seeds of Kokopelli. A manual for the production of seeds in the family garden. A directory of Heritage seeds*. Les Presses de Provence. Avignon. pp. 439.

Linford, J. 2007. *A concise guide to herbs*. Paragon. Bath. pp. 256.

McCormack, J.H. 2004. *Isolation Distances. Principales and practices of isolation distances for seed crops*. www.savingourseeds.org.

Pyke, N. 2007. *Code of practice for managing pollination of vegetable and seed crops. Project description and partial results*. www.maf.govt.nz/sffabout-projects/search/05-122.

Red Andaluz de Semillas. 2007. *Manual para la utilización y conservación de variedades locales de cultivo*. Red Andaluz de Semillas. Sevilla. pp. 95.

Red de Semillas de Euskadi. 2001. *Guía para la recolección de semillas de los vegetales más comunes*. Red de Semillas. Gernika. pp. 48.

Remon Eraso, J. 1991. *Las plantas de nuestros prados*. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 206.

Scientific Committee on Plants (European Commission). 2001. *Opinion of the Scientific Committee on Plants concerning the adventitious presence of GM seeds in conventional seeds*. SCP/GMO-SEE-CONT/002-FINAL. European Commission. Brussels. pp. 20.

Williams, I.H. & Osborne, J.L. 2002. Bee behaviour and pollination ecology. *Plant and invertebrate ecology. IACR Annual Report 2001-2002*. pp. 24-27.

4. Resultados: determinación del grado de compatibilidad de variedades genéticamente modificadas y no GM de cultivos en Euskal Herria

Se presenta aquí la información recogida sobre potenciales caminos de transferencia de información genética entre cultivos GM y no GM para 40 cultivos de Euskal Herria. Para facilitar el análisis de la información presentada y sus implicaciones para el grado de compatibilidad entre variedades GM y no GM, se han agrupado los cultivos por familias botánicas. De esta manera, igualmente, se procura evitar excesivas duplicaciones de información.

En cada familia botánica se presenta, en primer lugar, una lista de sus principales cultivos en territorio vasco y comentarios, en su caso, sobre los caminos de contaminación más factibles y destacables para dicha familia en su conjunto.

En segundo lugar, se presenta información cultivo por cultivo, tanto de forma esquemática como en forma de comentarios sobre los puntos considerados más importantes desde la perspectiva de indicar la compatibilidad o incompatibilidad de variedades GM y no GM en un mismo espacio geográfico o rotación de cultivos para fines no alimentarios y alimentarios respectivamente.

Al final de este apartado, se presenta un Cuadro evaluativo del grado de compatibilidad de procesos productivos GM y no GM para el conjunto de cultivos analizados en el contexto concreto del territorio vasco.

4.1. FAMILIA BRASICAS /CRUCIFERAS

Las brásicas más comunes cultivadas en Euskal Herria para alimentación ganadera y humana son:

Berza	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>
Brócoli	<i>Brassica oleracea var. italica</i>
Coles de Bruselas	<i>Brassica oleracea var. gemmifera</i>
Coliflor	<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>
Colza	<i>Brassica napus oleifera.</i>
Nabo	<i>Brassica napus / Brassica rapa rapifera</i>
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>

A efectos del presente estudio, o la compatibilidad o incompatibilidad de cultivos GM y no GM, quizá ésta sea una de las familias más problemáticas si se analice desde la óptica del conjunto de caminos naturales de traslado de información genética. De hecho, al considerar la información disponible, se puede concluir que para tener cultivos libres de GM es imprescindible evitar el cultivo paralelo o cercano en términos espacio-temporales de cualquier variedad de la misma especie de la familia brásica que sea genéticamente modificada. Hay un muy alto grado de incompatibilidad si el objetivo es una contaminación cero de semillas, cultivos y cosechas cuyo empleo final es alimentario.

En primer lugar, todas las brásicas son exógamas obligadas, en otras palabras, deben recibir polen de otra planta para poder producir semilla viable. Una sola planta, a pesar de cubrirse con cientos de flores dará muy pocas o ninguna semilla. Se describen las flores de las brásicas como incompatibles. El problema que supone dicha incompatibilidad en el caso de las brásicas es que la polinización cruzada se produce también entre las variedades de una misma especie en casi todas las brásicas, por lo que el riesgo de contaminación por variedades GM es muy alto.

En segundo lugar, hay cultivos de brásicas que, además, producen con facilidad plantas adventicias, principalmente por la facilidad con que cae la semilla de la silicua (vaina o cápsula que contiene las semillas) al suelo una vez madura y la capacidad de la semilla de pervivir en el suelo y germinar a lo largo de varios años. De las familia de las brásicas, quizá la colza sea el ejemplo más conocido de permanencia de la semilla en el suelo, ya que ésta puede durar allí hasta 10 años, aunque la semilla de los demás cultivos descritos en las fichas que se presentan a continuación también puede mantener su viabilidad germinativa en el suelo a lo largo de hasta unos 6 años.

El grado de riesgo de contaminación que representan la polinización cruzada y presencia de semilla en el suelo está por muy relacionado con el destino de la cosecha del cultivo. Se conoce más el ejemplo de la colza por que florece habitualmente y llega a madurar su semilla antes de su cosecha para diferentes fines. En cambio, brásicas como la coliflor, la berza, el rábano o las coles de bruselas, por ejemplo, son cosechadas principalmente antes de florecer, por lo que, aunque se caracterizan por la polinización cruzada, normalmente no llegan a la etapa de producción de polen (y semillas) antes de su cosecha.

Aún así, cabe decir que hay problemas con plantas individuales de los cultivos de este tipo de brásica que pueden “subir” (florecer e incluso formar semilla) de forma anacrónica dentro de una parcela y aportar, por tanto, polen y semillas a otros cultivos y al suelo.

Para evitar estos caminos naturales de contaminación sería imprescindible cosechar cualquier cultivo antes de la floración de cualquier de sus individuos y así evitar la producción de polen o semillas. Eso requiere el empleo de variedades y modelos de producción que garanticen un desarrollo uniforme en el tiempo de la planta y una cosecha simultánea de todos los individuos de un cultivo. Las variedades híbridas tienden a esta uniformidad de maduración, característica menos marcada en las variedades campesinas. (Cabe decir que la ventaja que puede suponer la maduración uniforme de una variedad híbrida de cara a procurar evitar la floración de un cultivo supone una clara desventaja para determinados modelos de producción agraria que buscan activamente variedades que maduran a lo largo de periodos más o menos largos de tiempo). Aún así, hay brásicas que se suelen cosechar después de su floración, como es el ejemplo de la colza.

De todos los cultivos de brásicas, actualmente solamente hay en el mercado variedades GM de colza. No está autorizado su cultivo en el Estado español pero existen abundantes ejemplos de casos de cultivos ecológicos y convencionales de variedades no GM de colza contaminados por variedades (eventos) transgénicas, tanto por problemas de polinización cruzada como por plantas adventicias en los lugares dónde si se cultiva colza GM, hasta el punto de que en determinadas regiones (de Canadá por ejemplo) la producción de semilla pura de colza y la producción de colza ecológica sin contaminación por elementos GM (presencia de ADN foráneo) son inviables.

Evidentemente, en el caso de las brásicas se complica el cultivo con el propósito de producir semilla pura, ya que forzosamente hay que dejar al cultivo florecer y la polinización cruzada es obligada para el desarrollo de la semilla. Además, hay que subrayar de nuevo que las plantas de las brásicas se caracterizan por tener silicuas (el fruto seco o cápsula que contiene la semilla) dehiscentes, o sea, que abren de forma natural al madurar las semillas. Este hecho genera dos problemas en el caso de querer evitar contaminaciones por semillas de variedades GM. En primer lugar, las semillas de las brásicas son muy apetecibles para determinada avifauna por lo que se puede producir una amplia dispersión de semilla por zoogamia. En segundo lugar, una vez abierta la silicua cae fácilmente la semilla al suelo, dónde, como se ha comentado, puede pervivir durante varios años germinando gradualmente a lo largo de ellos. En ambos casos aparecen plantas adventicias en lugares o momentos no necesariamente deseados. Si aparecen plantas GM en posteriores cultivos no GM, se produce una contaminación.

En todo caso, se concluye que sería completamente incompatible contemplar la producción simultánea de semillas de brásicas GM y no GM para futuros cultivos. Ha habido producción de semilla de colza en Alava, por ejemplo, sin que actualmente tenga gran importancia, aunque no sería problemático desde el punto de vista técnico recuperar la producción de semilla de colza como oportunidad económica en el futuro. Igualmente, se guarda semilla de variedades locales de otras brásicas como el nabo y la berza en pequeñas huertas diseminadas por casi toda la geografía vasca, semilla cuya pureza se vería comprometida seriamente caso de iniciar la producción de semilla GM.

Por otro lado, es muy importante, en el caso de las brásicas, tener en cuenta el alto número de especies silvestres de brásicas que existen en Euskal Herria, algunas de las cuales se aprovechan en la alimentación humana y animal a pesar de no ser cultivadas con ese propósito. De hecho, la berza silvestre (*Brassica campestris*), el nabo silvestre (*Brassica rapa* sp.), el rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum*) y la mostaza silvestre (*Brassica nigra*) pueden estar presentes (aunque no siempre significativamente) en prados, praderas y pastos naturales o semi naturales de diferentes ambientes de Euskal Herria. No son seleccionados con preferencia por el ganado pero pueden constituir una parte de su dieta en el pastoreo al aire libre o en heno/silo. Cualquier contaminación de estas especies por variedades GM, aunque el cultivo de éstas fuese para fines no alimentarios, supondría un incumplimiento del propósito de la declaración de zonas libres de cultivos GM en cuanto a alimentación ganadera.

Por su parte, especies silvestres bastante extendidas como el berro de prado (*Cardamine pratense*) abundante particularmente en lugares húmedos, o la bolsa del pastor (*Capsella bursa pastoris*) tienen usos culinarios y medicinales (ambas tienen un alto contenido en vitamina C y se emplean sus hojas y flores o brotes jóvenes respectivamente en ensaladas, por ejemplo). Naturalmente, en estos casos los riesgos dependen del desarrollo futuro de variedades GM de las mismas especies y de la viabilidad del cruce entre ellas. Se sabe que algunas variedades de mostaza silvestre cruzan con mostazas cultivadas, pero no todas lo hacen. En cambio, aparentemente no hay hibridación natural con las especies y variedades de cultivos analizados aquí.

Es de subrayar que no existe un gran cuerpo de información acerca del potencial de que se produzcan híbridos entre cultivos GM y parientes silvestres de variedades cultivadas ni de la perdurabilidad posterior de los mismos en el medio. Esta falta de información es característica de la familia de las brásicas y, de hecho, hay fuentes científicas que exigen mayores estudios, precisamente por esta falta de información. En el contexto del presente estudio se pueden citar estudios que indican el riesgo real de estas hibridaciones. Así, los resultados de uno de los primeros estudios en cuanto a flujos de información genéticamente modificada entre especies demostró que polen de rábanos GM contaminó a plantas silvestres de la misma especie (*Raphanus raphanistrum*) en los alrededores de una parcela experimental y un estudio posterior demostró la contaminación de nabo silvestre (*Brassica rapa*) por colza GM (*Brassica napus oleifera*) en el norte de Inglaterra. Por otro lado, un estudio del 2002 analizó y confirmó la capacidad de la colza de cruzar con varias parientes silvestres (Eastham & Sweet, 2002). Si se conoce la probabilidad y viabilidad de cruces entre variedades cultivadas y silvestres de las mismas especies se debe estudiar la misma capacidad de cruces entre variedades GM cultivadas y especies silvestres.

La posible hibridación con parientes silvestres debe hacer revalorar la ya cuestionada función de las distancias de aislamiento entre cultivos GM y no GM. Aunque el Comité Científico de Plantas de la propia Comisión Europea ha reconocido que las distancias de aislamiento no evitan por completo la polinización cruzada en el caso concreto de las brásicas (Scientific Committee on Plants, 2001), específicamente de la colza, la posible función de puente de parientes silvestres entre cultivos supone que las distancias de aislamiento deberían tener en cuenta la composición de la biodiversidad natural entre cultivos también, especialmente en el caso de determinados cultivos de brásicas.

Por otro lado, la propia modificación genética de una variedad puede alterar su comportamiento natural, entre otras cosas en cuanto a la polinización. Así, investigación con una mostaza GM resistente a herbicida reveló que el ritmo de outcrossing (introducción de material genético nuevo en una variedad) era 20 veces mayor al ritmo de plantas no modificadas. Aspectos de este tipo influyen de manera notable en la aparente inviabilidad de la coexistencia entre cultivos de variedades GM y no GM en la familia de las brásicas.

En todo caso, habría que exigir una mayor investigación para concluir el grado de riesgo de contaminación de especies silvestres de brásicas por cultivos de variedades GM de las mismas especies.

En cuanto a problemas de contaminación generada por la gestión humana de la semilla, el propio cultivo o sus sub-productos, los riesgos son comunes a las demás familias de cultivos, especialmente cuando implica cosechar en grandes superficies con maquinaria compartida y transportar y almacenar en grandes cuantías. Ya hay ejemplos documentados de cosechas de colza no GM contaminadas por restos de cosecha GM en maquinaria cosechadora compartida, con datos cuantificados de impacto económico para la colza no GM tanto por pérdida de precio en el mercado como por asumir gastos mayores al procurar una limpieza total de las cosechadoras antes de su empleo en campos de cultivos libres (Soil Association, 2001; ver ficha de la colza). No se conocen ejemplos de otras brásicas entre otras cosas por que no hay cultivo de variedades GM en la actualidad.

Concretamente en cultivos vascos, el principal problema se tendría con la colza ya que una sola máquina cosecha las parcelas de diferentes explotaciones agrarias, por lo que existe un alto riesgo de mezcla de elementos GM y no GM caso de no segregar totalmente sus respectivas cosechas. Además, se suelen emplear las mismas cosechadoras para la recolecta de otros cultivos extensivos como puede ser la cebada, aumentando así el abanico de posibles contaminaciones.

No hay actualmente cultivo aprobado con variedades GM de la familia de las brásicas en el Estado español, aunque se cultiva colza GM en otras partes del mundo. Hay ejemplos de experimentación con la modificación genética de la berza, el brócoli, las coles de bruselas, la coliflor, la colza y el rábano.

Nombre cultivo: Berza *Brassica oleracea* var. *capitata*

Origen geográfico: Mediterráneo y S.O. Europa

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 164

Distribución geográfica: difusa por toda la geografía, con ejemplos de producción en parcelas más grandes en las zonas más mediterráneas

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: normalmente no

Tipo de polinización: cruzada (flores autoincompatibles)

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y otras variedades de la misma especie y parientes silvestres de la misma especie (*Brassica campestris*).

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: abundantes, ligeras (250 semillas por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: para recolectar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente seca la silicua, pero cuando estén maduras las semillas. Si se recoge la silicua verde o cuando la semilla es demasiado inmadura, la semilla no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia (principalmente aves)

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3-5 años

Pervivencia de semillas en el suelo: hasta 5 años

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** hasta 500 metros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000 metros

Parientes silvestres en el entorno: Si, (*Brassica campestris*). Algunas fuentes sugieren dejar al menos 50m entre cultivos y lugares en que habitan parientes silvestres.

Caminos artificiales de contaminación: factibles si se inicia el cultivo de variedades GM en territorio vasco, aunque actualmente se cosecha de forma manual, no habiendo recolección con maquinaria compartida.

COMENTARIOS FINALES: Hoy día no hay cultivo autorizado de variedades GM de berza, aunque hay experimentación con berza resistente a insectos (incorporación de información genética del bacteria del suelo (*Bacillus thurengiensis*). No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de berza o de berza y las otras variedades de *Brassica oleracea* aquí analizadas. Los caminos artificiales de contaminación complican la situación creada por los caminos naturales de contaminación, particularmente en el caso de floración del cultivo, especialmente si el objetivo es producir semilla pura (hay variedades locales en manos de personas que guardan semilla). Se tendría que garantizar la no floración de todos los individuos de cualquier cultivo GM o, si llegara a florecer, la nula polinización cruzada entre la variedad GM y la no GM y la nula entrada de semilla al banco de semillas del suelo. Se estima muy difícil (por no decir imposible) garantizar ambas medidas.

Nombre cultivo: Brócoli *Brassica oleracea var. italica*

Origen geográfico: Europa

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: muy pequeña escala aunque con tendencia al alza

Distribución geográfica: difusa y general, con ejemplos de producción en parcelas más grandes en las zonas más meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: normalmente no

Tipo de polinización: cruzada (flores autoincompatibles)

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y otras variedades de la misma especie

Agentes de polinización: insectos, especialmente abejas

Características de las semillas: pequeñas y abundantes (aproximadamente 325 por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: para guardar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). No obstante la semilla tiene que estar madura antes de su cosecha. Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente secas las silicuas, pero cuando esté madura la semilla. Si se recoge la silicua verde o la semilla insuficientemente madura, la semilla no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente aves

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3-5 años

Pervivencia de semillas en el suelo: hasta 5 años

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 500 metros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000 metros

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Brassica campestris*, pero no hay información disponible para conocer el grado de hibridación entre brócoli cultivado y parientes silvestres.

Caminos artificiales de contaminación: factibles si se inicia el cultivo de variedades GM en territorio vasco. La cosecha es manual en la actualidad.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades GM de brócoli aprobadas para cultivo en la actualidad. Hay experimentación para conseguir brócoli resistente a insectos. No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de brócoli o de brócoli y las otras variedades de *Brassica oleracea* aquí analizadas. Los caminos artificiales de contaminación son todos viables y complican la situación de potencial contaminación generada por la floración del cultivo. Se tendría que garantizar la no floración de cualquier individuo de cualquier cultivo GM o, si llegara a florecer, la nula polinización cruzada entre la variedad GM y la no GM y la no incorporación en el suelo de semilla alguna de las variedades GM. Se estima muy difícil (por no decir imposible) garantizar estas medidas.

Nombre cultivo: Coles de Bruselas *Brassica oleracea var. gemmifera*

Origen geográfico: Europa (variedad desarrollada más tardíamente con su primera mención histórica en Bélgica en el siglo XVIII).

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: superficie total muy pequeña

Distribución geográfica: difusa y general, sin cultivo en grandes parcelas

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: normalmente no

Tipo de polinización: cruzada (flores autoincompatibles)

Polinización cruzada entre: plantas de una misma variedad y entre variedades de la misma especie

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: abundantes y ligeras (250 por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: para recolectar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). No obstante la semilla tiene que estar madura antes de su cosecha. Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente secas las silicuas, pero cuando esté madura la semilla. Si se recoge la silicua verde o la semilla es insuficientemente madura, ésta no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente determinadas aves.

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4 años

Pervivencia de la semilla en el suelo: hasta 5 años

Distancia recomendada para semilla pura:

* gestión local quizá con otras medidas paralelas: 500m

* producción a gran escala sin otras medidas paralelas: 300-1000m

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Brassica campestris*, pero no hay información disponible para conocer el grado de hibridación entre coles de bruselas cultivadas y parientes silvestres.

Caminos artificiales de contaminación: factibles si se inicia el cultivo de variedades GM en territorio vasco. En la actualidad la cosecha no está mecanizada.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de variedades GM de coles de Bruselas en la actualidad. Hay experimentación con la modificación genética de los coles de Bruselas, por ejemplo introduciendo en los coles información genética de la campanilla de invierno (*Galanthus nivalis*) para influir en el ciclo vital del pulgón. No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de coles de Bruselas o de coles de Bruselas y las otras variedades de *Brassica oleracea* aquí analizadas. Los caminos artificiales de contaminación son factibles y complican la situación de fácil contaminación caso de floración del cultivo y particularmente para conseguir semilla pura. Se tendría que garantizar la no floración de cualquier individuo de cualquier cultivo GM o, si llegara a florecer, la nula polinización cruzada entre la variedad GM y la no GM y la no entrada de semilla alguna al suelo. Se estima muy difícil (por no decir imposible) garantizar estas medidas.

Nombre cultivo: Coliflor *Brassica oleracea var. botytris*

Origen geográfico: Mediterráneo oriental

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 6930

Distribución geográfica: general y difusa, con producción en parcelas más grandes en Alava o Navarra

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: cruzada (flores autoincompatibles)

Polinización cruzada entre: plantas de una misma variedad y entre variedades de la misma especie

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: ligeras (500 semillas por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: para guardar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). No obstante, la semilla tiene que estar completamente madura antes de cosecharse para ser viable. Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente secas las silicuas, pero cuando esté madura la semilla. Si se recoge la silicua verde, o la semilla no es suficientemente madura, ésta no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente determinadas aves.

Producción de semillas: anual/bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3-5 años

Pervivencia de semillas en el suelo: hasta 5 años

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 500 metros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000 metros

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Brassica campestris*, pero no hay información disponible para conocer el grado de hibridación entre brócoli cultivado y parientes silvestres.

Caminos artificiales de contaminación: factibles si se inicia el cultivo de variedades GM en territorio vasco. Se cosecha actualmente de forma manual, siendo la gestión post-cosecha el punto de inicio de posibles caminos artificiales de contaminación.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de variedades GM de coliflor. Hay experimentación con la modificación genética de la coliflor para resistencia a insectos. No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de coliflor o de coliflor y las otras variedades de *Brassica oleracea* aquí analizadas. Los caminos artificiales de contaminación complican la situación de contaminación caso de floración del cultivo, particularmente en el caso de producción de semilla pura. Se tendría que garantizar la no floración de cualquier individuo de cualquier cultivo GM o, si llegara a florecer, la nula polinización cruzada entre la variedad GM y la no GM y la nula caída de semilla al suelo. Se estima muy difícil (por no decir imposible) garantizar estas medidas.

Nombre cultivo: Colza *Brassica napus oleifera*

Origen geográfico: Europa

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 693

Distribución geográfica: parcelas grandes de Alava y Navarra

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: no

Variedades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: muy bueno (polen y néctar)

El cultivo florece antes de su cosecha: normalmente sí

Tipo de polinización: cruzada (flores autoincompatibles), también hay variedades híbridas que se autopolinizan

Polinización cruzada entre: plantas de una misma variedad y variedades de la misma especie

Agentes de polinización: insectos, especialmente abejas, en menor medida el viento

Características de las semillas: pequeñas y abundantes

Viabilidad de la semilla recogida: para guardar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). No obstante, las semillas tienen que estar maduras antes de su recolecta. Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente secas las silicuas, pero cuando esté madura la silicua. Si se recoge la silicua verde o cuando la semilla esté insuficientemente madura, la semilla no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente aves.

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 5-8 años

Pervivencia de las semillas en el suelo: hasta 10 años. En rotaciones de cultivo para semilla se pide entre 4 y 8 años entre cultivos sucesivos de colza. El Comité Científico de Plantas de la Comisión Europea recomienda dejar 5 años en una rotación que incluye colza GM y colza no GM (Scientific Committee on Plants, European Commission, 2001).

