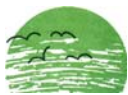
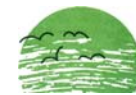


EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INTRODUCCIONES TRANSGÉNICAS



FORO BOLIVIANO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO
FOBOMADE
<http://www.fobomade.org.bo>



EVALUACION DE RIESGOS

- El proceso de evaluación de riesgos debería ofrecer una estimación de la probabilidad y la gravedad de los impactos atribuibles a determinada tecnología, en este caso transgénica para apoyar la toma de decisiones.
- Un aspecto importante es la comparación de los posibles impactos negativos respecto de los posibles beneficios o impactos positivos.
- La evaluación de riesgos debería integrar:
 - Evaluación ecológica
 - Efectos sobre la salud de las personas
 - Evaluación económica y social
 - Evaluación de mercado.

PROCESO DE EVALUACION DE TRANSGENICOS

- Una vez que se logra la introducción del gen extraño en la planta, se evalúa su función y estabilidad en invernadero.
- A continuación se realizan pequeños ensayos de campo sobre parcelas que totalizan de 50 a 500 metros cuadrados, que dependiendo de la naturaleza de la planta y de la modificación obtenida pueden requerir medidas de contención: separación física entre plantas sexualmente compatibles, uso de cultivos de barrera, eliminación de especies silvestres compatibles, etc.
- Conforme avanza el proceso de evaluación, se hacen ensayos en varias localidades y distintos ambientes.
- Este tipo de pruebas suministran información sobre la estabilidad y expresión del transgén en líneas concretas de plantas, pero no garantizan la obtención de datos completos sobre todos los posibles impactos cuando dichas plantas se cultiven ampliamente.

EVALUACION DE IMPACTO DE CULTIVOS TRANSGENICOS

Enrique Iáñez, Instituto de Biotecnología, Universidad de Granada.

- Debemos estudiar lo que se sabe sobre las plantas tradicionales.
- Diversos factores deberían hacernos muy cautos a la hora de implantar transgénicos: abundancia de especies silvestres, capacidad de hibridación, capacidad de propagación, importancia en el ecosistema, dificultad de simulaciones teóricas, etc.

Riesgos ecológicos de los cultivos resistentes a herbicidas

- Incremento de la presión de selección y evolución de biotipos resistentes al herbicida. Desarrollo potencial de resistencia múltiple.
- Plantas Voluntarias
- Flujo de genes
- Desenvolvimiento de la persistencia de genes bajo condiciones de campo.

*Technical Meeting on benefits and risks of transgenic herbicide resistant crops.
FAO Rome, 1998*

Otros factores

- Flujo génico por transferencia horizontal.
- Inestabilidad de líneas transgénicas.
- Recombinación.
- Difusión de genes vía poblaciones microbianas.

Preocupaciones socioeconómicas del uso de cultivos resistentes a herbicidas

- Dependencia de herbicidas químicos que impedirán un uso más indiscriminado de herbicidas en una amplia gama de situaciones.
- Dependencia de agricultores por comprar un paquete herbicida-semilla. Algunas compañías requieren que ellos firmen contratos que estipulan que solo su herbicida puede ser aplicado a sus propias semillas CRH. Tales contratos también prohíben a los agricultores guardar semillas para sembrar la siguiente cosecha
- La evolución de resistencia de especies de malezas muy relacionadas con el cultivo CRH.
- El uso repetido del mismo herbicida o herbicidas con el mismo modo de acción, incrementará la presión de selección en la población de malezas y empujará hacia el establecimiento de aquellas especies que son más difíciles de controlar por el agroquímico.
- La introducción rápida de CRH puede tornar más lento el proceso de promoción de conceptos de MIP en las prácticas de manejo de malezas.

A partir de todo esto es evidente que la adopción rápida de CRH puede resultar en impactos negativos en el agroecosistema.

