

Biotecnología vegetal: Impacto Potencial de la Mejora de la Gestión de Plagas en la Agricultura Europea

**Resumen de tres casos prácticos
Junio de 2003**

**Leonard Gianessi
Sujatha Sankula
Nathan Reigner**



Centro Nacional de Política Alimentaria y Agrícola
1616 P Street, NW Suite 100
Washington, DC 20036

Informe completo: www.ncfap.org

Índice de materias

Introducción	2
Metodología	2
Resultados clave.....	3
Caso práctico: Maíz Resistente a los Insectos	4
Caso práctico: Remolacha Tolerante a los Herbicidas	5
Caso práctico: Patata Resistente a los Hongos	6
Conclusiones.....	7
Referencias clave	8
Agradecimientos	9

Este resumen es la primera publicación de los resultados obtenidos en un proyecto de investigación que, una vez completado, estará constituido por 15 casos prácticos para Europa. Los 12 casos prácticos que quedan se publicarán periódicamente a lo largo del próximo año y la publicación del informe final completo tendrá lugar en junio de 2004. El informe final estará constituido por los siguientes casos:

- Maíz-resistente a los insectos
- Remolacha-tolerante a los herbicidas
- Patata-resistente a los hongos
- Tomate-resistente a los virus
- Fruta de hueso-resistente a los virus
- Trigo-resistente a los hongos
- Algodón-resistente a los insectos
- Algodón-tolerante a los herbicidas
- Colza-tolerante a los herbicidas
- Arroz-resistente a los insectos
- Arroz-tolerante a los herbicidas
- Maíz-tolerante a los herbicidas
- Trigo-tolerante a los herbicidas
- Patata-resistente a los insectos
- Cidro-resistente a los virus

Conversiones

2,47 acres = 1 hectárea

2,2 libras = 1 Kilogramo

Introducción

La biotecnología de cultivos ha sido muy discutida durante la última década. Mientras Estados Unidos ha plantado millones de acres de cultivos modificados genéticamente, en Europa, sólo España tiene algunos acres de cultivos comerciales creados mediante biotecnología. La Unión Europea y los países europeos están considerando varias normativas sobre biotecnología mientras una moratoria sobre la aprobación de nuevos cultivos biotecnológicos mantiene el status quo. Sigue habiendo preguntas sin responder sobre cuáles serían las potenciales repercusiones en la producción agrícola si los cultivos biotecnológicos tuvieran que ser comercializados en Europa. Aunque varios investigadores han publicado estudios de ciertos cultivos biotecnológicos en países concretos, ni un solo estudio ha empleado una metodología coherente para estimar la adopción de multicultivos biotecnológicos en múltiples países europeos.

En 2002, el Centro Nacional de Política Agrícola y Alimentaria (NCFAP) publicó un estudio que estimaba las posibles repercusiones actuales de la biotecnología en Estados Unidos, examinando 40 casos prácticos relativos a las repercusiones económicas del proyecto en 47 estados. El estudio estadounidense enfocaba los cultivos biotecnológicos que mejorarían la gestión de plagas de malas hierbas, insectos y enfermedades de las plantas. Durante la investigación, el NCFAP se dio cuenta de que muchas de las mismas plagas estaban presentes en los cultivos de Europa y de que los investigadores europeos estaban realizando ensayos con cultivos biotecnológicos para dominar las plagas.

En otoño de 2002 y en primavera de 2003, el NCFAP recibió fondos de Monsanto, Syngenta y BIO para evaluar las potenciales repercusiones de los cultivos biotecnológicos en la agricultura europea. La metodología probada del NCFAP y los fuertes lazos establecidos con investigadores europeos hicieron de este centro una organización ideal para dirigir el primer estudio exhaustivo sobre cómo podía repercutir la biotecnología en la agricultura europea.

Metodología

En el estudio europeo se emplea la misma metodología que los investigadores del NCFAP emplearon en el estudio de Estados Unidos (disponible en www.ncfap.org). Se han seleccionado casos prácticos basados en información que indica que se ha realizado con éxito la transformación de un cultivo de la cual existen al menos resultados preliminares destinados a la gestión de plagas en condiciones europeas. Para cada estudio de caso, el NCFAP analizó literatura científica, sitios Web en Internet y datos de la universidad y de servicios de investigación gubernamentales. El NCFAP entrevistó a investigadores europeos que están analizando variedades biotecnológicas, y estos proporcionaron resúmenes de su investigación. El NCFAP cuantificó el uso actual de plaguicidas, las pérdidas de cultivos y los costes de gestión de cada plaga por cultivo en varios países. Los investigadores calcularon la superficie medida en acres en la que plantaría el cultivo biotecnológico, basada en la comparación de los costes del agricultor.