Distancia recomendada para semilla pura:

* gestión local quizá con otras medidas paralelas: 300-400 metros

*** producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** de 1000 y hasta 3000m

Parientes silvestres en el entorno: Sí (puede cruzar con *Brassica napus* silvestre y *Brassica campestris*)

Caminos artificiales de contaminación: la contaminación de cosechas de colza ecológica y convencional con colza GM por la mezcla de ambas durante su cosecha, transporte y almacenamiento está documentada en los EEUU y Canadá (Soil Association, 2002). El resultado no es únicamente la contaminación de esta materia prima alimentaria, sino pérdidas económicas para las familias agrícolas. La cosecha de colza en explotaciones vascas se realiza con maquinaria compartida por lo que el riesgo de mezcla de elementos GM y no GM es alto desde el primer momento y a lo largo del resto de la cadena agro-alimentaria. Hay que subrayar que la misma maquinaria se emplea también para la cosecha de cereales como la cebada, por lo que se extendería el abanico de cultivos potencialmente contaminados.

COMENTARIOS FINALES: No hay actualmente cultivo autorizado de colza GM en territorio vasco, aunque hay variedades GM aprobadas para su cultivo comercial en lugares como Canadá y los EEUU. Dichas variedades son resistentes a insectos y tolerantes a herbicidas. A la vez, hay investigación para lograr colza resistente a hongos, para modificar su contenido proteínico y de ácido grasas y para esterilidad masculina. Tanto el cultivo de variedades GM y no GM de colza en zonas geográficas cercanas como el cultivo de variedades no GM a lo largo de hasta 10 años después de haber sembrado variedades GM de colza en una misma parcela es inviable si se quiere mantener las semillas y cosechas de colza y de variedades de brásicas con que la colza puede cruzar libre de GM, tanto para fines alimentarios o para la producción de semillas libres. Estudios encargados por diferentes instituciones públicas (por ejemplo, Eastham & Sweet, 2002; Government of Ireland, 2005) concluyen que la colza es un cultivo de alto riesgo en cuanto flujo de información genética entre dos cultivos y entre el cultivo y parientes silvestres (polinización cruzada, dispersión de semillas, plantas adventicias). Si las silicuas de la colza abren antes o durante la cosecha, se pierde entre un 10 y un 50% de la semilla al suelo. Concluye el estudio encargado por el Gobierno de Irlanda que “Al igual que con todos los sistemas de cultivo, la completa contención del polen de la colza GM no es posible” (Government of Ireland, 2005).

Hay que subrayar que el cultivo de la colza es de los que más urgentemente necesita del debate que debe producirse sobre el modelo agrario que se quiere fomentar en el futuro en territorio vasco. Por un lado, la colza puede constituir un elemento de sustitución de la soja en la ganadería en una apuesta por reducir la dependencia en fuentes externas de alimentación ganadera, pero por este motivo, y por tanto para cumplir con la declaración de zona libre de GM del Gobierno Vasco, debe mantenerse libre de contaminación GM. La colza es, igualmente, un cultivo muy apreciado en la producción de miel, un producto que quiere mantener a toda costa su imagen de calidad. Por otro lado, se está promoviendo la colza como una de las fuentes de biomasa para agrocombustibles, concretamente el diésel, uso que según la misma declaración de zona libre de GM del Gobierno Vasco, podría derivarse de variedades GM de colza. Ya que los caminos naturales de flujo de información genética entre distintas variedades de colza son tan abiertos (polinización cruzada, semillas durmientes y semillas abundantes y atractivas para determinada avifauna) y, de hecho, comprobados en la práctica, cualquier cultivo de variedades no GM de colza requiere el nulo empleo de variedades

GM, aunque fuesen éstas últimas destinadas a fines no alimentarios. La inviabilidad de la coexistencia de cultivos de colza GM y no GM es más aparente aún si se tiene en cuenta los potenciales caminos de contaminación artificial y la experiencia existente en regiones productoras de colza GM.

Nombre cultivo: nabo *Brassica napus* / *Brassia rapa rapifera*

Origen geográfico: Oriente próximo. Quizá resultado de una hibridación natural entre *Brassica oleracea* y *B. rapa*

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 95

Distribución geográfica: difusa y general, con alguna parcela de mayor tamaño

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: no

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano, pero principalmente ganadero

Aprovechamiento apícola: bueno (polen y néctar) cuando el cultivo llegue a florecer

El cultivo florece antes de su cosecha: normalmente no

Tipo de polinización: cruzada (las flores de la mayoría de las variedades son básicamente autoincompatibles)

Polinización cruzada entre: plantas de una misma variedad y variedades de la misma especie.

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: ligeras, 300 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: para guardar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). No obstante, la semilla tiene que madurar antes de la cosecha. Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente secas las silicuas, pero cuando esté madura la semilla. Si se recoge la silicua verde, la semilla no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente determinadas aves

Producción de semillas: la mayoría de las variedades es bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 5-10 años

Pervivencia de semillas en el suelo: 5-6 años

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 500-1000m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** hasta 2000m

Parientes silvestres en el entorno: Si (*Brassica campestris*)

Caminos artificiales de contaminación: factibles si se inicia el cultivo de variedades GM en territorio vasco. No hay cosecha mecanizada en la actualidad.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de variedades GM de nabo y no se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de nabo o de nabo y las otras variedades de *Brassica oleracea* aquí analizadas. Los caminos artificiales de contaminación complican la situación creada por la facilidad de contaminación caso de floración del cultivo, particularmente en el caso de producción de semilla pura. Se tendría que garantizar la no floración de cualquier individuo de cualquier cultivo GM o, si llegara a florecer, la nula polinización cruzada entre la variedad GM y la no GM y la no entrada de semillas al suelo. Se estima muy difícil (por no decir imposible) garantizar estas medidas.

Nombre cultivo: Rábano *Raphanus sativus*

Origen geográfico: Probablemente Mediterráneo oriental

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 10

Distribución geográfica: difusa, general, muy pequeña escala

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: normalmente no

Tipo de polinización: cruzada (flores autoincompatibles en la mayoría de las variedades)

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y entre variedades de rábano, también con el rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum*). No se cruza con otras *Brassica*.

Agentes de polinización: insectos, particularmente abejas

Características de las semillas: ligeras (100 semillas por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: para guardar semilla se debe cosechar antes de abrirse las silicuas en la planta ya que son dehiscentes (y se esparciría la semilla por el suelo). No obstante, la semilla tiene que estar madura antes de la cosecha. Así se recomienda cosechar toda la planta antes de estar totalmente secas las silicuas, pero cuando esté madura la semilla. Si se recoge la silicua verde la semilla no será viable.

Dispersión de semillas por: zoogamia

Producción de semillas: algunas variedades son anuales, otras bianuales

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4-10 años

Pervivencia de semillas en el suelo: hasta 5 años

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 700-1500 m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** hasta 2000m

Parientes silvestres en el entorno: sí (*Raphanus raphanistrum*)

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM. No se cosecha de forma mecánica.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de rábano GM en la actualidad, aunque se experimenta con la modificación genética de este cultivo. Cualquier futuro desarrollo y empleo de variedades GM de rábanos abriría el camino a la contaminación de variedades cultivadas y silvestres de la misma especie, de actual empleo en la alimentación humana y ganadera, particularmente en el caso de producción de semilla pura. Por tanto comprometería seriamente la declaración de zona libre de cultivos libres de GM para alimentación ganadera y humana del Gobierno Vasco.

4.2. FAMILIA COMPUESTAS

Se analizan aquí cuatro miembros de la familia de las compuestas que se cultivan en Euskal Herria:

Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>
Escarola	<i>Cichorium endivia</i>
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>

La familia de las compuestas lo componen más de 20.000 especies. No obstante, solo se emplean 11 como fuente de alimentos a nivel mundial.

Esta familia de cultivos es compleja en cuanto al riesgo de contaminación GM de cultivos o variedades no GM. Así, la achicoria y el girasol se caracterizan por la polinización cruzada, mientras que la escarola/endivia y la lechuga se autopolinizan, aunque también se observan pequeños niveles de polinización cruzada en estos dos cultivos (hasta un 8% en el caso de la lechuga, por ejemplo). El grado de polinización cruzada depende de factores como la variedad de lechuga y la temperatura.

El girasol es el cultivo que mayor riesgo presenta al ser el único de estos 4 cultivos que se cosecha después de completar su desarrollo y formar flores, polen y semillas viables. Normalmente se cosechan la achicoria, la escarola y la lechuga antes de su floración, o sea antes de producir polen y semillas viables.

El riesgo de traspaso de información genéticamente modificada de una variedad GM a otra variedad no GM es mayor cuando se cultivan para producir semillas o si se espigan (en el caso de los cultivos bianuales: la achicoria y algunas variedades de lechuga y escarola). Se guarda semilla de tres de estos cultivos de forma habitual: el girasol, la lechuga y la achicoria. En estos casos puede producirse tanto la polinización cruzada como el traslado de semillas por anemogamia o zoogamia. Las semillas de todas las compuestas son muy apetecibles para determinada avifauna que pueden trasladar sus semillas y dar lugar a plantas adventicias, aunque no suelen ser invasoras ni duraderas. Por último, no todas las semillas de una planta de estas especies maduran a la vez y caen fácilmente las semillas secas de las cabezas, otra vía por la que pueden darse con frecuencia plantas adventicias.

La achicoria y la lechuga tienen parientes silvestres con las que pueden cruzar polen, característica que no comparten con el girasol y la escarola. Esto tiene importancia en cuanto a distancias de aislamiento ya que las parientes silvestres pueden actuar de puentes entre cultivos de lechuga y achicoria para semilla.

Nombre cultivo: Achicoria *Cichorium intybus*

Origen geográfico: Centro y sur de Europa y Asia oriental

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 151

Distribución geográfica: ocasionalmente en huertas y en Alava y Navarra en lotes más extensos

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: no

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: poco

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: polinización cruzada (flores perfectas y autoincompatibles)

Polinización cruzada entre: plantas de una misma variedad, otras variedades cultivadas de *Cichorium intybus*, con la achicoria silvestre (*Cichorium intybus*) y todas las variedades cultivadas de escarola y endivia (*Cichorium endivia*).

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: ligera, 510 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tienen que madurar en la planta

Dispersión de semillas por: zoogamia (avifauna)

Producción de semillas: bianuales

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 8-10 años

Pervivencia de semillas en el suelo: sí, un año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** al menos 500 metros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** de 300 a 1000 metros

Parientes silvestres en el entorno: sí (*Cichorium intybus*)

Camino artificial de contaminación: factible caso de iniciar el cultivo de variedades GM, particularmente por el empleo de maquinaria que cosecha en diferentes

explotaciones, aunque este hecho solo influiría en la cosecha de distintas variedades de achicoria ya que su cosecha no coincide con la de otros cultivos.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de achicoria GM en la actualidad, pero hay, en cambio, experimentación para conseguir achicoria tolerante a herbicidas. No se recomienda la introducción de variedades GM en la agricultura vasca, teniendo en cuenta que la achicoria se caracteriza por la polinización cruzada, la presencia de parientes silvestres, la dispersión de semillas por aves, la fácil entrada de semilla en el banco de semillas del suelo y el hecho de que hay personas que guardan semillas de sus cultivos. Aunque estos riesgos se asocian normalmente solamente con los cultivos que se dejan florecer para recoger semilla, también caracterizarían a cualquier planta de achicoria que espigue en el primer año de su cultivo*.

El caso de la posible contaminación transgénica de la achicoria silvestre *Cichorium intybus* no implica impactos únicamente en el patrimonio biológico, sino en su empleo para usos medicinales (fines diuréticos, por ejemplo). Por último, se emplea maquinaria de recogida de la achicoria en más que una explotación por lo que el riesgo de la contaminación artificial de achicoria no GM con fines alimentarios por achicoria GM con fines no alimentarios comienza en el momento de su cosecha.

* El espigado: el crecimiento de un tallo alargado con flores, crecido desde el tallo principal de una planta. Ocurre normalmente en el primer año de cultivo de las plantas bianuales cuando una planta ha sido expuesta a temperaturas muy bajas en el inicio de su desarrollo, aunque se manifiesta cuando sube la temperatura del aire. Puede ser el origen de plantas adventicias no deseadas en el siguiente cultivo y, como en el caso de todas las demás especies con la capacidad de espigarse, la posibilidad de manejar con éxito cualquier planta adventicia así generada determinará el peligro de una posterior contaminación transgénica.

Nombre cultivo: escarola/endivia *Cichorium endivia*

Origen geográfico: quizá el Mediterráneo oriental

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 143

Distribución geográfica: difusa y muy pequeña escala en huertas y parcelas extensivas en Alava y Navarra.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: generalmente autopolinización, pero puede haber un pequeño porcentaje de polinización cruzada

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y otras variedades de la misma especie

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: ligera, 510 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la planta

Dispersión de semillas por: zoogamia, (avifauna)

Producción de semillas: anual, a veces bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 8 años

Pervivencia de semillas en el suelo: sí, un año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 15-50 m. Hay discrepancias, algunas fuentes sugieren varios metros, otras 500m. Esto se puede deber a una confusión respecto a los nombres de los diferentes cultivos de compuestas. La flor de la achicoria (*Cichorium intybus*) es receptiva al polen de la escarola pero no *viceversa*, en cuyo caso varios metros deben ser suficientes para evitar la mayor parte del problema de polinización cruzada con otras variedades de escarola, aunque no garantizaría una contaminación cero.

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:**

Parientes silvestres en el entorno: no (de la misma especie)

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM. No se emplea maquinaria en su cosecha en la actualidad, pero habría que controlar la gestión de la cosecha en todas las demás fases de transporte, almacenamiento y procesamiento.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de escarola y endibia GM en la actualidad. Los riesgos de contaminación por caminos naturales, aunque menores que en el caso de la achicoria, están presentes, por lo que no se recomienda introducir el cultivo de variedades de escarola GM: aunque bajo, existe un cierto nivel de polinización cruzada, se caracteriza por su potencial de espigar, sus semillas son apetecibles a determinadas aves y hay personas que guardan semillas de este cultivo para futuras siembras. Por otro lado, es uno de los 72 cultivos mencionados expresamente en las declaraciones de explotaciones agrarias libres de transgénicos.

Nombre cultivo: girasol *Helianthus annuus*

Origen geográfico: América

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 5434

Distribución geográfica: mediterránea en parcelas grandes

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: si

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: muy bueno. Se considera el girasol como uno de los mejores cultivos para aprovechamiento apícola, teniendo tanto polen como néctar

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: en muchas variedades cruzada (flores autoincompatibles), aunque en algunas variedades las flores son autocompatibles.

Polinización cruzada entre: flores de otras plantas de la misma variedad, entre variedades de la misma especie y entre *Helianthus annuus* cultivada y plantas voluntarias de girasol ubicadas en los alrededores de cultivos.

Agentes de polinización: insectos, especialmente abejas

Características de las semillas: pesadas (teniendo en cuenta cápsula y semilla), de 20 a 40 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: la semilla tiene que madurar en la planta antes de su cosecha.

Dispersión de semillas por: zoogamía, particularmente avifauna y roedores

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 7 años

Pervivencia de semillas en el suelo: sí, pero normalmente solamente un año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 700 metros a varios kilómetros dependiendo del tamaño de las parcelas cultivadas, la topografía y el tipo de insecto polinizador presente.

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 800m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM, por ejemplo mediante la recolecta con maquinaria que cosecha en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de girasol GM en la actualidad pero si hay experimentación para variedades GM de girasol resistentes a hongos, insectos y enfermedades, tolerantes a herbicidas y con modificación de la calidad de su semilla.

No es recomendable introducir variedades GM de girasol en la agricultura vasca:

- El cultivo llega a florecer y disponer de polen y semillas viables antes de cosecharse para casi todos los usos finales a que se destina la cosecha (con la excepción de algunos de los lotes forrajeros que se cosechen antes de la maduración total de la semilla). Además, el cultivo del girasol es muy apreciado por personas apicultoras ya que tiene abundante polen y néctar. El fácil traspaso de polen de variedades GM de girasol a variedades no GM destinadas a fines alimentarios contaminarían éstas y supondría un incumplimiento del Acuerdo del Gobierno Vasco.
- Al no madurar todas las semillas de una flor del girasol a la vez, las primeras en madurar pueden caer al suelo antes de la cosecha. Se estima que al menos un 10% de las semillas de un cultivo de girasol puede cae antes o durante la cosecha, en función de factores como los pájaros, el granizo o lluvia fuerte y el viento que mueven las plantas. Si el tiempo es favorable tras la cosecha de girasol y cuando se prepara la tierra para el siguiente cultivo (normalmente el trigo), pueden germinar estas semillas y aparecer plantas voluntarias. Hoy día se aplican herbicidas para eliminarlos, pero el desarrollo del girasol tolerante a determinados herbicidas complicará esta situación.
- El traslado de semillas por pájaros puede dar lugar a plantas voluntarias en los márgenes de los campos. Aunque éstas no son invasoras, si son de variedades GM pueden contaminar posteriores cultivos con variedades no GM.
- Hay personas que guardan semillas de girasol en huertas familiares y a mayor escala para cultivos forrajeros y oleaginosos. No se emplean variedades locales, pero sí hay cultivo de girasol en explotaciones agrarias declaradas libres de OGM.

La contaminación por vías artificiales complica esta situación.

Al igual que en el caso de la colza, sería importante abrir un debate acerca del futuro del cultivo del girasol: puede mantener y desarrollar su empleo como cultivo con fines alimentarios humanos y ganaderos o contemplar su cultivo como materia prima para agrocombustibles (concretamente el diesel). En el primer caso tendría que ser un cultivo no GM, pero en el segundo podría ser de variedades GM. Se entiende, no obstante, que son incompatibles, por lo que habría que decidir a que uso final se dedicará el cultivo del girasol en el futuro.

Nombre cultivo: lechuga *Lactuca sativa*

Origen geográfico: Oriente Medio /Asia Menor

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 950

Distribución geográfica: general y difusa en toda la geografía, tanto en parcelas muy pequeñas como en lotes grandes

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: Autopolinización, aunque puede haber hasta un 8% de polinización cruzada, dependiendo de factores como la variedad de lechuga (las flores de algunas variedades están abiertas más tiempo cada día), la temperatura, etc.

Polinización cruzada entre: diferentes variedades cultivadas y entre variedades cultivadas y la especie silvestre *Lactuca serriola*

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: muy ligeras, entre 600 y 1000 por gramo según la variedad

Viabilidad de la semilla recogida: Las semillas maduran progresivamente, por lo que se suele cortar la planta cuando las dos terceras partes de las flores están blancas y plumosas y se secan encima de una bolsa. Las demás semillas solo madurarán mientras el tallo continúe aportando nutrientes. Las primeras semillas en madurar son las mejores. Si no se corta la planta para finalizar la maduración de las últimas semillas, se pueden perder las primeras al caerse.

Dispersión de semillas por: zoogamia (avifauna) y anemogamia

Producción de semillas: variedades de invierno: bianuales; variedades de primavera: anuales

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2-10 años

Pervivencia de semillas en el suelo: puede durar un año en todo caso

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 5-15m, el doble caso de encontrar la lechuga silvestre (conocido como escarola) *Lactuca serriola* en el entorno.

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 10-50m o 30-60m según la fuente

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Lactuca serriola*

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM, aunque en fases post-cosecha al ser ésta manual.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de lechuga GM en la actualidad pero hay experimentación para obtener lechuga GM tolerante a herbicidas. La introducción de variedades GM de lechuga en la agricultura vasca no es recomendable, teniendo en cuenta las características del cultivo (hasta un 8% de polinización cruzada, semillas apetecibles a avifauna y que caen al suelo con facilidad y parientes silvestres con que puede cruzar), particularmente cuanto el cultivo se dedica total o parcialmente a la producción de semilla y habiendo variedades campesinas y locales de lechuga diseminadas en toda la geografía vasca (desde la lechuga roja de Berriz en Bizkaia al cogollo de Tudela en Nafarroa). La lechuga es uno de los cultivos que aparece en el registro de explotaciones agrarias y huertas declaradas libres de transgénicos.

4.3. FAMILIA CUCURBITAS

Se analizan aquí tres miembros de la familia de las cucurbitas que se cultivan en Euskal Herria:

Calabazas/calabacines	<i>Cucurbita sp.*</i>
Melón	<i>Cucumis melo</i>
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>

* Incluye *Cucurbita pepo*, *C. maxima*, *C. moschata* y *C. mixta*

En el contexto de analizar la compatibilidad entre cultivos GM y no GM, la familia cucúrbita es de las más sencillas. No hay problemas de cruces de polen con parientes silvestres y el grado de presencia de plantas adventicias es muy bajo: no hay riesgo de traslado de semillas por el viento al ser estas pesadas y muy pesadas, solamente entran en el banco de semillas del suelo si se abandona alguna fruta en el campo y, de todos modos, las semillas no perviven largo tiempo en el suelo.

El principal problema que presenta esta familia es la polinización cruzada entre plantas y variedades de una misma especie, problema que por si mismo sugiere que no es recomendable introducir variedades de cucúrbitas GM en la agricultura vasca, máxime si se tiene en cuenta la presencia de variedades campesinas de pepino, melón, calabaza y calabacín. Las vías de contaminación artificial podrían suponer un problema en el futuro.

Nombre cultivo: Calabazas/calabacines *Cucurbita sp.*
(Incluye *Cucurbita pepo*, *C. maxima*, *C. moschata* y *C. mixta*)

Origen geográfico: América

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 45

Distribución geográfica: difusa por toda la geografía en pequeñas superficies

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: escaso (por poca superficie de cultivo)

El cultivo entre florece antes de su cosecha: si

Tipo de polinización: las plantas son alógamas y pueden autopolinizarse, polen de la flor masculina fertilizando la flora femenina de la misma planta. No obstante, predomina la polinización cruzada.

Polinización cruzada entre: entre plantas de la misma variedad o entre variedades de la misma especie. No hay polinización cruzada entre diferentes especies de *Cucurbita*.

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: varía entre variedades, aunque todas tienen semillas pesadas, de 2 a 5 por gramo.

Viabilidad de la semilla recogida: la fruta tiene que estar madura en la planta antes de cosecharla. No obstante, la semilla de la calabaza sigue madurando después de la cosecha de ésta última si se deja la semilla dentro de la calabaza. De hecho se recomienda dejar madurarse un mes la calabaza después de su cosecha antes de sacar su semilla ya que mejorará sustancialmente la calidad y viabilidad de la semilla.

Dispersión de semillas por: zoogamia si se abandona la fruta en el campo

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3-10 años

Pervivencia de semillas en el suelo: raramente, en todo caso en años y/o zonas más cálidos.

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 1 kilómetro

*** producción a gran escala sin otras medidas paralelas: 100-1500m**

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: todos son factibles, particularmente la mezcla de la semilla una vez cosechada de la fruta. En algunos lugares se empieza a emplear maquinaria en su cosecha.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo aprobado de calabaza GM la actualidad, pero sí experimentación para conseguir calabaza resistente a virus (*Cucurbita pepo*). No es recomendable la introducción de variedades GM de *Cucurbita sp.*, teniendo en cuenta la facilidad del cruce de polen entre plantas de una misma variedad y entre variedades de una misma especie. Hay que tener en cuenta que el cultivo de las calabazas y calabacines es difuso en todo el territorio vasco, son muchas las personas que emplean variedades locales, guardando y sembrando su semilla y que se nombran las *Cucurbita sp.* en declaraciones de huertas libres de cultivos GM.

Nombre cultivo: Melón *Cucumis melo*

Origen geográfico: ¿Africa?

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 46

Distribución geográfica: zonas meridionales principalmente y en parcelas mayores.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: no

Variedades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: si

Tipo de polinización: Tiene flores femeninas y masculinas en la misma planta y puede autopolinizarse. No obstante, predomina la polinización cruzada.