Technical Meeting on benefits and risks of transgenic herbicide resistant crops. FAO Rome, 1998

Riesgos sobre la salud

- Efectos alérgicos y tóxicos.
- Problemas por incremento de uso de pesticidas, contaminación de agua y alimentos.
- Transferencia de genes de resistencia a antibióticos a patógenos.
- Inserciones repetidas.
- Activación y silenciamiento de genes.

Riesgos de mercado

- Requerimientos de etiquetado, dificultades e incremento de costos.
- Preferencias de los consumidores por productos convencionales que determinan la demanda.
- Incremento del diferencial de precios entre producto convencional y transgénica.
- Cotización del mercado en base a producto convencional, penalización en el precio del transgénico.

FLUJO GENETICO

- Se debe detectar la distribución biogeográfica y el potencial de hibridación entre cultivos convencionales y sus parientes silvestres.
- El objetivo es conocer aspectos históricos del flujo genico, casos de hibridación, invasión y declive de especies.

Elementos para el análisis de flujo genético

- mapas de distribución de las especies vegetales (desde escala local a regional y global)
- literatura científica sobre distribución de flora
- hojas de herbarios de la región
- Salidas de campo amplias para recabar información de agricultores, agrónomos y especialistas locales.
- observación morfológica y análisis genético de poblaciones con sospecha de híbridos.

FLUJO DE GENES

- En resumen: la diferenciación biogeográfica tiene que ser considerada en la evaluación de riesgos para evaluar a largo plazo los efectos de las cosechas, transgénicas o no.
- Ejemplos:
 - Se ha reportado con frecuencia en Suiza, colza silvestre en campos de colza cultivada.
 - También en Suiza, se han visto hibridaciones entre la alfalfa cultivada y un pariente silvestre. De hecho, la presión genética de la cultivada ha sido tan intensa, que ha llevado a la desaparición de la silvestre en muchas zonas.

FLUJO GENETICO POR HIBRIDACION

- Se requiere estudiar la tasa de introducción de transgenes en hierbas silvestres con potencial invasivo, ya que esa tasa influirá tanto en la persistencia como en la diseminación de dichos transgenes en la naturaleza.

HIBRIDACION

Tasas de hibridación

- Proporción de semillas híbridas en función de la distancia al cultivo. Usando medidas de polen, un estudio de 1996 estableció que la distancia de dispersión de polen transgénico de colza estaba entre 128 y 172 m, superior a lo que se pensaba anteriormente.

Múltiples poblaciones fuente

- Se espera que el hecho de que existan varias poblaciones fuente incremente la tasa de introducción de transgenes en las poblaciones silvestres. La tasa de introducción será sensible a una serie de variables, incluyendo el número, tamaño y distancia de las poblaciones fuente. Hay que reconocer que la capacidad de predicción ligada a estos factores es, hoy por hoy, baja.
- Además, un factor que complica la situación es que entre las múltiples poblaciones cultivadas habrá diferentes construcciones transgénicas, lo que adicionalmente podría acarrear flujo de un cultivo a otro.

HI BRIDACION

Introducciones repetidas

- Se espera que este factor aumente la tasa de flujo génico.

Efectos del tamaño de las poblaciones donantes y receptoras

- Hasta ahora la mayor parte de los ensayos han usado poblaciones donantes de varios tamaños y poblaciones pequeñas y a menudo aisladas de los receptores, pero la situación real puede ser la de poblaciones receptoras muy grandes. Por lo tanto, se deberían examinar todas las situaciones posibles de relaciones entre poblaciones donantes y receptoras: grandes-grandes, grandes-pequeñas, pequeñas-grandes y pequeñas-pequeñas).
- En muchos casos, un factor más importante que el tamaño de la población donante será la cantidad de polen liberado, que a su vez se ve modificada por el sistema de cruce, el vector del polen, período de cosecha en relación con la fenología de la floración, y los rasgos seleccionados o manipulados que puedan alterar la producción de polen.
- Más difícil de predecir son los efectos del tamaño de la población receptora. Se necesita investigar la probabilidad de fijación de mutaciones o transgenes que confieran ventaja.