Las repercusiones económicas se analizaron en tres categorías: cambios estimados en el rendimiento, cambios en el valor de producción y en los costes de producción, que se emplearon para calcular los cambios producidos en la renta neta. También se calcularon los cambios en el uso de plaguicidas. Se enviaron análisis de los casos prácticos por escrito a críticos de fuera para que los comentaran. Los comentarios de los críticos se incorporaron en los informes de los casos prácticos.

Resultados clave

La amplia adopción de la biotecnología vegetal en los cultivos de maíz, remolacha y patata en Europa daría como resultado importantes aumentos en la producción, ahorro para los agricultores y reducciones en el uso de plaguicidas. Juntos, los tres cultivos biotecnológicos incrementarían la producción en 7.800 millones de kilogramos al año, los ingresos netos del cultivador en 1000 millones de euros al año y reducirían el uso de plaguicidas a 9,8 millones de kilogramos al año, en comparación con las prácticas existentes que serían reemplazadas. Entre los tres cultivos, el mayor incremento de la producción procedería de los cultivos biotecnológicos de remolacha (+5000 millones de kilogramos) mientras que la mayor reducción del uso de plaguicidas (-7,5 millones de kilogramos) y el incremento de los ingresos netos (+417 millones de €) se alcanzarían con el cultivo biotecnológico de patata. Cada uno de los cultivos biotecnológicos sería plantado en más de 1 millón de hectáreas en Europa.

Las potenciales repercusiones de los cultivos biotecnológicos se analizaron para cada país concreto. Se incluyeron cuatro países en el análisis del maíz, mientras que las remolachas azucareras fueron analizadas en ocho países y 12 países fueron incluidos en el análisis de la patata. En general, Francia y Alemania iban a observar las mayores repercusiones económicas potenciales; los cultivadores de cada país obtendrían más de 200 millones de euros de ingresos netos. El uso de plaguicidas se reduciría a más de 1 millón de kilogramos en Francia, Alemania, el Reino Unido y los Países Bajos.

Cuadro 1: Impacto Potencial por Cultivo

Cultivo	Cualidad	Adopción (000 hectáreas)	Uso de plaguicida (000 Kilogramos)	Rendimiento (million de kilogramos)	Ingresos (millones de €)
Maíz	Resistente a los insectos	1,599	-53	+1,899	+249
Remolacha azucarera	Tolerante a los herbicidas	1,688	-2,208	+5,050	+390
Patata	Resistente a los hongos	1,164	-7,513	+858	+417
Total		4,451	-9,774	+7,807	+1,056

Cuadro 2: Impacto Potencial por País

País	Adopción (000 Hectares)	Uso de plaguicida (000 Kilogramos)	Rendimiento (millones de kilogramos)	Ingresos (millones de €)
Austria	23	-110	+14	+6
Bélgica	160	-751	+351	+60
Dinamarca	98	-386	+181	+29
Finlandia	30	-144	+15	+8
Francia	1,364	-1,620	+2,579	+265
Alemania	842	-2,783	+1,711	+219
Irlanda	14	-108	+9	+5
Italia	874	-547	+1,196	+155
Países Bajos	272	-1,362	+490	+114
España	406	-317	+663	+74
Suecia	32	-154	+18	+12
Reino Unido	336	-1,492	+580	+109
Total	4,451	-9,774	+7,807	+1,056

Caso práctico: maíz resistente a los insectos

El maíz es la forma domesticada de una hierba salvaje originaria de Méjico. Los primeros exploradores llevaron las semillas de maíz a España y, a partir de entonces, la planta se extendió por toda Europa.