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad o entre variedades de la misma especie. No se cruza con *Cucumis sativus* (pepino) o con *Citrullus lanatus* (watermelon).

Agentes de polinización: insectos, particularmente abejas

Características de las semillas: varía entre variedades, pero son relativamente pesadas, de 30 a 40 semillas por gramo.

Viabilidad de la semilla recogida: La semilla tiene que madurar en la planta antes de cosechar la fruta, aunque puede seguir madurando después de cosechar ésta. La mejor semilla proviene de fruta muy madura en la planta.

Dispersión de semillas por: zoogamia caso de dejar restos de fruta con semilla en el campo

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 5 – 10 años. En los siglos XVIII y XIX se sembraba semilla con entre 4 y 10 años con el argumento de que producían plantas que se extendieron menos y tenían fruta con un mejor olor.

Pervivencia de semillas en el suelo: rara

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 400-1000m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 100-500m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: Todos son factibles caso de iniciar el cultivo de melón GM. En la actualidad se cosecha a mano.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades GM aprobadas para su cultivo comercial en Europa. Hay investigación para conseguir melón resistente a virus y melón con maduración ralentizada. Debido a su polinización cruzada es poco aconsejable la introducción de variedades GM, particularmente teniendo en cuenta que hay personas que cultivan melón a partir de semilla guardada, aunque es para consumo familiar. Apenas genera problemas de planta adventicias, siendo muy rara la pervivencia de la semilla en el suelo.

Nombre cultivo: Pepino *Cucumis sativus*

Origen geográfico: India

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 12

Distribución geográfica: por toda la geografía en superficies pequeñas

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: Tiene flores femeninas y masculinas en la misma planta y puede autopolinizarse. No obstante, predomina la polinización cruzada.

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad o entre diferentes variedades de *Cucumis sativus*. No se cruza con el melón (*Cucumis melo*) ni con la sandía (*Citrullus lanatus*).

Agentes de polinización: insectos, principalmente abejas

Características de las semillas: relativamente pesadas, unas 40 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: la fruta tiene que madurar completamente en la planta antes de extraer la semilla (supone que esa fruta no es comestible)

Dispersión de semillas por: zoogamia caso de permanecer restos de pepino con semillas en el campo

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4-10 años o más

Pervivencia de semillas en el suelo: rara y, en todo caso en zonas y / o años cálidos

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 400-1000m según las condiciones físicas de cada región

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 100-500m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: Son factibles si se inicia el cultivo con variedades GM. La cosecha es, en la actualidad, no mecanizada.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo de variedades de pepino GM, aunque haya experimentación con, por ejemplo, la introducción del gen “Thaumatococcus” para conseguir un sabor más dulce. No se recomienda la introducción de variedades de pepino GM por varios motivos: la polinización cruzada entre plantas de una misma variedad y entre variedades diferentes de pepino, el empleo de variedades campesinas de pepino por personas que guardan semillas y el hecho de que diferentes personas hayan expresado el deseo de no emplear pepino GM en sus tierras en declaraciones de huertas libres de cultivos transgénicos.

4.4. FAMILIA GRAMINEAS

Las gramíneas de interés en la alimentación humana y ganadera vasca pueden dividirse en dos grupos:

- (a) Las gramíneas cultivadas en parcelas de labor (para alimentación humana o ganadera):

Avena	<i>Avena sativa</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>
Centeno	<i>Secale cereale</i>
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
Trigo	<i>Triticum</i> sp.
Triticale	x <i>Triticosecale</i>

Las gramíneas más importantes en cuanto a superficie de cultivo vasco son la cebada, el trigo, el maíz y la avena. El cultivo del centeno, sorgo y triticale, un híbrido entre el trigo (*T. aestivum* o *T. durum*) y el centeno (*Sacale cereale*), es menor.

- (b) especies sembradas en praderas o presentes de forma natural en zonas de pastoreo, para alimentación ganadera (denominadas especies “pratenses”)

Hay muchas gramíneas presentes en las praderas vascas, con una mejor o menor aptitud forrajera, siendo algunos ejemplos:

Nombre común	Nombre botánico	Aptitud Forrajera
Diente de perro	<i>Agropyron</i> sp.	Escasa
Agrostis blanca	<i>Agrostis alba</i>	Buena
Cola de zorro	<i>Alopecurus pratensis</i>	Buena
Fromental	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Buena
Briza	<i>Briza media</i>	Media
Bromo inerme	<i>Bromas intermis</i>	Buena
Gramma	<i>Cynodon dactylon</i>	Escasa
Dactilo	<i>Dactylis glomerata</i>	Buena cuando joven
Festuca alta	<i>Festuca arundinacea</i>	Buena cuando cultivada
Festuca de los prados	<i>Festuca pratensis</i>	Buena
Holco lanudo	<i>Holcus lanatus</i>	Media
Ray-grass italiano	<i>Lolium multiflorum</i>	Buena
Ray-grass ingles	<i>Lolium perenne</i>	Buena
Molinia azul	<i>Molinia caerulea</i>	Escasa
Nardo cervuno	<i>Nardus stricta</i>	Escasa
Fleo	<i>Phleum pratense</i>	Escasa
Poa de los prados	<i>Poa pratensis</i>	Buena

Se cultiva el ray grass (también conocido como el rye-grass o vallico) en parcelas de labor para verde, para su posterior ensilaje o para heno. Las demás gramíneas pratenses están normalmente presentes de manera natural.

Se pueden clasificar a las principales gramíneas cultivadas en tres grupos en cuanto a potenciales caminos de contaminación natural entre variedades GM y no GM.

- (a) el maíz: se considera de riesgo alto en cuanto a flujos genéticos entre variedades GM y no GM particularmente por su polen abundante, ligero y de relativamente larga longevidad que cruza fácilmente entre variedades diferentes de maíz. En cambio no pervive su semilla en el suelo y el maíz no tiene parientes silvestres en el entorno vasco.
- (b) la cebada, el trigo y la avena: estas gramíneas son, en cambio, autopolinizantes en general y aunque puede haber entre un 1 y 20% de polinización cruzada, el polen de estos cultivos es menos abundante, a la vez que no se tiene constancia de su dispersión a grandes distancias, a pesar de que su polen es más ligero que el del maíz. No obstante, la semilla de estos cultivos genera problemas de plantas voluntarias o adventicias al ser atractiva a las aves y pervivir en el suelo de 3 a 4 años o más. A su vez, la identificación de estas plantas voluntarias es más difícil que en el caso de muchos cultivos hortícolas. Aunque la cebada, el trigo y la avena tienen parientes silvestres en el entorno no hay constancia de hibridación entre variedades cultivadas y silvestres, excepto en el caso de la avena, aunque hay un escasez general de investigación en este campo.
- (c) el ray-grass: su polen cruza con otras variedades de ray-grass, sembradas o naturales y con otras especies de la familia de las gramíneas como las festucas (*Festuca sp*). Es anemófila y el viento dispersa su polen a largas distancias. La semilla del ray-grass pervive en el suelo y genera plantas adventicias, característica que sería claramente problemática caso de introducir variedades de ray-grass-GM.

Teniendo en cuenta estas características, no se recomienda la introducción de variedades de gramíneas GM en la agricultura vasca, conclusión que se reafirma si se tienen en cuenta los caminos artificiales de contaminación. Así, el riesgo de la contaminación artificial de las cosechas de las gramíneas cultivadas es alto desde el momento de su cosecha. La maquinaria empleada para la cosecha de la mayor parte del cereal o forraje de gramíneas cultivadas trabaja en más que una explotación y el propio Comité Científico sobre Plantas de la Comisión Europea (2001) reconoce que las semillas de trigo, cebada, avena, centeno y triticale pueden aparecer en pequeñas cuantías en las semillas de cualquier otro cereal gramíneo debido a que es muy difícil extraer la totalidad de sus granos de las cosechadoras y durante la preparación de lotes de semilla. Esto supone el riesgo de la presencia de restos de cultivos de gramíneas GM en cosechas no GM, tanto del mismo cultivo como de otros (de gramíneas cultivadas o de la colza, por ejemplo, que se cosecha en la misma época y con la misma maquinaria). Estos restos pueden estar presentes en la alimentación humana o ganadera y causar una merma en el precio de un producto no GM caso de haber análisis que demuestran la presencia de elementos GM. En todo caso, supondría un incumplimiento del Acuerdo del Gobierno Vasco para mantener cultivos destinados a alimentación humana y ganadera libres de organismos genéticamente modificados.

A la vez, hay un notable problema de vertido indeseado en la cosecha del cereal, por lo que aparecen plantas adventicias o voluntarias en márgenes de campo, zonas baldías o semi-naturales, etc. No obstante, en general, las plantas voluntarias de las gramíneas

cultivadas para su grano y analizadas aquí no son persistentes ni colonizadoras, con la excepción de la avena. En el caso del ray-grass, no se cosecha su semilla sino la planta para forraje (verde, seco, ensilado), pero ésta se realiza habitualmente con maquinaria que trabaja en más que una explotación.

El empleo de restos de las gramíneas cultivadas y/o segadas para cama de animales es otra vía de dispersión de información genética al haber un mayor o menor porcentaje de semillas presentes en la misma, una pequeña parte de las cuales suele retener su viabilidad.

En cuanto a las gramíneas presentes de forma natural en prados y pastizales, son varios y variables los caminos de contaminación que perjudicarían a las gramíneas empleadas para alimentación animal caso de introducir gramíneas GM en la agricultura vasca: hay gramíneas que se caracterizan por la polinización cruzada (por ejemplo, la grama *Cynodon dactylon* o la festuca alta *Festuca arundinacea*), las semillas de todas las gramíneas atraen a diferentes especies de pájaros y pueden ser trasladadas por éstos, a la vez que se incorporan con facilidad en el banco de semillas del suelo y sus plantas adventicias o voluntarias son duraderas e invasoras en los ambientes apropiados. Igualmente, la recogida de estas gramíneas para verde, seco o silo también puede implicar el traslado de sus semillas. Por último, señalar que algunas gramíneas presentes en los prados vascos tienen propiedades medicinales y se emplean en la alimentación humana (por ejemplo los brotes tiernos de la grama *Cynodon dactylon*).

Se concluye que es muy difícil conseguir una ausencia completa (0%) de elementos GM en los cultivos o prados naturales de las gramíneas no GM caso de permitir el cultivo simultáneo o en la misma rotación de cultivo de variedades GM para fines no alimentarios, particularmente si se tiene en cuenta la combinación de riesgos de las potenciales vías de contaminación natural y artificial. Teniendo en cuenta, además, que se emplean variedades locales de algunas de estas gramíneas, como el maíz y el trigo, a la vez que la avena, la cebada, el maíz y zonas de pasto con gramíneas están mencionadas específicamente en declaraciones de explotaciones libres de OGM, se recomienda revisar el Acuerdo del Gobierno Vasco de zona libre de cultivos GM para fines alimentarios para incluir a todos los cultivos de todas las gramíneas independientemente de su uso final alimentario o no alimentario.

Nombre cultivo: avena *Avena sativa*

Origen geográfico: Centro y Norte de Europa y Asia

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 14.739

Distribución geográfica: En Alava generalmente en parcelas grandes

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: Hay en bancos de germoplasma. Pendiente de nueva prospección.

Uso alimentario actual: humano y animal

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: autopolinizante en su mayor parte pero la polinización cruzada es posible

Polinización cruzada entre: en pequeños porcentajes entre variedades cultivadas de avena y entre éstas y la especie silvestre *Avena fatua* subsp. *sterilis*

Agentes de polinización: el viento

Características de las semillas: 30 semillas/gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la espiga pero puede terminar de secarse fuera de la espiga

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente por pájaros, pero también por adherirse al piel de animales silvestres o por anemogamia

Producción de semillas: se cultiva como anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4-15 años. A partir de cuatro años descende su poder de germinación

Pervivencia de semillas en el suelo: 3-4 años o más. Se ha recomendado dejar entre 2 y 3 años en rotaciones que incluyen avena GM y avena no GM.

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no se cultiva en parcelas pequeñas

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 0-2m

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Avena fatua* sp.

Caminos artificiales de contaminación: Caso de autorizar el cultivo de variedades GM de avena, es muy factible la contaminación artificial y, además, desde su propia cosecha ya que se suele recoger con maquinaria que se emplea en más que una finca y/o explotación y, a su vez, para cosechar otros cereales. Los restos del grano de la avena son difíciles de extraer de cosechadoras o de eliminar de semillas de otros cereales para la producción de semilla pura.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo aprobado con variedades GM de avena. Hay investigación en avena GM resistente a factores de estrés abiótico (como la tolerancia a sal) y para aumentar su contenido proteínico (introduciendo información genética de las habas y la cebada).

En cuanto a caminos naturales de traspaso de información genética, la incompatibilidad de variedades GM y no GM de avena se deriva principalmente por sus plantas adventicias, ya que la semilla pervive en el suelo, a la vez que es traslado fácilmente por pájaros. Las plantas no son fácilmente identificables si aparecen en otra parcela de avena. En cambio la avena se caracteriza por un bajo nivel de polinización cruzada y su polen tiene poca viabilidad (15-20 minutos o algo más con bajas temperaturas y tiempo húmedo).

Se guarda semilla de avena de al menos 4 variedades en explotaciones vascas y es un cultivo mencionado específicamente en declaraciones de explotaciones libres de transgénicos. Faltan nuevas prospecciones para saber si aún se emplean variedades campesinas.

La presencia de la avena silvestre (*Avena fatua* sp) representa un problema. Aunque se caracteriza por la autopolinización, puede cruzar con otras variedades de avena. Es muy propensa a la propagación y sus semillas pueden durar años en el suelo.

Por otro lado, el potencial de la contaminación de cultivos de avena no GM para fines alimentarios por variedades de avena GM se aumenta al considerar los caminos artificiales de contaminación.

Se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a cualquier cultivo de avena, sea para fines alimentarios o no.

Nombre cultivo: cebada *Hordeum vulgare*

Origen geográfico: Oriente próximo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 123.585

Distribución geográfica: hoy día se cultiva más en las zonas meridionales y de forma extensiva. (Hace pocos años era un cultivo mucho más extendido en Bizkaia y Gipuzkoa, aunque en parcelas pequeñas).

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: Hay en bancos de germoplasma. Pendiente de nueva prospección

Uso alimentario actual: humana y animal

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: si

Tipo de polinización: autopolinización (menos de un 1% de polinización cruzada y únicamente a corta distancia). El polen de la cebada es poco abundante y aunque es muy ligero (más ligero que el polen del maíz) no se ha observado a grandes distancias.

Polinización cruzada entre: cuando ocurre, que es raro, entre variedades cultivadas de cebada. No hay cruce natural con trigo o centeno, ni se conocen cruces con parientes silvestres, aunque se reclama una mayor investigación en este campo.

Agentes de polinización: viento

Características de las semillas: unos 25 granos por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la espiga pero puede terminar de secarse fuera de la espiga

Dispersión de semillas por: zoogamia (avifauna)

Producción de semillas: las variedades cultivadas son anuales

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4-15 años. A partir de cuatro años desciende su poder de germinación

Pervivencia de semillas en el suelo: sí, varios años.

Distancia recomendada para semilla pura:

*** gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no corresponde

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 1-60m (se cita 60m si se quiere garantizar una contaminación cero). Para semilla de base 200m

Parientes silvestres en el entorno: sí (p.e. *Hordeum secalinum*, *H. hystrix*, *H. bulbosum*, *H. nudosum*, *H. murinum*) pero no se han observado casos de hibridación entre ellas. Se pide mayor investigación.

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM de cebada, particularmente relacionados con restos en máquinas cosechadores, contenedores de transporte y almacenamiento. Actualmente la cosecha de gran parte de la cebada se realiza con maquinaria que recorre muchas explotaciones diferentes. Igualmente, la misma maquinaria cosecha diferentes cultivos de gramíneas e incluso colza (*Brassica napus oleifera*). Esto supone un riesgo si se inicia el cultivo de variedades GM ya que se reconoce que los restos de su grano son difíciles de extraer de cosechadoras o de eliminar de semillas de otros cereales para la producción de semilla pura. Se pueden observar plantas de cebada en márgenes de campos debido generalmente al vertido inadvertido de grano pero no son plantas persistentes ni invasoras.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de cebada GM en la actualidad. Se han realizado experimentos con la modificación genética de la cebada para producir variedades resistentes a enfermedades, virus u hongos, para conseguir cambios en el contenido del almidón o para mejorar el resultado de la fabricación de la cerveza. Teniendo en cuenta únicamente los caminos naturales de contaminación, hay fuentes que le define como un cultivo de bajo riesgo de flujos de información genética entre diferentes cultivos de variedades GM y no GM de cebada o entre variedades cultivadas y parientes silvestres ya que hay menos que un 1% de cruce de polen, hay poco polen y no se traslada a grandes distancias. No obstante, puede persistir su semilla en el suelo generando problemas de plantas voluntarias y se ha observado la presencia de plantas adventicias de cebada GM en parcelas experimentales (Eastham & Sweet, 2002), por lo que no se deben cultivar variedades GM y no GM en una misma rotación, ya que esto supondría una contaminación de fuentes de cebada no GM, y la potencial contaminación, por tanto, de cebada destinada a alimentación humana y ganadera. Aún más precaución hace falta caso de considerar la producción de semilla de cebada, algo que es una realidad en la agricultura vasca, donde se produce semilla de al menos 8 variedades de cebada. Harían falta nuevas prospecciones para conocer el uso hoy día de variedades campesinas. A su vez, la cebada es uno de los 72 cultivos mencionados de forma específica en declaraciones de explotaciones agrarias vascas libres de transgénicos.

Si se tienen en cuenta los potenciales caminos de contaminación artificial, aumenta sustancialmente el riesgo de contaminación de semillas y cosechas de cebada, por lo que se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco de 2007 para incluir todos los cultivos de cebada, sean o no para fines alimentarios.

Nombre cultivo: maíz *Zea mays* L.

Origen geográfico: América

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 17.495 (grano y forraje)

Distribución geográfica: parcelas diseminadas y pequeñas en la zona atlántica y de mayor superficie en las zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: bueno en cuanto a polen. Problemas con el empleo de insecticidas

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: cruzada. Puede haber hasta un 5% de autopolinización. El maíz produce abundante polen, más que tres millones de granos de polen por planta.

Polinización cruzada entre: variedades diferentes de maíz.

Agentes de polinización: primordialmente el viento, aunque el polen es relativamente pesado en comparación con otras plantas anemófilas (de 2 a 5 veces más pesado). El polen del maíz puede viajar más de 2 kilómetros en dos minutos en vientos altos (Brittan, 2006). Los insectos también polinizan el maíz, pero en mucho menor medida

Características de las semillas: pesadas (únicamente de 3 a 8 por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: la semilla tiene que madurar en la planta aunque el secado final puede hacerse una vez cosechada

Dispersión de semillas por: el riesgo de dispersión por caer la semilla madura es baja ya que las semillas se mantienen en la mazorca tras madurar. Puede haber dispersión por zoogamia (aves)

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2 años variedades de maíz dulce, 3-10 años otras variedades

Pervivencia de semillas en el suelo: muy rara y como mucho un año. En climas fríos la posibilidad es muy remota.

Distancia recomendada para semilla pura: hay observaciones de polen transportado por el viento hasta una distancia de 10 kilómetros. No obstante, el 75% del polen del

maíz normalmente cae en los primeros metros. Las variaciones dependen mucho de factores externos como el viento.

*** gestión local quizá con otras medidas paralelas: 500m**

*** producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** diferentes fuentes citan de 100 a 500m, de 600 a 800m y de 1 a 3 km

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: Todos son factibles, particularmente aquellos relacionados con la presencia de restos de cosechas de maíz GM en cosechadoras, vehículos de transporte y almacenes. Estas vías artificiales de contaminación están documentadas (Soil Association, 2002). Los costes implícitos en la limpieza de estos puntos de potencial contaminación han sido estudiados en los países productores de cultivos GM. Estudios realizados por el Joint Research Centre de la Comisión Europea también reconocen el riesgo de las cosechadoras para la contaminación artificial (Messean, A. *et al.*, 2006). De todos modos, se complican los caminos de contaminación artificial al haber ya lotes de semilla de maíz no GM contaminadas con semilla GM que entra descontroladamente en la cadena agro-alimentaria.

COMENTARIOS FINALES: Desde finales de los 90 se han aprobado unas 40 variedades maíz GM para su cultivo en el Estado español. Algunas han sido retiradas del mercado (del evento Bt176) y otras están en fase de reevaluación (MON810). Todas son variedades con resistencia a insectos (incorporan información genética de la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis* que influye en el ciclo vital de determinados insectos, incluyendo el taladro o barrenador de maíz *Ostrinia nubilalis*). También hay experimentos con maíz modificado genéticamente para cambiar su contenido de almidón y proteínico, para farmacultivo, para resistencia a herbicidas y para esterilidad masculina. El maíz es el único cultivo GM que se ha sembrado a propósito en explotaciones agrarias vascas (en Nafarroa) y se han documentado casos de contaminación. (Igualmente, hay casos de pérdida de valor de una cosecha de maíz no GM por su contaminación con maíz GM en Aragón, por ejemplo y amplia documentación de la contaminación transgénica generalizada del sector de maíz en los EEUU).

El principal camino natural de flujo genético en el cultivo del maíz es mediante la polinización cruzada. Se estima que cada planta de maíz produce más de 3 millones de granos de polen (y hasta 25 millones), que pueden ser viables entre 24 y 72 horas. La viabilidad del polen se reduce a varias horas con temperaturas altas y tiempo excepcionalmente seco o se alarga hasta 9 días en condiciones más húmedas y templadas. La distancia a la que viaja el polen depende del tiempo también, particularmente de la fuerza del viento y la presencia o ausencia de lluvia, pero se ha demostrado que el flujo del polen y la polinización cruzada también dependen del tamaño de las parcelas cultivadas aunque no de una forma lineal. Cabe destacar que Eastham & Sweet (2002) comentan que los niveles de polinización cruzada observada en diversos estudios entre diferentes variedades de maíz a distancias de hasta 800m indican que es posible que polen de variedades GM de maíz cruzaría con plantas de maíz no GM más allá de las distancias de aislamiento normalmente recomendadas y que el polen puede viajar incluso hasta mayores distancias y seguir siendo viable.

Es importante tener este dato en cuenta ya que son muy diversos y muy extendidos los usos alimentarios actuales del maíz: forraje para ganado, maíz dulce para consumo directo, maíz incorporado de una forma u otra en miles de alimentos humanos, etc. Igualmente hay preocupación por la apariencia de polen de maíz GM en miel.

Igualmente, hay que subrayar que se guardan semillas de diferentes variedades campesinas de maíz en huertas y explotaciones agrarias vascas, la vez que la producción a mayor escala de semilla de maíz y es una oportunidad económica de producción agrícola que se tendría que contemplar.

Aunque el maíz es problemático desde el punto de vista de la polinización cruzada, no lo es como planta voluntaria. El maíz no se establece como planta asilvestrada: no se reproduce adecuadamente para mantenerse en ambientes naturales (no cultivados) y no es invasora de habitats naturales. No hay evidencia alguna de la generación de híbridos naturales entre maíz y cualquier especie florística silvestre en Europa.