Fuentes de variabilidad y problemas de cálculo del flujo génico

Las fuentes de variabilidad en el flujo génico por polen incluyen:

- cultivar y genotipo de la especie cultivada
- tamaño y geometría de las poblaciones donante y receptora
- hábitat o ecosistema específico
- densidad de plantas
- estación del año y año concreto
- vector del polen
- composición de especies de vectores del polen
- etología de los polinizadores
- sistema de cruce de las plantas
- Esta variabilidad complica la utilidad de emplear rasgos sencillos a la hora de generalizar a múltiples aplicaciones, y podría conducir en algunos casos a subestimar el riesgo.

VARIABILIDAD

- Un factor con el que hay que contar es la alta variabilidad de eventos dentro de un mismo campo o parcela: varianza.
- Algunos eventos "raros", que quedan enmascarados en las medias estadísticas, pueden tener mucha importancia. Concretamente, eventos de polinización raros pero de gran magnitud podrían introducir genes en poblaciones silvestres a tasas muy superiores a las calculadas sobre la base de la media, creando híbridos transgénicos, que podrían contribuir desproporcionadamente a la dispersión de transgenes. Por lo tanto, debería considerarse este flujo génico del "peor caso", a larga distancia y con alta frecuencia.

PERSISTENCIA DE GENES

Al igual que en las plantas domésticas convencionales, la persistencia de transgenes en fondos genéticos silvestres originará hibridación introgresiva. La persistencia se puede calcular como la frecuencia de ocurrencia del transgén o transgenes a lo largo de cierto número de generaciones

La persistencia de transgenes en poblaciones silvestres es verosímil si

- el rasgo manipulado está favorecido por la selección; y
- los efectos pleiotrópicos negativos asociados con el transgén son mínimos. Sin embargo, incluso genes deletéreos pueden mantenerse en las poblaciones naturales en condiciones de constante flujo génico, porque los niveles altos y consistentes de flujo génico superarán los efectos de la selección.
- En pequeñas poblaciones receptoras, es menos probable que permanezcan los transgenes porque estas pequeñas poblaciones son más susceptibles a su eliminación o extinción local por las prácticas de los agricultores. Pero a escalas amplias de tiempo, hay que contar con la deriva génica, que puede causar pérdida de heterocigosis y fijación de los alelos.

DISPERSION

- La dispersión de transgenes por hibridación requiere una persistencia temporal y una dispersión espacial de las construcciones genéticas por múltiples generaciones de retrocruzamientos, y estará influida por muchos factores.
- Es importante señalar que la dispersión de transgenes por hibridación estará caracterizada por una dinámica diferente que la de la invasión directa del hábitat por los híbridos no transgénicos, ya que esta última dependerá de la expresión del transgén en el fondo genético silvestre.

ESTRATEGIAS DE CONFINAMIENTO

- El polen de las cosechas transgénicas es difícil, si no imposible, de contener o confinar. Las "trampas de polen" a base de barreras no transgénicas que bordean la plantación no han demostrado efectividad para contener plenamente el flujo génico a las poblaciones externas.
- Además, será difícil convencer a los agricultores de sembrar tales bordes, que en muchos casos llegan a tener la misma o mayor superficie que la propia plantación transgénica.

RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO

- Se necesitan nuevos estudios de flujo génico con objeto de medir el potencial de hibridación en sistemas aún no evaluados.
- Se deben determinar los efectos sobre el flujo génico a grandes distancias derivados de poblaciones múltiples, introducciones reiteradas y tamaño de las poblaciones donantes y receptoras.
- Siempre que sea posible se debe evaluar de modo directo el potencial de persistencia y diseminación de híbridos transgénicos.
- Se deben diseñar medidas de contención o confinamiento capaces de restringir el flujo génico a grandes distancias.