Los agricultores europeos producen 40.000 millones de kilogramos de maíz sobre 4,0 millones de hectáreas con un valor de 5.300 millones €/año. Cuatro países (Italia, Francia, España y Alemania), representan el 88 por ciento de la producción de maíz en Europa. Entre todas las plagas de insectos que perjudican al maíz destacan dos especies de gusano barrenador del maíz: el gusano barrenador europeo y el gusano barrenador mediterráneo. La alimentación de los gusanos barrenadores produce una reducción del crecimiento de la planta, reducción del tamaño del grano, y pérdidas en la cosecha debido a rotura de las plantas. Otros riesgos asociados con la alimentación de los gusanos barrenadores del maíz están constituidos por infecciones secundarias de hongos y bacterias. En Francia la investigación ha demostrado que las pérdidas de producción por los gusanos barrenadores del maíz pueden ascender al 15 por ciento, mientras que en España dichas pérdidas pueden ascender al 30 por ciento. El control de los gusanos barrenadores del maíz es extremadamente complicado. Una vez que entran en el tallo, no pueden ser controlados con insecticidas. Actualmente, los tratamientos con insecticida se emplean en sólo el 32 por ciento de las hectáreas de Europa afectadas por el problema de los gusanos barrenadores. Como resultado, se ha estimado que Europa pierde el cinco por ciento de su producción de maíz cada año por culpa de los barrenadores no controlados.

A través de la ingeniería genética, el maíz Bt, que destruye a los gusanos barrenadores del maíz cuando estos se alimentan de la planta, ha sido creado con un gen procedente de una bacteria del suelo. El maíz Bt fue aprobado para su plantación en Europa en los años 90. La investigación en Europa ha demostrado que los gusanos barrenadores apenas reducen la producción en los terrenos de maíz Bt. Las producciones de maíz Bt han sido consecuentemente un 15 por ciento más elevadas que las del maíz convencional tratadas con insecticidas bajo condiciones europeas. La investigación ha demostrado también que las variedades de maíz Bt presentan niveles de contaminación por toxinas considerablemente más bajos que las variedades convencionales.

Debido a un acuerdo sobre medio ambiente, actualmente el maíz Bt está plantado sólo en 25.000 hectáreas en España. Un reciente estudio demostró que el maíz Bt mejoraba la rentabilidad en un 13 por ciento. En el cuadro 3 se calcula el impacto potencial de la plantación de maíz Bt en Europa en hectáreas que están infectadas principalmente de gusanos barrenadores de maíz. Se prevé una adopción total en 1,6 millones de hectáreas (41 por ciento). El maíz Bt sustituiría a 53.000 kilogramos de uso de insecticida y la producción de maíz se incrementaría en 1.900 millones de kilogramos gracias a la mejora del control de los gusanos barrenadores. Se prevé un incremento de los ingresos netos del cultivador de 249 millones de euros debido al valor del incremento de la producción menos el coste de la tecnología.

Cuadro 3: Impacto Potencial del Maíz Resistente a los Insectos

País	Adopción prevista (000 hectáreas)	Uso de plaguicida (000 kilogramos)	Rendimiento (millones de kilogramos)	Ingresos netos del cultivador (millones de €)
Francia	765	-6	+857	+101
Italia	554	-1	+607	+107
España	181	-45	+254	+28
Alemania	99	-1	+181	+13
Total	1,599	-53	+1,899	+249

Caso práctico: remolacha azucarera tolerante a los herbicidas

La remolacha se convirtió en una fuente de azúcar refinada en 1747 cuando un científico alemán extrajo por vez primera azúcar cristalina de la raíz. La extensa plantación de remolacha comenzó en el continente europeo durante las guerras napoleónicas cuando la Marina Británica bloqueó los puertos franceses impidiendo las importaciones de caña de azúcar. En 1880, las remolachas azucareras eran la principal fuente de azúcar de Europa. Las remolachas azucareras están cultivadas en 1,6 millones de hectáreas en Europa. Los cultivadores de la Unión Europea producen 15.000 millones de kilogramos de azúcar blanca. El valor de las remolachas azucareras para los agricultores de la Unión Europea es de aproximadamente 4.700 millones de euros al año.

Las malas hierbas aparecen en todos los campos de remolacha azucarera europeos, a niveles que causarían la pérdida del cultivo. De hecho, la competencia de las malas hierbas puede reducir la producción de raíces del 26 al 100 por ciento. Actualmente, ningún herbicida controla todas las malas hierbas que se encuentran en los campos de remolacha azucarera de Europa. Como resultado, se realizan cada año numerosas aplicaciones de herbicida para destruir las malas hierbas. Normalmente, se realizan de cuatro a cinco aplicaciones de herbicida para el típico campo de remolacha por un coste total de 197€ por hectárea con un uso total de 3,2 kilogramos de productos químicos por hectárea. Algunos de los herbicidas que se aplican a los campos de remolacha pueden dañar el cultivo. Se calcula que la producción de remolacha ha sido reducida al cinco por ciento debido a los daños que produce el herbicida en el cultivo.