El maíz es uno de los cultivos para el que urge abrir un debate acerca de su futuro teniendo en cuenta la clara incompatibilidad de cultivos GM y no GM, ya que hoy día tiene numerosos usos alimentarios pero hay propuestas para el cultivo masivo de maíz GM (y/o emplear cultivo convencional) para agrocombustible, concretamente etanol.

Se recomienda una urgente aclaración de las instituciones públicas en torno a este punto y la ampliación del Acuerdo del Gobierno Vasco para evitar el cultivo de variedades GM de maíz, aunque fuese para fines no alimentarios.

Nombre cultivo: rye-grass / ray-grass *Lolium sp.* (*Lolium perenne* y *Lolium multiflorum*)

Origen geográfico: Europa, norte de Africa y zonas templadas de Asia

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 1360 (más presencia en zonas de pastoreo)

Distribución geográfica: difusa en todo el territorio, particularmente las zonas templadas

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: ganadero

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no siempre

Tipo de polinización: cruzada

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad, entre diferentes variedades y con otras especies de la familia gramínea, por ejemplo con *Festuca sp.*

Agentes de polinización: anemófila

Características de las semillas: ligeras, entre 440 y 550 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la espiga pero puede terminar de secarse fuera de la espiga

Dispersión de semillas por: zoogamia, particularmente avifauna

Producción de semillas: anual o perenne según condiciones ambientales y manejo

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4-15 años. A partir de cuatro años desciende su poder de germinación.

Pervivencia el suelo de semillas: sí, se recomienda dejar 1 y 3 años entre cultivos de ray-grass en una misma rotación

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no pertinente

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 50-200m (se ha localizado polen a 1300m de parcelas de ensayos)

Parientes silvestres en el entorno: sí *Lolium spp.* y otras gramíneas (ver abajo)

Caminos artificiales de contaminación: todos son factibles caso de iniciar el cultivo de variedades de ray-grass GM.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades GM de ray-grass aprobadas para su cultivo comercial en la Unión Europea. Hay experimentación para obtener ray-grass genéticamente modificado para ser anti-alergénico y también para modificar genéticamente el hongo *Neotyphodium sp* que tiene una relación simbiótica con el ray-grass (dicho hongo protege al ray-grass de predadores animales mediante la producción de alcaloides, pero, evidentemente, genera problemas para el ganado). Se denuncia con frecuencia la falta de suficiente información acerca de posibles caminos de contaminación entre variedades GM y parientes silvestres o la pervivencia de sus semillas en el suelo (ver, por ejemplo, Gurian & Jenkins, 2002).

No se recomienda la introducción de ray-grass genéticamente modificada en la agricultura vasca teniendo en cuenta las características de esta especie: la polinización cruzada con otras variedades de *Lolium sp*, pero también con otras gramíneas (por ejemplo *Festuca sp.*), semillas apetecibles a determinada avifauna lo cual favorece la dispersión de su semillas, la capacidad de la semilla a pervivir en el suelo, el ser una especie colonizadora en determinados ambientes y el frecuente empleo de maquinaria compartida en la cosecha del ray-grass tanto para heno como para silo.

Nombre cultivo: trigo *Triticum sp.* (*T.aestivum/vulgare*; *T.durum*; *T.monococcum*)

Origen geográfico: Oriente próximo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 96.995

Distribución geográfica: Atlántica y Mediterránea, con cultivo extensivo particularmente en zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y ganado

Aprovechamiento apícola: nulo (no tiene néctar y tiene pocas cuantías de polen), aunque en determinadas condiciones se pueden aprovechar los azúcares secretados por los tallos del trigo cosechado

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: autopolinización, con un 2 a 10% de polinización cruzada. El polen es relativamente pesado, poco abundante y de viabilidad limitada (no es longevo), a veces siendo viable durante únicamente varios minutos.

Polinización cruzada entre: plantas de diferentes variedades de trigo. No hay cruce natural con cebada o centeno u otros cultivos europeos. Se han observado cruces entre variedades cultivadas y parientes silvestres pero no en nuestra región geográfica.

Agentes de polinización: el viento (anemófilo)

Características de las semillas: 30-55 granos por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la planta pero puede secar más fuera de la espiga

Dispersión de semillas por: Zoogamia (Atrae a aves y roedores). Su dispersión por el viento o por caer de la espiga al madurarse es rara en variedades cultivadas ya que la domesticación del trigo alteró determinadas características de la planta y hoy día la espiga retiene a las semillas (el grano).

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4-15 años. A partir de cuatro años desciende su poder de germinación

Pervivencia de semillas en el suelo: sí (muchos años en capas profundas sin luz ni oxígeno). Se suele recomendar dejar de cultivar un año en rotaciones y se ha recomendado dejar de 2 a 3 años entre cultivos consecutivos de trigo GM y no GM.

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no pertinente

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** trigo híbrido 100-200m

Parientes silvestres en el entorno: sí, pero si se produce alguna polinización cruzada los híbridos suelen ser estériles.

Caminos artificiales de contaminación: Todos son factibles caso de aprobar el cultivo de trigo GM. Se observan plantas de trigo en lugares no cultivados como los márgenes de campos o bordes de caminos, debido a vertidos indebidos durante la siembra, la cosecha y el transporte de la cosecha. No obstante, estas plantas no suelen persistir ni colonizar zonas no cultivadas. El riesgo de contaminación GM de cosechas y posteriores productos alimentarios no GM puede derivarse del empleo de cosechadoras que trabajan en más que una explotación y con diferentes gramíneas. Los restos de su grano son difíciles de extraer de cosechadoras o de eliminar de semillas de otros cereales para la producción de semilla. Se cosecha el trigo de esta manera hoy día en explotaciones vascas.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades de trigo GM aprobadas para su cultivo comercial. Hay investigación en la modificación genética del trigo para tolerancia a herbicidas, resistencias a enfermedades generados por hongos y a insectos (particularmente áfidos), cambios en características relacionados con rendimiento (por ejemplo, buscando mejoras en la eficacia del fotosíntesis), tolerancia a factores de estrés abiótico (sal), para aumentar su contenido proteínico y para modificar la calidad del grano, por ejemplo de cara al horneado de la harina.

Se ha definido a este cultivo como de bajo riesgo de flujo genético aunque se reconoce que puede ocurrir, por lo que el cultivo simultáneo de parcelas de trigo GM y no GM y, particularmente el cultivo de variedades GM y no GM en la misma rotación es desaconsejable en un territorio en que se quiere garantizar la producción de alimentos humanos y ganaderos libres de transgénicos.

Así, el trigo se autopoliniza y aunque puede haber un bajo nivel de polinización cruzada, el trigo produce poco polen, a la vez que éste es relativamente pesado y de viabilidad limitada, por lo que no hay observaciones de polen transportados a largas distancias. Igualmente no se conocen cruces entre trigo y otros cereales importantes en la agricultura vasca como la cebada.

Los principales caminos de flujo de información genética son, por tanto, el 2 a 10% de polinización cruzada que puede ocurrir entre cultivos de trigo GM y no GM, la capacidad que tiene la semilla del trigo de pervivir en el suelo por lo que pueden aparecer plantas voluntarias en cultivos posteriores en una misma parcela y los caminos artificiales de contaminación, particularmente teniendo en cuenta el empleo de maquinaria en la cosecha que recoge diferentes explotaciones agrarias.

Teniendo en cuenta, además, que se guarda semilla de al menos 11 variedades de trigo en explotaciones vascas, a la vez que se menciona específicamente el trigo en el registro de explotaciones agrarias vascas declaradas libres de transgénicos, se recomienda

ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a cualquier cultivo de trigo, sea para fines alimentarios o no, para garantizar el carácter no GM de todos.

Ficha general para gramíneas pratenses

Nombres: (ver ejemplos arriba, página 53)

Origen geográfico: Todas las mencionadas están presentes de forma natural en Europa

Distribución geográfica y superficie actual (Hegoalde) ha: hay miles de hectáreas de prados, praderas y pastizales, diseminadas en toda la geografía vasca, habiendo una presencia menor o mayor de diferentes gramíneas según las condiciones físicas y el modelo de pastoreo o de producción de alimento ganadero.

Nombradas en declaraciones de explotaciones libres de GM: hay parcelas de producción de gramíneas pratenses declaradas libres

Variedades campesinas identificadas: no pertinente

Uso alimentario actual: ganadero

Aprovechamiento apícola: muy escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: según el tipo de aprovechamiento contemplado

Tipo de polinización: hay especies y variedades caracterizadas por la polinización cruzada y otras que se autopolinizan

Polinización cruzada entre: variedades y entre algunas especies (por ejemplo entre *Lolium sp.* y *Festuca sp.*). Hay peticiones de mayor investigación en este campo, especialmente teniendo en cuenta el desarrollo de variedades de gramíneas GM.

Agentes de polinización: principalmente anemófilo

Características de las semillas: ligeras (varios cientos por gramo como media)

Viabilidad de la semilla recogida: no se suele recoger ya que se dejan los prados autoresembrarse. En todo caso, la semilla se madura en la planta

Dispersión de semillas por: zoogamia, especialmente avifauna

Producción de semillas: algunas anuales, algunas perennes

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4 años o más.

Pervivencia de semillas en el suelo: varios años. Se recomienda dejar 5 años entre cultivos de gramíneas en la misma rotación.

Distancia recomendada para semilla pura:

*** gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no pertinente

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 50-300m gramíneas de polinización cruzada; 5-30m gramíneas autopolinizantes

Parientes silvestres en el entorno: son silvestres y hay muchos parientes silvestres en el entorno de las zonas de prados o pastoreo.

Caminos artificiales de contaminación: factible cuando se cosecha cualquier parcela de gramíneas pratenses para verde, heno o silo y/o se emplea restos para cama de ganado.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades GM de gramíneas pratenses aprobadas para su cultivo en la Unión Europea. Hay investigación en la modificación genética de especies como agrostis estolonífera (*Agrostis stolonifera*) para tolerancia a herbicidas y en grama (*Cynodon dactylon* L.) y bromo (*Bromus racemosus* L.) para influir en su digestibilidad. La investigación en las gramíneas pratenses cubre potenciales usos no agrarios como por ejemplo, su empleo en céspedes y campos de golf.

No se recomienda la introducción de gramíneas pratenses en la agricultura vasca ni para otros fines como los recreativos. Está ampliamente documentada y hay mucha experiencia empírica acerca de la presencia de gramíneas pratenses, cultivadas o no, en tierras labradas. Esto se debe tanto a la dispersión natural de semillas como a la pervivencia de la semilla en el suelo hasta unos 6 años. Algunas gramíneas también se caracterizan por la polinización cruzada. Por último es importante tener en cuenta la mención específica de los prados en declaraciones de explotaciones agro-pecuarias vascas como libres de transgénicos.

4.5. FAMILIA LEGUMINOSAS

Las especies de las leguminosas de interés en la alimentación humana y ganadera vasca pueden dividirse en dos grupos:

(a) especies cultivadas en parcelas de labor (para alimentación humana o ganadera):

Alubia	<i>Phaseolus vulgaris</i> sp.
Guisante	<i>Pisum sativum</i>
Haba	<i>Vicia faba</i>
Judía verde	<i>Phaseolus vulgaris</i> sp.
Soja	<i>Glycine max</i>

(b) especies sembradas en parcelas de labor o en praderas o presentes de forma natural en zonas de pastoreo, para alimentación ganadera (denominadas especies pratenses)

Hay muchas especies (de muchos géneros) de leguminosas presentes, con mayor o menor aptitud forrajera, siendo ejemplos:

Nombre común	Nombre Botánico	Aptitud Forrajera	Aptitud melífera
Arveja de los prados	<i>Lathyrus pratensis</i>	buena	poca
Cuernecillo	<i>Lotus corniculatus</i>	buena	¿?
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	buena	buena
Meliloto	<i>Melilotus</i> sp.	buena	buena
Esparceto/pipirigallo	<i>Onobrychis</i> sp.	buena	buena
Gatuña	<i>Ononis</i> sp.	escasa	¿?
Trébol	<i>Trifolium</i> sp.	buena	buena
Veza	<i>Vicia</i> sp.	buena	buena

Se presentan a continuación fichas para 6 cultivos de leguminosas: alfalfa, alubia, guisante, haba, judía verde y soja. Los primeros cinco se caracterizan por su cultivarse en parcelas muy diseminadas en toda la geografía vasca, en algunos casos en parcelas grandes, en otros casos en pequeños lotes. La soja, en cambio, se cultiva en superficies muy reducidas y puntuales y se analiza aquí principalmente por el interés que existe en promover su cultivo en mayores superficies en Europa.

No se presentan fichas específicas para las leguminosas pratenses con la excepción de la alfalfa, aunque se cultivan algunas como las vezas (*Vicia* sp.) en parcelas de labor. Sería de interés profundizar en sus características de cara a futuras propuestas de desarrollo de variedades GM y así poder completar el presente estudio.

Se pueden dividir a los cultivos de leguminosas aquí analizados (alfalfa, alubia, guisante, haba, judía verde y soja), en dos grupos en cuanto a caminos de transferencia natural de información genética relacionados con la polinización:

(a) aquellos que se caracterizan por la autopolinización: la alubia, el guisante, el haba, la judía verde y la soja.

(b) Aquel que se caracteriza por la polinización cruzada: la alfalfa

No obstante, en todos los casos del primer grupo, también existe un determinado nivel de polinización cruzada, desde menos del 1% en el caso de la alubia, el guisante y la judía verde, entre un 2 y 5% en la soja y entre un 4 y un 84% en el haba. El grado de polinización cruzada depende del tipo de flor, la presencia o no de abejas y otros insectos polinizadores, la abundancia de otras fuentes de polen, etc. La alfalfa se caracteriza por la polinización cruzada entre plantas de una misma variedad, entre diferentes variedades cultivadas y con sus parientes silvestres. En todo caso, evitar el riesgo de la contaminación transgénica por polinización cruzada en estos cultivos de leguminosas supone evitar la introducción y el cultivo de cualquier variedad GM de los mismos, a efectos de alimentación tanto humana como ganadera libre de elementos GM.

En cuanto a la dispersión de sus semillas, ésta se produce por la apertura violenta de la vaina ya seca cuando hace calor. Las semillas también pueden ser trasladadas por zoogamia (roedores, por ejemplo). No obstante, las semillas suelen pudrirse en el suelo y es prácticamente nula la aparición, persistencia e invasión de plantas voluntarias por vías naturales, habiendo ocasionalmente plantas voluntarias pero únicamente en el primer año después de su incorporación a la tierra y cuando las condiciones ambientales son favorables. Sería de interés ampliar la información sobre estas dos cuestiones para completar el presente estudio.

Por su parte, la alfalfa es muy apreciada como fuente de miel (como también lo son otras variedades de leguminosas pratenses como el trébol), por lo que sería de aún mayor interés evitar flujos de polen GM. A su vez, hay variedades campesinas de todos estos cultivos menos la soja y se mencionan específicamente cuatro en declaraciones de explotaciones o huertas libres de transgénicos.

Por último señalar que las cosechas en grandes superficies de todos estos cultivos se realizan con maquinaria que visita más de una explotación por lo que los potenciales caminos artificiales de contaminación son presentes desde la propia cosecha.

Por todos estos motivos debe evitarse la introducción de variedades GM de leguminosas aunque fuesen cultivadas para fines no alimentarios.

Nombre cultivo: Alfalfa *Medicago sativa*

Origen geográfico: Oriente próximo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 9697

Distribución geográfica: por toda la geografía, en extensivo en algunas zonas, sobre todo zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: no

Varietades campesinas identificadas: si

Uso alimentario actual: ganadero

Aprovechamiento apícola: muy bueno

El cultivo florece antes de su cosecha: a veces se recoge antes, pero muchas veces después de florecer

Tipo de polinización: cruzada

Polinización cruzada entre: otras plantas y variedades de alfalfa

Agentes de polinización: insectos, especialmente abejas

Características de las semillas: ligeras, 480 semillas/gramo

Viabilidad de la semilla recogida:

Dispersión de semillas por: por la apertura violenta de la vaina ya seca cuando hace calor y por zoogamia

Producción de semillas: perenne

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas:

Pervivencia de semillas en el suelo: se aconseja dejar 3 años entre cultivos de alfalfa de la misma rotación y 5 años entre cultivo GM y no GM

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no pertinente

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 50-200m

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Medicago sativa*

Caminos artificiales de contaminación: Factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM y desde el momento de la propia cosecha teniendo en cuenta que la recogida es con maquinaria que cosecha en más de una finca y explotación.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades de alfalfa GM aprobadas para su cultivo en Europa, pero sí experimentación con la modificación genética de la alfalfa para lograr variedades tolerantes a herbicidas y para mejorar su digestibilidad.

En el contexto del presente estudio, caso de introducir variedades GM en la agricultura vasca, los mayores riesgos para la contaminación de cultivos de alfalfa no GM y destinados a alimentos humanos y ganaderos son, por un lado, la polinización cruzada que permitiría la transferencia de información transgénica entre diferentes variedades cultivadas de alfalfa y entre éstas y su pariente silvestre (*Medicago sativa*) y, por otro lado, los caminos artificiales de contaminación desde la propia cosecha del cultivo. La alfalfa puede aparecer y permanecer como planta voluntaria en prados y parcelas de labor. Es de subrayar que hay personas que guardan semilla de alfalfa, a la vez que las parcelas de alfalfa tienen un gran interés para la producción de miel.

Por estos motivos, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para cubrir cualquier cultivo de alfalfa, sea o no para fines alimentarios.

Nombre cultivo: Alubia *Phaseolus vulgaris* sp.

Origen geográfico: América central y sur

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 110

Distribución geográfica: Atlántica y Mediterránea, con cultivo difuso en pequeñas parcelas y también en algunas parcelas mas grandes en zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y en algunos caseríos se dan los restos de la planta y, tras extraer las alubias, las vainas (o corronchas) secas a gallinas y cerdos

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: la alubia es autógama y la mayor parte de su autopolinización ocurre antes ni siquiera de abrirse su flor, pero puede necesitar del viento y la visita de insectos para sacudir la flor y la planta y así lograr que el polen se desplace dentro de la flor. La forma de la flor hace prácticamente imposible el acceso de insectos polinizadores, pero ocasionalmente ocurre y por tanto también hay un cierto nivel de polinización cruzada.

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad o plantas de otras variedades

Agentes de polinización: viento e insectos

Características de las semillas: varía según la variedad, pero son pesadas, desde 1 a 6 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la planta, pero puede cosecharse para terminar de secarse la vaina y la semilla.

Dispersión de semillas por: apertura violenta de la vaina una vez seca y cuando hace calor, también por zoogamia

Producción de semillas: anual y perenne

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3 – 8 años, pierde rápidamente su poder de germinación

Pervivencia de semillas en el suelo: rara, en todo caso un año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 3 -30 metros

*** producción a gran escala sin otras medidas paralelas: 10-50m**

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: caso de iniciar el cultivo de variedades GM de alubia, la contaminación de semillas, cultivos y cosechas de variedades GM será factible a lo largo de la cadena agro-alimentaria. Actualmente la cosecha de la alubia en cultivo extensivo se realiza con maquinaria que recolecta en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de alubia GM. El cultivo de la alubia se caracteriza por un riesgo menor de flujo de información transgénica por caminos naturales teniendo en cuenta el muy bajo nivel de polinización cruzada y la poca pervivencia de la semilla de forma viable en el suelo (en todo caso a veces germina a poco de caer de la vaina y en años húmedos llega a germinarse en la propia planta, pero la planta muere en las primeras heladas). No tiene parientes silvestres con que cruzarse.

No obstante, el riesgo de polinización cruzada no es cero y todos los caminos de contaminación artificial son factibles caso de introducir variedades de alubia GM en la agricultura vasca, particularmente teniendo en cuenta la mecanización de la cosecha de alubia en extensivo con maquinaria que recolecta en más de una explotación. Además, numerosas personas siembran y guardan semilla de variedades campesinas de alubia* en la agricultura vasca, a la vez que es uno de los 72 cultivos mencionados específicamente en las declaraciones de explotaciones agrarias y huertas vascas libres de transgénicos.

Por estos motivos, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para cubrir cualquier cultivo de alubia, sea o no para fines alimentarios.

* La riqueza de las variedades campesinas de alubia (y judía verde) lo confirman los siguientes datos: el género *Phaseolus* lo constituyen 55 especies conocidas pero únicamente 5 de éstas han sido domesticadas. Tanto las judías verdes como las alubias son variedades de la especie domesticada *Phaseolus vulgaris*, habiendo más de 14000 variedades cultivadas de *P. vulgaris* recogidas en inventarios de la diversidad de dicha especie a nivel internacional. Se emplean numerosas variedades locales de *P. vulgaris* en la agricultura vasca.

Nombre cultivo: Guisante *Pisum sativum*

Origen geográfico: Este del Mediterráneo y Oriente Próximo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 8441

Distribución geográfica: Atlántica y Mediterránea, diseminada y con parcelas extensivas en las zonas meridionales.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: autopolinización, normalmente antes de abrir la flora por lo que muy raramente se cruza el polen, aunque puede ocurrir (hasta un 1% de polinización).

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad o entre otras variedades de guisante

Agentes de polinización: insectos, especialmente abejas

Características de las semillas: pesadas, 5-20 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tienen que madurar en la planta, pero si el tiempo es húmedo se puede terminar de secar en la planta ya recogida y guardada en un lugar seco y ventilado.

Dispersión de semillas por: apertura violenta de la vaina una vez seca y cuando hace calor, también por zoogamia

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3 – 8 años

Pervivencia de semillas en el suelo: se pudre rápidamente y no suele durar un año. Aún así algunas fuentes recomiendan dejar 2 años entre cultivos de guisante

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** separar por fila de cultivo de planta alta o dejar hasta 15 metros entre variedades

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 2-100m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: caso de iniciar el cultivo de variedades GM de guisante, la contaminación de semillas, cultivos y cosechas de variedades GM será factible a lo largo de la cadena agro-alimentaria. Actualmente la cosecha del guisante en cultivo extensivo se realiza con maquinaria que recolecta en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: El guisante con el haba son los cultivos con restos arqueológicos más viejos encontrados hasta la fecha, con evidencia de su cultivo desde al menos 7800 AC. Actualmente no hay cultivo autorizado de guisante GM, pero si experimentación con la modificación genética para introducir al guisante resistencia a la gorgoja *Bruchus pisorum* (empleando inhibidores alpha-amylase de *Phaseolus vulgaris*).

El cultivo del guisante se caracteriza por un riesgo menor de flujo de información transgénica por caminos naturales teniendo en cuenta el muy bajo nivel de polinización cruzada y la poca pervivencia de la semilla de forma viable en el suelo. No tiene parientes silvestres con que cruzarse.

No obstante, el riesgo de polinización cruzada no es cero y todos los caminos de contaminación artificial son factibles caso de introducir variedades de guisante GM en la agricultura vasca, particularmente teniendo en cuenta la mecanización de la cosecha del guisante en extensivo con maquinaria que recolecta en más de una explotación. Además, se siembran y guardan semillas de variedades y campesinas de guisante en huertas vascas y hay producción de semilla en algunas explotaciones agrícolas más grandes aunque no de variedades campesinas. A la vez, el guisante es uno de los 72 cultivos mencionados específicamente en las declaraciones de explotaciones agrarias y huertas vascas libres de transgénicos.

Por estos motivos, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para cubrir cualquier cultivo de guisante, sea o no para fines alimentarios.

Nombre cultivo: Haba *Vicia faba*

Origen geográfico: Mediterráneo o Oriente Próximo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 874

Distribución geográfica: Atlántica y mediterránea, diseminada, con cultivo extensivo en zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: la flor de las habas se autopoliniza pero también ocurre con mucha frecuencia la polinización cruzada (entre un 4 y un 84%).

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y entre distintas variedades

Agentes de polinización: insectos, particularmente abejas

Características de las semillas: muy variables en tamaño, forma y color. Semillas pesadas con 1 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: deben madurar en la planta, pero se puede terminar de secar la vaina recogiendo toda la planta y dejándola en un lugar seco y ventilado.

Dispersión de semillas por: zoogamia

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 4 – 10 años

Pervivencia de semillas en el suelo: se recomienda dejar 2 años entre cultivos y 3 entre cultivos GM y no GM

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 500 a 1000 metros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 50-200m

Parientes silvestres en el entorno: no (hay otras especies de *Vicia*)

Caminos artificiales de contaminación: caso de iniciar el cultivo de variedades GM de haba, la contaminación de semillas, cultivos y cosechas de variedades GM será factible a lo largo de la cadena agro-alimentaria. Actualmente la cosecha del haba en cultivo extensivo se realiza con maquinaria que recoge en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de haba GM. El haba es un cultivo con mayor riesgo de transferencia de información genética que la alubia y la judía verde. Así, aunque el haba se autopoliniza, también puede haber hasta un 84% de polinización cruzada entre diferentes plantas y variedades de haba. Hoy día se siembran, cultivan y guardan semilla de variedades híbridas y campesinas de habas en explotaciones agrarias y huertas vascas, a la vez que se menciona este cultivo en declaraciones de explotaciones agrarias vascas libres de transgénicos. A estos datos hay que añadir el potencial de contaminación por caminos artificiales caso de introducir variedades de haba GM en la agricultura vasca. Por tanto se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para cubrir cualquier cultivo de haba, sea o no para fines alimentarios.

Nombre cultivo: judía verde *Phaseolus vulgaris*

Origen geográfico: Centro y sur de América

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 945

Distribución geográfica: atlántica y mediterránea, diseminada en toda la geografía en pequeñas parcelas y cultivo más extensivo en zonas más meridionales.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: autopolinización, la polinización cruzada ocurre muy raramente, menos incluso que en el caso de la alubia

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y plantas de otras variedades

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: pesadas, de 5 a 10 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: si el tiempo es húmedo se pueden cosechar las vainas una vez que se ponen amarillas para dejarlas secar un lugar seco y ventilado.

Dispersión de semillas por: apertura violenta de la vaina una vez seca y cuando hace calor, también por zoogamia

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3 años

Pervivencia de semillas en el suelo: muy rara y en todo caso un año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 2 metros, especialmente las variedades trepadoras

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 10-50m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: caso de iniciar el cultivo de variedades GM de judía verde, la contaminación de semillas, cultivos y cosechas de variedades GM será factible a lo largo de la cadena agro-alimentaria. Actualmente la cosecha de la judía verde en cultivo extensivo se realiza con maquinaria que recolecta en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: Actualmente no hay cultivo autorizado de judía verde GM. El cultivo de la judía verde se caracteriza por un riesgo menor de flujo de información transgénica por caminos naturales teniendo en cuenta el muy bajo nivel de polinización cruzada y la poca pervivencia de la semilla de forma viable en el suelo (en todo caso a veces germina a poco de caer de la vaina pero la planta muere en las primeras heladas). No tiene parientes silvestres con que cruzarse.

No obstante, el riesgo de polinización cruzada no es cero y todos los caminos de contaminación artificial son factibles caso de introducir variedades de judía verde GM en la agricultura vasca, particularmente teniendo en cuenta la mecanización de su cosecha de cultivo en extensivo con maquinaria que recolecta en más de una explotación. Además, numerosas personas siembran y guardan semilla de variedades campesinas de judía verde en la agricultura vasca, a la vez que es uno de los 72 cultivos mencionados específicamente en las declaraciones de explotaciones agrarias y huertas vascas libres de transgénicos.

Por estos motivos, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para cubrir cualquier cultivo de judía verde, sea o no para fines alimentarios.

Nombre cultivo: soja *Glycine max*

Origen geográfico: Oriente lejano

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: menos que 10

Distribución geográfica: se cultiva en muy pequeñas superficies para consumo propio y en la zona mediterránea alguna parcela más extensa y con fines experimentales de parte de la propia persona agricultora.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: no

Variedades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: la flor se autopoliniza antes de abrirse. Puede haber entre un 2 y 5% de polinización cruzada en algunas variedades.

Polinización cruzada entre: entre plantas y variedades

Agentes de polinización: insectos especialmente Hymenóptera

Características de las semillas: pesadas, 5-10 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurarse en la planta, pero pueden terminar de secarse una vez cosechadas

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: anual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3 años

Pervivencia de semillas en el suelo: muy rara y nunca más de un año si ocurre

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 30 metros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** la USDA aconseja 0m, pero otras fuentes sugieren 10m entre cultivos GM y no GM (Abud, 2007).

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: Factibles caso de iniciar el cultivo de soja GM. Hay casos documentados de contaminación del cultivo en la cosecha, el transporte y el almacenamiento (Soil Association, 2002), lo cual implica una menor disponibilidad de alimentos con soja libre de GM.

COMENTARIOS FINALES: No está aprobado el cultivo de variedades de soja modificada genéticamente en la Unión Europea pero sí en otros lugares (principalmente EEUU, Brasil y Argentina) con soja tolerante a herbicida. Hay investigación también en la modificación genética de la soja para alterar su contenido de ácido graso.

El principal camino de contaminación en el caso de la soja es la gestión humana del cultivo, la cosecha y la semilla, contaminación que está documentada. Hasta hace poco se consideraba nulo el peligro de la transferencia de información genética entre variedades GM y no GM de soja por vías naturales como la polinización cruzada o semillas durmientes. No obstante, estudios recientes (Abud *et al.*, 2007) demuestran que hay cierto grado de polinización cruzada, a la vez que realizan llamamientos para una mayor investigación.

El cultivo de la soja es muy limitado en la agricultura vasca pero teniendo en cuenta las futuras perspectivas de cultivo se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para cubrir cualquier cultivo de soja, sea o no para fines alimentarios.

4.6. FAMILIA LILIACEAS*

Se analizan aquí 4 miembros de la familia de las liliáceas que se cultivan en Euskal Herria:

Ajo	<i>Allium sativum</i> L.
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i>
Puerro	<i>Allium ampeloprasum</i> var. <i>porrum</i>

* Según algunas fuentes, solamente el espárrago es de la familia de las liliáceas. El ajo, la cebolla y el puerro lo clasifican como de la familia amarillidácea.

Todos estos cultivos se caracterizan por la polinización cruzada, aunque el ajo aquí se reproduce vegetativamente y no suele florecer ni llega a tener semilla viable si florece. La cosecha de estos cultivos se suele hacer antes de florecer, pero evidentemente, tienen que florecer para la producción de semilla, práctica que se realiza en diferentes huertas e incluso explotaciones agrarias vascas. Por otro lado la cebolla y el ajo, y, en menor medida el puerro, tienen la capacidad de reproducir vegetativamente desde bulbos que quedan en la tierra sin cosechar. Esto es de particular preocupación, ya que algunas variedades son muy difíciles de distinguir entre sí caso de haber plantas adventicias en cultivos continuos de determinada liliácea.

La semilla del puerro, la cebolla y el espárrago cae fácilmente de la flor seca una vez madura, a la vez que la semilla del espárrago atrae a determinadas aves. No obstante, la semilla de estos cultivos no es normalmente fuente de plantas adventicias al no pervivir largo tiempo en la tierra.

No se han encontrado ejemplos de polinización cruzada documentada entre variedades cultivadas y parientes silvestres de la familia de las liliáceas, salvo en el caso del espárrago. No obstante, una vez más, habría que señalar una falta de investigación e información pertinente, habiendo numerosas especies silvestres de *Allium*, aunque no necesariamente en poblaciones abundantes. Diferentes especies silvestres y/o asilvestradas de las liliáceas tienen usos medicinales y/o culinarios (por ejemplo, la flor de otoño *Colchicum autumnale* para usos medicinales y el espárrago silvestre *Asparagus officinalis* y el cebollino francés *Allium schoenoprasum* para fines culinarios) y habría que completar el presente estudio con información acerca de los potenciales caminos de transferencia de información genética caso de proponer el desarrollo e introducción de variedades GM de las mismas, aunque fuesen para fines no alimentarios.

Es importante tener en cuenta que hay variedades campesinas de todos estos cultivos, a la vez que todos se mencionan específicamente en declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas libres de transgénicos OGM.

Teniendo en cuenta los diferentes caminos de transferencia de la información genética que caracterizan a estos cultivos, debe evitarse la introducción de variedades GM de las mismas en la agricultura vasca.

Nombre cultivo: Ajo *Allium sativum* L.

Origen geográfico: Asia Central

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: pequeñas superficies

Distribución geográfica: difusa en todo el territorio

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: polinización cruzada, pero el ajo de cultivo es una especie que raramente florece en climas templados y aunque llegase a florecer difícilmente formaría semillas viables. Aquí se reproduce de forma vegetativa

Polinización cruzada entre: no pertinente

Agentes de polinización: no pertinente

Características de las semillas: no pertinente

Viabilidad de la semilla recogida: en climas templados rara vez se consigue semilla viable

Dispersión de semillas por: no pertinente

Producción de semillas: perenne, cultivada como anual pero con siembra de dientes de ajo, no semilla

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: No se guarda semilla. Hay que sembrar los dientes de ajo o bulbos dentro del año

Pervivencia en el suelo: el bulbo tiene la capacidad de pervivir de un año a otro.

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** no pertinente

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000m (pero no se realiza en la agricultura vasca)

Parientes silvestres en el entorno: *Allium sativum* como planta escapada de huertas o jardines

Caminos artificiales de contaminación: todos son factibles caso de iniciar el cultivo de ajo GM.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de variedades de ajo GM. El ajo se reproduce aquí de manera vegetativa ya que muy raramente llega a florecer y producir semilla viable. Por tanto, el principal camino de contaminación en la fase de cultivo es por el desarrollo de restos vegetativos de ajos que quedan en la tierra. Algunas variedades de ajos son muy difíciles de distinguir entre sí por lo que sería difícil detectar la presencia de plantas voluntarias de una de ellas en el cultivo de otra. Si a este dato se añaden los problemas de contaminación que pueden ocurrir por caminos artificiales desde el momento de la propia cosecha, se concluye que es difícil mantener cultivos GM y no GM de ajo con un flujo nulo de información genética entre ellos y/o entre sus cosechas. Por otro lado, el ajo es uno de los 72 cultivos mencionados específicamente en las declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos.

Nombre cultivo: Cebolla *Allium cepa*

Origen geográfico: sur-oeste asiático (Afganistán, Pakistán e Irán)

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 392

Distribución geográfica: difusa en toda la geografía, con parcelas más extensas en Navarra.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: Polinización cruzada. Flores perfectas, pero muy raramente se da la autopolinización.

Polinización cruzada entre: Entre flores de la misma planta, plantas de la misma variedad, entre variedades y con la especie *Allium fistulosum*.

Agentes de polinización: insectos, particularmente abejas, a veces anemófila

Características de las semillas: 250 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que madurar en la planta aunque puede terminar de secar una vez cosechado el tallo con cabeza. Las semillas caen fácilmente de la cabeza por lo que interesa que éstas se sequen en la cabeza ya cosechada.

Dispersión de semillas por: zoogamia

Producción de semillas: bianual para semilla, cultivada como anual para el bulbo

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2 -7 años (pierde viabilidad rápidamente)

Pervivencia de semillas en el suelo: el bulbo puede pervivir por lo que se debe rotar el cultivo y no plantar cebollas en la misma parcela dos años seguidos si se cultivan variedades diferentes cada año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 400-1000m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1500m

Parientes silvestres en el entorno: de *Allium* sí, pero no de la misma especie

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM de cebolla. Hay cosecha mecanizada de cebolla.

COMENTARIOS FINALES: Actualmente no hay cultivo aprobado de variedades GM de cebolla. Hay investigación en la modificación genética de la cebolla para evitar su efecto lacrimógeno y para que tolere a herbicidas.

Los principales caminos naturales de contaminación transgénica de variedades no GM de cebolla serían, por un lado, la polinización cruzada y, por otro, la aparición de plantas voluntarias. Estas últimas aparecen sobre todo cuando algún bulbo de cebolla queda en la tierra y vuelva a brotar el siguiente año. Debida a la dificultad de distinguir fácilmente entre algunas variedades de cebollas, plantas de una variedad GM pueden aparecer y estar presentes en la cosecha de un cultivo posterior de cebollas convencionales o ecológicas. Por otro lado, la semilla de cebolla cae fácilmente de la flor una vez madura, y aunque no tiende a permanecer viable en el suelo, muy ocasionalmente pueden dejar lugar a plantas voluntarias.

Hay numerosas variedades campesinas de cebollas, a la vez que es uno de los cultivos mencionados específicamente en declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos.

Se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a todos los cultivos de cebolla, independientemente de que su destino sea alimentario o no.

Nombre cultivo: Espárrago *Asparagus officinalis*

Origen geográfico: Centro y sur de Europa, norte de Africa y centro y oeste de Asia.

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 2623

Distribución geográfica: en zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: no, pero frecuentemente tras la cosecha se deja en el campo y florece. Las variedades híbridas machos son estériles pero hay otras variedades que sí florecen y dan polen y semilla viable.

Tipo de polinización: cruzada

Polinización cruzada entre: diferentes plantas y entre diferentes variedades

Agentes de polinización: insectos, especialmente abejas

Características de las semillas: relativamente pesadas, 50/gramos

Viabilidad de la semilla recogida: hay que coger la semilla madura pero con cuidado ya que se cae con facilidad de la planta

Dispersión de semillas por: zoogamia (determinados aves) en su caso

Producción de semillas: perenne

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3-5 años

Pervivencia de semillas en el suelo: ocasionalmente

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 200m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000m

Parientes silvestres en el entorno: sí, *Asparagus officinalis*

Camino artificial de contaminación: factible caso de iniciar el cultivo de variedades GM. En la actualidad se cosecha de forma manual.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo autorizado de espárrago GM.

Los principales caminos de potencial contaminación son por la polinización cruzada y la gestión humana del cultivo desde la cosecha en adelante. Aunque la semilla cae fácilmente de la planta una vez madura no suele pervivir en el suelo, particularmente con las labores de campo que se aplican a la tierra. Se guardan semillas de espárrago y hay identificadas variedades campesinas que se siguen cultivando. A su vez, el espárrago es uno de los cultivos mencionados en las declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos.

Se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a todos los cultivos de espárrago, independientemente de que tengan o no fines alimentarios.

Nombre cultivo: Puerro *Allium ampeloprasum* var. *porrum*

Origen geográfico: Mediterráneo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 50

Distribución geográfica: pequeñas superficies distribuidas en todo el territorio

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: Polinización cruzada. Los puerros tienen flores perfectas pero son incapaces de autopolinizarse. También hay reproducción vegetativa.

Polinización cruzada entre: entre plantas de la misma variedad y entre distintas variedades de puerro pero no con otras *Allium*

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: 400 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que estar madura pero puede terminar de secarse una vez cosechada la cabeza, algo que conviene ya que la semilla cae fácilmente de la cabeza una vez seca.

Dispersión de semillas por: zoogamia

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2-6 años

Pervivencia de semillas en el suelo: no suele ser problemática

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 400-1000m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000m

Parientes silvestres en el entorno: muy ocasionalmente el puerro silvestre (*Allium ampeloprasum*)

Caminos artificiales de contaminación: Factibles caso de iniciar el cultivo de puerro GM. En la actualidad la cosecha del puerro es manual.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo aprobado de variedades GM de puerro. El puerro se caracteriza por la polinización cruzada. Así, para garantizar la pureza de las variedades no GM se tendría que garantizar la nula floración de cualquier planta de variedades GM y sería imposible la producción de semilla pura de variedades no GM si se introdujesen variedades GM de puerro. Igualmente hay problemas de reproducción vegetativa, por lo que habría que garantizar la retirada total de todos los cultivos de puerro GM para evitar la aparición de plantas voluntarias. Se emplean variedades campesinas de puerro en las huertas vascas y se guardan semillas, a la vez que se menciona el puerro en declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos. Se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a todos los cultivos de puerro, fuesen o no su empleo final alimentario.

4.7. FAMILIA QUENOPODIACEAS

Se analizan aquí tres cultivos de la familia de las quenopodiáceas que se cultivan en Euskal Herria (agrupando en una sola ficha la remolacha azucarera, de mesa y forrajera):

Acelga	<i>Beta vulgaris cycla</i>
Espinaca	<i>Spinacia oleraceae</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> *

* azucarera *Beta vulgaris altísima*, de mesa *Beta vulgaris esculenta* y forrajera *Beta vulgaris rapa*

La introducción de variedades GM de estos cultivos, aunque fuesen únicamente para fines alimentarios, sería muy problemática. La principal preocupación sería la polinización cruzada que les caracteriza, particularmente teniendo en cuenta el que dicha polinización cruzada se realiza principalmente por anemofilia, o sea, por el viento. El polen es muy ligero y se transporta hasta siete kilómetros según la variedad de cultivo, la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento. Normalmente se cosechan estos cultivos antes de florecer, a no ser que se cultive para producir semilla, labor que se realiza en huertas y explotaciones agrarias vascas para semilla de acelga, espinaca y remolacha de mesa y forrajera.

Por otro lado, los cultivos de diferentes *Beta vulgaris* tienen parientes silvestres o asilvestrados en el entorno, por lo que el problema que supondría el cruce de polen de variedades GM con otras *Beta vulgaris* también influiría en la biodiversidad natural.

Un segundo problema que caracteriza a estos cultivos, especialmente a las remolachas, es su capacidad de espigar*, proceso que puede dar lugar a plantas adventicias si las plantas que espigan llegan a florecer y producir semillas viables. Este problema es particularmente acuciante en el cultivo de la remolacha, plantas cuyas semillas pueden pervivir años en el suelo e ir germinando y dando lugar a plantas voluntarias a lo largo del mismo periodo. Hay empresas promotoras de la ingeniería genética agraria que reconocen las dificultades que supone este problema para la hipotética coexistencia.

Hay variedades locales de todos estos cultivos con la excepción de la remolacha azucarera, a la vez que se mencionan todos menos la remolacha forrajera en declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas como zonas libres de transgénicos.

* El espigado: el crecimiento de un tallo alargado con flores, crecido desde el tallo principal de una planta. Ocurre normalmente en el primer año de cultivo de las plantas bianuales cuando una planta ha sido expuesta a temperaturas muy bajas en el inicio de su desarrollo, aunque se manifiesta cuando sube la temperatura del aire. Puede ser el origen de plantas adventicias no deseadas en el siguiente cultivo y la posibilidad de manejar con éxito cualquier planta adventicia así generada determinará el peligro de una posterior contaminación transgénica.

Nombre cultivo: Acelga *Beta vulgaris cycla*

Origen geográfico: Europa

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 110

Distribución geográfica: por toda la geografía en pequeñas superficies y alguna extensión mayor en Navarra.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: Polinización cruzada

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad, entre variedades y con las otras *Beta vulgaris* (*Beta vulgaris esculenta*, *B. vulgaris altissima* y *B. vulgaris rapa* – remolacha de mesa, remolacha azucarera y remolacha forrajera, respectivamente). También con la espinaca *Spinacia oleraceae*.

Agentes de polinización: viento e insectos. El polen es muy ligero y puede ser transportado más de 7 kilómetros

Características de las semillas: 60-90 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: se recogen cuando las cápsulas están ya marrones. Las semillas pueden terminar de secarse en el tallo cosechado.

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 10 años

Pervivencia de semillas en el suelo:

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** entre 500 metros y varios kilómetros dependiendo de la necesidad de garantizar una pureza total

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000m

Parientes silvestres en el entorno: sí en algunos entornos (*Beta vulgaris maritima*)

Caminos artificiales de contaminación: Factibles si se inicia el cultivo de variedades de acelga modificadas genéticamente. No se cosecha mecánicamente en la actualidad.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades GM de acelga aprobadas para su cultivo comercial. El principal camino de transferencia de información genética es la polinización cruzada, lo cual influye tanto en el propio cultivo como en otros cultivos como la remolacha y en amplios entornos ya que el polen se transporta largas distancias en el viento, a la vez que es relativamente longevo. Teniendo en cuenta, además, que se guarda semilla de acelga, hay variedades campesinas en huertas vascas y se menciona específicamente a la acelga en declaraciones de huertas de explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a todos los cultivos de acelga, independientemente del empleo alimentario o no alimentario de su cosecha.

Nombre cultivo: Espinaca *Spinacia oleraceae*

Origen geográfico: Iran y entorno o India

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 553

Distribución geográfica: en pequeñas superficies por todo el territorio y superficies más grandes en zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: cruzada

Polinización cruzada entre: entre flores, plantas y variedades diferentes de espinaca, pero también con los diferentes cultivos de *Beta vulgaris*.

Agentes de polinización: viento. El polen es muy ligero y puede ser transportado largas distancias.

Características de las semillas: 70-100 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: Se puede cosechar el tallo todavía verde para dejar secar las semillas posteriormente. Es conveniente recoger las semillas así, ya que se caen fácilmente de la cápsula una vez maduras y secas.

Dispersión de semillas por: zoogamía, las semillas son muy apreciadas por la avifauna

Producción de semillas: anual (sembrada en otoño es un bianual)

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2-5 años

Pervivencia de semillas en el suelo: germina en el mismo año

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 500-1000m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 100-500m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: Factibles caso de iniciar el cultivo de variedades de espinacas modificadas genéticamente y desde la cosecha ya que se recolecta mecánicamente.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo aprobado de variedades de espinaca GM. El principal camino de transferencia de información genética es la polinización cruzada, lo cual influye tanto en el propio cultivo como en otros cultivos de la familia quenopodiácea como la remolacha y en amplios entornos ya que el polen se transporta largas distancias en el viento, a la vez de que es relativamente longevo. A su vez, las semillas de la espinaca son muy apreciadas por determinados aves, por lo que puede dar lugar a plantas voluntarias en márgenes de campos, etc, aunque no es una especie duradera ni invasora. Teniendo en cuenta, además, que se guarda semilla de espinaca y se le menciona específicamente en declaraciones de huertas de explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco a todos los cultivos de espinaca, independientemente del empleo alimentario o no alimentario de su cosecha.

Nombre cultivo: Remolacha *Beta vulgaris* sp. *

* Remolacha azucarera *Beta vulgaris altísima*, de mesa *Beta vulgaris esculenta* y forrajera *Beta vulgaris rapa*

Origen geográfico: Europa y el oeste de Asia

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 2456

Distribución geográfica: por toda la geografía, habiendo cultivo diseminado en pequeñas parcelas y cultivo extensivo (particularmente de remolacha azucarera) en Alava

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: sí (mesa y forrajera)

Uso alimentario actual: humano y ganadero

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: cruzada

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad, otras variedades de cada tipo de remolacha, otras *Beta vulgaris*, *Beta vulgaris* silvestres o asilvestradas y el rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum*), siempre y cuando florezcan en el mismo momento.