Las remolachas han sido modificadas genéticamente con un gen procedente de una bacteria del suelo que es resistente al glifosato, un herbicida de amplio espectro. La investigación de campo en cada uno de los principales países productores de remolacha azucarera de Europa indica que dos aplicaciones de glifosato son altamente eficaces para controlar plagas de malas hierbas sin dañar el cultivo. La tasa de uso del glifosato sería de una media de 1,9 kilogramos por hectárea, y el coste medio del programa de control biotecnológico de las malas hierbas sería de 86€ por hectárea.

La adopción del cultivo biotecnológico de la remolacha azucarera tolerante a los herbicidas en 100% de las hectáreas de la Unión Europea reduciría el uso de herbicidas a 2,2 millones de kilogramos y al mismo tiempo aumentaría la producción a cinco mil millones de kilogramos de remolachas, debido a la reducción de los daños del cultivo. Los ingresos netos del cultivador se incrementarían en 390 millones de euros. El cuadro 4 recoge los cálculos del impacto total en los principales países productores de remolacha azucarera.

Cuadro 4: Impacto Potencial de la Remolacha Azucarera Tolerante a los Herbicidas

País	Adopción prevista (000 hectáreas)	Uso de plaguicida (000 kilogramos)	Rendimiento (millones de kilogramos)	Ingresos netos del cultivador (millones de €)
Reino Unido	171	-222	+450	+41
Francia	437	-350	+1,600	+98
Alemania	461	-921	+1,300	+116
Países Bajos	110	-66	+350	+34
Bélgica	98	-255	+300	+25
Italia	242	-218	+550	+35
España	109	-98	+350	+29
Dinamarca	60	-78	+150	+12
Total	1,628	-2,208	+5,050	+390

Caso práctico: patata resistente a los hongos

En el siglo XVI los exploradores españoles llevaron la patata de las Américas a Europa. La patata no fue aceptada como alimento en Europa durante muchos años porque los europeos creían que la patata no era natural y que era venenosa. Hoy en día, los agricultores europeos producen 44.000 millones de kilogramos de patatas en 1,16 millones de hectáreas con un valor 5.000 millones de euros.

Existe un hongo que causa una enfermedad en la patata conocida como mildú de la patata. Las patatas infectadas desprenden un olor particular muy desagradable debido a la descomposición del tejido de la planta. El mildú de la patata apareció por vez primera en Europa en 1845 y tuvo consecuencias devastadoras, especialmente en Irlanda, donde la patata era la principal fuente de alimentación de los campesinos y estos dependían por completo de ella. En 1845 fue destruido aproximadamente el 40 por ciento de la patata irlandesa y en 1846 el 100%, lo que provocó 1,5 millones de muertes así como la emigración de un número igual de irlandeses a América. El mildú de la patata continuó siendo un problema importante hasta los 1880, cuando se descubrió el primer fungicida (cobre).

Los cultivadores de patata en Europa pulverizan fungicidas químicos sintéticos de ocho a nueve veces al año por un coste de 322€ por hectárea para destruir el hongo del mildú de la patata. A pesar de estas fumigaciones, el hongo destruye cerca del dos por ciento del cultivo de patata en Europa.

Los investigadores de biotecnología tienen en el punto de mira una especie de planta silvestre relacionada con la patata que ofrece una completa resistencia al mildú de la patata. Las técnicas de ingeniería genética han sido empleadas para transferir el gen resistente a las plantas de la patata. Las plantas de patata transformadas no han sido afectadas por el mildú de la patata.

La introducción eficaz del cultivo biotecnológico de una patata resistente al mildú de la patata en el 100% de los terrenos de Europa eliminaría la necesidad de 7,5 millones de kilogramos de fungicidas e incrementaría la producción en 858 millones de kilogramos. Los ingresos netos del cultivador aumentarían en 417 millones de euros. El cuadro 5 presenta los cálculos de este impacto en distintos países europeos.

Cuadro 5: Impacto Potencial de la Patata Resistente a Hongos

País	Adopción prevista (000 hectáreas)	Uso de plaguicida (000 kilogramos)	Rendimiento (millones de kilogramos)	Ingresos netos del cultivador (millones de €)
Austria	23	-110	+14	+6
Bélgica	62	-496	+51	+35
Dinamarca	38	-308	+31	+17
Finlandia	30	-144	+15	+8
Francia	162	-1,264	+122	+66
Alemania	282	-1,861	+230	+90
Irlanda	14	-108	+9	+5
Italia	78	-328	+39	+13
Países Bajos	162	-1,296	+140	+80
España	116	-174	+59	+17
Suecia	32	-154	+18	+12
Reino Unido	165	-1,270	+130	+68
Total	1,164	-7,513	+858	+417

Conclusiones

Las plagas de los cultivos deben ser controladas para mantener los altos rendimientos. Si un control inadecuado de las plagas reduce el rendimiento de la cosecha se requiere más terreno para la producción de cultivos. Actualmente en Europa, numerosas aplicaciones de plaguicidas, efectuadas con regularidad, controlan las malas hierbas en las enfermedades de las remolachas azucareras y la patata, lo que previene del dos al cinco por ciento de las pérdidas de rendimiento. Los cultivadores de maíz europeos no utilizan insecticidas regularmente para controlar a los gusanos barrenadores del maíz y Europa pierde el cinco por ciento de su producción de maíz cada año a causa de estos gusanos.

En comparación con las actuales prácticas, los cultivos manipulados genéticamente tienen, debido a su alto grado de eficacia, el potencial de reducir las pérdidas de las cosechas a causa de las plagas. Tres cultivos biotecnológicos fueron analizados por su potencial para mejorar la gestión de plagas en Europa.

- El maíz resistente a los insectos ha sido aprobado por la Unión Europea, pero un acuerdo sobre medio ambiente restringe su plantación a 25.000 hectáreas en España, donde ha mejorado la rentabilidad del maíz en un 13 por ciento. Si a los cultivadores de maíz se les proporcionara el acceso a la tecnología, el maíz resistente a los insectos se plantaría probablemente en el 41 por ciento de las hectáreas de maíz de Europa, incrementando la producción en 1.900 millones de kilogramos.
- La Unión Europea no ha aprobado las remolachas azucareras tolerantes a los herbicidas a pesar de que su rendimiento agronómico ha sido ampliamente probado en todo Europa. Los cultivos biotecnológicos de remolacha azucarera permitirían a los cultivadores controlar las malas hierbas con tan sólo dos aplicaciones de herbicida, en comparación con las cuatro o cinco aplicaciones que realizan actualmente. Los cultivadores no sólo tendrían un ahorro de gastos considerable sino que alcanzarían también un rendimiento más alto de cinco por ciento gracias a la reducción de daños en la cosecha.
- Las patatas resistentes a los hongos se encuentran en la fase de investigación y desarrollo. Sin embargo, los primeros resultados muestran que las patatas biotecnológicas son completamente inmunes al mildíu de la patata, una enfermedad de la patata que requiere que los cultivadores de patata europeos realicen de ocho a doce aplicaciones de fungicida al año. En términos generales, el uso de 7,5 millones de kilogramos de fungicida podría ser remplazado mediante el cultivo biotecnológico de la patata.

Los cultivadores adoptan la nueva tecnología cuando esta mejora sus condiciones financieras. Los cultivadores de Estados Unidos están plantando 80 millones de acres con cultivos biotecnológicos porque la mejora del control de las plagas a un coste más bajo ha hecho que mejoren también sus resultados finales. Los agricultores europeos se enfrentan a las mismas plagas y podrían beneficiarse del mismo control de plagas y ahorro de costes.

Además, los cultivos biotecnológicos podrían hacer posible que los países europeos produjeran la misma cantidad de alimentos en menos hectáreas. Los tres casos prácticos de biotecnología incluidos en este informe conducen todos al incremento de las producciones de: maíz (cinco por ciento), remolachas azucareras (cinco por ciento) y patatas (dos por ciento). En lugar de incrementar el rendimiento en todas las hectáreas plantadas, podría apartarse de la producción una porción de hectáreas y la producción global seguiría siendo la misma. En total, podrían eliminarse 329.000 hectáreas de la producción sin dejar de mantener el rendimiento. En el caso del maíz, el resultado sería el cinco por ciento o 225.000 hectáreas; los cultivadores de remolacha azucarera podrían reducir la producción en 81.000 hectáreas o cinco por ciento, y la producción de patata se pararía en 23.000 hectáreas o dos por ciento.

Referencias clave

Wevers, Jan D.A., "Agronomic and Environmental Aspects of Herbicide-Resistant Sugar Beet in the Netherlands," *Aspects of Applied Biology*, Vol. 52, 1998.

Coyette, Brigitte, et al., "Effect of Introducing Glyphosate-Tolerant Sugar Beet on Pesticide Usage in Europe," *Pesticide Outlook*, October 2002.

May, M.J., "Economic Consequences for UK Farmers of Growing GM Herbicide Tolerant Sugar Beet," *Annals of Applied Biology*, Vol. 142, 41-48, 2003.

Desquilbet, Marion, et al., *La Diffusion Potentielle des OGM en France et son Impact sur le Revenu des Agriculteurs et des Firmes Situees en Amont*, INRA, June 2001.

Schepers, H.T.A.M., "The Development and Control of *Phytophthora Infestans* in Europe in 2002," Seventh Workshop of an European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, October 2002.

Araji, A.A., and J. Guenther, *The Economic and Environmental Impacts of Investments in the Development and Adoption of Genetically Modified Potato*, University of Idaho College of Agriculture, A.E. Research Series No. 01-05, June 2001.

Naess, S.K., et al., "Resistance to Late Blight in *Solanum Bulbocastanum* is Mapped to Chromosome 8," *Theoretical and Applied Genetics*, 101: 697-704, 2000.

Van der Vossen, E., et al., "Cloning of an R Gene from *Solanum Bulbocastanum* Conferring Complete Resistance to *Phytophthora Infestans*," *Global Initiative on Late Blight Conference Proceedings*, 2002.

Magg T., et al., "Comparison of Bt Hybrids with Their Non-transgenic Counterparts and Commercial Varieties for Resistance to European Corn Borer and for Agronomic Traits," *Plant Breeding*, 120:397-403, 2001.

Zellner, M., "Control of European Corn Borer – What Possibilities Are There and What is to be Paid Attention to?," Available at http://www.stmlf.bayern.de/lbp/info/ps/maiszuensler_eng.html, 2001.

Brookes, G., *The Farm Level Impact of Using Bt Maize in Spain*, Available http://www.europabio.org/upload/documents/gb_press_release/EuropaBio_btmaizeinspai_nreport_FINAL.pdf, 2002.

Degenhardt, Heinz, "Bt-Mais in Deutschland; Erfahrungen mit dem Prazisanbau von 1998 bis 2002," *Mais*, vol. 2, 75-77, 2003.

Agradecimientos

Las siguientes personas proporcionaron información que nos permitió completar el estudio:

Mike Storey, British Potato Council, Reino Unido

Volker Heitz, Amt für Landwirtschaft, Landschafts und Bodenkultur Offenburg, Alemania

Michael Zellner, Bayer Landesanstalt für Landwirtschaft Institut Pflanzenschutz, Alemania

Martin Bohn, Universidad de Illinois, Estados Unidos

Barbara Manachini, Università degli Studi di Milano, Italia

Graham Brookes, PG Economics Limited, Reino Unido

Bernd Hommel, Biologische Bundesanstalt fuer Land und Forstwirtschaft, Alemania

Bernard Naibo, Association Générale des Producteurs de Maïs, Francia

Marion Desquilbet, INRA, Economie et Socologie Rurales, Francia

Gustav Langenbruch, Biologische Bundesanstalt fuer Land und Forstwirtschaft, Alemania

Frank Gerten, Bayer CropScience, Alemania

María Isabel Cartón Álvarez, Fundación ANTAMA, España

Bill Fry, Cornell University, Estados Unidos

Bill Belknap, USDA, Estados Unidos

Stefan Wohlleben, Biologische Bundesanstalt fuer Land und Forstwirtschaft, Alemania

Brigitte Coyette, Monsanto, Bélgica

Marc Richard-Molard, Institut Technique Francais de la Betterave Industrielle, Francia

Olivier Hermann, Institut Royal Belge pour L'Amelioration de la Betterave, Bélgica

Jan Petersen, Institut für Zuckerrübenforschung, Alemania

Kathrine Hauge Madsen, Royal Veterinary and Agricultural University, Dinamarca

John Pidgeon, Broom's Barn Research Station, Reino Unido

Sheena Bethell, Syngenta, Suiza

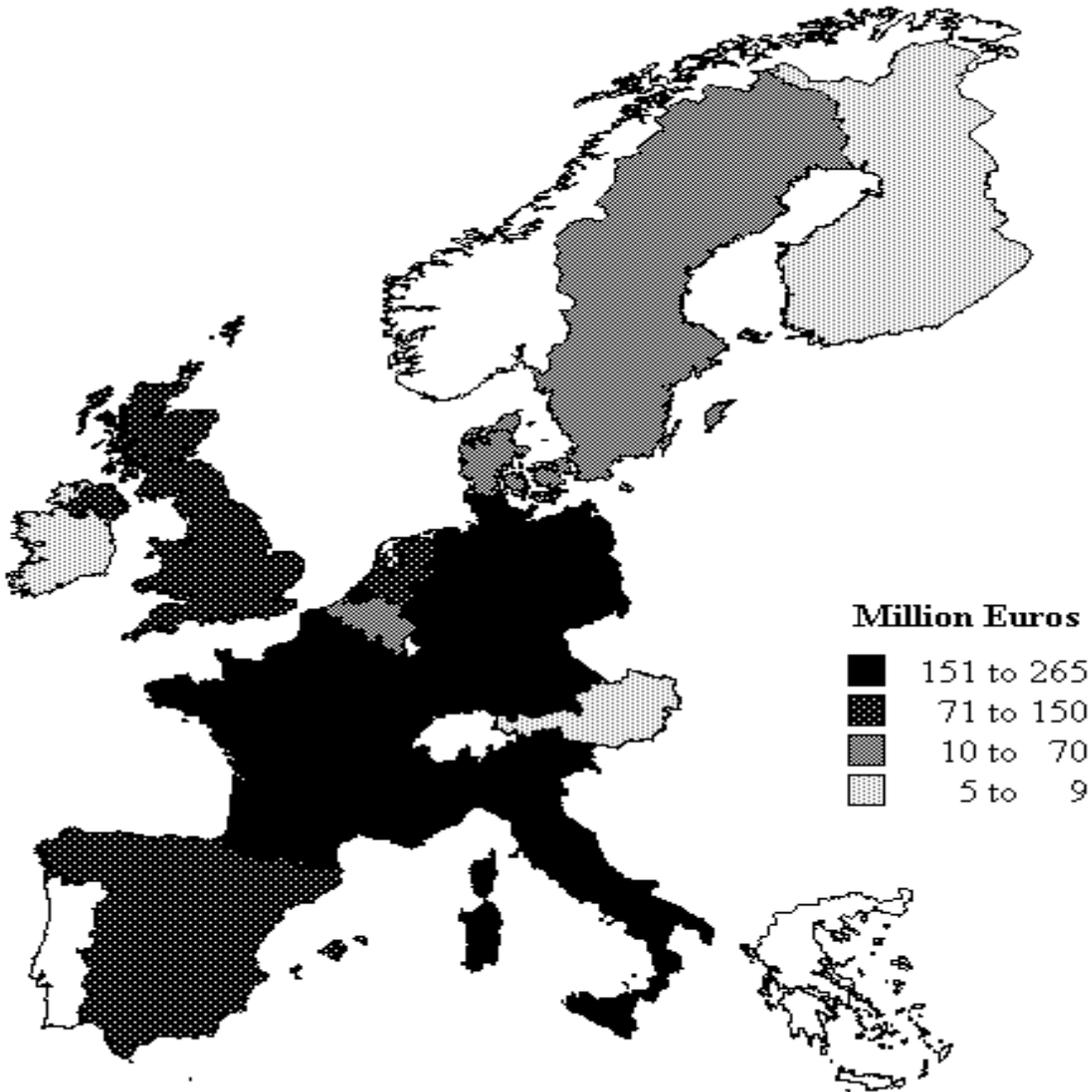
John Helgeson, University of Wisconsin, Estados Unidos

Huub Schepers, Applied Plant Research, Países Bajos

Revisión

Piet Schenkelaars, de Schenkelaars Biotechnology Consultancy, Leiden, Países Bajos, evaluó los casos prácticos y aportó muchas propuestas de revisión útiles.

Figura 1: Incrementos Potenciales de la Renta Agrícola Neta
Tres casos prácticos de biotecnología (maíz, remolacha azucarera y patata)





National Center for Food & Agricultural Policy

1616 P Street, NW
Suite 100
Washington, DC 20036
(202) 328-5048
www.ncfap.org