Agentes de polinización: Principalmente el viento y en menor medida los insectos. El polen es abundante y muy ligero y puede ser transportado largas distancias (hasta 7 kilómetros)

Características de las semillas: 50 por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: se puede coger el ramo todavía verde y terminar de secar la semilla en un lugar seco.

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 5 años

Pervivencia de semillas en el suelo: sí, hasta 20 años. Hay fuentes que recomiendan dejar 3 años entre cultivos de remolacha en rotación o 5 en el caso de incorporar remolacha GM en la rotación.

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** de 250-500m a varios kilómetros

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 300-1000m

Parientes silvestres en el entorno: sí, frecuentemente plantas adventicias de *Beta vulgaris* cultivada que se establecen en los alrededores de campos de cultivo de remolacha como plantas asilvestradas, particularmente en zonas de producción de semilla de remolacha (sur de Europa). También puede cruzar con la especie silvestre *Beta vulgaris* subssp. *maritima*.

Caminos artificiales de contaminación: Factible caso de iniciar el cultivo de remolacha modificada genéticamente y desde la cosecha en el caso de la remolacha azucarera y forrajera que se realiza con maquinaria que recolecta en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo aprobado de variedades de remolacha genéticamente modificadas en el Estado español, aunque hay solicitudes para la aprobación de variedades GM de remolacha azucarera (*Beta vulgaris altísima*). La investigación en variedades genéticamente modificadas de remolacha azucarera se han centrado en resistencias a virus y tolerancias a herbicidas, aunque también hay investigación en resistencia a áfidos y aumento de azúcares.

Los potenciales caminos naturales de contaminación son varios. La mayor parte de la producción y cosecha de todas las remolachas para fines alimentarios (humanos o ganaderos) se realiza antes de llegar a la floración de la planta y por tanto antes de la producción de polen y semillas. Además las variedades comerciales de remolacha azucarera y forrajera son bianuales. No obstante hasta algo menos de un 1% de las plantas pueden espigar en su primer año (debido a una siembra temprana y/o tiempo frío tras la siembra o debido a contaminación de polen de variedades anuales) y por tanto pueden producir, en primer lugar, polen que cruzaría con cualquier otra planta en flor en, por ejemplo, cultivos para la producción de semilla pura y, en segundo lugar, semilla que podría incorporarse en el banco de semillas de la tierra. Empresas que promueven las variedades GM de remolacha reconocen este problema y cabe añadir que las plantas adventicias derivadas de este proceso y la remolacha anual no se pueden controlar con aplicaciones generales de herbicidas sino que hay que eliminarlas manualmente o con un tratamiento individual de herbicidas. (Este es, de hecho, uno de los motivos por el que se investigan nuevas maneras de contención de flujos de información genética mediante la ingeniería genética, como se comenta en el apartado 5 del presente documento).

La presencia de polen de cualquier *Beta vulgaris* en el cultivo de otra *Beta vulgaris* no contaminaría la cosecha en el año mismo del cultivo ya que éste no llega a florecer y se cosecha la parte vegetal. En todo caso, corre el riesgo de la posterior presencia de polen GM en miel si visitan abejas las flores de las variedades GM. En cambio, la presencia de plantas adventicias de remolacha GM resultado de la germinación de semilla durmiente sí es problemático ya que supone la posible presencia en años posteriores de plantas GM en cultivos no GM y por tanto contaminar la cosecha y así poner en entredicho su empleo en los alimentos humanos o ganaderos (pulpa de remolacha). En el caso concreto de la remolacha azucarera, si el producto final es el azúcar blanco refinado, la población consumidora está indefensa ya que no se puede detectar ADN

foráneo en azúcar refinado. Hay evidencia de la pervivencia en el suelo de semillas de remolacha hasta una veintena de años.

Por su parte, también pueden surgir plantas voluntarias de restos de plantas de remolacha que permanecen en el suelo tras la cosecha. Estas plantas son también de muy difícil gestión.

En cuanto al cultivo para semilla, las remolachas producen polen muy abundante y muy ligero y puede mantener su viabilidad durante más de un día, aunque no resiste la humedad del rocío por ejemplo. A su vez, se puede perder semilla en la tierra. Se reconoce la probabilidad de contaminación de semilla no GM y que incluso distancias de aislamiento de un kilómetro pueden no garantizar un aislamiento total (ausencia total de contaminación) a la larga (Eastham & Sweet, 2002).

La gestión humana de la remolacha durante y después de su cosecha, tanto del producto en sí, como de subproductos como pulpa para ganado, también abre las puertas a vías de contaminación de remolacha no GM por elementos GM.

La remolacha es otro de los cultivos alrededor del cual habría que iniciar un debate con urgencia acerca del modelo de agricultura que se quiere promover ya que también hay perspectivas de emplearla – la remolacha azucarera *Beta vulgaris altísima* - en la producción de etanol para agrocombustibles. No obstante, de los datos presentados en el presente documento se estima imposible garantizar la presencia de remolacha azucarera no GM para fines alimentarios (humanos y ganaderos) si a la vez hay cultivo de remolacha azucarera GM aunque fuese para fines exclusivamente no alimentarios. Este debate es aún más importante si se tiene en cuenta la posible contaminación, a su vez, de otros cultivos como la remolacha de mesa (*Beta vulgaris esculenta*) y la remolacha forrajera (*Beta vulgaris rapa*) o del rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum*) o de parientes silvestres o asilvestrados de *Beta vulgaris*.

Se recomienda la urgente ampliación del Acuerdo del Gobierno Vasco a todo cultivo de remolacha, sea o no para fines alimentarios.

4.8. FAMILIA SOLANACEAS

Las solanáceas más comunes cultivadas en Euskal Herria para alimentación ganadera y humana son:

Berenjena	<i>Solanum melongena</i>
Patata	<i>Solanum tuberosa</i>
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i>
Tomate	<i>Lycopersicon lycopersicum / L. esculentum</i>

Este grupo de cultivos tiene gran importancia económica y cultural en la agricultura, la agrobiodiversidad y la gastronomía vasca, particularmente en el caso del pimiento y tomate. A pesar de la pérdida de población agraria que siembra, guarda e intercambia semilla de variedades campesinas, todavía se emplean muchas variedades locales en huertas locales para autoconsumo o venta local/directa. El cultivo de patata está en declive en la actualidad.

En la actualidad no hay cultivo autorizado de variedades GM de solanáceas, aunque se han desarrollado variedades GM de tomate y patata (y tabaco) y hay investigación en marcha con variedades GM de pimiento (en Nafarroa, por ejemplo). Hay propuestas para el cultivo de variedades GM de solanáceas con nuevos fines no alimentarios, concretamente de variedades GM de patata para uso industrial (producción de almidón para textil) y tomates para farmacultivos.

Aunque estos cuatro cultivos se caracterizan principalmente por su capacidad de autopolinizarse, todos también pueden recibir polen de otras plantas y variedades, a la vez que, en el caso de la patata, las semillas y restos vegetales de tubérculos tienen la capacidad de persistir en el suelo y germinar o desarrollarse en años posteriores. Esto significa que el inicio del cultivo de variedades GM abrirá la posibilidad de contaminación de semillas, cultivos y cosechas libres de GM con destino a la alimentación humana o ganadera. El cultivo en pequeñas parcelas muy diseminadas de estas solanáceas incrementa la probabilidad de una contaminación. En la actualidad la producción de semillas se realiza en patata (tubérculos, no verdadera semilla “true seed”) en extensivo y horticultura local y particularmente de pimiento y tomate a pequeña escala y, notablemente, de variedades campesinas.

Se encuentran otras especies de solanáceas en Euskal Herria, especies silvestres como la belladona (*Atropa belladonna*), el estramonio (*Datura stramonium*), el beleño (*Hyoscyamus níger*), la dulcamara (*Solanum dulcamara*) o la hierba mora (*Solanum nigrum*). Todas poseen alcaloides venenosos y varias tienen uso medicinal (la palabra solanácea viene del latín “solamen” que significa “que calma” y se refiere a su carácter sedativo), pero no se cultivan y son evitados por el ganado en cualquier pastoreo libre. No obstante, no hay documentados procesos de polinización cruzada entre estas especies y las solanáceas cultivadas, aunque haría falta completar los estudios. En la actualidad no hay perspectivas del desarrollo de variedades GM de estas especies silvestres.

En cuanto a caminos artificiales de contaminación, hay maquinaria de cosecha de patata que recolecta en más de una explotación y, a partir de la cosecha los riesgos de

contaminación por caminos artificiales son comunes a los demás cultivos analizados en el presente documento.

Por último señalar que se mencionan específicamente los cuatro cultivos de la familia de las solanáceas analizados aquí en diferentes declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas como libres de transgénicos.

Teniendo en cuenta los factores que pueden incidir en contaminaciones entre cultivos y cosechas GM y no GM de una misma variedad o especie, algunos de los cuales pesan más en determinadas solanáceas que otras, se recomienda no introducir variedades GM en la agricultura vasca y ampliar la declaración de zona libre del Gobierno Vasco a cubrir todo cultivo con solanáceas.

Nombre cultivo: Berenjena *Solanum melongena*

Origen geográfico: Asia (India/China)

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 71

Distribución geográfica: general y difusa, con algo de producción en mayores superficies en Navarra.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humana

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: si

Tipo de polinización: autopolinizada (flores perfectas y autocompatibles). Puede haber polinización cruzada de forma ocasional realizada por insectos

Polinización cruzada entre: variedades de la misma especie a cortas distancias. No hay hibridación entre diferentes especies de la familia solanácea.

Agentes de polinización: insectos

Características de las semillas: ligera, aproximadamente 200 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: la semilla solamente es viable si se cosecha de frutas totalmente maduras

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: cultivada como anual en Europa (perenne en climas más cálidos)

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2-3 años algunas fuentes, 6-10 años otras fuentes

Pervivencia de semillas en el suelo: muy raramente

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 10-50-150 metros en Europa (hasta 1000m en climas tropicales)

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 10-50m

Parientes silvestres en el entorno: no de la misma especie

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM. La recolecta es manual en la actualidad.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de berenjena GM en la actualidad. Hay experimentación, por ejemplo en modificación genética para resistencia a insectos.

No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de berenjena. Los caminos artificiales de contaminación complicarían la situación creada por la posible autopolinización de la berenjena, factor que tendría especial repercusión si se contemplara producir semilla pura (hay variedades locales en manos de personas que guardan semilla).

Nombre cultivo: Patata *Solanum tuberosa*

Origen geográfico: América

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 3254

Distribución geográfica: general y difusa en huertas, localizada para patata de siembra (tubérculos) y en extensivo en determinadas zonas de Alava y Navarra

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: Neiker tiene una colección de variedades antiguas. Faltan nuevas prospecciones para actualizar la información acerca de su cultivo en el campo.

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: Escaso interés. La flor no contiene néctar.

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: principalmente se autopoliniza aunque también puede haber hasta un 20% de la polinización cruzada

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad y otras variedades

Agentes de polinización: insectos (determinadas especies de abejas y escarabajos) y el viento

Características de las semillas: hoy día se suelen emplear los tubérculos para la reproducción comercial de la patata y no la semilla. La semilla se emplea básicamente para buscar cambios en determinadas calidades del cultivo (llamada “mejora”), o en iniciativas de mantenimiento, recuperación y promoción de variedades campesinas tradicionales o de agroecología:

* **semilla:** ligeras y abundantes, hasta 300 semillas por fruto

* **tubérculos:** varían en tamaño, pero se suele emplear del tamaño de un huevo para sembrar o que pesen más o menos 45 gramos.

Viabilidad:

* **semilla:** hay que recoger la semilla del fruto ya maduro en la planta de la patata.

* **tubérculo:** tiene que estar ya maduro pero no necesariamente muy grande

Dispersión de la semilla / del tubérculo: casi nula.

Producción de semillas/tubérculos: se cultiva la patata como una planta anual

Viabilidad de semillas y tubérculos cosechados:

* **semillas:** se suele emplear la semilla en el siguiente año

* **tubérculos:** duran unos 4 a 6 meses una vez cosechados

Pervivencia en el suelo:

* **semilla:** hasta 8-10 años

* **tubérculos:** se pudren rápidamente, pero residuos vivos puede durar unos años. Se suele recomendar dejar de cultivar patatas en una misma parcela durante 2-6 años tras el último cultivo.

Distancia recomendada para producción pura: algunas fuentes recomiendan dejar una fila sin sembrar (1 ó 2m), otras 20m.

Parientes silvestres en el entorno: otras especies de *Solanum* pero ningún experimento ha logrado cruces entre la patata y estas, ni se han observado hibridaciones naturales. (Se han observado cruces entre especies cultivadas y silvestres de patata en los Andes, Scurrah *et al.*, 2007).

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM, particularmente teniendo en cuenta el empleo de las mismas máquinas cosechadoras en más de una explotación.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial autorizado de variedades de patata GM en la actualidad en la Unión Europea. La patata es un cultivo con el que se han realizado bastantes experimentos empleando la ingeniería genética, fundamentalmente la modificación genética para lograr resistencias a hongos, virus, insectos (por ejemplo el escarabajo de la patata Colorado – *Leptinotarsa decemlineata*), nemátodos y bacterias; tolerancia a herbicidas; resistencia a estrés ambiental y mayor contenido proteínico. También es uno de los cultivos para los que se plantea emplear variedades GM para fines no alimentarios, fundamentalmente la producción de variedades de patata que están modificadas genéticamente para expresar un mayor contenido de almidón para fines textiles o para expresar elementos útiles en la medicina (farmacultivo, por ejemplo para vacunas y anticuerpos).

Al igual que en el caso de la colza, si se tienen en cuenta tanto los caminos naturales como potenciales caminos artificiales de contaminación GM, se estima muy difícil garantizar una nula contaminación de patata para sembrar o de sus cultivos o cosechas no GM, lo cual causaría un incumplimiento de la declaración de zonas libres del Gobierno Vasco. Así, en el cultivo de la patata destacan dos problemas relacionadas con los caminos naturales de contaminación GM:

- (a) por un lado se produce un cierto nivel de polinización cruzada, particularmente en sistemas locales de producción en sus lugares de origen (Andes) o en modelos productivos agroecológicos en los que abundan plantas que atraen polinizadores como las abejas, lo cual implica un camino abierto a la contaminación por polen GM caso de cultivar simultáneamente patatas GM y no GM. No obstante, cualquier polinización cruzada en la fase del cultivo no influiría en los tubérculos de las plantas afectadas sino en sus semillas. Aunque se apoya mucho en el empleo de tubérculos para la producción de patata en Euskal Herria, hay fases de producción comercial y modelos de producción no industriales que producen o que podrían producir semilla. En cambio la polinización cruzada entre la patata y cultivos de otras solanáceas como el tomate o el pimiento no ocurre, ni existe documentación en la actualidad acerca

de la polinización cruzada entre el cultivo de la patata y otras solanáceas silvestres.

- (b) por otro lado, plantas adventicias de patata pueden aparecer, resultado de dos procesos: si el fruto de la patata madura antes de su cosecha, liberará abundantes y pequeñas semillas que tienen la capacidad de persistir en el suelo hasta 10 años e ir germinando durante dicho periodo; a la vez, pueden desarrollarse plantas desde restos vegetales de la patata no sacados del suelo, desde tubérculos o restos de estos. Estudios en Dinamarca estiman entre varios cientos y varios miles los tubérculos que quedan en una hectárea tras la cosecha (Government of Ireland, 2005). Aunque los tubérculos pudren rápidamente, sus restos viables persisten durante varios años. Se aconseja no volver a emplear una misma parcela para producir patata y, particularmente, semilla de patata, durante al menos 5 años tras el cultivo anterior (en parte también por motivos de control de enfermedades y determinados insectos). Durante los últimos años ha habido un incremento en el número de plantas adventicias de patata en cultivos posteriores a la patata debido a una combinación del menor uso de herbicidas debido a menores márgenes económicos, inviernos más templados y el empleo de variedades de patata más vigorosas. Pueden aparecer plantas adventicias de patata en las márgenes de los campos pero no es frecuente.

Aunque Eastham & Sweet (2002) entienden que la patata se caracteriza por un riesgo bajo de flujo genético, sí subrayan que habría problemas en áreas de producción de semilla de patata y que existe un riesgo de flujo genético cuando plantas voluntarias o adventicias aparecen en parcelas de cultivo y no se toman medidas para controlarlas. Igualmente, sugieren mayor investigación en patatas “asilvestradas” y que se establecen fuera de campos de cultivo (en márgenes de campos, baldíos, etc), ya que aunque normalmente no son competidoras agresivas y, por tanto, no colonizan dichas zonas, hay una falta de información acerca del comportamiento de nuevas variedades.

Como en el caso de otros cultivos, si a estos problemas se añaden los posibles fallos humanos asociados con mezclas de cosechas GM y no GM durante su cosecha, transporte y almacenamiento, el vertido inadvertido de tubérculos, gestión errónea de semilla de base de la patata GM, etc., se amplían las posibilidades de contaminación.

En todo caso, se recomienda abordar con cierta urgencia una reflexión acerca de dos cuestiones: por un lado, y debido al riesgo para el cultivo de patata no GM y de semilla pura de patata no GM, la introducción de medidas que eviten cualquier cultivo de patata GM en Euskal Herria, aunque fuese para usos no alimentarios; y, por otro lado, profundizar en el actual modelo de reproducción de la patata para evaluar sus posibles errores en cuanto a los parámetros, funcionamiento y estabilidad de sus tácticas para suministrar patata sin enfermedades, particularmente en sistemas sustentables de producción agraria.

Nombre cultivo: Pimiento *Capsicum annuum*

Origen geográfico: América

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 1364

Distribución geográfica: general y difusa, con alguna superficie más grande de cultivo en el Sur.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: autopolinizado (flores perfectas y autocompatibles). Puede haber polinización cruzada ocasional causada por insectos (investigación revela la posibilidad de entre un 68 y un 80% de polinización cruzada, pero hay discrepancia en las fuentes consultadas).

Polinización cruzada entre: variedades de la misma especie, con ocasionales cruces con otras especies de *Capsicum*. La disposición a cruzar es más alta en algunas variedades que otras.

Agentes de polinización: insectos, particularmente abejas

Características de las semillas: ligeras, 50 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: para ser viable hay que recoger la semilla de pimientos que han madurado en la planta.

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: anual (perenne trópicos)

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3-4 años, quizá hasta 8

Pervivencia de semillas en el suelo: ocasionalmente de un año a otro únicamente

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 20 a 500m en regiones templadas

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 10-70m

Parientes silvestres en el entorno: no de la misma especie

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM. Actualmente la cosecha es manual.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial autorizado de variedades de pimiento GM en la actualidad aunque si se han realizado algunos experimentos con la modificación genética de esta especie.

No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de pimiento. Los caminos artificiales de contaminación complican la situación creada por los caminos naturales de contaminación que, aunque sean de bajo riesgo, son de particular preocupación si el objetivo es producir semilla pura. Se guardan semillas de variedades campesinas en Euskal Herria, donde la semilla, la planta y la cosecha de estas variedades tienen un nicho mercantil nada despreciable, particularmente en el caso de variedades como el pimiento de Piquillo. A su vez, se nombra el pimiento en diferentes declaraciones de huertas y explotaciones agrarias vascas libres de GM.

Nombre cultivo: tomate *Lycopersicon lycopersicum*

Origen geográfico: América tropical

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 2334

Distribución geográfica: general y difusa con cultivo en mayores superficies en Navarra.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: autopolinización por norma general. Polinización cruzada por insectos según la variedad (en algunas variedades antiguas la punta del estigma sobresale del tubo de los estambres), el modelo productivo (en un ambiente ecológico hay una mayor presencia de insectos polinizadores, aunque también un mayor número de plantas produciendo polen). Los resultados de investigación demuestran un porcentaje bajo de polinización cruzada (menos del 5%) pero en ocasiones se ha observado hasta un 47%.

Polinización cruzada entre: variedades de la misma especie

Agentes de polinización: insectos (pero las flores de tomate son pocas atractivas a abejas si hay otras fuentes de polen disponibles) y el viento muy ocasionalmente y a corta distancia

Características de las semillas: ligera (400 semillas por gramo)

Viabilidad de la semilla recogida: hay que recoger la semilla de fruta totalmente madura

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: anual (aunque es una planta perenne en sus lugares de origen)

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: hasta 4 años, quizá hasta 10

Pervivencia de semillas en el suelo: rara, un año en todo caso y más en las zonas cálidas

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 20 metros, 30-200 en variedades con estigma sobresaliente (generalmente variedades antiguas)

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 10-70m

Parientes silvestres en el entorno: no

Caminos artificiales de contaminación: factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM. La recogida aquí es manual.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial de variedades de tomate GM en Europa en la actualidad. Los experimentos con la modificación genética del tomate incluyen la ralentización de su putrefacción, mayor contenido en caroteno, resistencia a virus e insectos y a factores de estrés abiótico como el frío. El tomate es otro cultivo que está siendo modificado genéticamente para fines no alimentarios, concretamente para la farmacultura.

No se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de tomate. Los caminos artificiales de contaminación complican la situación creada por los caminos naturales de contaminación que, aunque sean de menor riesgo que para otros cultivos, son de particular preocupación si el objetivo es producir semilla pura, particularmente de algunas variedades antiguas. Hay distintas variedades campesinas de tomate diseminadas en el campo vasco y se guarda semilla de éstas y de variedades híbridas. Además, el tomate está nombrado de forma específica en declaraciones de explotaciones hortelanas vascas libres de transgénicos.

4.9. FAMILIA UMBELIFERAS

Se analizan aquí tres miembros de la familia de las umbelíferas que se cultivan en Euskal Herria:

Apio	<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i>
Chirivía	<i>Pastinaca sativa</i>
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativus</i>

Se cultivan también otros miembros de la familia de las umbelíferas, como el perejil (*Petroselinum hortense* o *crispum*), el hinojo (*Foeniculum vulgare*) o el culantro (*Coriandrum stivum*), pero generalmente en superficies muy pequeñas.

La familia de las umbelíferas se caracteriza por tener flores perfectas pero no se autopoliniza. La polinización cruzada lo realizan insectos, particularmente abejas. Las largas distancias (más de 3 kilómetros) que puede cubrir dichos insectos hace que el polen de estos cultivos puede llegar de forma viable a otras variedades cultivadas de los mismos en una amplia superficie y, en el caso de que fuese de una variedad GM, puede contaminar variedades no GM. Estas especies son bianuales y normalmente se cosechan antes de que florezcan, pero caso de haber presencia de variedades GM habría que garantizar la no floración de ninguna planta en su primer año y, en todo caso, descartar la producción de semilla pura.

Además, estos tres cultivos, el apio, la chirivía y la zanahoria, tienen parientes silvestres (*Apium graveolens*, *Pastinaca sativa* y *Daucus carota* respectivamente), que son localmente abundantes en los alrededores de muchos cultivos vascos pero también en algunas praderas, particularmente en el caso de la zanahoria silvestre. Así, cualquier cruce de polen entre variedades GM de estos cultivos y sus parientes silvestres supondría, por una parte, un puente en el camino de la contaminación de cultivos dispersos y, por otro lado, la presencia de elementos GM en pastos y su ocasional consumo, aunque la zanahoria silvestre no es una planta preferida por el ganado.

Otras especies silvestres de la familia de las umbelíferas tienen usos medicinales y culinarios. El hinojo (*Foeniculum vulgare*), por ejemplo, es digestivo y diurético, a la vez que se utiliza en ensaladas o cocidos y la angélica silvestre (*Angelica silvestre*) estimula el apetito, entre otras cosas y se emplea en pastelería. El desarrollo de variedades GM de las mismas iniciaría un grave problema de contaminación de especies silvestres (que en algunos casos también se cultivan) aunque no hay investigación suficiente para conocer todos los impactos que habría entre variedades cultivadas y parientes silvestres.

Teniendo en cuenta estos datos, así como que se mencionan específicamente estos tres cultivos (y el perejil) en declaraciones de huertas familiares y explotaciones agrarias vascas libres de transgénicas, el que hay localizadas variedades campesinas de zanahoria y perejil y que, caso de florecer, la chirivía y la zanahoria son de interés melífero, se recomienda ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco para evitar el empleo de cualquier variedad GM de zanahoria, chirivía o apio, sea o no su destino final la alimentación.

Nombre cultivo: Apio *Apium graveolens* var. *dulce*

Origen geográfico: Europa y Asia

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 15

Distribución geográfica: en pequeñas producciones diseminadas y alguna producción más concentrada en la zona meridional

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: no

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: escaso

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: el apio se puede autopolinizarse pero predomina la polinización cruzada

Polinización cruzada entre: Plantas de las mismas variedades y entre variedades

Agentes de polinización: Insectos

Características de las semillas: muy ligeras, pequeñas y abundantes

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que estar madura o casi madura antes de cosechar. No obstante la semilla del apio cae al suelo una vez madura.

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 2-3 años

Pervivencia de semillas en el suelo: sí

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 500-1000m

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 100-500m

Parientes silvestres en el entorno: sí *Apium graveolens*

Camino artificial de contaminación: Factible caso de iniciar el cultivo de variedades GM de apio.

COMENTARIOS FINALES: No hay actualmente cultivo aprobado de variedades GM de apio. Teniendo en cuenta factores como la polinización cruzada que caracteriza el apio, la presencia del apio silvestre (*Apium graveolens*) y los usos medicinales de éste (para curar la indigestión y bajar la presión sanguínea, por ejemplo), la facilidad con que entra semilla al banco de semillas de la tierra al caer de las umbelas una vez maduras y la posibilidad de que perviva en ella, no se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de apio.

Nombre cultivo: Chirivía *Pastinaca sativa*

Origen geográfico: sur y centro de Europa

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: poca superficie

Distribución geográfica: en pequeñas superficies diseminadas

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades campesinas identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: en caso de florecer, sí

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: Polinización cruzada. Las flores son hermafroditas, pero el estambre se madura antes que el pistilo. No obstante, se produce también la autopolinización de flores de una misma planta al abrir en sucesión tanto las umbelas de una misma planta como las flores de una misma umbela.

Polinización cruzada entre: flores de la misma planta, entre diferentes variedades y con la chirivía silvestre (*Pastinaca sativa*).

Agentes de polinización: un número amplio de diferentes insectos, incluyendo la mariquita atraída por el pulgón que la hoja de la propia chirivía atrae.

Características de las semillas: 170 semillas / gramo

Viabilidad de la semilla recogida: tiene que estar madura, aunque se puede cosechar el tallo con la flor poco antes de estar madura la semilla y dejarla madurar fuera de la tierra. Tiene la ventaja de garantizar la recogida de semilla que cae fácilmente de la flor una vez madura.

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: un año

Pervivencia de semillas en el suelo: de un año a otro en condiciones favorables

Distancia recomendada para semilla pura:

* **gestión local quizá con otras medidas paralelas:** 100-1000m (según topografía terreno e insectos presentes)

* **producción a gran escala sin otras medidas paralelas:** 100-500m

Parientes silvestres en el entorno: sí *Pastinaca sativa*

Caminos artificiales de contaminación: Factibles caso de iniciar el cultivo de variedades de chirivía GM.

COMENTARIOS FINALES: No hay variedades GM de chirivía aprobadas para su cultivo. Teniendo en cuenta factores como la polinización cruzada que caracteriza a la chirivía, la presencia de la chirivía silvestre y el cultivo de variedades campesinas de chirivía, no se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de chirivía

Nombre cultivado: zanahoria *Daucus carota* var. *sativus*

Origen geográfico: Afganistán y Europa (hay mucho debate sobre la cuestión)

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: poca superficie total

Distribución geográfica: difusa en toda la geografía en huertas y pequeñas explotaciones, alguna parcela mayor en Alava.

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Varietades campesinas identificadas: si

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo, a no ser que se deje florecer (para semilla). Contiene poco polen y néctar, pero da miel de calidad.

El cultivo florece antes de su cosecha: no

Tipo de polinización: Polinización cruzada. Las flores son hermafroditas, pero el estambre se madura antes que el pistilo. No obstante, se produce también la autopolinización de flores de una misma planta al abrir en sucesión tanto las umbelas de una misma planta como las flores de una misma umbela.

Polinización cruzada entre: plantas de la misma variedad, entre diferentes variedades cultivadas y entre variedades cultivadas y la zanahoria silvestre (*Daucus carota*)

Agentes de polinización: insectos, particularmente abejas y especies de *Hymenoptera*, *Diptera* y *Coleoptera*.

Características de las semillas: muy ligeras y abundantes, con 800-1000 semillas por gramo

Viabilidad de la semilla recogida: se pueden cosechar los tallos con las flores antes de que la semilla este completamente madura

Dispersión de semillas por:

Producción de semillas: bianual

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3 – 10 años (de hecho es mejor sembrar las semillas que tienen dos años y no uno).

Pervivencia de semillas en el suelo: pueden surgir problemas por restos vegetales de la zanahoria que quedan en la tierra.

Distancia recomendada para semilla pura:

* gestión local quizá con otras medidas paralelas: 500-1000m

*** producción a gran escala sin otras medidas paralelas: 100-1000m**

Parientes silvestres en el entorno: sí, la zanahoria silvestre (*Daucus carota*) con la que cruza con facilidad

Caminos artificiales de contaminación: todos son factibles caso de iniciar el cultivo de variedades GM de zanahoria. Ha habido cosecha de semilla de zanahoria de diferentes explotaciones con una misma maquinaria.

COMENTARIOS FINALES: No hay actualmente cultivo autorizado de zanahoria GM. En cambio hay experimentación con la zanahoria para modificarla genéticamente, por ejemplo para usar la zanahoria como vehículo para aumentar la absorción de calcio por el ser humano.

Teniendo en cuenta factores como la polinización cruzada que caracteriza a la zanahoria, la abundante presencia de la zanahoria silvestre y problemas con plantas voluntarias, no se recomienda la producción simultánea de variedades GM y no GM de chirivía. Antes se producían cantidades sustanciales de semilla pura de zanahoria en Alava, opción que se podría considerar de nuevo, caso de evitar la presencia de zanahoria GM. Por otro lado, diferentes fuentes subrayan la importancia de mantener una alta diversidad de variedades de zanahorias ya que es un cultivo muy sensible a condiciones de clima, suelo, etc, por lo que mientras mayor variedad haya más fácil es encontrar la variedad precisa adaptada a cada zona.

4.10. FAMILIA VITACEAS

La especie europea de viña silvestre *Vitis vinifera* ha dado lugar a numerosas variedades de viña cultivada en Europa aunque también ha habido influencia de viña importada desde otros lugares como América (en 1863 se emplearon plantas de las viñas silvestres americanas *Vitis riparia*, *V. rupestris* y *V. berlandieri* para combatir la filoxérica – *Phylloxera*- por ejemplo). Hoy día para distinguir entre la especie silvestre y las variedades domesticadas y cultivadas derivadas de ella, se clasifican por dos subespecies. Así se refiere a la viña silvestre como *Vitis vinifera* L. subespecie *sylvestris* y a la viña cultivada como *Vitis vinifera* L. subespecie *sativa*.

Por las características naturales de la viña y por la manera de cultivarla, no es aparentemente muy problemática en el contexto de flujos de información genética de variedades GM a no GM. Principalmente, haría falta mayor investigación en el grado de polinización cruzada que pueda ocurrir entre variedades GM y la viña silvestre (*Vitis vinifera* L. subespecie *sylvestris*). Mayores problemas pueden suponer las vías artificiales de contaminación post-cosecha y el empleo de levaduras GM en la elaboración del vino.

Nombre cultivo: viña de uva *Vitis vinifera* L. subespecie *sativa*

Origen geográfico: Mediterránea y Oriente Próximo

Superficie cultivada (Hegoalde) ha: 38343

Distribución geográfica: pequeñas parcelas en zonas atlánticas, cultivo extensivo en zonas meridionales

Nombrado en declaraciones de explotaciones libres de GM: sí

Variedades locales identificadas: sí

Uso alimentario actual: humano

Aprovechamiento apícola: nulo (algún aprovechamiento de uva podrida)

El cultivo florece antes de su cosecha: sí

Tipo de polinización: las flores son autocompatibles y en su mayor parte autopolinizantes. Puede haber un nivel bajo de polinización cruzada. En todo caso, se producen nuevas plantas de vid para cultivo mediante esquejes y no con semilla. El cruce de polen no influiría en el carácter GM o no de la uva, pero si de la semilla caso de comerla o usarla.

Polinización cruzada entre: en la rara ocasión en que se diera, entre diferentes variedades cultivadas y entre estas y especies silvestres. Hay discrepancia en las fuentes sobre la existencia o no y el grado de polinización cruzada de *Vitis vinifera*.

Agentes de polinización: insectos. El polen es relativamente pesado, por lo que no se transporta habitualmente por el viento.

Características de las semillas: pequeñas y ligeras

Viabilidad de la semilla recogida: la pepita tiene que madurar en la planta.

Dispersión de semillas por: avifauna

Producción de semillas: planta perenne

Viabilidad de semillas apropiadamente guardadas: 3 años

Pervivencia de semillas en el suelo: se sugiere dejar hasta 3 años entre parcelas de ensayo con vid

Distancia recomendada para semilla pura: no pertinente

* gestión local quizá con otras medidas paralelas

* producción a gran escala sin otras medidas paralelas

Parientes silvestres en el entorno: sí (*Vitis vinifera* L. subespecie *sylvestris*). Las flores de la vid silvestre son autoincompatibles por lo que hay polinización cruzada, sin que se conozcan bien los caminos de esta polinización. Normalmente no cruzae con las variedades cultivadas pero hace falta más investigación ya que hay discrepancias en la literatura al respecto. La vid silvestre está amenazada por la transformación y pérdida de sus diferentes hábitat naturales como los bosques de ribera, playas o acantilados (limpieza de cunetas de carreteras, canalización de cauces de ríos, vertidos de basura, repoblación forestal, limpieza bosques de ribera....).

Caminos artificiales de contaminación: factibles si se inicia el cultivo de vid GM.

COMENTARIOS FINALES: No hay cultivo comercial aprobado de vid GM en la Unión Europea. Ha habido mucha investigación en la modificación genética de la uva, siendo los objetivos principales la resistencia a hongos, bacteria, virus y determinados insectos, particularmente los áfidos, resistencia a enfermedades y tolerancia a estrés (sequía), mejor maduración y la mejora de la calidad de la uva (color, acumulación de azúcares, sin pepitas y realza del sabor). Cabe decir que también hay mucha investigación en la modificación genética de las levaduras empleadas en la elaboración del vino (*Saccharomyces cerevisine*) para tener una mejor fermentación, un control biológico de los microorganismos que estropean el vino, vino con menos alcohol y para conseguir cambios en su olor o sabor. (Pretorius, 2006).

Paralelamente hay trabajos a favor de la conservación de la vid silvestre, particularmente teniendo en cuenta el estrechamiento de la base genética del cultivo actual de la uva.

Hay dos potenciales caminos de contaminación transgénica: la polinización cruzada y la gestión humana del cultivo y la cosecha. No obstante, las fuentes consultadas no son claras en cuanto al alcance de la polinización cruzada, aunque Eastham & Sweet (2002), por ejemplo, reconocen que la hibridación existe entre diferentes poblaciones de vid y que podría ocurrir entre viña GM y no GM.

De todos modos, el hecho de que actualmente la oferta de vino excede la demanda a nivel mundial influye en que se dé mucho valor a la calidad en el sector vitícola y la OIV (la Organización Internacional de la Viticultura) ha prohibido todos los elementos GM en la producción y elaboración del vino hasta tener más información (por ejemplo acerca de la expresión de AND foránea en uva y vino caso de emplear variedades GM) y hasta conocer la evolución de la demanda de la población consumidora, que en la actualidad rechaza abiertamente el vino GM. Hay viñedos declarados libres de transgénicos en el País Vasco.

Teniendo en cuenta estos hechos y a falta de mayor información acerca de los caminos de contaminación natural, se recomienda evitar la adopción de la viticultura en base a variedades GM, aunque fuese para fines no alimentarios.

4.11. Resultados generales

Se resume la información acerca de los principales caminos de transferencia de información genética entre diferentes variedades de cultivos y entre estas y parientes silvestres en el Cuadro 1. (Para información detallada y más completa acerca de todos los aspectos que se deben tener en cuenta hay que consultar las fichas individuales presentadas a lo largo de este apartado).

Cuadro 1. Resumen de la información aportada

Nombre cultivo	Florece:		Cuando florece:		Riesgo plantas voluntarias		Caminos artificiales contaminación	
	antes cosecha	solo para producir semilla	Polinización poca	cruzada habitual	bajo	alto	factibles	muy probables / demostrados
Brásicas								
Berza		x		X		X	x	
Brócoli		x		X			x	
Coles Bruselas		x		X		X	x	
Coliflor		x		X		X	x	
Colza	X			X		X		X
Nabo		x		X		X	x	
Rábano		x		X		X	x	
Compuestas								
Achicoria		x		X		X	x	
Escarola/endivia		x	x		x		x	
Girasol	X			X			x	
Lechuga		x	x				x	
Cucúrbitas								
Calabaza	X			X			x	
Melón	X			X			x	
Pepino	X			X			x	
Gramíneas								
Avena	X		x			X		X
Cebada	X		x		x			X
Maíz	X			X				X
Trigo	X		x			X		X
Ray-grass	X			X		X	x	
Leguminosas								
Alfalfa	X			X		X	x	
Alubia	X		x				x	
Baina	X		x				x	
Guisante	X		x					X
Haba	X			X				X
Soja	X		x					X

Cuadro1. Resumen de la información aportada: continuación

Nombre cultivo	Florece: antes cosecha	solo para producir semilla	Quando florece: Polinización poca	cruzada habitual	Riesgo plantas voluntarias bajo	alto	Caminos artificiales factibles	contaminación muy probables/ demostrados
Liliáceas								
Ajo					X		X	
Cebolla		X		X	X		X	
Espárrago		X		X	X		X	
Puerro		X		X	X		X	
Quenopodiáceas								
Acelga		X		X	X		X	
Espinaca		X		X	X			X
Remolacha		X		X		X		X
Solanáceas								
Berenjena	X		X				X	
Patata	X		X		X			X
Pimiento	X		X				X	
Tomate	X		X				X	
Umbelíferas								
Apio		X		X	X		X	
Chirivía		X		X			X	
Zanahoria		X		X	X		X	
Vitáceas								
Uva/Vid	X		¿?				X	

Las principales conclusiones son:

- No hay un riesgo cero de transferencia de información genética entre variedades GM y no GM para los cultivos analizados en el presente estudio, caso de introducir variedades GM en la agricultura vasca.
- De los cultivos analizados el que menor riesgo presenta es la vid, aunque hay ciertas discrepancias acerca del grado de polinización cruzada que le caracteriza y lo que dicha polinización implica para sus productos finales.
- Otros cultivos de menor riesgo son de la familia leguminosa (alubia y judía verde, por ejemplo), aunque hay que subrayar que el riesgo no es cero.

- Los cultivos de mayor riesgo son la colza (brásica), gramíneas como la cebada, el maíz y el ray-grass, leguminosas como la alfalfa y el haba y quenopodiáceas como la remolacha.
- Hay un riesgo de contaminación transgénica para la producción de semilla pura para todos los cultivos contemplados, con la excepción de la vid y teniendo en cuenta que hay cultivos que se reproducen vegetativamente.
- La actual gestión humana de los cultivos y sus cosechas supone que los caminos de contaminación artificial son factibles para todos, con implicaciones directas para el suministro de alimentos libres de información genética foránea.
- La información disponible acerca de algunas especies y variedades para conocer la potencialidad de la contaminación que podrían generar variedades GM en parientes silvestres es insuficiente.
- Igualmente, hay insuficiente información acerca de cambios generados en el propio funcionamiento y comportamiento de una planta cuando haya sido objeto de una modificación genética y que pueden influir en la capacidad de transferencia de material genético como, por ejemplo, un mayor ritmo de polinización cruzada.

5. Nuevas tecnologías de contención “biológica” de la contaminación transgénica

Una lectura de la información recopilada y presentada en el apartado 4 del presente documento indica que es técnicamente muy difícil garantizar una contaminación cero (por elementos GM) de semillas, cultivos y cosechas libres de organismos genéticamente modificados y destinados a la alimentación humana y ganadera, caso de iniciar el cultivo con variedades GM en explotaciones vascas. Esta dificultad caracteriza tanto a los caminos naturales de transferencia de información genética, como a los caminos artificiales de contaminación para la mayoría de cultivos analizados.

Las empresas de ingeniería genética y las instituciones públicas tienen una amplia información a su alcance sobre dicha contaminación y, de hecho, diferentes instituciones han encargado estudios que demuestran su existencia. No obstante, dichos estudios (por ejemplo, Eastham & Sweet, 2002; Government of Ireland, 2005) no analizan la viabilidad de la coexistencia entre cultivos GM y no GM en función de seguir permitiendo la existencia de cultivos libres de OGM, sino que lo analizan desde la perspectiva de permitir un nivel determinado de contaminación GM de los cultivos no GM. Pero, precisamente por ese mismo motivo, por permitir un determinado nivel de presencia de ADN foráneo en determinado cultivo, éste deja de ser libre de OGM. Estos mismos estudios llegarían a conclusiones distintas si su punto de partida fuese indagar sobre la viabilidad de la coexistencia en base a una contaminación cero. Al aceptar las Instituciones la idea de permitir un determinado nivel de presencia de ADN foráneo en cultivos que aún así se denominarían “libres de OGM”, dicha presencia deja de ser “contaminación” a efectos legales.

Sin embargo, denominar la contaminación como “presencia fortuita” en los textos legales no cambia el hecho de que haya o pueden haber en el futuro elementos GM en los cultivos y alimentos de personas que no quieren ni producir ni consumir organismos genéticamente modificados. No por dejar de llamarle contaminación deja de serlo.

Las empresas promotoras de la ingeniería genética agraria y las Instituciones son conscientes de que en la Unión Europea hay un enorme rechazo de la población agraria y consumidora a perder toda opción de cultivo libre de GM por la introducción de variedades GM. Saben, igualmente, que un eje muy importante en que se basa dicho rechazo es la cada vez más demostrada y reconocida inviabilidad de, precisamente, la coexistencia, más la devaluación del concepto por las deficientes definiciones legales de la contaminación.

Si se analiza el Acuerdo del Consejo del Gobierno Vasco de 20 de febrero de 2007 titulado “Acuerdo para no utilizar en la agricultura organismos genéticamente modificados” (Gobierno Vasco, 2007) se observa que se refiere específicamente a cultivos cuyas cosechas están destinadas a alimentación humana y ganadera pero que nada dice sobre cultivos para fines no alimentarios (farmacultivos, agrocombustibles, usos industriales no alimentarios, etc). Teniendo en cuenta los argumentos esgrimidos para evitar el cultivo de variedades genéticamente modificadas para fines alimentarios y la intención del Gobierno Vasco de evitar aquellos cultivos GM para fines no alimentarios que perjudicarían cultivos no GM (Consejo Asesor de Medio Ambiente, 2006) y siendo el Gobierno Vasco conocedor de la información disponible acerca de la imposibilidad de la coexistencia, surge la pregunta de por qué no se incluyen todos los cultivos, tanto para fines alimentarios como para fines no alimentarios, en su Acuerdo.

No ha habido por parte del Gobierno Vasco un desarrollo y exposición de los motivos por los cuales limita su declaración de zona libre a cultivos con fines alimentarios, por lo que únicamente se pueden aventurar hipótesis para explicar el contenido de dicho texto. Una de las hipótesis que se maneja es la esperanza que albergan instituciones como el Gobierno Vasco en la siguiente generación de tecnologías de modificación genética, tecnologías cuyas entidades promotoras insisten que, a priori, posibilitarían la coexistencia.

Así, las empresas de ingeniería genética siguen desarrollando nuevas tecnologías cuyo objetivo teórico es la «contención biológica» de los genes modificados. Dicho de otra manera, tecnologías que impiden la transferencia de información genética por caminos naturales, como son la polinización cruzada y las plantas voluntarias o adventicias.

A continuación se evalúan estas nuevas tecnologías para ver de qué manera influirían en la compatibilidad de cultivos GM y no GM en territorio vasco.

5.1. Tecnología de restricción del uso genético (TRUG)

El nombre colectivo de estas tecnologías es “tecnología de restricción del uso genético” o TRUG. Su génesis tenía muy poco que ver con intentos de contener flujos de información genética entre un cultivo y otro. Así, la tecnología más conocida de TRUG es la denominada “Terminator” y fue desarrollada hace más de una década por las empresas transnacionales de semillas y productos agroquímicos con la colaboración del gobierno de los EEUU. Con esta tecnología se modificaban genéticamente las semillas para que resultasen estériles una vez cosechadas. Se desarrolló la tecnología para evitar que la población agraria pudiera guardar y sembrar semillas de su cosecha y así tuviera que acudir al mercado cada año a comprarlas. De esta manera se maximizarían los beneficios de las empresas.

Esta tecnología suscitó continuas protestas en muy diversos ámbitos, principalmente por la amenaza que supone a la estabilidad de los sistemas agrarios al comprometer seriamente la riqueza y viabilidad de la agrobiodiversidad y la independencia económica de la población agraria a nivel mundial. Tales han sido las inquietudes planteadas entorno a la tecnología Terminator que en el año 2000 la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica (COP-DB) de las Naciones Unidas adoptó una moratoria *de facto* sobre las pruebas de campo y la comercialización de las TRUG. Seis años más tarde, los gobiernos que se reunieron en la COP-DB en Curitiba, Brasil, reafirmaron y fortalecieron la moratoria.

Sin embargo, el principio básico que generó la tecnología Terminator es el mismo que subyace en la investigación de muchas personas científicas del sector público y privado en una nueva generación de TRUG. El objetivo declarado es evitar que genes patentados (el ADN foráneo) en los cultivos transgénicos fluyan hacia cultivos no transgénicos o sus parientes silvestres, precisamente los caminos de contaminación que se han analizado en el apartado 4 de este documento.

A continuación se hace un breve análisis de las tres tecnologías TRUG que más se están desarrollando en la actualidad, análisis que se realiza en el contexto de la compatibilidad de los cultivos GM y no GM:

- (a) El bloqueo de función recuperable (esterilidad transgénica reversible)
- (b) La extirpación genética
- (c) La letalidad condicional

5.2. Bloqueo de función recuperable / esterilidad transgénica reversible

Desde el 2006 la Unión Europea financia un proyecto de investigación conocido como el Proyecto Transcontainer, cuyo objetivo concreto es desarrollar cultivos y árboles transgénicos que estén “contenidos biológicamente” para evitar la diseminación de transgenes y la contaminación de plantas silvestres o cultivos convencionales o ecológicas en las inmediaciones. Uno de los ejes del proyecto es “el desarrollo de un sistema de contención transgénico, letal para las semillas, basado en el bloqueo de función recuperable (BFR) en la colza”. (Una descripción detallada de cada unidad del Proyecto Transcontainer está disponible en su página web: www.transcontainer.wur.nl).

La teoría de la “contención biológica” del BFR es colocar genes en una planta con el fin de que las semillas no puedan germinar, evitando que pasen sus genes a la siguiente generación. El gen que causa la letalidad está vinculado físicamente a la información genética incorporada a la semilla (tolerancia a herbicidas o resistencia a insectos, por ejemplo). A estos dos bloques de información genética se le añade un tercero que permite cancelar la letalidad una vez aplicado un detonador, un estímulo químico por ejemplo. En el caso concreto del BFR desarrollado para la colza GM en el contexto del Proyecto Transcontainer, se emplea el etanol como el elemento estimulante.

En la discusión científica y teórica sobre el BFR, se la diferencia de la tecnología Terminator al incorporar las plantas genéticamente modificadas un mecanismo que permita a las personas agrarias usuarias restaurar la fertilidad de los cultivos. Los equipos de investigación insisten que su propósito no es restringir la capacidad de la población agraria para guardar y sembrar la semilla patentada. En la práctica la única diferencia con el Terminator es que la esterilidad de estas semillas BFR puede revertirse (mediante la aplicación del estímulo externo).

Diferentes análisis de esta tecnología demuestran una serie de problemas que merman su eficacia teórica:

- no controla debidamente el traslado de información genética del cultivo GM en el campo, por ejemplo de colza GM, a otro cultivo o pariente silvestre, ya que el factor letal está diseñado para activarse al final del desarrollo de la semilla pero está “apagado” en el resto de la planta, incluido el polen. Teniendo en cuenta que la colza se caracteriza por la polinización cruzada obligada, será fácil el traspaso de los elementos transgénicos de la colza GM-BFR a cultivos con otras variedades de colza o a parientes silvestres de la colza en sus inmediaciones. Así, no únicamente se contaminarían cultivos que podrían tener un fin alimentario, sino que además, si la persona agricultora no conoce el carácter GM del cultivo vecino, no sabrá que se le habrá transferido un rasgo de esterilidad a su cultivo ni que un mayor o menor porcentaje de la semilla que guarda será estéril.

Por otro lado, hay dudas acerca del grado de traspaso del elemento de bloqueo a lo largo de la cadena agroalimentaria. En muchos casos estos elementos son toxinas de una bacteria o un hongo por ejemplo. Igualmente, todas las semillas contendrán el producto de la recuperación genética y será parte de la cadena agroalimentaria por lo que convendría evaluar su inocuidad o los riesgos que entrañe. Caso de ser un cultivo para fines no alimentarios se tendría que garantizar el nulo cruce de polen con otros cultivos que sí tienen fines alimentarios.

Aunque se está estudiando la aplicación de esta tecnología en la colza, hay otros cultivos que no se caracterizan por la polinización cruzada, por lo que se podría argumentar que se minimizaría este fallo en su potencial función de contención biológica. No obstante, un repaso a las fichas de los cultivos del apartado 4 del presente documento revela que incluso en las especies y variedades autopolinizantes se observa un nivel menor o mayor de polinización cruzada (la cebada *Hordeum vulgare*, el trigo *Triticum* sp., la alubia *Phaseolus vulgaris* y la soja *Glycine max* por ejemplo).

Hay que subrayar que aunque se garantizase la “contención biológica” durante el cultivo, la experiencia hasta la fecha con los caminos artificiales de contaminación, particularmente en el caso de la colza, sugiere que terminaría entrando el producto GM en la cadena agro-alimentaria.

- Hay una serie de debilidades potenciales en el sistema BFR, reconocidas también por equipos de investigación científica (Grupo ETC, 2007):
 - No se garantiza la activación de las funciones de recuperación ya que el inductor puede no penetrar completamente en los tejidos de la semilla, puede cambiar la ecología del propio cultivo (de hecho, el etanol es tóxico para muchos microorganismos) y está a la merced de cambios en el tiempo por lo que quizá no lleguen convenientemente las condiciones climatológicas para activar el elemento de recuperación.
 - El silenciamiento genético puede cambiar inesperadamente el comportamiento del organismo, especialmente en condiciones de estrés: en el caso del BFR el silenciamiento podría hacer viable la semilla por perturbar el funcionamiento del sistema.
 - Es imprescindible mantener todos los rasgos incorporados en el cultivo transgénico en la misma fila de ADN y que permanezcan vinculados durante la producción. Si se segreguen el BFR falla.

Independientemente de los fallos de la tecnología BFR por los que no cumple su objetivo de contener el traspaso de información genética de un cultivo GM a otro no GM, hay que subrayar los impactos que tendría la tecnología en los modelos agrarios. Para poder guardar semilla la población agraria tiene que comprar el producto químico. De esta manera la tecnología influye tan negativamente en la independencia de la población agraria y en la agrobiodiversidad como el Terminator.

5.3. La extirpación genética (Exorcista)

El objetivo declarado de esta tecnología es eliminar ADN foráneo o transgenes de un cultivo en un cierto momento de su desarrollo, principalmente antes de su floración y la producción de polen o antes de convertirse en alimento. La eliminación se produce al aplicar un estimulante químico o cuando se llegue a un momento de alteración inherente al desarrollo de la planta. En ambos casos, activa un promotor que, a su vez activa una proteína que activa la extracción del ADN predeterminado y marcado por secuencias de extirpación. Teóricamente, la población agraria podría guardar semillas que no contendrían ADN foráneo (siempre y cuando compre y aplique el producto químico).

Los fallos relacionados con esta tecnología tienen relación con el grado de éxito de la extirpación que no es del 100%. Aunque en un estudio se demostró la presencia de ADN foráneo en únicamente el 0.027% de las semillas de la muestra, si se extrapola este dato al contexto de la agricultura comercial supondría, en el caso concreto de la colza por ejemplo, unas 3000 plantas por hectárea, plantas que luego producirían y esparcirían polen y semillas.

De todos modos, es problemático verificar la no existencia de dicho flujo indeseado de genes de semillas y plantas Exorcista. Habría que realizar continuamente muchas pruebas largas y costosas para saber si la extirpación estuviera funcionando apropiadamente en condiciones de agricultura en campo abierto.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la extirpación no deja la planta como fue antes de su modificación genética y equipos de investigación reconocen potenciales efectos ambientales y para la salud de secuencias no expresadas de ADN que permanecerían en las plantas (Grupo ETC, 2007).

Como en el caso del BFR, aunque llegase a funcionar debidamente la tecnología Exorcista (algo que no ocurre en la actualidad), es una tecnología problemática para la agrobiodiversidad y la independencia de la población agraria. Al ser una tecnología patentada, implica mayores costes de producción. En la mayoría de los casos, su desarrollo requiere la aplicación de un estimulante químico que hay que adquirir y, en el caso de que la tecnología falle y el ADN foráneo no se elimine completamente, la persona usuaria, agricultor o agricultora podría ser procesada por violación de patente sobre los genes que escapan.

5.4. La letalidad condicional

Un informe del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (2004) señaló que no existía una sola técnica de “contención biológica” que por si sola tendría un éxito total. Así, las empresas de ingeniería genética agraria empezaron a desarrollar un método para matar a las plantas transgénicas. En este caso se modifican genéticamente las plantas de manera que su rasgo de interés (resistencia a insectos, por ejemplo) y el gen de letalidad condicional se yuxtaponen y se insertan juntos en el ADN de la planta. Si se activa el gen letal, la planta muere, llevándose consigo el rasgo transgénico. Si no se activa, la planta vive y puede transferir sus transgenes, tanto el gen asociado con el rasgo de interés como el gen letal, a la próxima generación. El gen condicionalmente letal puede codificar una toxina y contar con un promotor activado por un estímulo

químico o ambiental, o alternativamente, puede codificar una enzima que activa el proceso.

El objetivo concreto de esta tecnología es controlar las plantas adventicias o voluntarias ya que funciona de manera totalmente opuesta a las plantas tolerantes a herbicidas. En este caso, aplicando un herbicida, se eliminarían todas las plantas no deseadas, dejando el cultivo libre de plantas adventicias viables. Así, es una tecnología de particular interés para cultivos como la colza y la remolacha, por ejemplo.

No obstante, esta tecnología también tiene lagunas. Hay que eliminar las plantas no deseadas antes de se produzca flujo genético alguno, puede haber penetración incompleta de los inductores químicos que permite que algunas plantas GM escapen, hay dificultades para identificar un detonador químico que sea ambientalmente benigno cuando se usa a escala comercial y existe la posibilidad de que el gen letal se silencie o se mute. Más preocupación causa en algunos círculos el posible empleo de esta tecnología como arma contra una población enemiga.

A su vez, la letalidad condicional, al igual que las tecnologías BFR y de extirpación, puede servir un doble propósito. Por un lado, es un intento de lograr una contención biológica, pero por otro lado, serviría como una protección de patentes. La aplicación del detonador químico revelaría la presencia de plantas transgénicas no sembradas y permitiría la repetición de procedimientos legales contra la población agraria por apropiación indebida de la tecnología, independientemente de que dichas plantas hayan llegado por procesos de flujos genético y su presencia no fuera deseada.

5.5.5. Comentarios finales

Se desarrollan las tecnologías de “contención biológica” en respuesta a la inviabilidad de la coexistencia entre cultivos GM y no GM. No obstante, estas nuevas tecnologías tampoco garantizan un flujo genético nulo de cultivos GM a cultivos no GM o parientes silvestres. En cambio sí permiten un mayor control de las empresas promotoras de la ingeniería genética agraria sobre la población agraria al controlar los productos necesarios para inducir los resultados deseados en los cultivos, por lo que se vuelve a plantear el mismo problema que generó la tecnología Terminator, tecnología que está prohibida por ese mismo motivo.

A la vista de los resultados del análisis de estas nuevas tecnologías, su deficiente control de flujos genéticos por un lado, y su amenaza al derecho de la población agraria a guardar semilla y así mantener el patrimonio agro-genético por otro, no parece aconsejable apoyar el cultivo de determinadas variedades no GM para fines alimentarios y otras variedades GM para fines no alimentarios (agro combustibles, productos farmacéuticos, usos industriales...) sobre la base de que con estas tecnologías quede resuelto el problema de la deficiente coexistencia entre cultivos GM y no GM.

Además, hay que tener en cuenta que ninguna de estas tecnologías evita los problemas de contaminación derivados de la gestión humana de los cultivos a partir de su cosecha. Así, al deficiente funcionamiento de las tecnologías de “contención biológica” hay que añadir los fuertes problemas existentes hoy día para garantizar una completa segregación de cosechas GM y no GM.

En este contexto se sugiere la ampliación del Acuerdo del Consejo del Gobierno Vasco de 20 de febrero de 2007 titulado “Acuerdo para no utilizar en la agricultura organismos genéticamente modificados” (Gobierno Vasco, 2007), para que la prohibición de cultivos GM en territorio vasco se aplique a cualquier cultivo sea cual sea su destino final, alimentario o no alimentario.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

- no hay un riesgo cero de transferencia de información genética entre variedades GM y no GM para los cultivos analizados en el presente estudio, caso de introducir variedades GM en la agricultura vasca.
 - De los cultivos analizados el que menor riesgo presenta es la vid, aunque hay ciertas discrepancias acerca del grado de polinización cruzada que le caracteriza y lo que dicha polinización implica para sus productos finales.
 - Otros cultivos de menor riesgo son de la familia leguminosa (alubia y judía verde, por ejemplo), aunque hay que subrayar que el riesgo no es cero.
 - Los cultivos de mayor riesgo son la colza (brásica), gramíneas como la cebada, el maíz y el ray-grass, leguminosas como la alfalfa y el haba y quenopodiáceas como la remolacha.
- hasta la fecha las propuestas de coexistencia no han dado suficiente importancia a todos los posibles caminos de contaminación identificados, por ejemplo la función de “puente” entre cultivos que podrían tener poblaciones de parientes silvestres de los mismos en el entorno y con los que pueden cruzar, o el papel de plantas voluntarias derivadas del traslado de semillas viables por zoogamia. Tampoco han planteado la coexistencia desde la perspectiva del cero por cien de contaminación. Las pautas actuales empleadas para definir la coexistencia suponen la gradual contaminación de cultivos con variedades no GM, lo cual incumpliría el Acuerdo del Gobierno Vasco “*Acuerdo para no utilizar en la agricultura organismos modificados genéticamente*” cuando está destinados a fines alimentarios.
- la actual gestión humana de los cultivos y sus cosechas supone que los caminos de contaminación artificial son factibles para todos los cultivos y sus cosechas.
- la información disponible acerca de algunas especies y variedades para conocer la potencialidad de la contaminación que podrían generar variedades GM en parientes silvestres es insuficiente.
- igualmente, hay insuficiente información acerca de cambios generados en el propio funcionamiento y comportamiento de una planta cuando haya sido objeto de una modificación genética y que pueden influir en la capacidad de transferencia de material genético como, por ejemplo, un mayor ritmo de polinización cruzada.
- las nuevas generaciones de tecnologías de “contención biológica” no son infalibles en cuanto al control de la transferencia de información genética entre variedades GM y no GM de un mismo cultivo, a la vez que generan nuevos problemas de pérdida de control por parte de la población agraria sobre las semillas que emplea.

6.2. Recomendaciones

- la principal recomendación de este estudio es ampliar el Acuerdo del Gobierno Vasco “*Acuerdo para no utilizar en la agricultura organismos modificados genéticamente*” a todos los cultivos de la agricultura vasca y no solamente aquellos con fines alimentarios humanos o ganaderos.
- igualmente, se recomienda ampliar el presente estudio para cubrir cultivos no analizados en él, por ejemplo, a los sectores de la fruticultura, la floricultura y la selvicultura o para estudiar las características de las gramíneas y leguminosas pratenses y las plantas aromáticas o medicinales cultivadas o silvestres.
- también convendría completar la información ofrecida en el presente estudio, tanto para algunos de los cultivos ya analizados como para los cultivos de las 10 familias analizadas para los que no se han presentado fichas en el presente estudio. En este sentido sería de particular interés profundizar en el análisis de la familia vitácea. En general, teniendo en cuenta las discrepancias identificadas en algunas fuentes acerca de determinadas cuestiones, también convendría contrastar información.
- urge realizar un debate público acerca del modelo de agricultura y alimentación vasca que se quiere promover en el futuro ya que la introducción de cualquier variedad GM determinará la calidad de los futuros cultivos y sus cosechas, el grado de dependencia futura de la población agraria en tecnologías y recursos como las semillas, el tipo de semilla y el grado de diversidad genética en que se basa la agricultura y la alimentación y el grado de armonía en la relación entre biodiversidad natural y agrobiodiversidad, entre otras cosas. Para varios de los cultivos analizados, como la colza, la remolacha, el maíz o la patata, dicho debate es particularmente urgente teniendo en cuenta el desarrollo de variedades GM para cultivos con fines no alimentarios como el industrial o los agrocombustibles.

7. Bibliografía

Abud, S. *et al.*, 2007. Gene flow from transgenic to no transgenic soybean plants in the Cerrado region of Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 6(2): 445-451.

Alvarez Rodríguez, A & Ruiz de Galarreta, J.I. 1995. *Variedades locales de maíz de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa. Gráficas Diet. Gasteiz. pp. 80.

Aseginolaza Iparragirre, C. *et al.* 1989. *Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco. Gasteiz. pp. 361.

Ashworth, A. 2002. *Seed to seed. Seed saving and growing techniques for vegetable gardeners*. Seed Savers Exchange. Decorah. pp. 228.

Barrett, R. 2007. A change in the air: organic farmers fear spread of genetically altered alfalfa. *Milwaukee Journal Sentinel*. www.jsonline.com.

Bergelson, J. *et al.*, 1998. Promiscuity in transgenic plants. *Nature*, 395: 25.

Bermejo Zuazua, A. 1959. *Alimentación del ganado*. Ministerio de Agricultura. Madrid. pp. 290.

Brittan, K. 2006. Methods to enable the coexistence of diverse corn production systems. *Agricultural biotechnology in California, Series 8152*. pp. 5.

Canadian Food Inspection Agency. 2007. *Crop specific minimum isolation distances*. www.inspection.gc.ca

Carravedo Fantova, M. & Mallor Giménez, C. 2007. *Variedades autóctonas de cebollas españolas*. Gobierno de Aragón. Zaragoza. pp. 382.

Consejo Asesor de Medio Ambiente de la CAPV. 2006. *Acta reunión 14-12-2006*. Gobierno Vasco. Gasteiz.

Cummins, J. 2005. *Field testing genetically modified fungal endophytes of ryegrass*. www.ibiblio.org

Carravedo, M. & Ruiz de Galarreta, J.I. 2005. *Variedades autóctonas de tomate del País Vasco*. Gobierno Vasco. Gasteiz. pp. 131.

Chang, M.G. 1974. Cabbage pollen germination and longevity. *Euphytica*, 23: 579-584.

Eastham, K. & Sweet, J. 2002. *Genetically modified organisms: the significance of gene flow through pollen transfer*. European Environmental Agency. Copenhagen. pp. 75.

Gobierno Vasco: 2007. *Acuerdo para no utilizar en la agricultura organismos modificados genéticamente*. Consejo de Gobierno Vasco. Gasteiz. 20-7-2007.

Government of Ireland. 2005. *GM coexistence report*. Government of Ireland. Dublin.

Gough, B. 2007. Harvesting and saving garden seeds. (15-12-2007) www.montana.edu/wwwpb/pubs/mt9905.html

Grupo ETC. 2007. *Terminator: la secuela*. pp. 28. www.etcgroup.org

Guillet, D. 2002. *The seeds of Kokopelli. A manual for the production of seeds in the family garden. A directory of Heritage seeds*. Les Presses de Provence. Avignon. pp. 439.

Gurian-Sherman, D. & Jenkins, P. 2006. *Docket No. Aphis 2006-0016: comments on Tall Fescue and Italian Ryegrass Environmental Assessment, Permit Numbers 05-278-01r and 05-278-02r*. The Centre for Food Safety. Washington. pp. 5.

Hannaway, D. *et al.*, 1999. Rye-grass perenne (*Lolium perenne* L). www.forages.oregonstate.edu.

Hubbard, C.E. 1984. *Grasses*. Pelican. Harmondsworth. pp.476.

Lheureux, K. 2006. *Estudio de OGMs en fase de Investigación y Desarrollo: perspectivas para Europa*. www.agroinformation.com

Linford, J. 2007. *A concise guide to herbs*. Paragon. Bath. pp. 256.

Massean, A. *et al.*, 2006. *New case studies on the coexistence of GM and non GM crops in European Agriculture*. European Commission Joint Research Centre. EUR 22102 EN. Seville. www.jrc.es

McCormack, J.H. 1984. Guidelines for maintaining purity in pepper varieties. www.gardenmedicinals.com (14-12-2007).

McCormack, J.H. 2004. *Isolation Distances. Principales and practices of isolation distances for seed crops*. www.savingourseeds.org.

Mills, A. 2007. Potato. *Solanum tuberosum* L. www.uga.edu/vegetable/potato.html (15-12-2007).

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2007. *Reglamento técnico de control y certificación de semillas de plantas hortícolas*. MAPA. Madrid. pp. 3-11.

Nadal, S. *et al.* 2007. Evaluating the effectiveness of small isolation distances for the field multiplication of *Vicia faba* using a morphological recessive marker. www.biodiversityinternational.org

Ocete Rubio, R. *et al.* 2004. *La vid silvestre en el País Vasco y territorios limítrofes: ecología distribución y riesgos para su conservación*. Gobierno Vasco. Gasteiz. pp. 179.

Pérez, M. *et al.* 1990. cDNA cloning and immunological characterisation of the Rye-Grass allergen Lol pI*. *The Journal of Biological Chemistry*, 265(27): 16210-16215

Pretorius, I.S. 2006. *The tailoring of designer grape vines and wine yeasts for a market-directed and quality focussed wine industry*. Institute of Wine Biotechnology. Stellenbosch. South Africa. pp. 15.

Pyke, N. 2007. *Code of practice for managing pollination of vegetable and seed crops. Project description and partial results*. www.maf.govt.nz/sffabout-projects/search/05-122.

Red Andaluz de Semillas. 2007. *Manual para la utilización y conservación de variedades locales de cultivo*. Red Andaluz de Semillas. Sevilla. pp. 95.

Red de Semillas de Euskadi. 2001. *Guía para la recolección de semillas de los vegetales más comunes*. Red de Semillas. Gernika. pp. 48.

Red de Semillas de Euskadi. 2005. *Catálogo de variedades tradicionales*. Red de Semillas. Gernika. pp. 58.

Red de Semillas de Euskadi. 2007. *Localización y evaluación de los recursos vegetales no silvestres en riesgo de desaparición que existen en el territorio de la CAPV*. Red de Semillas. Gernika. pp. 124 y anexos.

Remon Eraso, J. 1991. *Las plantas de nuestros prados*. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 206.

Robinson, R. 2007. Potato breeding for durable resistance to pests and disease. www.growseed.org. (31-12-2007).

Scheffler, J.A. *et al.* 1995. Evaluating the effectiveness of isolation distances for field plots of oilseed rape (*Brassica napus*) using a herbicide-resistance transgene as a selectable marker. *Plant breeding*, 114(4): 317-321.

Scientific Committee on Plants (European Commission). 2001. *Opinion of the Scientific Committee on Plants concerning the adventitious presence of GM seeds in conventional seeds*. SCP/GMO-SEE-CONT/002-FINAL. European Commission. Brussels. pp. 20.

Scurrah, M., *et al.*, 2007. Hybridization between wild and cultivated potato species in the Peruvian Andes and biosafety implications for deployment of GM potatoes. *Euphytica*, accepted 18-12-2007.

Seymour, J. 1976. *La vida en el campo y el horticultor autosuficiente*. Blume. Barcelona. pp. 254.

Soil Association. 2002. *Seeds of doubt. North American farmers' experiences of GM crops*. Soil Association. Bristol. pp. 67.

Stary, F. & Jirásek, V. 1973. *Herbs*. Hamlyn. London. pp. 239.

US National Research Council of the National Academies. 2004. *Biological confinement of genetically engineered organisms*. National Academies Press, 2004: 8-9.

Vaughan, J.G. & Geissler, C.A. 1997. *The new Oxford book of food plants*. Oxford University Press. Oxford. pp. 239.

Vázquez Molina, G. 1999. *Plantas medicinales en el País Vasco*. Editorial Txertoa. San Sebastián. pp. 278.

Wildfong, B. 2006. Seeds of diversity. *The Canadian Organic Grower*, summer 2006: 62-63.

Williams, I.H. & Osborne, J.L. 2002. Bee behaviour and pollination ecology. *Plant and invertebrate ecology. IACR Annual Report 2001-2002*. pp. 24-27.

8. Agradecimientos

Se agradecen las aportaciones realizadas por muchas personas: personas afiliadas y del equipo técnico de EHNE; personas activas en la Red de Semillas de Euskadi; Amparo Flores, Jeremy Cherfas y Javier Loidi.

Se agradecería, igualmente, cualquier comentario e información que ayudasen a completar o contrastar la información aquí presentada.

La realización de este informe ha sido subvencionada por la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco

