

PAS Study Week, Vatican City, 15-19 May 2009

## **TRANSGENIC PLANTS FOR FOOD SECURITY IN THE CONTEXT OF DEVELOPMENT**

PAGE 3

Studienwoche der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften,  
Vatikanstadt, 15. – 19. Mai 2009

## **TRANSGENE PFLANZEN ZUR ERNÄHRUNGSSICHERUNG IM KONTEXT VON ENTWICKLUNG**

PAGE 13

Settimana di Studio della PAS, Città del Vaticano, 15-19 maggio 2009

## **LE PIANTE TRANSGENICHE PER LA SICUREZZA ALIMENTARE NEL CONTESTO DELLO SVILUPPO**

PAGE 27

Semana de Estudio, Pontificia Academia de las Ciencias,  
Ciudad del Vaticano, 15 al -19 de mayo de 2009

## **PLANTAS TRANSGÉNICAS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO**

PAGE 39



## TRANSGENIC PLANTS FOR FOOD SECURITY IN THE CONTEXT OF DEVELOPMENT

**A** Study Week on the subject of ‘Transgenic Plants for Food Security in the Context of Development’ was held under the sponsorship of the Pontifical Academy of Sciences at its headquarters in the Casina Pio IV in the Vatican from 15 to 19 May 2009. During the course of the meeting, we surveyed recent advances in the scientific understanding of novel varieties of genetically engineered (GE) plants, as well as the social conditions under which GE technology could be made available for the improvement of agriculture in general and for the benefit of the poor and vulnerable in particular. The spirit of the participants was inspired by the same approach to technology that Benedict XVI expressed in his new Encyclical, in particular that ‘Technology is the objective side of human action<sup>1</sup> whose origin and *raison d’être* is found in the subjective element: the worker himself. For this reason, technology is never merely technology. It reveals man and his aspirations towards development, it expresses the inner tension that impels him gradually to overcome material limitations. *Technology, in this sense, is a response to God’s command to till and to keep the land* (cf. Gen 2:15) that he has entrusted to humanity, and it must serve to reinforce the covenant between human beings and the environment, a covenant that should mirror God’s creative love’.<sup>2</sup>

### Main Scientific Conclusions

We reaffirm the principal conclusions of the Study-Document on the Use of “Genetically Modified Food Plants” to Combat Hunger in the World’, issued at the end of the Jubilee Plenary Session on ‘Science and the Future of Mankind’, 10-13 November 2000. Summarised and updated, these include:

1. More than 1 billion of the world population of 6.8 billion people are currently undernourished, a condition that urgently requires the development of new agricultural systems and technologies.
2. The expected addition of 2-2.5 billion people to reach a total of approximately 9 billion people by 2050 adds urgency to this problem.
3. The predicted consequences of climate change and associated decreases in the availability of water for agriculture will also affect our ability to feed the increased world population.
4. Agriculture as currently practised is unsustainable, evidenced by the massive loss of topsoil and unacceptably high applications of pesticides throughout most of the world.
5. The appropriate application of GE and other modern molecular techniques in agriculture is contributing toward addressing some of these challenges.
6. There is nothing intrinsic about the use of GE technologies for crop improvement that would cause the plants themselves or the resulting food products to be unsafe.

---

<sup>1</sup> Cf. John Paul II, Encyclical Letter *Laborem exercens*, 5: *loc. cit.*, 586-589.

<sup>2</sup> *Caritas in veritate*, § 69.

7. The scientific community should be responsible for research and development (R&D) leading to advances in agricultural productivity, and should also endeavour to see that the benefits associated with such advances accrue to the benefit of the poor as well as to those in developed countries who currently enjoy relatively high standards of living.
8. Special efforts should be made to provide poor farmers in the developing world with access to improved GE crop varieties adapted to their local conditions.
9. Research to develop such improved crops should pay particular attention to local needs and crop varieties and to the capacity of each country to adapt its traditions, social heritage and administrative practices to achieve the successful introduction of GE crops.

### Further Evidence

Since the preparation of that earlier study document, evidence that has been subjected to high standards of peer-reviewed scientific scrutiny, as well as a vast amount of real-world experience, has accumulated about the development, application and effects of GE technology. During our

study-week we reviewed this evidence and arrived at the following conclusions:

1. GE technology, used appropriately and responsibly, can in many circumstances make essential contributions to agricultural productivity by crop improvement, including enhancing crop yields and nutritional quality, and increasing resistance to pests, as well as improving tolerance to drought and other forms of environmental stress. These improvements are needed around the world to help improve the sustainability and productivity of agriculture.
2. The genetic improvement of crop and ornamental plants represents a long and seamless continuum of progressively more precise and predictable techniques. As the U.S. National Research Council concluded in a 1989 report: 'As the molecular methods are more specific, users of these methods will be more certain about the traits they introduce into the plants and hence less liable to produce untoward effects than other methods of plant breeding'.
3. The benefits have already been of major significance in countries such as the U.S., Argentina, India, China and Brazil, where GE crops are widely grown.

**T**here are many different terms used to describe the processes involved in plant breeding. All living organisms are made up of cells in which are contained their genes, which give them their distinctive characteristics. The complete set of genes (the genotype) is encoded in DNA and is referred to as the genome; it is the hereditary information that is passed from parent to offspring. All plant breeding, and indeed all evolution, involves genetic change or modification followed by selection for beneficial characteristics from among the offspring. Most alterations to a plant's phenotype or observable traits (such as its physical structure, development, biochemical and nutritional properties) result from changes to its genotype. Plant breeding traditionally used the random reshuffling of genes among closely-related and sexually compatible species, often with unpredictable consequences and always with the details of the genetic changes unexplored. In the mid-twentieth century this was supplemented by mutagenesis breeding, the equally random treatment of seeds or whole plants with mutagenic chemicals or high-energy radiation in the hope of generating phenotypic improvements; this, too, gave rise to unpredictable and unexplored genetic consequences from which the plant breeder selected the beneficial traits. Most recently, techniques have been developed allowing the transfer of specific, identified and well characterised genes, or small blocks of genes that confer particular traits, accompanied by a precise analysis of the genetic and phenotypic outcomes: this last category is called 'transgenesis' (because genes are transferred from a donor to a recipient) or 'genetic engineering' (abbreviated to GE in this report) but, in truth, this term applies to all breeding procedures.

4. They also can be of major significance for resource-poor farmers and vulnerable members of poor farming communities, especially women and children. Insect-resistant GE cotton and maize, in particular, have greatly reduced insecticide use (and hence enhanced farm safety) and contributed to substantially higher yields, higher household income and lower poverty rates (and also fewer poisonings with chemical pesticides) in specific small-farm sectors of several developing countries, including India, China, South Africa and the Philippines.
5. The introduction of resistance to environmentally benign, inexpensive herbicides in maize, soybean, canola, and other crops is the most widely used GE trait. It has increased yields per hectare, replaced back-breaking manual weeding and has facilitated lower input resulting in minimum tillage (no till) techniques that have lowered the rate of soil erosion. This technology could be especially useful to farmers in the developing world who, for reasons of age or disease, cannot engage in traditional manual weed control.
6. GE technology can combat nutritional deficiencies through modification that provides essential micro-nutrients. For example, studies of provitamin A-biofortified 'Golden Rice' have shown that standard daily diets containing this biofortified rice would be sufficient to prevent vitamin A deficiency.
7. The application of GE technology to insect resistance has led to a reduction in the use of chemical insecticides, lowering the cost of some agricultural inputs and improving the health of agricultural workers. This relationship is particularly important in areas such as many European nations, where applications of insecticides are much higher than in most other regions, which may damage ecosystems generally as well as human health.
8. GE technology can reduce harmful, energy consuming, mechanical tilling practices, enhancing biodiversity and protecting the environment, in part by reducing the release of CO<sub>2</sub>, the most important anthropogenic greenhouse gas, into the environment.
9. The predicted impact of climate change reinforces the need to use GE coupled with other breeding techniques appropriately and purposefully, so that traits such as drought resistance and flooding tolerance are incorporated into the major food crops of all regions as quickly as possible.
10. GE technology has already raised crop yields of poor farmers and there is evidence of its generating increased income and employment that would not otherwise have taken place.
11. Costly regulatory oversight of GE technology needs to become scientifically defensible and risk-based. This means that regulation should be based upon the particular traits of a new plant variety rather than the technological means used to produce it.
12. Risk assessments must consider not only the potential risks of the use of a new plant variety, but also the risks of alternatives if that particular variety is not made available.
13. Significant public-sector efforts are currently underway to produce genetically improved varieties or lines of cassava, sweet potatoes, rice, maize, bananas, sorghum, and other major tropical crops that will be of direct benefit to the poor. These efforts should be strongly encouraged.
14. The magnitude of the challenges facing the world's poor and undernourished must be addressed as a matter of urgency. Every year nutritional deficiencies cause preventable illness and death. The recent rise in food prices throughout the world has revealed the vulnerability of the poor to competition for resources. In this context, forgone benefits are lost forever.
15. Given these scientific findings, there is a moral imperative to make the benefits of GE technology available on a larger scale to poor and vulnerable populations who want them and on terms that will enable them to raise their standards of living, improve their health and protect their environments.

In general, the application of GE technology has demonstrated its importance for improving agricultural productivity throughout the world, but it is still only one part of what must be a multifaceted strategy. As the Holy Father Benedict XVI has observed: ‘it could be useful to consider the new possibilities that are opening up through proper use of traditional as well as innovative farming techniques, always assuming that these have been judged, after sufficient testing, to be appropriate, respectful of the environment and attentive to the needs of the most deprived peoples’.<sup>3</sup> Nevertheless, we recognise that not all developments of GE technology will realise their original promise, as happens with any technology. We must continue to evaluate the potential contribution of all appropriate technologies, which together with conventional plant breeding and additional strategies must be used to improve food security and alleviate poverty for future generations.<sup>4</sup> Many of them can be used synergistically with GE technologies. Strategies include the retention of topsoil through no-till and other conservation practices, the appropriate application of fertilizers, the development of new kinds of fertilizers and environmentally friendly agrochemicals, water conservation, integrated pest management, conservation of genetic diversity, the adoption of new kinds of crops where appropriate and improving existing crops (particularly ‘orphan crops’<sup>5</sup>) for wider use through public-private investment and partnerships. Other factors of vital

importance to increasing food security or particular importance to resource-poor countries include improvements in infrastructure (transport, electricity supply and storage facilities), capacity building by way of the provision of knowledgeable and impartial advice to farmers about seed choice through local extension services, the development of fair systems of finance and insurance, and the licensing of proprietary technology. However, awareness that there is no single solution to the problem of poverty and discrimination against the poor in many regions should not prevent our use of GE varieties of crops where they can make appropriate contributions to an overall solution.

### The Broader Public Debate

GE technology has aroused general public interest and debate around the world about the contribution of science in addressing many of the health and food related challenges that face society in the twenty-first century. This debate on the power and potential role and range of uses to which it can be applied is welcomed, but the discussion must rely on peer-reviewed or otherwise verifiable information if the science and technology are to be appropriately evaluated, regulated, and deployed for the benefit of mankind. Doing nothing is not an option, nor can science and technology be switched on and off like a tap to provide appropriate solutions to problems as they arise: if anything, the task of science is to foresee possible damage in order to avoid it and secure the greatest possible good. In this context, there are six domains of action that need attention: the public understanding of science; the place of intellectual property rights; the role of the public sector; the role of civil society; cooperation between governments, international organisations and civil society; and appropriate and cost-effective justifiable regulatory oversight.

<sup>3</sup> *Caritas in veritate*, § 27.

<sup>4</sup> ‘This is a principle to be remembered in agricultural production itself, whenever there is a question of its advance through the application of biotechnologies, which cannot be evaluated solely on the basis of immediate economic interests. They must be submitted beforehand to rigorous scientific and ethical examination, to prevent them from becoming disastrous for human health and the future of the earth’ (John Paul II, *Address to the Jubilee of the Agricultural World*, 11 November 2000).

<sup>5</sup> Orphan crops, also referred as neglected or lost crops, are crops of high economic value in developing countries. These crops include cereal crops (such as millet and tef), legumes (cow pea, grass pea and bambara groundnut), and root crops (cassava and sweet potato). Although orphan crops are vital for the livelihood of mil-

lions of resource-poor farmers, research in these crops is lagging behind that of major crops. To boost crop productivity and attain food self-sufficiency in the developing world, research on orphan crops should get more attention.

### The Public Understanding of Science

Participants at our meeting called attention repeatedly to the widespread misapprehensions about GE technology that pervade both public discussion and administrative regulation. For example, often ignored in the public debate is that all forms of plant breeding involve genetic modification and that some examples of what is called ‘conventional’ breeding – for example mutagenesis induced by radiation – have outcomes that are intrinsically much less predictable than the application of GE technologies.

All participants in the Study Week are committed to playing their part in contributing to public dialogue and debate in such a way that it is informed and enlightened. It is an obligation for scientists to make themselves heard, explain their science, and demystify technology, and make their conclusions widely available. We urge those who oppose or are sceptical about the use of GE crop varieties and the application of modern genetics generally to evaluate carefully the science involved and the demonstrable harm caused by withholding this proven technology from those who need it the most. The common good can be served only if public debate rests upon the highest standards of scientific evidence and the civil exchange of opinion.

### The Place of Intellectual Property Rights

Proprietary rights play an important role in developing any technology, including medical and agricultural biotechnology, as they do in all aspects of modern society. We are aware that the best practices of the commercial sector have made a significant contribution to the goals of eliminating poverty and food insecurity. However, in line with the social teaching of the Church, which indicates as a primary right the universal destination of the goods of the earth for all mankind,<sup>6</sup> we urge both private and public actors to recognise that the legitimate claims of their property rights should, as much as possible, be subordinated, often beyond the existing norms of civil society, to this universal

destination and not allow unjust enrichment or the exploitation of the poor and vulnerable.

Public-private partnerships have become increasingly important in encouraging the development and distribution of improved varieties of crops regularly consumed by poor people in developing countries. The humanitarian ‘Golden Rice’ project provides an excellent example of such collaboration, where the patents held by the private companies were readily licensed, at no cost, to the public enterprises developing the varieties now ready to be deployed in farmers’ fields for the benefit of the societies of which they are part. A number of similar examples are under development; such progress accords well with the belief that all human beings have a claim upon the fruits of the earth. When the private sector shows willingness to make proprietary technologies available for the benefit of the poor it deserves our congratulations, and we encourage it to continue to follow the highest ethical standards in this field.

For that matter, when we consider the relationship between business and ethics, every private company, and in particular a multinational, in the agricultural sphere as well, should not confine itself solely to economic gain. Above all else it should transmit human, cultural and educational values. For this reason, *Caritas in veritate* welcomes recent developments towards a ‘civil economy’ and an ‘economy of communion’, a composite reality which does not exclude profit but sees it as a means for attaining human and social ends. Indeed this encyclical affirms that the ‘very plurality of institutional forms of business gives rise to a market which is not only more civilized but also more competitive’.<sup>7</sup> These reflections are particularly valid as regards the quality and quantity of food available to a population.

### The Role of the Public Sector

The development of new crop varieties that made possible the Green Revolution of the twentieth century was largely achieved by public sector research laboratories in a number of countries.

<sup>6</sup> *Centesimus annus*, § 6.

<sup>7</sup> *Caritas in veritate*, § 46.

Although the public sector no longer has a near monopoly on such developments, its role is vital and still highly significant. In particular, it can use such funds as it has from national revenues and donor agencies to promote research relevant to those crop needs of the poorest and most vulnerable groups of people. The public sector has an important role to play in making widely available the results of research, and it can innovate in ways that are very difficult for the private sector, where the development of crop varieties for commercialisation is the central goal. If cooperation between private and public sectors has proved beneficial in the development of many applications of science and technology for human benefit particularly in areas of health, agriculture should not be an exception. Unfortunately, we must recognise that, in the case of crop improvement by modern biotechnological approaches, an unscientific and excessive regulation inflates the costs of R&D without any concomitant increase in safety, and makes its application and use by public sector institutions difficult and often impossible for financial reasons.

### **The Role of Civil Society**

Governments, learned societies, NGOs, charities, civil society organisations and religions can all play a part in promoting an informed dialogue and a broad public understanding of the benefits that science can provide, as well as working to improve all aspects of the lives of the less fortunate. They must help to protect the poor from exploitation of all kinds for any purpose, but they also bear the responsibility for ensuring that these communities are not denied access to the benefits of modern science, to prevent them from being condemned to poverty, ill health, and food insecurity.

### **Cooperation between Governments, International Organisations and Civil Society**

As has already been observed, GE technology has already made a significant contribution to crop improvement and increased food security. Appropriate application of the technology in combination with other molecular approaches to plant breeding

offers the potential to make further major contributions to improve both major commodity crops and so-called orphan crops in the developing world. The use of these proven scientific advances can thus be considered a Global Public Good.

Because of the high cost of R&D of these new approaches to crop improvement, coupled with the inflated regulatory costs of bringing new traits to market, these technologies have primarily only been applied by multinational companies to the major high volume commodity crops grown in the developed world. Public-good plant breeding using GE approaches has been limited for two major reasons:

1. The high cost involved and lack of investment by national governments. This has resulted in failure to apply this approach to the improvement and adaptation of locally grown crops, including important (so-called 'orphan') crops such as sorghum, cassava, plantains, etc., which are not internationally traded and have not justified commercial investment by multinational companies;
2. The excessive and unnecessary regulation of this technology compared with all others in agriculture has made it too expensive to apply it to 'minor' crops and those that cannot offer developers returns commensurate with the investment and risk undertaken. This, of course, does not apply solely to the private sector: all investment, private or public, has to be viewed in the light of likely returns. Therefore, the public sector as well as the private sector may refrain from developing products for limited use compared with major commodity crops as a result of the investment needed, problematic regulation and uncertainty of delivery.

Thus there is a need for cooperation between governments, international organisations and aid agencies and charities in this area. The potential benefits of such cooperation have already been demonstrated when multinational corporations have shown a willingness to negotiate with private-public partnerships that has led to the free donation of relevant patentable technologies for

use in crop improvement. In the case of 'Golden Rice', this had led to technology transfers to many countries in Asia. Other examples include drought-resistant maize in Africa, insect-resistant vegetables and legumes in India and Africa, and many dozens of additional projects in Africa, Asia and Latin America.

### **Defining an Appropriate Approach to Regulatory Oversight**

The realization of the benefits of any new technology requires an appropriate approach to regulation. Overly stringent regulation developed by wealthy countries and focused almost exclusively on the hypothetical risks of GE crops discriminates against developing and poor countries, as well as against smaller and poorer producers and retailers. This has placed the poor people of the world at an unacceptable disadvantage. The harm deriving from not being able to use more precise and predictable production technologies is irreversible, in the sense that the opportunity costs of lost investment, R&D and products (and their benefits) cannot be recovered.

The evaluation of new and improved crop varieties should be based on the traits of plant varieties and not on the technologies used to produce them: they should be judged in the light of their actual characteristics. This would facilitate the exploitation of the potential of the technology for our common benefit by delivering novel varieties of both major and local crops with improved traits. This is emphatically not a matter of using the poor for experimentation, but of ensuring that the poor have access to technologies that have been proven to be safe, widely accepted and beneficial, in most of the developed and developing world. We cannot become more risk averse about science and technology – and the consequent risks of food and farming – than what we see as acceptable in the rest of our daily lives.

The hypothetical hazards associated with the genetic engineering of crop plants do not differ from those associated with other instances of the application of such genetic technology to other organisms (e.g., those used in medical biotechnology

or biotechnology-enhanced enzymes used in cheese or beer processing). Short-term risks arising from the presence of toxic or allergenic products can be studied and excluded from new crop varieties, a procedure that is more precautionary than is usually the case in the cultivation of crop varieties produced by conventional breeding. As to longer-term evolutionary consequences, the present understanding of molecular evolution as it occurs at low rates in nature by spontaneously arising genetic variation, clearly shows that genetic modifications engineered into a genome can only follow the well-studied natural strategies of biological evolution. Viable modifications are only possible in small steps. This becomes understandable if one bears in mind that land plant genomes are like large encyclopaedias of several hundred books, while genetic modifications using modern genetic techniques affect only one or a few genes out of c. 26,000 genes in the average plant genome. Therefore, the possible evolutionary risks of genetic engineering events cannot be greater than the risks of the natural process of biological evolution or of the application of chemical mutagenesis, both responsible for generating extensive and poorly characterised degrees of genetic change. Statistical records show that the undesirable effects of such genetic change are extremely rare and, in the case of conventional breeding, selected against.

Given the developments in scientific understanding since the adoption of the Cartagena Protocol on Biosafety in 2000, it is now time to reassess that protocol in the light of a science-based understanding of regulatory needs and benefits.

### **Faith, Scientific Reason and Ethics**

For a believer, the point of departure for the Christian vision is the upholding of the divine origin of man, above all because of his soul, which explains the commission that God gives to human beings to govern the whole world of living creatures on the earth through the work to which they dedicate the strength of their bodies guided by the light of the spirit. In this way human beings become the stewards of God by developing and modifying natural beings from which they can

draw nourishment through the application of the methods of improvement.<sup>8</sup> Thus, however limited the action of humans may be in the infinite cosmos, they nevertheless participate in the power of God and are able to build their world, that is to say an environment suited to their dual corporeal and spiritual life, their subsistence and their well-being. Thus new human forms of intervention in the natural world should not be seen as contrary to the natural law that God has given to the Creation. Indeed, as Paul VI told the Pontifical Academy of Sciences in 1975,<sup>9</sup> on the one hand, the scientist must honestly consider the question of the earthly future of mankind and, as a responsible person, help to prepare it, to preserve it for subsistence and wellbeing, and eliminate risks. Therefore, we must express solidarity with the present and future generations as a form of love and Christian charity. On the other hand, the scientist also must be animated by the confidence that nature has in store secret possibilities that are for human intelligence to discover and make use of, in order to achieve that level of development which is in the plan of the Creator. Thus, scientific intervention should be seen as a development of physical or vegetal/animal nature for the benefit of human life, in the same way that ‘many things for the benefit of human life have been added over and above the natural law, both by divine law and by human laws’.<sup>10</sup>

### Recommendations

1. Enhance the provision of reliable information to regulators, farmers and producers around the world so that they will be enabled to make sound

decisions based on up-to-date information and knowledge about all aspects of farm management for productivity and sustainability.

2. Standardise – and rationalise – the principles involved in the evaluation and approval of new crop varieties (whether produced by so-called conventional, marker assisted breeding, or GE technologies) universally so that they are scientific, risk-based, predictable and transparent. It is critical that the scope of what is subject to case-by-case review is as important as the actual review itself; it must also be scientific and risk-based.
3. Re-evaluate the application of the precautionary principle to agriculture, reframing it scientifically and practically and making the regulatory requirements and procedures proportional to the risk, and considering the risks associated with lack of action. It must be borne in mind that prudence (*phronesis* or *prudencia*) is the practical wisdom that should guide action.<sup>11</sup> Although this practical wisdom or prudence needs precaution in order to have such a grasp of good as to avoid evil, the main component of prudence is not precaution but prediction. This means that the primary feature of prudence is not refraining from acting to avoid harm but using scientific prediction as a basis for action.<sup>12</sup> Thus, Pope Benedict XVI, in his address to the Pontifical Academy of Sciences on the occasion of the 2006 Plenary Session on ‘Predictability in Science’, emphasised that the possibility of making predictions is one of the main reasons for the prestige that science enjoys in contemporary society and that the creation of the scientific method has given sci-

<sup>8</sup> ‘God has sovereign dominion over all things: and He, according to His providence, directed certain things to the sustenance of man’s body. For this reason man has a natural dominion over things, as regards the power to make use of them’ (Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1).

<sup>9</sup> Cf. Paul VI, Address to the Plenary Session of the Pontifical Academy of Sciences of 19 April 1975, *Papal Addresses*, Vatican City 2003, p. 209.

<sup>10</sup> St. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, I-II, 94, a.5. Cf. *loc. cit.* ad 3.

<sup>11</sup> ‘Prudence (*phronesis*) is a truth-attaining rational quality, concerned with action in relation to the things that are good for human beings’ (Aristotle, *Eth. Nic.*, VI, 5, 1140 b 20, Eng. tr. J. Bywater). Cf. also the rest of the chapter.

<sup>12</sup> ‘Prediction is the principle of prudence...Hence it is that the very name of prudence is taken from prediction [providential] as from its principal part’ (St. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1).

ence the capability of predicting phenomena, studying their development and thus keeping the habitat of human beings under control. 'Indeed we could say', affirms Pope Benedict, 'that the work of predicting, controlling and governing nature, which science today renders more practical than in the past, is itself a part of the Creator's plan'.<sup>13</sup>

4. Evaluate the Cartagena Protocol, an international agreement that regulates international trade in GE crop varieties, developed at a time when less was known about the science of GE crops, to ensure that it is in line with current scientific understanding.
5. Free GE techniques, the most modern, precise and predictable ones for genetic improvement, from excessive, unscientific regulation, allowing their application to enhance the nutritional quality and productivity of crops (and eventually also the production of vaccines and other pharmaceuticals) everywhere.
6. Promote the potential of technology to assist small farmers through adequate research funding, capacity building and training linked through to appropriate public policy.
7. Encourage the wide adoption of sustainable sound and productive agricultural practices and extension services, which are especially critical for improving the lives of poor and needy people throughout the world.
8. In order to ensure that appropriate GE and molecular marker-assisted breeding is used to improve relevant crops grown in food-insecure, poor nations, where they can be expected to have an important impact on improving food security, we urge that governments, international aid agencies and charities increase funding in this area. Given the urgency, inter-

national organisations such as the FAO, CGIAR, UNDP or UNESCO have the moral responsibility to guarantee food security for the current and future world population. They must use all their endeavours to mediate the establishment of private-public cooperative relationships to ensure the cost-free exploitation of these technologies for the common good in the developing world where they will have the greatest impact.<sup>14</sup>

### Background

The PAS Study Week from 15-19 May 2009 was organised, on behalf of the Pontifical Academy of Sciences, by academy member Professor Ingo Potrykus, with support from academy members Professor Werner Arber, and Professor Peter Raven. The organisers knew that since 2000, when an earlier Study-Document was published by the same Academy on "Genetically Modified Food Plants" to Combat Hunger in the World', a great deal of evidence and experience had accumulated about genetically engineered crops.

The aim of the Study Week was, therefore, to evaluate benefits and risks of genetic engineering and of other agricultural practices on the basis of present scientific knowledge and of its potential for applications to improve food security and human welfare worldwide in the context of a sustainable development. The participants were also aware of the social teaching of the Church on biotechnology and accepted the moral imperative to focus on the responsible application of GE according to the principles of social justice.

Participation was by invitation only and participants were selected for their scientific merits in their respective fields of expertise and their engagement for scientific rigour and social justice. The organisers had to make a selection of participants, and based their choice on the need to ad-

<sup>13</sup> Address of the Holy Father Benedict XVI to the Plenary Session of the Pontifical Academy of Sciences. Available online at [http://www.vatican.va/holy-father/benedict\\_xvi/speeches/2006/november/documents/hf\\_ben-xvi\\_spec\\_20061106\\_academy-sciences\\_en.html](http://www.vatican.va/holy-father/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_ben-xvi_spec_20061106_academy-sciences_en.html)

<sup>14</sup> Cf. P. Dasgupta, 'Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context' in *World Conference on Science: Science for the Twenty-First Century, A New Commitment* (UNESCO, Paris, 2000).

vance the principal purpose of the meeting, which was to review experience to date. Although there were differences of opinions, points of view and emphasis among the participants, all agreed on the broad principles contained in this statement.

### **The participants of the Study Week and their scientific competence are given below in alphabetical order**

#### *Members of the Pontifical Academy of Sciences:*

- Prof. Werner Arber • Switzerland, University of Basel: Microbiology, Evolution.  
 Prof. Nicola Cabibbo • Rome, President Pontifical Academy of Sciences: Physics.  
 H.Em. Georges Cardinal Cottier, Vatican City: Theology.  
 Prof. Ingo Potrykus • Switzerland, Emeritus, Swiss Federal Institute of Technology: Plant Biology, Agricultural Biotechnology.  
 Prof. Peter H. Raven • USA, President Missouri Botanical Garden: Botany, Ecology.  
 H.E. Msgr. Marcelo Sánchez Sorondo • Vatican, Chancellor Pontifical Academy of Sciences: Philosophy.  
 Prof. Rafael Vicuña • Chile, Pontifical Catholic University of Chile: Microbiology, Molecular Genetics.

#### *Outside Experts:*

- Prof. Niklaus Ammann • Switzerland, Sabanci University, Istanbul, Turkey: Botany, Ecology.  
 Prof. Kym Anderson • Australia, The University of Adelaide, CEPR and World Bank: Agricultural Development Economics, International Economics.  
 Dr. Andrew Apel • USA, Editor in Chief of *GMObelus*: Philosophy, Law.  
 Prof. Roger Beachy • USA, Donald Danforth Plant Science Center: Plant Pathology, Agricultural Biotechnology.  
 Prof. Peter Beyer • Germany, Albert-Ludwig University, Freiburg: Biochemistry, Metabolic Pathways.  
 Prof. Joachim von Braun • USA, Director General, International Food Policy Research Institute: Agricultural and Development Economics.  
 Dr. Moisés Burachik • Argentina, General Coordinator of the Biotechnology Department: Agricultural Biotechnology, Biosafety.  
 Prof. Bruce Chassy • USA, University of Illinois at Urbana-Champaign: Biochemistry, Food Safety.  
 Prof. Nina Fedoroff • USA, The Pennsylvania State University: Molecular Biology, Biotechnology.  
 Prof. Dick Flavell • USA, CERES, Inc.: Agricultural Biotechnology, Genetics.

- Prof. Jonathan Gressel • Israel, Weizmann Institute of Science: Plant Protection, Biosafety.  
 Prof. Ronald J. Herring • USA, Cornell University: Political Economy.  
 Prof. Drew Kershen • USA, University of Oklahoma: Agricultural Law, Biotechnological Law.  
 Prof. Anatole Krattiger • USA, Cornell University and Arizona State University: Intellectual Property Management.  
 Prof. Christopher Leaver • UK, University of Oxford: Plant Sciences, Plant Molecular Biology.  
 Prof. Stephen P. Long • USA, Energy Science Institute: Plant Biology, Crop Science, Ecology.  
 Prof. Cathie Martin • UK, John Innes Centre, Norwich: Plant Sciences, Cellular Regulation.  
 Prof. Marshall Martin • USA, Purdue University: Agricultural Economics, Technological Assessment.  
 Prof. Henry Miller • USA, Hoover Institution, Stanford University: Biosafety, Regulation.  
 Prof. Marc Baron van Montagu • Belgium, President European Federation of Biotechnology: Microbiology, Agricultural Biotechnology.  
 Dr. Piero Morandini • Italy, University of Milan: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.  
 Prof. Martina Newell-McGloughlin • USA, University of California, Davis: Agricultural Biotechnology.  
 H.E. Msgr. George Nkuo • Cameroon, Bishop of Kumbo: Theology.  
 Prof. Rob Paarlberg • USA, Wellesley College: Political Science.  
 Prof. Wayne Parrott • USA, University of Georgia: Agronomy, Agricultural Biotechnology.  
 Prof. C.S. Prakash • USA, Tuskegee University: Genetics, Agricultural Biotechnology.  
 Prof. Martin Qaim • Germany, Georg-August University of Göttingen: Agricultural Economics, Development Economics.  
 Dr. Raghavendra Rao • India, Department of Biotechnology, Ministry of Science and Technology: Agriculture, Plant Pathology.  
 Prof. Konstantin Skryabin • Russia, 'Bioengineering' Centre Russian Academy of Sciences: Molecular Biology, Agricultural Biotechnology.  
 Prof. M.S. Swaminathan • India, Chairman, M.S. Swaminathan Research Foundation: Agriculture, Sustainable Development.  
 Prof. Chiara Tonelli • Italy, University of Milan: Genetics, Cellular Regulation.  
 Prof. Albert Weale • UK, Nuffield Council on Bioethics and University of Essex: Social & Political Sciences.  
 Prof. Robert Ziegler • Philippines, Director General International Rice Research Institute: Agronomy, Plant Pathology.

## TRANSGENE PFLANZEN ZUR ERNÄHRUNGSSICHERUNG IM KONTEXT VON ENTWICKLUNG

Die Päpstliche Akademie der Wissenschaften veranstaltete in ihrem Hauptsitz in der Casina Pio IV eine Studienwoche vom 15. bis 19. Mai 2009 zu dem Thema „Transgene Pflanzen zur Ernährungssicherung im Kontext von Entwicklung“. Im Verlauf der Tagung überprüften wir sowohl jüngste Fortschritte in der wissenschaftlichen Erkenntnis von neuen Sorten gentechnisch veränderter Pflanzen (GE – genetically engineered) als auch die sozialen Bedingungen, unter denen die Gentechnologie zur Verbesserung von Landwirtschaft im Allgemeinen und speziell zum Wohl der Armen und Schwachen verfügbar gemacht werden könnte. Die geistige Haltung der Teilnehmer war inspiriert von eben jener Haltung gegenüber Technik, die Papst Benedikt XVI in seiner neuen Enzyklika zum Ausdruck gebracht hat, insbesondere dass „die Technik [...] der objektive Aspekt der menschlichen Arbeit [ist],<sup>1</sup> deren Ursprung und Daseinsberechtigung im subjektiven Element liegt: dem arbeitenden Menschen. Darum ist die Technik niemals nur Technik. Sie zeigt den Menschen und sein Streben nach Entwicklung, sie ist Ausdruck der Spannung des menschlichen Geistes bei der schrittweisen Überwindung gewisser materieller Bedingtheiten. *Die Technik fügt sich daher in den Auftrag ein, »die Erde zu bebauen und zu hüten«* (vgl. Gen 2, 15), den Gott dem Menschen erteilt hat, und muss darauf ausgerichtet sein, jenen Bund zwischen Mensch und Umwelt zu

stärken, der Spiegel der schöpferischen Liebe Gottes sein soll“.<sup>2</sup>

### Wesentliche wissenschaftliche Schlussfolgerungen

Wir bestätigen die wichtigsten Schlussfolgerungen des Studiendokuments zum Einsatz von „Genetisch modifizierten Pflanzen“ zur Bekämpfung des Hungers in der Welt“ (Genetically Modified Food Plants to Combat Hunger in the World) verabschiedet am Ende der Jubiläumsvollversammlung zu „Wissenschaft und die Zukunft der Menschheit“ (Science and the Future of Mankind) vom 10. – 13. November 2000. Zusammengefasst und aktualisiert beinhalten diese:

1. Von den 6,8 Milliarden Menschen der Weltbevölkerung sind derzeit mehr als eine Milliarde Menschen unterernährt. Dies ist ein Zustand, der dringend die Entwicklung neuer landwirtschaftlicher Systeme und Technologien erfordert.
2. Der erwartete Zuwachs um 2 bis 2,5 Milliarden Menschen auf eine Gesamtbevölkerung von ungefähr 9 Milliarden bis zum Jahr 2050 verleiht dem Problem eine zusätzliche Dringlichkeit.
3. Auch werden die prognostizierten Folgen des Klimawandels und der damit verbundenen Abnahme von verfügbarem Wasser für die Landwirtschaft einen Einfluss auf unsere

<sup>1</sup> Vgl. Johannes Paul II, Enzyklika *Laborem exercens*, 5.

<sup>2</sup> *Caritas in veritate*, § 69.

Möglichkeiten haben, die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren.

4. Landwirtschaft, wie sie gegenwärtig betrieben wird, ist nicht nachhaltig, was sich in dem massiven Verlust von Ackerboden und dem inakzeptabel hohen Einsatz von Pestiziden überall in der Welt zeigt.
5. Der angemessene Einsatz von Gentechnologie sowie anderer moderner, molekularer Techniken in der Landwirtschaft trägt dazu bei, einige dieser Herausforderungen anzugehen.
6. Es gibt keine verfahrensinternen Aspekte beim Einsatz von Gentechnologie zur Verbesserung von Nutzpflanzen, die diese Pflanzen selbst oder die daraus gewonnenen Nahrungsmittel unsicher machen würden.
7. Es liegt in der Verantwortung der Gemeinschaft der Wissenschaftler durch Forschung und Entwicklung zu einem Fortschritt in der landwirtschaftlichen Produktivität beizutragen. Sie sollte ebenso danach streben, dass die Vorteile, die aus diesem Fortschritt entstehen, sowohl den Armen dienen als auch jenen Menschen
8. Es sollten besondere Anstrengungen unternommen werden, armen Landwirten in den Entwicklungsländern verbesserte GE-Pflanzensorten, die für ihre jeweiligen lokalen Bedingungen angepasst sind, zugänglich zu machen.
9. Die Forschung zur Entwicklung solcher verbesserten Pflanzen sollte insbesondere berücksichtigen sowohl die lokalen Bedürfnisse und die jeweiligen Pflanzensorten als auch die Möglichkeiten jedes einzelnen Landes, seine Traditionen, das soziale Erbe und die administrativen Strukturen zu adaptieren, um eine erfolgreiche Einführung von GENutzpflanzen zu ermöglichen.

#### Weitere Erkenntnisse

Seit der Abfassung des vorherigen Studiendokuments sind bezüglich der Entwicklung, Anwendung und den Folgen von Gentechnologie weitere Erkenntnisse, die den höchsten Standards

*Es existieren viele verschiedene Begriffe, um die Prozesse im Bereich der Pflanzenzüchtung zu beschreiben. Alle lebenden Organismen bestehen aus Zellen, in denen ihre Gene enthalten sind, die ihnen ihre distinktiven Merkmale verleihen. Der vollständige Satz der Gene (der Genotyp) ist in der DNS kodiert und wird als Genom bezeichnet. Dies ist die vererbte Information, die von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben wird. Jedwede Form der Pflanzenzüchtung, wie übrigens jegliche Evolution, involviert genetische Veränderung bzw. Modifikation, gefolgt von einer Selektion von vorteilhaften Merkmalen unter der Nachkommenschaft. Die meisten Veränderungen im Phänotyp einer Pflanze oder ihrer sichtbaren Eigenschaften (wie z.B. ihre physische Struktur, Entwicklung, biochemische Eigenschaften und Nährstoffzusammensetzung) resultieren aus Veränderungen in ihrem Genotyp. Pflanzenzüchtung hat sich traditionellerweise der zufälligen Umsortierung der Gene zwischen engverwandten und sexuell kompatiblen Arten bedient, mit oft unvorhersehbaren Folgen und immer blieben dabei die Details der genetischen Veränderung unerforscht. Mitte des 20. Jahrhunderts wurde dies ergänzt durch Mutationszüchtung (Mutagenese), einer gleichfalls zufallsgemäßen Behandlung von Samen oder ganzen Pflanzen mit mutagenen Chemikalien oder energiereichen Strahlen in der Hoffnung, dadurch phänotypische Verbesserungen zu erzielen. Wiederum führte dies zu unvorhersehbaren und unerforschten genetischen Konsequenzen, aus denen der Pflanzenzüchter die vorteilhaften Eigenschaften selektierte. In jüngster Zeit sind Technologien entwickelt worden, die es erlauben, dass man spezifische, identifizierte und klar charakterisierte Gene bzw. kleine Blöcke von Genen, die bestimmte Merkmale vermitteln, transferiert. Begleitet wird dies von einer genauen Analyse der genetischen und phänotypischen Resultate: diese letzte Kategorie bezeichnet man als „Transgenese“ (weil Gene von einem Spender zu einem Empfänger übertragen werden) oder auch als „genetic engineering“ (Gentechnik; in diesem Bericht abgekürzt als GE). In Wirklichkeit jedoch trifft dieser Begriff auf alle Arten von Pflanzenzüchtung zu.*

wissenschaftlicher Überprüfung durch Fachleute unterworfen wurden, ebenso wie weitreichende, reale, praktische Erfahrungen zusammengekommen. Während unserer Studienwoche haben wir diese Beweise erörtert und bewertet und sind zu folgenden Schlussfolgerungen gekommen:

1. Wird Gentechnologie angemessen und verantwortungsvoll eingesetzt, dann kann sie in vielen Bereichen einen wesentlichen Beitrag leisten zu landwirtschaftlicher Produktivität durch Verbesserung von Nutzpflanzen, einschließlich einer Steigerung des Pflanzenertrags, einer verbesserten Nährstoffzusammensetzung, einer höheren Schädlingsresistenz ebenso wie einer verbesserten Toleranz gegenüber Dürre und anderer Formen von Umweltbelastungen. Diese Verbesserungen werden weltweit benötigt, damit Nachhaltigkeit und Produktivität von Landwirtschaft verbessert werden können.
2. Die genetische Verbesserung von Nutzpflanzen und Zierpflanzen repräsentiert eine lange und nahtlose Reihe von zunehmend genaueren und vorhersagbareren Verfahren. So schlussfolgert der US National Research Council in einem Bericht aus dem Jahr 1989: „Indem die molekularen Methoden spezifischer werden, so können die Anwender dieser Methoden sicherer sein hinsichtlich der Eigenschaften, die sie in Pflanzen einführen. Folglich wird damit die Gefahr des Auftretens unerwünschter Nebenwirkungen geringer als bei anderen Verfahren der Pflanzenzüchtung“.
3. Die Vorteile dieser Technologie sind bereits von wesentlicher Bedeutung in Ländern wie den USA, Argentinien, Indien, China und Brasilien, wo GE-Pflanzen in großem Umfang angebaut werden.
4. Sie können auch eine erhebliche Bedeutung erlangen für ressourcenarme Landwirte und gefährdete Mitglieder armer landwirtschaftlichen Gemeinden, insbesondere für Frauen und Kinder. Insekten-resistente GE-Baumwolle und vor allem GE-Mais haben den Einsatz von Insektiziden stark reduziert (und damit die Sicherheit in der Landwirtschaft erhöht). Sie haben ihren Beitrag geleistet zu substantiell höheren Gewinnen, höheren Haushaltseinkommen und niedrigeren Armutsraten (und auch einer geringeren Anzahl an Vergiftungen durch chemische Pestizide) in bestimmten Kleinbauernsektoren in mehreren Entwicklungsländern einschließlich Indien, China, Südafrika und den Philippinen.
5. Die Einführung von Resistenz gegenüber umweltfreundlichen, billigen Herbiziden in Mais, Sojabohne, Raps und anderen Nutzpflanzen ist das gebräuchlichste GE-Merkmal. Dies hat den Ertrag pro Hektar gesteigert, mühevolleres Jäten von Hand ersetzt und minimale, meist pfluglose Bodenbearbeitungsmethoden ermöglicht, wodurch auch die Geschwindigkeit der Bodenerosion gesenkt worden ist. Diese Technologie könnte insbesondere für Landwirte in Entwicklungsländern von Nutzen sein, die auf Grund von Alter oder Krankheit die traditionelle, manuelle Unkrautbekämpfung nicht leisten können.
6. Gentechnologie kann Mangelernährung bekämpfen durch Modifikationen, die essentielle Mikronährstoffe bereitstellen. So haben beispielsweise Untersuchungen über den mit Provitamin A angereicherten „Goldenen Reis“ (Golden Rice) gezeigt, dass eine normale tägliche Ernährung mit diesem biofortifizierten Reis ausreichend wäre, um Vitamin A-Mangel zu verhindern.
7. Der Einsatz von GE-Technologie zur Resistenz gegen Schädlinge hat zu einer Verringerung des Einsatzes von chemischen Insektiziden geführt, was die landwirtschaftlichen Produktionskosten senkt und die Gesundheit der Arbeiter in der Landwirtschaft erhöht. Diese Beziehung ist insbesondere wichtig in Gegenden wie z. B. weiten Teilen Europas, weil hier der Einsatz von Insektiziden besonders hoch ist, was Ökosysteme allgemein wie auch die menschliche Gesundheit schädigt.
8. Gentechnologie kann schädliche, energieaufwendige, mechanische Bodenbearbeitungsmethoden reduzieren, die Biodiversität erhöhen und die Umwelt schützen, unter

anderem durch eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in die Atmosphäre, dem wichtigsten anthropogenen Treibhausgas.

9. Die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels verstärken die Notwendigkeit, GE-Technologie in Verbindung mit anderen Züchtungsverfahren sinnvoll und zielgerichtet einzusetzen, so dass Eigenschaften wie Düreresistenz und Überflutungstoleranz in die wichtigsten Nahrungspflanzen aller Regionen schnellstmöglich eingebracht werden können.
10. Gentechnologie hat bereits jetzt die Felderträge von armen Landwirten gesteigert und es ist nachgewiesen, dass dadurch erhöhte Einkommen und Arbeitsplätze geschaffen werden, die es ansonsten nicht gegeben hätte.
11. Kostenintensive regulatorische Verfahren der GE-Technologie müssen wissenschaftlich haltbar und an Risiken orientiert werden. Dies bedeutet, dass die Regulierung sich mehr an den spezifischen Eigenschaften einer neuen Pflanzensorte orientieren sollte und nicht an der Technologie, mit der diese Eigenschaft gewonnen wird.
12. Die Risikobewertung einer neuen Pflanzensorte darf nicht nur die potentiellen Risiken von deren Einsatz betrachten, sondern sie muss auch die Risiken von Alternativen berücksichtigen, falls die betreffende Pflanzensorte nicht verfügbar gemacht wird.
13. Von der öffentlichen Hand werden derzeit bedeutsame Anstrengungen unternommen, um verbesserte GE-Sorten und Linien von Maniok (Kassava), Süßkartoffeln, Reis, Mais, Bananen, Sorghum und anderer wichtiger tropischer Nutzpflanzen zu gewinnen, die direkt den Armen zugute kommen werden. Diese Anstrengungen verdienen volle Unterstützung.
14. Das Ausmaß der Bedrohungen für die Armen und Unterernährten der Welt muss als eine Angelegenheit von höchster Dringlichkeit behandelt werden. Jedes Jahr verursacht Mangelernährung vermeidbare Krankheiten und Tod. Der jüngste Anstieg von Nahrungsmittelpreisen weltweit hat die Verwundbarkeit der Armen im Wettbewerb um Ressourcen

deutlich gemacht. In diesem Zusammenhang gilt, dass entgangene Vorteile und Hilfsmöglichkeiten für immer verloren sind.

15. Angesichts dieser wissenschaftlichen Resultate besteht ein moralischer Imperativ, die Vorteile der GE-Technologie den armen und benachteiligten Bevölkerungsgruppen, sofern sie diese Technologie wollen, in größerem Umfang verfügbar zu machen und zwar zu Bedingungen, die es diesen Menschen ermöglicht, ihren Lebensstandard zu heben, ihre Gesundheit zu verbessern und ihre Umwelt zu schützen.

Grundsätzlich hat der Einsatz von Gentechnologie deren Bedeutung zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität überall auf der Welt unter Beweis gestellt. Jedoch ist dies lediglich ein Teil einer zwangsläufig komplexen Strategie. Wie der Heilige Vater Benedikt XVI bemerkte: „Aus dieser Sicht könnte es sich als hilfreich erweisen, die neuen Horizonte zu betrachten, die sich durch einen richtigen Einsatz der traditionellen wie auch der innovativen landwirtschaftlichen Produktionstechniken auftun, vorausgesetzt, dass letztere nach angemessener Prüfung als zweckmäßig, umweltfreundlich und für die am meisten benachteiligten Bevölkerungsgruppen als zuträglich erkannt wurden.“<sup>3</sup> Nichtsdestotrotz wird von uns anerkannt, dass die Entwicklungen der GE-Technologie nicht jedes ihrer ursprünglichen Versprechen realisieren werden, wie es auch bei jeder anderen Technologie passiert. Wir müssen fortfahren, die möglichen Beiträge aller passenden Technologien zu evaluieren, die zusammen mit konventionellen Züchtungsverfahren und weiteren Strategien angewandt werden müssen, um für zukünftige Generationen die Ernährungssicherheit zu verbessern und die Armut zu verringern.<sup>4</sup> Viele von ihnen können synergetisch zusammen mit gentechnischen Verfahren genutzt werden. Diese

<sup>3</sup> *Caritas in veritate*, § 27.

<sup>4</sup> „Dies ist ein Prinzip, das es bei der landwirtschaftlichen Produktion selbst zu beachten gilt, wann immer dort eine Frage des Fortschritts durch den Einsatz von Biotechnologien auftritt, die nicht allein auf der Basis unmittelbarer wirtschaftlicher Interessen beurteilt werden dürfen. Sie

Strategien beinhalten die Schonung des Ackerbodens durch Direktsaat und andere Maßnahmen gegen Bodenerosion, der sachgemäße Einsatz von Düngemitteln, die Entwicklung neuer Sorten von Düngemitteln und umweltfreundlichen Agrochemikalien, Wasserschutz, integrierte Schädlingsbekämpfung, Erhalt der genetischen Vielfalt, wo es angebracht ist, die Einführung neuer Sorten von Nutzpflanzen und die Verbesserung bereits existierender Nutzpflanzen (insbesondere „Orphan Crops“ [Waispflanzen])<sup>5</sup> für eine größere Nutzung durch öffentlich-private Investitionen und Partnerschaften. Weitere Faktoren von entscheidender Bedeutung, um die Nahrungssicherheit zu erhöhen, und von besonderer Wichtigkeit für ressourcenarme Länder schließen ein eine Verbesserung der Infrastruktur (Transport, Stromversorgung und Lagermöglichkeiten), Aufbau der Kapazitäten (capacity building) durch das Bereitstellen von sachkundiger und unparteiischer Beratung für Landwirte bei der Saatgutauswahl durch lokale Beratungsstellen, die Entwicklung von fairen Systemen der Finanzierung und Versicherung, sowie die Lizenzvergabe von Patentrechten. Allerdings darf das Wissen, dass es keine Einzellösung für das Problem der Armut und der Diskriminierung der Armen in vielen Regionen gibt, uns nicht daran hindern, GE-Nutzpflanzen dort

einzusetzen, wo diese einen sinnvollen Beitrag zu einer Gesamtlösung leisten können.

### Die breitere Debatte in der Öffentlichkeit

Gentechnologie ist in der breiten Öffentlichkeit auf Interesse gestoßen und hat eine weltweite Debatte ausgelöst über den Beitrag der Wissenschaft zur Lösung vieler der Herausforderungen im Bereich von Gesundheit und Ernährung, mit denen sich die Gesellschaft im 21. Jahrhundert konfrontiert sieht. Die Debatte über die Macht, die potentielle Rolle und den Umfang der Einsatzmöglichkeiten wird begrüßt. Allerdings muss sich die Diskussion auf von Experten wissenschaftlich begutachtete oder anderweitig verifizierbare Informationen stützen, falls die Wissenschaft und Technologie angemessen evaluiert, geregelt und zum Wohl der Menschheit eingesetzt werden sollen. Nichts zu tun ist weder eine Option, noch können Wissenschaft und Technik beliebig ein- und ausgeschaltet werden, wann immer gerade Probleme entstehen, die von diesen eine adäquate Lösung erfordern: Wenn überhaupt, dann ist es die Aufgabe der Wissenschaft, möglichen Schaden vorherzusehen, um diesen zu vermeiden und so das größtmögliche Gut zu sichern. In diesem Zusammenhang erfordern sechs Handlungsbereiche unsere Aufmerksamkeit: Das öffentliche Verständnis von Wissenschaft; der Stellenwert des Rechts auf geistiges Eigentum; die Rolle der öffentlichen Hand; die Rolle der Zivilgesellschaft; Kooperation zwischen Regierungen, internationalen Organisationen und der Zivilgesellschaft; sowie eine sinnvolle, kosteneffiziente und vertretbare Regulierung.

### Das öffentliche Verständnis von Wissenschaft

Die Teilnehmer unserer Tagung haben wiederholt hingewiesen auf die weit verbreiteten Irrtümer bezüglich GE-Technologie, die sowohl die öffentliche Diskussion als auch die Regulierungsverfahren und -bestimmungen beherrschen. So wird in der öffentlichen Debatte beispielsweise oft ignoriert, dass jegliche Form von Pflanzenzüchtung genetische Veränderungen beinhaltet

---

müssen zuvor einer strengen wissenschaftlichen und ethischen Beurteilung unterworfen werden, um so zu verhindern, dass sie katastrophale Folgen für die Gesundheit der Menschen und für die Zukunft der Erde nach sich ziehen“ (Johannes Paul II, *Ansprache zum Jubiläum der Agrarwelt*, 11. November 2000).

<sup>5</sup> „Orphan Crops“ (Waispflanzen), auch als vernachlässigte oder verlorene Pflanzen bezeichnet, sind Nutzpflanzen von einem hohen wirtschaftlichen Wert in Entwicklungsländern. Zu diesen Pflanzen zählen Getreidesorten (wie zum Beispiel Hirse und Teff), Leguminosen (Cow pea [Kuherbse, *Vigna unguiculata*], Saat-Platterbse und Bambara Erdnuss) und Hackfrüchte (Maniok [Kassava] und Süßkartoffel). Obwohl „Orphan Crops“ für die Existenzgrundlage von Millionen von ressourcenarmen Landwirten lebensnotwendig sind, hinkt die Erforschung dieser Pflanzen der Forschung bei den dominanten Pflanzensorten hinterher. Um den Pflanzenertrag deutlich zu steigern und um eine Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln in den Entwicklungsländern der Welt zu erreichen, sollte die Erforschung von „Orphan Crops“ mehr Beachtung erfahren.

und dass einige Verfahren, die man als „konventionelle“ Züchtung – zum Beispiel durch Strahlung verursachte Mutagenese – bezeichnet, Resultate bringen, die aufgrund eben dieser Verfahren weit weniger vorhersagbar sind als beim Einsatz von gentechnischen Verfahren.

Alle Teilnehmer der Studienwoche sehen sich verpflichtet, in solcher Weise ihren Teil zum öffentlichen Dialog und zur öffentlichen Debatte zu leisten, dass diese informiert und aufgeklärt geführt wird. Es ist eine Verpflichtung für Wissenschaftler, sich Gehör zu verschaffen, ihre Forschungsbereiche zu erklären, Technologie zu entmystifizieren und ihre Forschungsergebnisse auf breiter Basis verfügbar zu machen. Wir wenden uns eindringlich an jene, die den Einsatz von GEPflanzensorten und den Gebrauch moderner Genetik grundsätzlich ablehnen oder ihm skeptisch gegenüber stehen, sorgfältig die involvierte Wissenschaft zu prüfen und den nachweislichen Schaden abzuwägen, der verursacht wird, wenn diese bewährte Technologie denjenigen vorenthalten wird, die sie am meisten benötigen. Dem Gemeinwohl kann nur gedient werden, wenn die öffentliche Diskussion auf dem höchsten Niveau des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes und in einem fairen Austausch von Meinungen geführt wird.

### Der Stellenwert des Rechts auf geistiges Eigentum

Eigentumsrechte spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung jeglicher Technologie, einschließlich medizinischer und landwirtschaftlicher Biotechnologie, wie auch sonst in allen Bereichen einer modernen Gesellschaft. Wir sind uns bewusst, dass beste Vorgehensweisen (best practices) des kommerziellen Sektors einen signifikanten Beitrag zur angestrebten Eliminierung von Armut und Nahrungsunsicherheit geleistet haben. Jedoch in Übereinstimmung mit der Soziallehre der Kirche, welche die universelle Bestimmung aller Güter der Erde für die ganze Menschheit als ein vorrangiges Recht bezeichnet,<sup>6</sup> appellieren wir sowohl

an private als auch öffentliche Akteure anzuerkennen, dass der legitime Anspruch auf ihre Eigentumsrechte soweit als möglich, oft über die bestehenden Normen einer Zivilgesellschaft hinaus, dieser universellen Bestimmung untergeordnet wird und dass sie weder eine Ausbeutung der Armen und Schwachen noch ungerechte Bereicherung zulassen.

Öffentlich-private Partnerschaften sind von zunehmender Wichtigkeit, wenn es darum geht, die Entwicklung und Verbreitung verbesserter Nutzpflanzen voranzutreiben, welche die tägliche Nahrung der armen Menschen in den Entwicklungsländern bilden. Das humanitäre Projekt „Goldener Reis“ (Golden Rice) ist ein hervorragendes Beispiel für eine solche Zusammenarbeit, wo für die Patente, die von privaten Firmen gehalten werden, bereitwillig und kostenfrei Lizenzen vergeben wurden an öffentliche Unternehmen, die Pflanzensorten entwickelt haben, die nun auf den Feldern von Landwirten ausgebracht werden können, zum Wohl jener Bevölkerungsgruppen, von denen sie selbst ein Teil sind. Eine Reihe ähnlicher Beispiele befinden sich in Entwicklung. Derartige Fortschritt steht klar im Einklang mit der Überzeugung, dass alle Menschen einen Anspruch auf die Früchte der Erde haben. Wenn der private Sektor seine Bereitschaft signalisiert, eigene, rechtlich geschützte Verfahren zum Wohle der Armen verfügbar zu machen, dann verdient das unsere Anerkennung. Wir ermutigen den privaten Sektor in diesem Bereich weiterhin den höchsten ethischen Ansprüchen zu folgen.

Überhaupt, wenn wir die Beziehung zwischen Wirtschaft und Ethik betrachten, dann sollte sich jedes, insbesondere ein multinationales, Privatunternehmen, auch im Bereich der Landwirtschaft, nicht allein auf wirtschaftlichen Profit beschränken. Vor allem sollte es auch menschliche, kulturelle und erzieherische Werte und Aspekte vermitteln. Aus diesem Grund begrüßt *Caritas in veritate* die jüngste Entwicklung hin zu einer „öffentlichen und einer Gemeinschaftswirtschaft“, einer komplexen, zusammengesetzten Wirklichkeit, die Gewinn nicht ausschließt, ihn aber als Mittel für die Verwirklichung humaner und sozialer Ziele betrachtet. In der Tat bekräftigt die Enzyklika, dass

<sup>6</sup> *Centesimus annus*, § 6.

„gerade die Vielfalt der institutionellen Unternehmensformen [...] einen humaneren und zugleich wettbewerbsfähigeren Markt hervorbringen [sollte]“.<sup>7</sup> Diese Überlegungen sind insbesondere von Bedeutung im Bezug auf die Qualität und die Quantität an Nahrung, die einer Bevölkerung zur Verfügung steht.

### Die Rolle der öffentlichen Hand

Die Entwicklung neuer Pflanzensorten, die die Grüne Revolution des 20. Jahrhunderts ermöglichten, wurde größtenteils in Forschungslabors des öffentlichen Sektors in einer Anzahl von Ländern geleistet. Obwohl die öffentliche Hand nicht mehr ein „Quasi-Monopol“ auf solche Entwicklungen hat, ist deren Rolle entscheidend und immer noch von großer Bedeutung. Der öffentliche Sektor kann insbesondere Mittel, die ihm aus Staatseinnahmen und von Geberinstitutionen zur Verfügung stehen, einsetzen, um Forschung an Pflanzen zu fördern, die von den ärmsten und schwächsten Bevölkerungsgruppen benötigt werden. Dem öffentlichen Sektor kommt eine wichtige Rolle zu, Forschungsergebnisse auf breiter Basis verfügbar zu machen, und er kann in einer Weise innovativ sein, die für den privaten Sektor sehr schwierig ist, wo die Entwicklung von Pflanzensorten für kommerzielle Zwecke das Hauptziel ist. Wenn sich die Kooperation zwischen dem privaten Sektor und der öffentlichen Hand für die Entwicklung von Anwendungen von Wissenschaft und Technologie, insbesondere in Bereichen des Gesundheitswesens, nachweislich für das Wohl der Menschen als fruchtbar gezeigt hat, dann sollte die Landwirtschaft keine Ausnahme bilden. Leider müssen wir aber feststellen, dass im Fall von Pflanzenverbesserung durch moderne biotechnologische Verfahren eine unwissenschaftliche und exzessive Regulierung einerseits die Kosten für Forschung und Entwicklung ohne gleichzeitige Verbesserung der Sicherheit in die Höhe treibt. Andererseits erschwert diese Regulierung die Anwendung und den Einsatz solcher Verfahren durch öffentliche Einrichtungen und macht dies oft aus finanziellen Gründen gar unmöglich.

### Die Rolle der Zivilgesellschaft

Regierungen, Akademien, Nichtregierungsorganisationen (sog. NGOs), Wohltätigkeitsorganisationen, Organisationen der Zivilgesellschaft und Religionen können alle eine Rolle spielen, einen informierten Dialog wie auch ein breites öffentliches Verständnis zu fördern hinsichtlich der Vorteile, die die Wissenschaft bringen kann. Ebenso können diese Gruppen mitarbeiten, um alle Lebensbereiche der weniger Begünstigten zu verbessern. Sie müssen mithelfen, um die Armen vor jeglicher Ausbeutung jedweder Zielsetzung zu schützen. Aber sie tragen auch die Verantwortung sicherzustellen, dass diesen Bevölkerungsgruppen nicht der Zugang zu den Vorteilen moderner Wissenschaft verwehrt wird, sodass dadurch vermieden wird, dass jene Menschen zu Armut, schlechter Gesundheit und Nahrungsunsicherheit verurteilt werden.

### Kooperation zwischen Regierungen, internationalen Organisationen und der Zivilgesellschaft

Wie schon erwähnt, hat die Gentechnologie bereits einen entscheidenden Beitrag zur Pflanzenverbesserung und einer erhöhten Nahrungssicherheit geleistet. Ein angemessener Einsatz dieser Technologie in Kombination mit anderen molekularen Verfahren der Pflanzenzüchtung bietet die Möglichkeit, weitere große Fortschritte zu machen, sowohl bei der Verbesserung von wichtigen „Commodity Crops“ (Hauptkulturpflanzen) als auch von so genannten „Orphan Crops“ in den Entwicklungsländern. Der Einsatz dieses gesicherten wissenschaftlichen Fortschritts kann daher als ein „globales öffentliches Gut“ betrachtet werden.

Aufgrund der hohen Kosten bei der Forschung und Entwicklung dieser neuen Verfahren zur Pflanzenverbesserung, gepaart mit den überhöhten regulatorischen Kosten, um neue Eigenschaften auf den Markt zu bringen, sind diese Verfahren bisher meist nur von multinationalen Unternehmen bei wichtigen, in großer Menge angebauten „Commodity Crops“ der entwickelten Welt eingesetzt worden. Pflanzenzüchtung zugunsten des Gemeinwohls mithilfe gentechnischer Verfahren ist

<sup>7</sup> Caritas in veritate, § 46.

bisher hauptsächlich durch zwei Gründe eingeschränkt:

1. Die hohen Entwicklungskosten und der Mangel an Investitionen durch nationale Regierungen. Daraus resultiert, dass dieses Verfahren zur Verbesserung und Anpassung von regional angebauten Pflanzen nicht eingesetzt wird. Dies schließt wichtige Nutzpflanzen (sog. „Orphan Crops“) ein, wie zum Beispiel Sorghum, Maniok (Kassava), Kochbananen usw., die nicht international gehandelt werden und daher für multinationale Unternehmen keine Investitionen rechtfertigen.
2. Die exzessive und unnötige Regulierung dieser Technologie, im Vergleich mit allen anderen Verfahren in der Landwirtschaft, hat sie zu teuer gemacht, um sie für „unbedeutendere“ Pflanzensorten einzusetzen sowie für jene Sorten, die den Entwicklern keine Erträge im Verhältnis zu den eingesetzten Investitionen und eingegangenen Risiken bieten können. Dies betrifft jedoch nicht allein den privaten Sektor. Jegliche Investition, ob privat oder öffentlich, muss unter dem Aspekt zu erwartender Erträge betrachtet und bewertet werden. Deshalb halten sich die öffentliche Hand wie auch der private Sektor möglicherweise zurück, Produkte mit eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten zu entwickeln im Vergleich zu wichtigen „Commodity Crops“. Diese Konsequenz ergibt sich aus den dafür notwendigen Investitionen, der problematischen Regulierung und einer Ergebnisunsicherheit.

Es bedarf daher der Kooperation auf diesem Gebiet zwischen Regierungen, internationalen Organisationen, Hilfswerken und Wohltätigkeitsorganisationen. Die möglichen Vorteile solcher Kooperationen sind bereits unter Beweis gestellt worden, wenn multinationale Gesellschaften sich willens zeigten, mit öffentlich-privaten Partnerschaften zu verhandeln, was zu einer kostenfreien Bereitstellung von relevanten, patentierbaren Technologien zum Einsatz bei der Pflanzenverbesserung führte. Im Fall von „Goldener Reis“ (Golden Rice) hat dies zu einem Technologietransfer in viele Länder Asiens geführt. Weiter Beispiele sind unter anderem dürreresistenter

Mais in Afrika, insektenresistente Gemüsesorten und Leguminosen in Indien und Afrika, sowie viele Dutzend weiterer Projekte in Afrika, Asien und Lateinamerika.

### **Einen angemessenen Ansatzpunkt zu Regulierungsaufsicht definieren**

Die Realisierung der Vorteile jeglicher neuen Technologie erfordert ein angemessenes Regulierungsverfahren. Eine allzu strenge Regulierung, die von reichen Ländern entwickelt worden ist und sich fast ausschließlich auf die hypothetischen Risiken von GE-Pflanzen konzentriert, diskriminiert die Entwicklungsländer und armen Länder wie auch die kleineren und ärmeren Produzenten und Händler. Dies benachteiligt die armen Menschen in der Welt in inakzeptabler Weise. Der Schaden, der dadurch entsteht, dass präzisere und genauer vorhersagbare Verfahren nicht eingesetzt werden können, ist irreversibel in dem Sinn, dass die Opportunitätskosten von verlorenen Investitionen, Forschung und Entwicklung und Produkten (sowie deren Nutzen) nicht wieder hereingeholt werden können.

Die Beurteilung neuer und verbesserter Pflanzensorten sollte auf den Eigenschaften der Pflanzensorten selbst basieren und nicht auf den Verfahren, mit denen man sie erzeugt: Sie sollten im Licht ihrer tatsächlichen Eigenschaften beurteilt werden. Dies würde ermöglichen, dass man das Potential der Technologie zum Vorteil des Gemeinwohls ausschöpft, indem neue Sorten mit verbesserten Eigenschaften von sowohl wichtigsten Anbaukulturen wie auch regionalen Pflanzensorten geliefert würden. Hierbei geht es ausdrücklich nicht darum, die Armen für Experimente zu missbrauchen. Vielmehr geht es darum zu gewährleisten, dass die Armen Zugang haben zu Verfahren, die sich in den meisten Teilen der entwickelten Welt und der Entwicklungsländer als nachweislich sicher, auf breiter Ebene akzeptiert und nutzbringend erwiesen haben. Wir können hinsichtlich Wissenschaft und Technik – und der daraus resultierenden Risiken für Nahrung und Landwirtschaft – nicht risikoscheuer werden, als wir es in den übrigen Bereichen unseres Alltags für akzeptabel halten.

Die hypothetischen Risiken, die mit der gentechnischen Veränderung von Pflanzen in Verbindung gebracht werden, unterscheiden sich nicht von jenen Risiken, die beim Einsatz solcher gentechnologischer Verfahren bei anderen Organismen gesehen werden (z.B. Verfahren eingesetzt in der medizinischen Biotechnologie oder durch Biotechnologie verbesserte Enzyme, wie sie bei der Käse- und Bierproduktion verwendet werden). Kurzzeitige Risiken, die sich durch das Auftreten toxischer oder allergene Stoffe ergeben, können untersucht und aus neuen Pflanzensorten eliminiert werden. Dies ist ein Verfahren, das weitaus vorsichtiger und sicherer ist als im Fall der Kultivierung von Pflanzensorten, die mit konventioneller Züchtung erzeugt werden. Was langfristige evolutionäre Konsequenzen anbelangt, so zeigt das gegenwärtige Verständnis von molekularer Evolution, wie sie in der Natur mit niedrigen Mutationsraten spontaner genetischer Variationen auftritt, deutlich, dass die durch Gentechnologie eingebrachten genetischen Modifikationen nur den gründlich erforschten Prozessen der natürlichen biologischen Evolution folgen können. Lebensfähige Mutationen sind nur in kleinen Schritten möglich. Dies wird verständlich, wenn wir uns bewusst machen, dass die Genome von Landpflanzen Enzyklopädien von mehreren hundert Büchern entsprechen, während die Veränderungen durch gentechnische Eingriffe nur jeweils ein Gen oder einige wenige Gene der ca. 26.000 Gene eines durchschnittlichen Pflanzengenoms betreffen. Deswegen kann das evolutionäre Risiko eines solchen gentechnischen Eingriffs nicht größer sein als das Risiko bei natürlichen Mutationen oder durch chemische Mutagenese ausgelöste Mutationen, beide verantwortlich für das Hervorbringen zahlreicher, kaum definierter genetischer Veränderungen. Statistische Untersuchungen zeigen, dass unerwünschte Eigenschaften solcher genetischer Veränderungen extrem selten sind und, im Fall der konventionellen Pflanzenzüchtung, ausgesondert werden.

Wenn wir uns die Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnis seit der Annahme des Cartagena Protokolls zur Biosicherheit im Jahr 2000 bewusst machen, ist es an der Zeit, mit Blick auf

die Notwendigkeit der Regulierung einerseits und der Nutzung der Vorteile dieses Fortschritts andererseits, das Protokoll auf der Grundlage des heutigen Standes der Wissenschaft zu überprüfen und neu zu bewerten.

### **Glaube, wissenschaftliche Vernunft und Ethik**

Für einen Gläubigen ist der Ausgangspunkt aus christlicher Sicht das Eintreten für den göttlichen Ursprung des Menschen, vor allem wegen seiner Seele, was den Auftrag Gottes an die Menschen erklärt, über das ganze Reich der Lebewesen auf Erden zu herrschen, durch die Arbeit, dem sie die Kraft ihres Körpers, geleitet vom Licht des Geistes, widmen. Auf diese Weise werden die Menschen die Verwalter Gottes bei der Entwicklung und Veränderung der lebenden Natur, von der sie ihre Nahrung beziehen können durch die Anwendung von Verbesserungsmethoden.<sup>8</sup> Somit haben die Menschen, wie begrenzt auch ihre Tätigkeit im unendlichen Kosmos sein mag, trotzdem teil an der Macht Gottes und sind fähig, ihre Welt aufzubauen, das heißt eine Umgebung, die den zwei Seiten, der körperlichen und der geistigen, ihres Lebens, ihres Bestehens und Wohlergehens entspricht. Insofern sollte man neue menschliche Formen des Eingreifens in die natürliche Welt nicht im Gegensatz zum Naturgesetz sehen, das Gott der Schöpfung gegeben hat. In der Tat, wie Paul VI vor der päpstlichen Akademie der Wissenschaften 1975 sagte,<sup>9</sup> muss der Wissenschaftler einerseits ehrlich die Frage der Zukunft der Menschheit auf Erden erwägen und als verantwortungsvolle Person helfen, diese Zukunft vorzubereiten, um die Welt zum Bestehen und Wohlergehen der Menschheit zu bewahren, sowie um

<sup>8</sup> „Gott hat eine vorrangige Herrschaft über alle Dinge. Und er selbst hat, gemäß seiner Vorsehung, gewisse Dinge angeordnet zur körperlichen Unterstützung des Menschen. Und deswegen hat der Mensch eine natürliche Herrschaft über die Dinge, soweit es die Macht betrifft, sie zu gebrauchen“ (Thomas v. Aquin, *Summa Theologica*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1).

<sup>9</sup> Vgl. Paul VI, Ansprache vor der Vollversammlung der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften, 19. April 1975, *Papal Addresses*, Vatikanstadt 2003, S. 209.

Risiken auszuklammern. Daher müssen wir Solidarität bekunden mit der gegenwärtigen und den zukünftigen Generationen als Ausdruck der Liebe und christlichen Caritas. Andererseits muss der Wissenschaftler auch vom Vertrauen beseelt sein, dass die Natur noch verborgene Möglichkeiten in sich birgt, die von der menschlichen Intelligenz zu entdecken und gebrauchen sind, um jene Entwicklungsebene zu erreichen, die im Plan des Schöpfers beschlossen ist. Somit sollte man das Eingreifen der Wissenschaft als eine Entwicklung der physischen oder vegetativen/animalischen Natur zum Wohlergehen des menschlichen Lebens betrachten, in derselben Weise wie „viele Dinge zum Wohlergehen des menschlichen Lebens zum Naturgesetz hinzugefügt worden sind und darüber hinaus, sowohl durch göttliches Gesetz als auch durch menschliche Gesetze“.<sup>10</sup>

## Empfehlungen

1. Weltweit sollte die Bereitstellung wissenschaftlich gesicherter Informationen für Regulatoren, Landwirte und Produzenten gefördert werden, damit diese befähigt werden, auf der Grundlage eines aktuellen Kenntnis- und Wissensstandes zu allen Aspekten von landwirtschaftlicher Betriebsführung betreffend Produktivität und Nachhaltigkeit wohl begründete Entscheidungen zu treffen.
2. Prüf- und Zulassungsverfahren für neue Sorten von Nutzpflanzen (ob mit konventionellen, Marker-unterstützten oder gentechnologischen Methoden gewonnen) sollten in der Weise universell standardisiert und rationalisiert werden, dass sie wissenschaftlich fundiert, vom Risiko ausgehend, vorhersagbar und transparent werden. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass der Umfang dessen, was Gegenstand einer Einzelfallprüfung ist, genauso wichtig ist, wie die eigentliche Prüfung selbst. Dieser muss ebenfalls wissenschaftlich fundiert sein und vom Risiko ausgehen.
3. Das Vorsorgeprinzip (precautionary principle) sollte in Bezug auf die Landwirtschaft überprüft werden; es sollte wissenschaftlich und an der Machbarkeit ausgerichtet neu formuliert werden, so dass die regulatorischen Anforderungen und Verfahren entsprechend dem Risiko der Anwendung angepasst werden und diese auch die Risiken der Nicht-Anwendung mitberücksichtigen. Es gilt zu bedenken, dass Klugheit (*phronesis* oder *prudentia*) die praktische Weisheit ist, welche aktives Handeln leiten soll.<sup>11</sup> Obwohl diese praktische Weisheit oder Klugheit nach Vorsicht verlangt, um das Gute so im Griff zu behalten, dass das Schlechte zu vermieden wird, so ist doch das wichtigste Element der Klugheit nicht die Vorsicht, sondern die Vorhersage. Das bedeutet, dass die primäre Eigenschaft der klugen Vorsicht nicht das Unterlassen von Handeln ist, um Schaden zu vermeiden, sondern dass wissenschaftliche Vorhersagen als eine Basis für aktives Handeln genutzt werden.<sup>12</sup> So hat Papst Benedikt XVI in seiner Ansprache an die Päpstliche Akademie der Wissenschaften anlässlich der Vollversammlung von 2006 zum Thema „Vorhersagbarkeit in der Wissenschaft“ betont, dass die Möglichkeit, Vorhersagen zu machen, einer der Hauptgründe für das Ansehen ist, das die Wissenschaft in der heutigen Gesellschaft genießt, und dass die Schaffung von wissenschaftlichen Methoden der Wissenschaft die Fähigkeit gegeben hat, Vorhersagen zu tätigen, deren Entwicklung zu verfolgen und dadurch auch den Lebensraum der Menschen unter

<sup>11</sup> „Also ist die Klugheit notwendigerweise ein mit richtiger Vernunft verbundenes handelndes Verhalten in Bezug auf die menschlichen Güter“ (Aristoteles, *Die Nikomachische Ethik*, VI, 5, 1140 b 20. Übersetzt und herausgegeben von Olaf Gigon. Vollständige Ausgabe nach dem Text der zweiten, überarbeiteten Auflage in der „Bibliothek der Alten Welt“ des Artemis Verlags, Zürich und München, 1967, 4. Aufl. München, Deutscher Taschenbuch Verlag, 1981, S.187). Vgl. auch den Rest des Kapitels.

<sup>12</sup> „Voraussicht ist vorrangig in der Klugheit... Daher wird der Name der Klugheit (*prudentia*) selbst von der Voraussicht (*providentia*) genommen wie von ihrem vorrangigem Teil“ (Thomas v. Aquin, *Summa Theologica*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1).

<sup>10</sup> Thomas v. Aquin, *Summa Theologica*, I-II, 94, a.5. Vgl. *loc. cit.* ad 3.

Kontrolle zu halten. „Wir könnten in der Tat sagen“, bekräftigte Papst Benedikt, „dass die Tätigkeit der Vorhersage, der Kontrolle und der Beherrschung der Naturphänomene, die durch die heutige Wissenschaft realisierbarer ist als in der Vergangenheit, zum Plan des Schöpfers gehört“.<sup>13</sup>

4. Das Cartagena Protokoll, ein internationales Abkommen, welches den internationalen Verkehr von GE-Sorten regelt und das in einer Zeit entwickelt wurde, als man noch weniger Kenntnis von der Wissenschaft von GE-Pflanzen hatte, sollte überprüft und neu bewertet werden, um sicherzustellen, dass es dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft entspricht.
5. Die gentechnischen Verfahren, die modernsten, präzisesten und vorhersagbarsten Verfahren für genetische Verbesserungen, sollten von exzessiver und unwissenschaftlicher Regulierung und Vorschriften befreit werden, damit sie weltweit eingesetzt werden können zur Verbesserungen des Nährwerts und der Produktivität von Kulturpflanzen (und schließlich auch zur Herstellung von Impfstoffen und anderer Pharmazeutika).
6. Die Einsatzmöglichkeiten der Gentechnik zur Unterstützung von Kleinbauern sollten mittels wirksamer Forschungsfinanzierung, Aufbau von Kapazitäten (capacity building) und Ausbildung gefördert werden. Dies sollte mit einer entsprechenden Politik verknüpft werden.
7. Der Einsatz auf breiter Basis von nachhaltigen, sachkundigen und produktiven landwirtschaftlichen Praktiken sowie Informationsdienste sollten gefördert werden, die insbesondere für die Verbesserung der Lebensumstände der Armen und Bedürftigen dieser Welt von entscheidender Bedeutung sind.
8. Es sollte sichergestellt werden, dass die entsprechenden gentechnischen und mit molekularen Markern gestützten Züchtungsverfahren eingesetzt werden, um jene Nutzpflanzen zu verbessern und weiter zu entwickeln, die besonders in den armen Ländern mit unsicherer Ernährungssituation angebaut werden, wo davon ausgegangen werden kann, dass diese Pflanzen weitreichende Auswirkungen auf die Verbesserung der Nahrungssicherheit haben werden. Aus diesem Grund appellieren wir dringlich an die Regierungen, internationalen Hilfswerke und Wohltätigkeitsorganisationen, auf diesem Gebiet die finanzielle Unterstützung zu erhöhen. Angesichts der Dringlichkeit haben internationale Organisationen wie die FAO, CGIAR, UNDP und UNESCO die moralische Verpflichtung, die Ernährungssicherheit für die gegenwärtige und zukünftige Weltbevölkerung zu garantieren. Sie müssen alle ihre Anstrengungen daraufhin ausrichten, um die Schaffung öffentlich-privater, kooperativer Partnerschaften zu vermitteln, um eine kostenlose Nutzung dieser Technologien für das Gemeinwohl in den Entwicklungsländern zu gewährleisten, wo diese Verfahren die größten Auswirkungen haben werden.<sup>14</sup>

### Hintergrund

Die Studienwoche der päpstlichen Akademie vom 15. bis zum 19. Mai 2009 wurde organisiert im Auftrag der päpstlichen Akademie der Wissenschaften durch das Akademiemitglied Professor Ingo Potrykus mit Unterstützung durch die Akademiemitglieder Professor Werner Arber und Professor Peter Raven. Es war den Organisatoren bewusst, dass seit 2000, als von der päpstlichen Akademie ein früheres Studiendokument über den ‚Gebrauch von ‚genetisch modifizierten Pflanzen‘ zur Bekämpfung des Hungers in der Welt‘

<sup>13</sup> Papst Benedikt XVI, Ansprache an die Teilnehmer der Vollversammlung der päpstlichen Akademie der Wissenschaften, 6. November 2006. Online verfügbar unter [http://www.vatican.va/holy\\_father/benedict\\_xvi/speeches/2006/november/documents/hf\\_ben-xvi\\_spe\\_20061106\\_academy-sciences\\_ge.html](http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_ben-xvi_spe_20061106_academy-sciences_ge.html)

<sup>14</sup> Vgl. P. Dasgupta, „Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context“ in *World Conference on Science: Science for the Twenty-First Century, A New Commitment* (UNESCO, Paris, 2000).

veröffentlicht worden war, eine große Menge an Erkenntnissen und Erfahrungen betreffend genetisch veränderter Nutzpflanzen zusammengekommen war.

Das Ziel der Studienwoche war es deshalb, die Vorteile und die Risiken von Gentechnologie und anderer landwirtschaftlicher Methoden zu prüfen und zu bewerten und zwar auf der Basis des gegenwärtigen Stands der Wissenschaft und im Hinblick auf deren potentielle Einsatzmöglichkeiten, um weltweit Nahrungssicherheit und menschliches Wohlergehen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung zu verbessern. Die Teilnehmer war sich der Soziallehre der Kirche zu Biotechnologie bewusst und akzeptierten den moralischen Imperativ, sich auf die verantwortungsvolle Anwendung von Gentechnologie entsprechend den Prinzipien von sozialer Gerechtigkeit konzentrieren.

Die Teilnahme erfolgte ausschließlich auf Einladung und die Teilnehmer wurden ausgewählt nach ihren wissenschaftlichen Leistungen in ihren jeweiligen Forschungsgebieten und nach ihren Einsatz für wissenschaftliche Stringenz und soziale Gerechtigkeit. Die Organisatoren mussten eine Auswahl an Teilnehmern treffen. Ihre Entscheidung erfolgte mit Blick auf die Notwendigkeit, dem wesentlichen Ziel der Tagung dienlich zu sein, nämlich die bisherigen Erfahrungen und Erkenntnisse zu erörtern und zu bewerten. Obwohl es unterschiedliche Meinungen, Ansichten und Schwerpunkte unter den Teilnehmern gab, haben alle den wesentlichen Grundsätzen in diesem Dokument zugestimmt.

### **Die Teilnehmer der Studienwoche, in alphabetischer Reihenfolge und unter Angabe ihrer hauptsächlichsten wissenschaftlichen Kompetenz**

*Mitglieder der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften:*

- Prof. Werner Arber • Schweiz, Universität Basel: Mikrobiologie, Evolution.  
 Prof. Nicola Cabibbo • Rom, Präsident der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften: Physik.  
 S.E. Georges Kardinal Cottier, Vatikanstadt: Theologie.

Prof. Ingo Potrykus • Schweiz, Emeritus, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH): Pflanzenbiologie, Agrarbiotechnologie.

Prof. Peter H. Raven • USA, Präsident des Missouri Botanical Garden: Botanik, Ökologie.

S. Excellenz Msgr. Marcelo Sánchez Sorondo • Vatikan, Kanzler der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften: Philosophie.

Prof. Rafael Vicuña • Chile, Päpstliche Katholische Universität von Chile: Mikrobiologie, Molekulare Genetik.

*Externe Experten:*

Prof. Niklaus Ammann • Schweiz, Sabanci Universität, Istanbul, Türkei: Botanik, Ökologie.

Prof. Kym Anderson • Australien, Universität von Adelaide, CEPR und Weltbank: Agrarökonomie, Internationale Volkswirtschaft.

Dr. Andrew Apel • USA, Chefredakteur von *GMO-belus*: Philosophie, Recht.

Prof. Roger Beachy • USA, Donald Danforth Plant Science Center: Pflanzenpathologie, Agrarbiotechnologie.

Prof. Peter Beyer • Deutschland, Albert-Ludwig Universität, Freiburg: Biochemie, Molekularbiologie der Pflanzen.

Prof. Joachim von Braun • USA, Generaldirektor, International Food Policy Research Institute: Agrar- und Entwicklungsökonomie.

Dr. Moisés Burachik • Argentinien, Hauptkoordinator (General Coordinator) der Abteilung für Biotechnologie: Biosicherheit, Agrarbiotechnologie.

Prof. Bruce Chassy • USA, Universität von Illinois in Urbana-Champaign: Biochemie, Nahrungsmittelsicherheit.

Prof. Nina Fedoroff • USA, Universität des Staates Pennsylvania: Molekulare Genetik, Biotechnologie.

Prof. Dick Flavell • USA, CERES, Inc.: Genetik, Agrarbiotechnologie.

Prof. Jonathan Gressel • Israel, Weizmann Institute of Science: Pflanzenschutz, Biosicherheit.

Prof. Ronald J. Herring • USA, Cornell University: Sozialwissenschaften, Internationale Studien.

Prof. Drew Kershen • USA, Universität von Oklahoma: Agrarrecht, Biotechnologierecht.

- Prof. Anatole Krattiger • USA, Cornell University und Universität des Staates Arizona: Agrarbiotechnologietransfer, Geistiges Eigentum.
- Prof. Christopher Leaver • Großbritannien, Universität von Oxford: Pflanzenwissenschaften, Molekularbiologie der Pflanzen.
- Prof. Stephen P. Long • USA, Energy Science Institute: Pflanzenbiologie, Nutzpflanzenwissenschaften.
- Prof. Cathie Martin • Großbritannien, John Innes Centre, Norwich: Pflanzenwissenschaften, Zelluläre Regulation.
- Prof. Marshall Martin • USA, Purdue University: Agrarökonomie, Technologiebeurteilung.
- Prof. Henry Miller • USA, Hoover Institution, Stanford University: Biosicherheit, Regulation.
- Prof. Marc Baron van Montagu • Belgien, Präsident der Europäischen Föderation von Biotechnologie (EFB, European Federation of Biotechnology): Mikrobiologie, Agrarbiotechnologie.
- Dr. Piero Morandini • Italien, Universität von Mailand: Molekularbiologie, Agrarbiotechnologie.
- Prof. Martina Newell-McGloughlin • USA, Universität von Kalifornien, Davis: Agrarbiotechnologie, Molekularbiologie.
- S. Excellenz Msgr. George Nkuo • Kamerun, Bischof von Kumbo: Theologie.
- Prof. Rob Paarlberg • USA, Wellesley College: Politikwissenschaften.
- Prof. Wayne Parrott • USA, Universität von Georgia: Agronomie, Agrarbiotechnologie.
- Prof. C.S. Prakash • USA, Tuskegee University: Genetik, Agrarbiotechnologie.
- Prof. Martin Qaim • Deutschland, Georg-August Universität, Göttingen: Agrar- und Entwicklungsökonomie.
- Dr. Raghavendra Rao • Indien, Abteilung für Biotechnologie, Ministerium für Wissenschaft und Technik: Landwirtschaft, Pflanzenpathologie.
- Prof. Konstantin Skryabin • Russland, 'Biotechnik (Bioengineering)' Zentrum, Russische Akademie der Wissenschaften: Molekularbiologie, Agrarbiotechnologie.
- Prof. M.S. Swaminathan • Indien, Präsident, M.S. Swaminathan Research Foundation: Landwirtschaft, Nachhaltige Entwicklung.
- Prof. Chiara Tonelli • Italien, Universität von Mailand: Genetik, Zelluläre Regulation.
- Prof. Albert Weale • Großbritannien, Nuffield Council on Bioethics und Universität von Essex: Sozialwissenschaften, Politische Wissenschaften.
- Prof. Robert Ziegler • Philippinen, Generaldirektor, International Rice Research Institute: Agronomie, Pflanzenpathologie.



## LE PIANTE TRANSGENICHE PER LA SICUREZZA ALIMENTARE NEL CONTESTO DELLO SVILUPPO

**D**al 15 al 19 maggio 2009 si è tenuta, presso la Casina Pio IV in Vaticano, una settimana di studio intitolata “Transgenic Plants for Food Security in the Context of Development” (Le piante transgeniche per la sicurezza alimentare nel contesto dello sviluppo), sponsorizzata dalla Pontificia Accademia delle Scienze. Durante la riunione abbiamo esaminato gli sviluppi recenti nelle conoscenze scientifiche riguardanti le varietà di piante geneticamente modificate (in inglese GE, genetically engineered) e le condizioni sociali in cui la tecnologia dell'ingegneria genetica può essere resa disponibile per migliorare l'agricoltura in generale e, in particolare, per il beneficio dei poveri e delle persone più vulnerabili. Lo spirito dei partecipanti è stato ispirato dalle stesse riflessioni sulla tecnologia che Benedetto XVI ha espresso nella sua nuova Enciclica, in particolare dal fatto che “La tecnica è l'aspetto oggettivo dell'agire umano,<sup>1</sup> la cui origine e ragion d'essere sta nell'elemento soggettivo: l'uomo che opera. Per questo la tecnica non è mai solo tecnica. Essa manifesta l'uomo e le sue aspirazioni allo sviluppo, esprime la tensione dell'animo umano al graduale superamento di certi condizionamenti materiali. *La tecnica, pertanto, si inserisce nel mandato di 'coltivare e custodire la terra'* (cfr. Gn 2,15), che Dio ha affidato all'uomo e va orientata a rafforzare quell'alleanza tra essere umano e ambiente che deve essere specchio dell'amore creatore di Dio”.<sup>2</sup>

### Principali conclusioni scientifiche

Riaffermiamo le conclusioni fondamentali del Documento-studio sull'Uso di ‘Piante geneticamente modificate’ per combattere la fame nel mondo, rilasciato alla fine della Sessione Plenaria del Giubileo su “La scienza e il futuro dell'umanità”, 10-13 novembre 2000, riassumendole ed aggiornandole come segue:

1. Oltre 1 miliardo di persone, dei 6,8 miliardi che compongono la popolazione mondiale, sono attualmente denutriti, una condizione che richiede lo sviluppo urgente di nuovi sistemi e tecnologie agricoli.
2. L'aumento di 2-2,5 miliardi di persone previsto per il 2050, che porterebbe la popolazione mondiale a circa 9 miliardi di persone, rende ancora più urgente questo problema.
3. Le conseguenze previste dei cambiamenti climatici e l'annessa riduzione della disponibilità d'acqua per l'agricoltura avranno anch'esse ripercussioni sulla nostra capacità di alimentare l'accresciuta popolazione mondiale.
4. Le pratiche agricole attuali non sono sostenibili, come è dimostrato dall'enorme perdita di terreno agricolo superficiale e dall'applicazione di quantità inaccettabili di pesticidi in quasi tutto il mondo.
5. L'applicazione appropriata dell'ingegneria genetica e di altre moderne tecniche molecolari in agricoltura contribuisce ad affrontare alcune di queste sfide.
6. Non vi è nulla di intrinseco, nell'impiego dell'ingegneria genetica per il miglioramento delle

<sup>1</sup> Cfr. Giovanni Paolo II, Lett. enc. *Laborem exercens*, 5: l.c., 586-589.

<sup>2</sup> *Caritas in veritate*, § 69.

colture, che renderebbe pericolose le piante stesse o i prodotti alimentari da esse derivati.

7. La comunità scientifica dovrebbe essere responsabile della ricerca e dello sviluppo (R&S) che possono portare a progressi nella produttività agricola e dovrebbe inoltre vigilare affinché i benefici ad essi associati vadano a vantaggio sia dei poveri che degli abitanti dei paesi sviluppati che attualmente godono di un tenore di vita relativamente alto.
8. Occorre un impegno particolare per consentire ai contadini poveri dei paesi in via di sviluppo di accedere a varietà migliorate di colture geneticamente modificate che siano adatte alle condizioni locali.
9. La ricerca sullo sviluppo di tali colture migliorate dovrebbe prestare particolare attenzione alle esigenze e alle varietà di colture locali e alla capacità di ciascun paese di adattare tradizioni, patrimonio sociale e pratiche amministrative per favorire l'introduzione di piante alimentari geneticamente modificate.

### Ulteriori evidenze

A partire dalla stesura del precedente documento di studio, è stata accumulata ulteriore evidenza sullo sviluppo, l'applicazione e gli effetti della tecnologia dell'ingegneria genetica, evidenza che è stata sottoposta agli elevati standard degli esami scientifici sottoposti a revisione dei pari (peer review), oltre a un vasto patrimonio di esperienze accumulate nel mondo reale. Durante la nostra settimana di studio abbiamo riesaminato queste evidenze e siamo giunti alle seguenti conclusioni:

1. La tecnologia dell'ingegneria genetica, usata in maniera appropriata e responsabile, può, in molte circostanze, fornire un contributo essenziale alla produttività agricola tramite il miglioramento delle colture, compreso il potenziamento della resa agricola, il miglioramento delle qualità nutritive e un aumento della resistenza ai parassiti, oltre ad una maggiore tolleranza alla siccità e ad altre forme di stress ambientale. Questi miglioramenti sono necessari in tutto il mondo per contribuire a migliorare la sostenibilità e la produttività dell'agricoltura.

**S**i usano numerosi termini per descrivere i processi coinvolti nel miglioramento genetico delle piante. Tutti gli organismi viventi sono costituiti da cellule contenenti i geni che danno loro i tratti distintivi. La serie completa dei geni (genotipo) è codificata nel DNA e viene definita "genoma"; si tratta dell'insieme delle informazioni che vengono trasmesse dal progenitore alla progenie. Tutti i processi di miglioramento genetico delle piante, anzi, tutto il processo evolutivo, richiedono modificazioni e mutamenti genetici, seguiti da una selezione delle caratteristiche benefiche nella progenie. La maggior parte delle alterazioni del fenotipo di una pianta o delle sue caratteristiche osservabili (quali struttura fisica, sviluppo, proprietà biochimiche e nutritive) risultano da cambiamenti al genotipo. I metodi di miglioramento genetico convenzionali sfruttavano la ricombinazione casuale dei geni tra specie strettamente imparentate e sessualmente compatibili, spesso con conseguenze imprevedibili e sempre senza conoscenza dei dettagli dei mutamenti genetici avvenuti. A metà del XX secolo a questi processi di miglioramento si sono aggiunti il metodo della mutagenesi, il trattamento, sempre casuale, dei semi o di piante intere con agenti chimici mutageni o radiazioni ad alta energia, nella speranza di generare un miglioramento del fenotipo; anche questo ha dato luogo a conseguenze imprevedibili e inesplorate, tra le quali il miglioratore di varietà vegetali selezionava i tratti benefici. In tempi più recenti sono state sviluppate tecniche che hanno permesso il trasferimento di geni specifici, identificati e ben caratterizzati, o di piccoli blocchi di geni che conferivano particolari caratteristiche, accompagnati da una precisa analisi sugli esiti genetici e fenotipici: quest'ultima categoria si chiama "transgenesi" (perché i geni sono trasferiti da un donatore ad un organismo ospite) o "ingegneria genetica" ma, a dire il vero, questo termine è applicabile a tutte le procedure di miglioramento genetico.

2. Il miglioramento genetico delle colture e delle piante ornamentali è parte integrante di un percorso lungo e senza interruzioni nell'impiego di tecniche progressivamente più precise e più prevedibili. Secondo le conclusioni di un rapporto del 1989 del Consiglio Nazionale delle Ricerche degli Stati Uniti: "Man mano che i metodi molecolari diventano più specifici, gli utilizzatori di questi metodi saranno più certi dei caratteri che introducono nelle piante e dunque meno passibili di produrre effetti avversi rispetto ad altri metodi di miglioramento genetico".
3. Si sono già raggiunti benefici molto significativi in paesi quali gli USA, l'Argentina, l'India, la Cina e il Brasile, dove le colture geneticamente modificate sono cresciute su grandi superfici.
4. Le stesse colture geneticamente modificate possono essere molto importanti per agricoltori poveri di risorse e per i membri vulnerabili di comunità agricole povere, soprattutto donne e bambini. Il cotone e il mais geneticamente modificati per resistere agli insetti hanno largamente ridotto l'uso degli insetticidi (aumentando così anche la sicurezza all'interno delle aziende agricole) e hanno contribuito ad un sostanziale aumento della resa agricola e dei redditi delle famiglie e ad un abbassamento dei tassi di povertà (oltre a ridurre il numero di avvelenamenti da pesticidi chimici) nel settore delle piccole aziende agricole di vari paesi in via di sviluppo, tra cui l'India, la Cina, il Sudafrica e le Filippine.
5. La resistenza ad erbicidi non tossici per l'ambiente e poco costosi, nel mais, nella soia, nella colza e in altre colture, è il carattere modificato più comunemente usato. Ha permesso una maggiore resa per ettaro, ha sostituito il lavoro massacrante di estirpazione manuale delle erbacce e ha contribuito a diminuire i costi, consentendo l'uso di tecniche di aratura minima (*no till*) che hanno abbassato il tasso di erosione del suolo. Questa tecnologia potrebbe essere particolarmente utile per gli agricoltori del mondo in via di sviluppo che, per ragioni di età o malattia, non possono occuparsi del tradizionale controllo manuale delle infestanti.
6. La tecnologia dell'ingegneria genetica può combattere le carenze nutritive tramite modificazioni tese a fornire micronutrienti essenziali. Per esempio, gli studi sul Golden Rice, un tipo di riso biofortificato con la provitamina A, hanno dimostrato che un regime alimentare giornaliero standard contenente questo riso biofortificato sarebbe sufficiente a prevenire la carenza di vitamina A.
7. L'applicazione della tecnologia dell'ingegneria genetica ai fini della resistenza agli insetti ha permesso sia una riduzione nell'uso degli insetticidi chimici che l'abbassamento dei costi e il miglioramento della salute dei lavoratori agricoli. Questo legame è particolarmente importante in gran parte delle nazioni europee, dove l'applicazione di insetticidi è più massiccia che nella maggior parte delle altre regioni e potrebbe danneggiare gli ecosistemi in generale oltre che la salute umana.
8. La tecnologia dell'ingegneria genetica può ridurre le pratiche nocive e ad alto consumo energetico di aratura meccanica, preservando la biodiversità, proteggendo l'ambiente e, in parte, riducendo il rilascio di CO<sub>2</sub>, il più importante gas serra antropogenico, nell'ambiente.
9. L'impatto previsto dei cambiamenti climatici rafforza la necessità di utilizzare l'ingegneria genetica, insieme alle altre tecniche di miglioramento genetico delle piante, in maniera appropriata e decisa, in modo che caratteristiche quali la tolleranza alla siccità e all'allagamento vengano incorporate, il più velocemente possibile, nelle principali colture alimentari di tutte le regioni.
10. L'ingegneria genetica ha già aumentato la resa agricola dei contadini poveri ed è ormai provato che permetta un aumento dei redditi e del tasso di occupazione che altrimenti non si verificherebbero.
11. La costosa regolamentazione della tecnologia dell'ingegneria genetica deve diventare difendibile da un punto di vista scientifico e basata

sui rischi. Questo significa che la normativa dovrebbe essere basata sulle caratteristiche particolari di ogni nuova varietà di pianta, piuttosto che sui mezzi tecnologici usati per produrla.

12. Le valutazioni dei rischi devono prendere in considerazione non solo i rischi potenziali dell'uso di una nuova varietà di pianta, ma i rischi delle alternative nel caso in cui proprio quella varietà non fosse resa disponibile.
13. Nel settore pubblico sono in corso sforzi significativi per produrre varietà geneticamente migliorate di cassava, patata dolce, riso, mais, banana, sorgo e altre colture tropicali principali che andranno a diretto beneficio dei poveri. Questi sforzi dovrebbero essere fortemente incoraggiati.
14. Data la loro entità, le sfide che si pongono ai poveri e ai malnutriti del mondo devono essere affrontate con urgenza. Ogni anno, le carenze nutrizionali causano malattie e morte evitabili. Il recente aumento dei prezzi alimentari in tutto il mondo ha rivelato la vulnerabilità dei poveri alla concorrenza nei confronti delle risorse. In questo contesto i benefici a cui si rinuncia sono persi per sempre.
15. In conformità con le recenti scoperte scientifiche, vi è un imperativo morale ad estendere ai poveri e alle popolazioni vulnerabili che li desiderano i benefici di questa tecnologia su più vasta scala e secondo condizioni che permetteranno loro di aumentare il tenore di vita, migliorare la salute e proteggere l'ambiente.

L'applicazione della tecnologia dell'ingegneria genetica ha dimostrato la sua importanza ai fini del miglioramento della produttività agricola in tutto il mondo, ma è ancora solo una parte di quella che dev'essere una strategia molto sfaccettata. Come afferma il Santo Padre, Benedetto XVI, "potrebbe risultare utile considerare le nuove frontiere che vengono aperte da un corretto impiego delle tecniche di produzione agricola tradizionali e di quelle innovative, supposto che esse siano state dopo adeguata verifica riconosciute oppor-

tune, rispettose dell'ambiente e attente alle popolazioni più svantaggiate".<sup>3</sup> Ciononostante, riconosciamo che non tutti gli sviluppi dell'ingegneria genetica manterranno le loro promesse iniziali, così come avviene del resto per qualsiasi altra tecnologia. Dobbiamo continuare a valutare il contributo potenziale di tutte le tecnologie appropriate che, insieme ai metodi tradizionali di miglioramento genetico e ad ulteriori strategie, devono essere usate per migliorare la sicurezza alimentare e alleviare la povertà per le generazioni future.<sup>4</sup> La maggior parte di esse possono essere usate in sinergia con le tecnologie dell'ingegneria genetica. Le strategie comprendono la conservazione del profilo culturale del terreno tramite semina su sodo (*no till*, cioè senza aratura) e altre pratiche conservative, l'applicazione appropriata e lo sviluppo di nuovi tipi di fertilizzanti e agrofarmaci ecologici, il risparmio d'acqua, la lotta integrata ai parassiti, la salvaguardia della diversità genetica e l'adozione di nuovi tipi di colture, ove appropriato e il miglioramento di colture esistenti (in particolare le cosiddette "colture orfane"<sup>5</sup>) per un loro uso più vasto tramite investimenti e partnership pubblici-privati. Altri fattori essenziali per l'aumento della sicurezza alimentare, o di particolare importanza per i paesi poveri di risorse, sono il miglioramento delle infrastrut-

<sup>3</sup> *Caritas in veritate*, § 27.

<sup>4</sup> "È un principio da ricordare nella stessa produzione agricola, quando si tratta di promuoverla con l'applicazione di biotecnologie, che non possono essere valutate solo sulla base di immediati interessi economici. È necessario sottoporle previamente ad un rigoroso controllo scientifico ed etico, per evitare che si risolvano in disastri per la salute dell'uomo e l'avvenire della terra" (Giovanni Paolo II, *Discorso per il Giubileo del Mondo Agricolo*, 11 novembre 2000).

<sup>5</sup> Le colture orfane, dette anche colture trascurate o perdute, sono colture di elevato valore economico nei paesi in via di sviluppo. Comprendono cereali (quali il miglio e il tef), legumi (vigna, cicerchia e pisello bambara) e tuberi (cassava e patata dolce). Nonostante le colture orfane siano di vitale importanza per il sostentamento di milioni di contadini poveri di risorse, la ricerca su di esse è indietro rispetto a quella delle colture principali. Per aumentarne la produttività e raggiungere così l'autosufficienza alimentare nel mondo in via di sviluppo, la ricerca sulle colture orfane necessiterebbe di maggiore attenzione.

ture (trasporti, fornitura di energia elettrica e strutture per l'immagazzinamento), il potenziamento delle capacità grazie a consulenze competenti e imparziali agli agricoltori (le cosiddette "cattedre ambulanti di agricoltura" di una volta) sulla scelta dei mezzi tecnici (es. sementi), nonché lo sviluppo di sistemi equi di credito, di assicurazione e di licenza di tecnologia proprietaria. Tuttavia, la consapevolezza che non esista un'unica soluzione al problema della povertà e della discriminazione contro i poveri in molte regioni del mondo non dovrebbe impedirci di utilizzare varietà di colture geneticamente modificate laddove possano contribuire adeguatamente ad una soluzione globale.

### **Il dibattito pubblico più vasto**

La tecnologia dell'ingegneria genetica ha risvegliato l'interesse del grande pubblico e il dibattito in tutto il mondo sul contributo che può dare la scienza nell'affrontare molte delle sfide sanitarie ed alimentari che la società nel XXI secolo si trova a fronteggiare. Ben venga quindi questo dibattito sul suo potere, sul suo ruolo potenziale e sulla gamma di impieghi ai quali può essere applicata, ma, per poter valutare, regolamentare e utilizzare in maniera appropriata la scienza e la tecnologia per il bene dell'umanità, la discussione deve basarsi su informazioni sottoposte a revisione dei pari o altrimenti verificabili. Il non agire non è un'opzione da considerare, né possono la scienza e la tecnologia essere aperte o chiuse come un rubinetto per fornire soluzioni appropriate ai problemi man mano che sorgono: semmai, il compito della scienza è quello di prevedere eventuali danni in modo da evitarli e ottenere il maggior bene possibile. In questo contesto vi sono sei campi d'azione che richiedono attenzione: la comprensione pubblica della scienza; il ruolo dei diritti di proprietà intellettuale; il ruolo del settore pubblico; il ruolo della società civile; la cooperazione tra i governi, le organizzazioni internazionali e la società civile; e una regolamentazione giustificabile, appropriata ed efficace dal punto di vista dei costi.

### **La comprensione pubblica della scienza**

I partecipanti alla nostra riunione hanno richiamato più volte l'attenzione sui diffusi fraintendimenti riguardo all'ingegneria genetica che pervadono sia la discussione pubblica che le normative amministrative. Per esempio, il dibattito pubblico spesso ignora il fatto che tutte le forme di miglioramento genetico delle piante richiedono modificazioni genetiche e che alcuni esempi di quelli che si definiscono metodi di miglioramento genetico "convenzionali" – per esempio la mutagenesi indotta dalle radiazioni – hanno esiti intrinsecamente meno prevedibili di quelli derivanti dall'applicazione delle tecnologie dell'ingegneria genetica.

Tutti i partecipanti alla Settimana di studio sono impegnati a svolgere il proprio ruolo per contribuire al dialogo e al dibattito pubblici in modo informato e illuminato. Per gli scienziati è d'obbligo farsi sentire per spiegare la loro scienza, demistificare la tecnologia e rendere ampiamente disponibili le loro conclusioni. Esortiamo chi è scettico o si oppone all'impiego di colture geneticamente modificate e all'applicazione della genetica moderna in generale, a valutare attentamente l'evidenza scientifica connessa e i danni dimostrabili causati dal trattenere questa comprovata tecnologia da chi ne ha più bisogno. Il bene comune può essere servito solo se il dibattito pubblico si basa sugli standard più alti delle prove scientifiche e sullo scambio civile di opinioni.

### **Il ruolo dei diritti di proprietà intellettuale**

I diritti di proprietà intellettuale hanno un ruolo importante nello sviluppo di qualsiasi tecnologia, comprese le biotecnologie mediche e agricole, così come per tutti gli aspetti della società industriale moderna. Siamo consci del fatto che le pratiche migliori del settore commerciale hanno contribuito significativamente all'obiettivo di eliminare la povertà e l'insicurezza alimentare. Tuttavia, in linea con il Magistero sociale della Chiesa, il quale indica, come diritto primario, la destinazione universale dei beni della terra per tutta

l'umanità,<sup>6</sup> esortiamo sia gli attori privati che quelli pubblici a riconoscere che le rivendicazioni legittime dei diritti di proprietà intellettuale dovrebbero, per quanto possibile, essere subordinate, spesso al di là delle norme esistenti della società civile, a questa destinazione universale dei beni e non permettere un arricchimento ingiusto o lo sfruttamento dei poveri e dei vulnerabili.

Le partnership pubbliche-private sono diventate sempre più importanti per incoraggiare lo sviluppo e la distribuzione di varietà migliorate di colture regolarmente consumate dai poveri nei paesi in via di sviluppo. Il progetto umanitario del Golden Rice è un ottimo esempio di tale collaborazione, all'interno del quale i brevetti detenuti dalle società private sono stati prontamente concessi, a costo zero, alle imprese pubbliche che hanno sviluppato le varietà di riso ora pronte ad essere introdotte dai contadini nei campi, a vantaggio delle società di cui fanno parte. Altri esempi simili sono in via di sviluppo; questo avanzamento ben si accorda con la convinzione che tutti gli esseri umani hanno diritto ai frutti della terra. Quando il settore privato mostra disponibilità a fornire accesso alle tecnologie proprietarie a beneficio dei poveri, merita le nostre congratulazioni e lo incoraggiamo a proseguire secondo gli standard etici più elevati in questa materia.

In questo senso, quando consideriamo il rapporto tra affari ed etica, le società private e, in particolare, le multinazionali, comprese quelle nel campo dell'agricoltura, non dovrebbero limitarsi ad un guadagno esclusivamente economico ma dovrebbero, innanzitutto, trasmettere valori umani, culturali ed educativi. Per questa ragione, *Caritas in veritate* accoglie i recenti sviluppi a favore di una "economia civile" e di una "economia di comunione", una realtà composta che non esclude il profitto ma lo vede come mezzo per raggiungere fini umani e sociali. Infatti questa enciclica afferma che "È la stessa pluralità delle forme istituzionali di impresa a generare un mercato più civile e al tempo stesso più competitivo".<sup>7</sup>

Queste riflessioni sono particolarmente valide per quanto riguarda la qualità e la quantità di cibo disponibili per le popolazioni.

### Il ruolo del settore pubblico

Lo sviluppo di nuove varietà di colture, che ha reso possibile la Rivoluzione verde del XX secolo, è stato in gran parte ottenuto nei laboratori di ricerca del settore pubblico in numerosi paesi. Sebbene il settore pubblico non abbia più il quasi monopolio di tali sviluppi, il suo ruolo è vitale e ancora profondamente significativo. In particolare, può utilizzare quei fondi che gli derivano da entrate nazionali ed enti donatori per promuovere la ricerca su colture che rispondono maggiormente alle necessità delle comunità più povere e vulnerabili. Il settore pubblico ha un ruolo importante da svolgere per rendere disponibili su vasta scala i risultati della ricerca e può innovare in modi che sono molto difficili per il settore privato, dove l'obiettivo centrale è lo sviluppo di varietà di colture per la commercializzazione. Se la cooperazione tra settore pubblico e privato si è dimostrata proficua per lo sviluppo di molte applicazioni della scienza e della tecnologia a beneficio degli esseri umani, particolarmente nel campo della salute, l'agricoltura non dovrebbe essere un'eccezione. Purtroppo bisogna riconoscere che, per quanto riguarda il miglioramento delle colture tramite i metodi moderni della biotecnologia, una normativa non scientifica, discriminatoria ed eccessiva ha gonfiato i costi di ricerca e sviluppo, senza un concomitante aumento della sicurezza, rendendone l'applicazione e l'utilizzo, da parte delle istituzioni del settore pubblico, difficili e spesso impossibili per ragioni finanziarie.

### Il ruolo della società civile

I governi, le accademie, le ONG, gli enti di beneficenza, le organizzazioni della società civile e le religioni possono tutti svolgere un ruolo nella promozione di un dialogo informato e di un'ampia comprensione pubblica dei benefici che la scienza moderna può fornire, oltre ad adoperarsi per migliorare tutti gli aspetti della vita dei meno fortunati. Devono contribuire a proteggere i poveri

<sup>6</sup> *Centesimus annus*, § 6.

<sup>7</sup> *Caritas in veritate*, § 46.

da qualsiasi tipo di sfruttamento per qualsiasi scopo, ma hanno inoltre la responsabilità di assicurare che a queste comunità non venga negato l'accesso ai benefici della scienza moderna, per prevenirne la condanna alla povertà, alla cattiva salute e all'insicurezza alimentare.

### **Cooperazione tra governi, organizzazioni internazionali e società civile**

Come già osservato, l'ingegneria genetica ha fornito un contributo significativo al miglioramento delle colture e all'aumento della sicurezza alimentare. L'applicazione appropriata della tecnologia in congiunzione con altri approcci molecolari al miglioramento delle piante ha il potenziale di fornire ulteriori contributi importanti per migliorare sia le colture principali che le cosiddette colture orfane nel mondo in via di sviluppo. L'impiego di questi progressi scientifici dimostrati può essere dunque considerato un Bene Pubblico Globale.

A causa degli alti costi di ricerca e sviluppo di questi approcci al miglioramento delle colture, uniti ai costi gonfiati dalla normativa per introdurre nuove caratteristiche sul mercato, queste tecnologie sono state principalmente applicate solo dalle società multinazionali sulle principali colture tipiche del mondo sviluppato. Il miglioramento di piante per il bene pubblico utilizzando le tecniche di ingegneria genetica è stato limitato per due ragioni principali:

1. gli alti costi associati e la mancanza di investimento da parte dei governi nazionali. Questo si è tradotto nella mancata applicazione di questo approccio al miglioramento e all'adattamento di colture coltivate localmente, che comprendono colture importanti (le cosiddette colture orfane) quali il sorgo, la cassava, il platano, ecc., che non sono commerciate a livello internazionale e non giustificano un investimento economico da parte delle multinazionali;
2. la normativa eccessiva e inutile di questa tecnologia paragonata a tutte le altre in agricoltura l'ha resa troppo costosa da applicare a colture "minori" e a quelle che non possono offrire agli sviluppatori dei ritorni proporzionati all'investimento

e al rischio intrapresi. Ovviamente ciò non si applica solamente al settore privato: tutti gli investimenti, privati o pubblici, devono essere visti alla luce del rendimento probabile. Perciò, può accadere che sia il settore pubblico che quello privato si astengano dallo sviluppare prodotti ad uso limitato rispetto alle principali coltivazioni a causa dell'investimento necessario, della normativa problematica e dell'incertezza dei risultati.

Vi è quindi la necessità di una cooperazione tra governi, organizzazioni internazionali e agenzie di aiuto e di beneficenza in questo campo. I benefici potenziali di tale cooperazione sono già emersi quando le multinazionali hanno dimostrato la loro disponibilità a negoziare con partnership pubbliche-private, portando alla donazione gratuita di tecnologie brevettabili pertinenti all'impiego nel miglioramento delle colture. Nel caso del Golden Rice, questo ha portato al trasferimento di tecnologia in molti paesi dell'Asia. Tra gli altri esempi vi sono il mais resistente alla siccità in Africa, le verdure e i legumi resistenti agli insetti in India e in Africa e numerose decine di altri progetti in Africa, Asia e America Latina.

### **Definire un approccio normativo appropriato**

Mettere in atto i benefici di qualunque nuova tecnologia richiede un approccio normativo adeguato. Una normativa eccessivamente rigida sviluppata dai paesi ricchi e focalizzata quasi esclusivamente sui rischi ipotetici delle colture geneticamente modificate opera una discriminazione contro i paesi poveri e in via di sviluppo così come contro i produttori e i commercianti più piccoli e poveri. Tutto ciò ha creato uno svantaggio inaccettabile nei confronti dei poveri del mondo. I mali derivanti dal mancato utilizzo di tecnologie di produzione più precise e prevedibili sono irreversibili, nel senso che i costi-opportunità degli investimenti mancati, della ricerca e sviluppo e dei prodotti (e loro benefici), non possono più essere recuperati.

La valutazione delle varietà di colture nuove e migliorate dovrebbe essere basata sulle caratteristiche delle varietà e non sulle tecnologie utiliz-

zate per produrle: dovrebbero essere giudicate alla luce delle caratteristiche attuali. Questo faciliterebbe lo sfruttamento del potenziale della tecnologia a nostro comune vantaggio, fornendo varietà nuove di colture principali e locali con caratteristiche migliorate. Vorremmo sottolineare che non si tratta di utilizzare i poveri per la sperimentazione, ma di assicurare che abbiano accesso a tecnologie che si sono dimostrate sicure, largamente accettate e benefiche nella maggior parte del mondo sviluppato e in via di sviluppo. Non possiamo diventare avversi alla scienza e alla tecnologia – e ai conseguenti rischi del cibo e dell'agricoltura – ben oltre ciò che riteniamo accettabile nel resto della nostra vita quotidiana.

Gli ipotetici rischi associati all'ingegneria genetica delle piante agrarie non differiscono da quelli collegati ad altre istanze dell'applicazione di tale tecnologia genetica ad altri organismi (p.es. quelli utilizzati nella biotecnologia medica o impiegati nella produzione di formaggi o di birra tramite enzimi prodotti o migliorati con le biotecnologie). I rischi a breve termine, derivanti dalla presenza di prodotti tossici o allergenici, possono essere studiati e facilmente esclusi dalle nuove varietà di piante agricole; questa procedura non viene invece applicata alle varietà prodotte tramite i metodi convenzionali di miglioramento genetico. Per quanto riguarda le conseguenze evolutive a lungo termine, le conoscenze attuali sull'evoluzione molecolare che avviene a tassi bassi in natura, tramite variazioni genetiche spontanee, dimostrano chiaramente che le modificazioni genetiche apportate in un genoma possono solo seguire le ben studiate strategie naturali dell'evoluzione biologica. Le modificazioni reali sono possibili solo a piccoli passi. Questo diventa comprensibile se si considera che i genomi delle piante terrestri sono come vaste enciclopedie composte da centinaia di volumi, mentre le modificazioni genetiche effettuate utilizzando le tecniche moderne riguardano solo uno o un numero bassissimo di geni dei circa 26.000 che compongono il genoma di una pianta media. Perciò, i possibili rischi evolutivi degli eventi di ingegneria genetica non possono essere maggiori dei rischi del processo naturale di evoluzione biologica o dell'ap-

plicazione di mutagenesi chimica, entrambi responsabili della generazione di ampi e poco caratterizzati cambiamenti genetici. I dati statistici dimostrano che gli effetti indesiderati di tali modifiche genetiche sono estremamente rari e, nel caso dei metodi di miglioramento genetico convenzionali, sfavorevolmente selezionati.

Dati gli sviluppi del sapere scientifico dopo l'adozione del Protocollo di Cartagena sulla Biosicurezza nel 2000, è giunto il momento di rivalutare il Protocollo alla luce di una comprensione scientifica delle esigenze e dei benefici normativi.

### Fede, ragione scientifica ed etica

Per un credente, il punto di partenza della visione cristiana è il concetto dell'origine divina dell'uomo, soprattutto per via della sua anima, che spiega il compito che Dio gli dà di governare tutto il mondo delle creature viventi sulla terra, tramite il lavoro al quale dedica la forza del suo corpo, guidato dalla luce dello spirito. In questo modo, gli esseri umani diventano gli amministratori di Dio, sviluppando e modificando gli esseri naturali per trarne sostentamento grazie all'applicazione dei diversi metodi di perfezionamento.<sup>8</sup> Perciò, per quanto limitata sia l'azione degli esseri umani nel cosmo infinito, nonostante tutto essi partecipano al potere di Dio e sono capaci di costruire il loro mondo, vale a dire un ambiente adatto alla loro doppia vita, corporale e spirituale, alla loro sussistenza e al loro benessere. Le nuove forme umane d'intervento sul mondo naturale non dovrebbero quindi essere considerate contrarie alla legge naturale che Dio ha partecipato alla Creazione. Infatti, come ha detto Paolo VI alla Pontificia Accademia delle Scienze nel 1975,<sup>9</sup>

<sup>8</sup> "Dio ha il dominio radicale di tutte le cose. Ma egli stesso ha ordinato, secondo la sua provvidenza, che certe cose servano al sostentamento corporale dell'uomo. E così l'uomo ha il dominio naturale su di esse per il potere che ha di servirsene" (S. Tommaso d'Aquino, *Summa Theologica*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1).

<sup>9</sup> Cfr. Paolo VI, Discorso alla Sessione Plenaria della Pontificia Accademia delle Scienze, 19 aprile 1975, *I papi e la scienza*, Milano 2009, p. 189.

da un lato lo scienziato deve lealmente interrogarsi sull'avvenire terrestre dell'umanità e – da uomo responsabile – concorrere a prepararlo, a preservarlo per la sussistenza e il benessere ed eliminarne i rischi. Dobbiamo perciò esprimere solidarietà con le generazioni presenti e future come forma di amore e di cristiana carità. Dall'altro, lo scienziato deve anche essere animato dalla fiducia che la natura nasconda delle possibilità segrete, che spetta all'intelligenza umana scoprire e mettere in atto, per raggiungere quel livello di sviluppo che è nel disegno del Creatore. L'intervento scientifico, quindi, dovrebbe essere visto come sviluppo della natura fisica o vegetale/animale a beneficio della vita umana, allo stesso modo in cui “molte disposizioni utili alla vita umana sono state aggiunte al di sopra e al di là della legge naturale, sia dalla legge divina che dalle leggi umane”.<sup>10</sup>

#### Raccomandazioni:

1. Migliorare l'offerta di informazioni affidabili ai regolatori, agli agricoltori e ai produttori di tutto il mondo, in modo da permettere loro di prendere decisioni sulla base di informazioni aggiornate e sulla conoscenza di tutti gli aspetti della gestione di un'azienda agricola per quanto riguarda la produttività e la sostenibilità.
2. Standardizzare in tutto il mondo – e razionalizzare – i principi coinvolti nella valutazione e nell'approvazione di nuove varietà di piante agrarie (sia prodotte grazie alle cosiddette tecniche di miglioramento genetico convenzionali, tramite selezione assistita da marcatori o tramite ingegneria genetica) in modo che siano scientifici, basati sui rischi, prevedibili e trasparenti. È fondamentale che lo scopo di quello che è sottoposto alla revisione caso per caso sia importante quanto lo è la revisione stessa; entrambi devono essere scientifiche e basate sui rischi.
3. Riesaminare l'applicazione del principio di precauzione all'agricoltura in un contesto scientifico e pratico, e rendere proporzionali al rischio le richieste e le procedure normative, considerando i rischi associati al mancato agire. Occorre tener presente che la prudenza (*phronesis* o *prudentialia*) è la saggezza pratica che dovrebbe guidare l'azione.<sup>11</sup> Sebbene questa saggezza pratica o prudenza necessiti della precauzione per cogliere il bene così da evitare il male, il componente principale della prudenza non è la precauzione ma la previsione. Ciò significa che la caratteristica principale della prudenza non è quella di astenersi dall'agire per evitare i danni, ma utilizzare la previsione scientifica come base per l'azione.<sup>12</sup> Perciò, Papa Benedetto XVI, nel suo discorso alla Pontificia Accademia delle Scienze in occasione della Sessione Plenaria del 2006, intitolata “La Prevedibilità nella Scienza”, ha sottolineato che la possibilità di fare previsioni è una delle ragioni principali del prestigio di cui gode la scienza nella società contemporanea e che la creazione del metodo scientifico ha dato alla scienza la capacità di prevedere i fenomeni, di studiare il loro sviluppo e quindi di tenere sotto controllo l'habitat degli esseri umani. “In effetti, potremmo dire – afferma il Santo Padre – che il lavoro di prevedere, controllare e governare la natura, che la scienza oggi rende più attuabile rispetto al passato, è di per se stesso parte del piano del Creatore”.<sup>13</sup>

<sup>11</sup> “La prudenza (*phronesis*) è una saggezza pratica, cioè un ragionamento vero, relativa ai beni umani” (Aristotele, *Eth. Nic.*, VI, 5, 1140 b 20). Cfr. anche il resto del capitolo.

<sup>12</sup> “La previsione è la principale tra le parti della prudenza... Per cui il nome stesso di prudenza deriva dalla previsione, come dalla sua parte principale” (S. Tommaso d'Aquino, *S. Th.* II-II, q. 49, a. 6 ad 1).

<sup>13</sup> Discorso di Sua Santità Benedetto XVI alla Sessione Plenaria della Pontificia Accademia delle Scienze. Disponibile in linea al seguente indirizzo: [http://www.vatican.va/holy\\_father/benedict\\_xvi/speeches/2006/november/documents/hf\\_ben-xvi\\_spe\\_20061106\\_academy-sciences\\_it.html](http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_ben-xvi_spe_20061106_academy-sciences_it.html)

<sup>10</sup> S. Tommaso d'Aquino, *Summa Theologica*, I-II, q. 94, a. 5. Cfr. *loc. cit.* ad 3.

4. Valutare il Protocollo di Cartagena, un accordo internazionale che regola il commercio internazionale di varietà di colture geneticamente modificate, sviluppate durante il periodo in cui le conoscenze riguardo alla scienza delle colture geneticamente modificate erano minori, per assicurare che sia in linea con le conoscenze scientifiche attuali.
5. Liberare da una normativa eccessiva e non scientifica le tecniche dell'ingegneria genetica, quelle più moderne, precise e prevedibili per il miglioramento genetico, permettendone l'applicazione per migliorare le qualità nutritive e la produttività delle colture (ed eventualmente anche la produzione di vaccini ed altri prodotti farmaceutici) in tutto il mondo.
6. Promuovere il potenziale della tecnologia per fornire assistenza ai piccoli agricoltori tramite fondi per la ricerca adeguati, rafforzamento delle capacità e formazione professionale, insieme ad una politica pubblica appropriata.
7. Incoraggiare l'adozione su vasta scala di pratiche agricole e servizi d'assistenza tecnica sostenibili, sicuri e produttivi, che sono essenziali, in particolare, per migliorare la vita dei poveri e bisognosi di tutto il mondo.
8. Per essere sicuri che il miglioramento genetico delle piante tramite ingegneria genetica e marcatori molecolari venga utilizzato per migliorare le colture pertinenti delle nazioni povere e colpite da insicurezza alimentare, dove ci si può attendere che abbiano un impatto significativo nel migliorare la sicurezza alimentare, esortiamo i governi, le agenzie di aiuti internazionali e gli enti di beneficenza ad aumentare la donazione di fondi in quest'area. Data l'urgenza, le organizzazioni internazionali quali la FAO, il CGIAR, l'UNDP o l'UNESCO hanno la responsabilità morale di garantire la sicurezza alimentare per la popolazione mondiale presente e futura. Devono utilizzare tutti i loro mezzi per facilitare l'instaurazione di rapporti di cooperazione pubblica-privata per assicurare lo sfruttamento a costo zero di queste tecnologie per il bene comune nel

mondo in via di sviluppo, dove potranno avere l'impatto maggiore.<sup>14</sup>

### Contesto

La settimana di studio della PAS del 15-19 maggio 2009 è stata organizzata, a nome della Pontificia Accademia delle Scienze, dal Professor Ingo Potrykus, membro dell'Accademia, con l'assistenza dei professori Werner Arber e Peter Raven, anch'essi membri dell'Accademia. Gli organizzatori erano consapevoli del fatto che dal 2000, data di stesura di un precedente *Documento-studio sull'Uso di 'Piante geneticamente modificate' per combattere la fame nel mondo*, da parte della stessa Accademia, era stato accumulato un patrimonio di prove scientifiche e di esperienza pratica riguardo alle colture geneticamente modificate.

L'obiettivo della settimana di studio è stato, quindi, quello di valutare i benefici e i rischi dell'ingegneria genetica e di altre pratiche agricole sulla base del sapere scientifico attuale e del suo potenziale a favore del miglioramento della sicurezza alimentare e del benessere umano in tutto il mondo, nel contesto di uno sviluppo sostenibile. Inoltre, i partecipanti erano consapevoli del Magistero sociale della Chiesa sulla biotecnologia e hanno accettato l'imperativo morale di concentrarsi sull'applicazione responsabile dell'ingegneria genetica secondo i principi della giustizia sociale.

La partecipazione è avvenuta esclusivamente su invito e i partecipanti sono stati scelti sulla base dei meriti scientifici nei loro rispettivi campi di competenza e per il loro rigore scientifico ed impegno nella giustizia sociale. Nello scegliere i partecipanti, gli organizzatori si sono basati sulla necessità di portare avanti lo scopo principale della riunione, che era quello di rivedere le esperienze finora raccolte. Sebbene vi siano state differenze di opinione, punti di vista ed enfasi tra i partecipanti, i principi generali contenuti in questa Dichiarazione sono stati accettati da tutti.

<sup>14</sup> Partha Dasgupta, "Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context" in *World Conference on Science: Science for the Twenty-First Century, A New Commitment* (Parigi: UNESCO), 2000.

**I partecipanti alla Settimana di studio sono elencati qui sotto in ordine alfabetico, insieme alle loro relative discipline**

*Membri della Pontificia Accademia delle Scienze*

- Prof. Werner Arber • Svizzera, Università di Basilea: Microbiologia, Evoluzione.  
 Prof. Nicola Cabbibo • Roma, Presidente della Pontificia Accademia delle Scienze: Fisica.  
 S.Em. Georges Card. Cottier, Città del Vaticano: Teologia.  
 Prof. Ingo Potrykus • Svizzera, Emerito, Swiss Federal Institute of Technology: Biologia delle piante, Biotecnologia agricola.  
 Prof. Peter H. Raven • USA, Presidente, Giardino Botanico del Missouri: Botanica, Ecologia.  
 S.E. Mons. Marcelo Sánchez Sorondo • Città del Vaticano, Cancelliere della Pontificia Accademia delle Scienze: Filosofia.  
 Prof. Rafael Vicuña • Cile, Pontificia Università Cattolica del Cile: Microbiologia, Genetica molecolare.

*Esperti esterni*

- Prof. Niklaus Ammann • Svizzera, Università Sabanci, Istanbul, Turchia: Botanica, Ecologia.  
 Prof. Kym Anderson • Australia, Università di Adelaide, CEPR e Banca Mondiale: Economia dello sviluppo agrario, Economia internazionale.  
 Dr. Andrew Apel • USA, Capo redattore di GMObelus: Filosofia, Diritto.  
 Prof. Roger Beachy • USA, Donald Danforth Plant Science Center: Patologia vegetale, Biotecnologia agraria.  
 Prof. Peter Beyer • Germania, Università Albert-Ludwig, Friburgo: Biochimica, Metabolismo.  
 Prof. Joachim von Braun • USA, Direttore Generale, International Food Policy Research Institute: Economia agraria e dello sviluppo.  
 Dr. Moisés Burachik • Argentina, Coordinatore Generale Ufficio di Biotecnologia: Biotecnologia agraria, Biosicurezza.  
 Prof. Bruce Chassy • USA, Università dell'Illinois presso Urbana-Champaign: Biochimica, Sicurezza alimentare.  
 Prof. Nina Fedoroff • USA, Università statale della Pennsylvania: Biologia molecolare, Biotecnologia.  
 Prof. Dick Flavell • USA, CERES, Inc.: Biotecnologia agraria, Genetica.  
 Prof. Jonathan Gressel • Israele, Weizmann Institute of Science: Protezione delle piante, Biosicurezza.  
 Prof. Ronald J. Herring • USA, Cornell University: Economia politica.

- Prof. Drew Kershen • USA, Università dell'Oklahoma: Diritto agrario e delle biotecnologie.  
 Prof. Anatole Krattiger • USA, Cornell University: Gestione della proprietà intellettuale.  
 Prof. Christopher Leaver • UK, Università di Oxford: Biologia vegetale, Biologia molecolare vegetale.  
 Prof. Stephen P. Long • USA, Energy Science Institute: Biologia vegetale, Agronomia, Ecologia.  
 Prof. Cathie Martin • UK, John Innes Centre, Norwich: Biologia vegetale, Regolazione cellulare.  
 Prof. Marshall Martin • USA, Purdue University: Economia agraria, Valutazione delle tecnologie.  
 Dr. Henry Miller • USA, Hoover Institution, Stanford University: Biosicurezza, Regolamentazione.  
 Prof. Marc Baron van Montagu • Belgio, Presidente della Federazione Europea di Biotecnologia: Microbiologia, Biotecnologia agraria.  
 Dr. Piero Morandini • Italia, Università degli Studi di Milano: Biologia molecolare, Biotecnologia agraria.  
 Prof. Martina Newell-McGloughlin • USA, Università della California, Davis: Biotecnologia agraria.  
 S.E. Mons. George Nkuo • Camerun, Vescovo di Kumbo: Teologia.  
 Prof. Rob Paarlberg • USA, Wellesley College: Scienze politiche.  
 Prof. Wayne Parrott • USA, Università della Georgia: Agronomia, Biotecnologia agraria.  
 Prof. C.S. Prakash • USA, Tuskegee University: Genetica, Biotecnologia agraria.  
 Prof. Martin Qaim • Germania, Università Georg-August di Göttingen: Economia agraria e dello sviluppo.  
 Dr. Raghavendra Rao • India, Dipartimento di Biotecnologia, Ministero della Scienza e della Tecnologia: Agricoltura, Patologia vegetale.  
 Prof. Konstantin Skryabin • Russia, Centro di Bioingegneria, Accademia delle scienze russa: Biologia molecolare, Biotecnologia agraria.  
 Prof. M.S. Swaminathan • India, Presidente, M.S. Swaminathan Research Foundation: Agricoltura, Sviluppo sostenibile.  
 Prof. Chiara Tonelli • Italia, Università di Milano: Genetica, Regolazione cellulare.  
 Prof. Albert Weale • Regno Unito, Nuffield Council on Bioethics e Università di Essex: Scienze sociali e politiche.  
 Prof. Robert Ziegler • Filippine, Direttore Generale, International Rice Research Institute: Agronomia, Patologia vegetale.



## PLANTAS TRANSGÉNICAS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO

Entre el 15 y el 19 de Mayo de 2009 se llevó a cabo una Semana de Estudio sobre el tema “Plantas Transgénicas para la Seguridad Alimentaria en el Contexto del Desarrollo”, con el auspicio de la Pontificia Academia de las Ciencias, en su sede de la Casina Pio IV del Vaticano. En el transcurso de la reunión, analizamos los avances recientes sobre el entendimiento científico de las nuevas variedades de plantas modificadas por ingeniería genética, así como de las condiciones sociales en las que la tecnología de ingeniería genética podría estar disponible para el mejoramiento de la agricultura en general y para el beneficio de los pobres y vulnerables en particular. El espíritu de los participantes se inspiró en el mismo enfoque hacia la tecnología que Benedicto XVI expresó en su nueva Encíclica, en particular que ... “La técnica es el aspecto objetivo del actuar humano,<sup>1</sup> cuyo origen y *raison d'être* está en el elemento subjetivo: el hombre que trabaja. Por eso, la técnica nunca es sólo técnica. Manifiesta quién es el hombre y cuáles son sus aspiraciones de desarrollo, expresa la tensión del ánimo humano hacia la superación gradual de ciertos condicionamientos materiales. *La técnica, por lo tanto, se inserta en el mandato de cultivar y custodiar la tierra* (cf. Gn 2,15), que Dios ha confiado al hombre, y se orienta a reforzar esa alianza entre ser humano y medio ambiente que debe reflejar el amor creador de Dios”.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cf. Juan Pablo II, Carta Encíclica *Laborem exercens*, 5: *loc. cit.*, 586-589.

<sup>2</sup> *Caritas in veritate*, § 69.

### Principales conclusiones científicas

Reiteramos las conclusiones principales del Documento de Estudio sobre el uso de “Plantas Comestibles Genéticamente Modificadas’ para Combatir el Hambre en el Mundo”, elaborado al término de la Sesión Plenaria del Jubileo sobre “Ciencia y el Futuro de la Humanidad”, celebrada entre el 10 y el 13 de Noviembre de 2000. De forma resumida y actualizada, las conclusiones son las siguientes:

1. De un total de 6.800 millones de habitantes que tiene el mundo, más de mil millones están desnutridos, lo que requiere urgentemente del desarrollo de nuevos sistemas y tecnologías agrícolas.
2. Se prevé que la población mundial se incrementará entre 2 y 2.500 millones de personas para alcanzar un total aproximado de 9.000 millones en 2050, lo cual añade aun más urgencia al problema.
3. Las consecuencias pronosticadas del cambio climático y la consiguiente disminución en la disponibilidad de agua para la agricultura también afectarán nuestra capacidad de alimentar a la población mundial en crecimiento.
4. La agricultura tal cual se practica en la actualidad no es sustentable, a juzgar por la pérdida masiva de horizonte orgánico superficial, o *topsoil*, y la inaceptablemente elevada cantidad de pesticidas que se aplican en la mayor parte del mundo.
5. La aplicación apropiada de las técnicas de ingeniería genética y otras técnicas moleculares

modernas en la agricultura está contribuyendo a responder a algunos de estos desafíos.

6. No hay nada intrínseco al uso de la tecnología de ingeniería genética para el mejoramiento vegetal que pueda hacer que las plantas o sus productos alimenticios derivados pierdan su inocuidad.
7. La comunidad científica debería ser responsable de actividades de investigación y desarrollo (I + D) que conduzcan a avances en la productividad agrícola, y debería también esforzarse por asegurar que los beneficios asociados con tales avances contribuyan tanto al beneficio de los pobres como al de los habitantes de los países desarrollados, que actualmente gozan de estándares de vida relativamente altos.
8. Se deberían hacer esfuerzos especiales por brindar a los agricultores pobres de los países en desarrollo un acceso a variedades mejoradas mediante ingeniería genética, adaptadas a sus condiciones locales.
9. La investigación para desarrollar tales cultivos mejorados debería prestar particular

atención a las necesidades y variedades locales y a la capacidad de cada país de adaptar sus tradiciones, su patrimonio social y sus prácticas administrativas, de modo de lograr una introducción exitosa de los cultivos modificados mediante ingeniería genética.

### Nuevas evidencias

Desde la elaboración del mencionado Documento de Estudio, se han acumulado evidencias sobre el desarrollo, la aplicación y los efectos de la tecnología de ingeniería genética que han sido sometidas al más exigente escrutinio científico, el cual ha incluido revisiones por pares (*peer reviews*), y a una gran cantidad de experiencias de campo. Durante nuestra semana de estudio hemos revisado estas evidencias, con las siguientes conclusiones:

1. La tecnología de ingeniería genética, usada apropiada y responsablemente, puede en muchas circunstancias hacer aportes esenciales a la productividad agrícola a través del mejoramiento de los cultivos, incluyendo el aumento de sus rendimientos, la calidad nutricional y la resistencia a plagas, así como mejorando la

**S**e usan muchos términos diferentes para describir los procesos involucrados en el mejoramiento vegetal. Todos los organismos vivos están compuestos por células, en las que están contenidos sus genes, que les otorgan sus características distintivas. El conjunto completo de genes (el genotipo) está codificado en el ADN, y se denomina genoma; es la información hereditaria que pasa de los padres a la descendencia. Todo el mejoramiento vegetal, y en realidad también la evolución, involucra el cambio o modificación del ADN, seguido por la selección de las características beneficiosas entre los descendientes. La mayoría de las alteraciones en el fenotipo o en los caracteres observables de las plantas (como su estructura física, su desarrollo y sus propiedades bioquímicas y nutricionales) se deben a cambios en su genotipo. Tradicionalmente el mejoramiento vegetal aplicaba una recombinación aleatoria entre genes de especies cercanas y sexualmente compatibles, a menudo con consecuencias impredecibles y siempre con total ignorancia de los detalles de los cambios genéticos. A mediados del siglo XX esto fue suplementado con el mejoramiento por mutagénesis, un método igualmente aleatorio que consiste en el tratamiento de semillas o plantas con agentes mutagénicos o altas dosis de radiación con la esperanza de generar mejoras en el fenotipo; esto también dio lugar a consecuencias genéticas impredecibles e inexploradas de entre las cuales el fitomejorador seleccionaba los caracteres beneficiosos. Más recientemente, se han desarrollado técnicas que permiten la transferencia de genes específicos, identificados y bien caracterizados, o de pequeños grupos de genes que confieren determinadas características, acompañadas de análisis precisos de los cambios genéticos y fenotípicos: esta última categoría se denomina “transgénesis” (porque se transfieren genes de un dador a un receptor) o “ingeniería genética” pero, en verdad, el término es aplicable a todos los métodos de mejoramiento.

tolerancia ante sequías y otras formas de estrés ambiental. Estas mejoras son necesarias en todo el mundo para ayudar a mejorar la sustentabilidad y la productividad del agro.

2. El mejoramiento genético de los cultivos y de las plantas ornamentales representa una larga y continua sucesión de técnicas cada vez más precisas y predecibles. Como concluyó el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos en un informe de 1989: “A medida que los métodos moleculares sean más específicos, los usuarios de estos métodos tendrán más certeza sobre las características que incorporan en las plantas, y por lo tanto es menos factible que introduzcan efectos indeseados en comparación con otros métodos de mejoramiento vegetal”.
3. Ya se han percibido importantes beneficios en países como Estados Unidos, Argentina, India, China y Brasil, donde las especies vegetales modificadas genéticamente se cultivan en forma extensiva.
4. También pueden ser de gran importancia para agricultores de escasos recursos y miembros vulnerables de las comunidades agrícolas pobres, especialmente mujeres y niños. En particular, el maíz y el algodón modificados genéticamente para una mayor resistencia ante insectos han reducido en gran medida el uso de insecticidas (y de esta manera han aumentado la seguridad de las prácticas agrícolas), y han contribuido a rendimientos sustancialmente más altos, a mayores ingresos familiares y a tasas de pobreza más bajas (y también a menos intoxicaciones con plaguicidas químicos) en pequeños sectores agrícolas específicos de varios países en desarrollo, incluyendo India, China, Sudáfrica y Filipinas.
5. La resistencia a herbicidas económicos y ambientalmente benignos en maíz, soja, canola (colza) y otros cultivos es la característica que se ha introducido con más frecuencia mediante el uso de ingeniería genética. Ha incrementado el rendimiento por hectárea, ha reemplazado el agotador control manual de malezas y ha permitido usar menos insumos, lo cual ha dado origen a técnicas de labranza mínima (labranza cero o siembra directa), que a su vez han reducido la tasa de erosión del suelo. Esta tecnología podría ser especialmente útil para los agricultores de países en desarrollo que, por razones de edad o enfermedad, no pueden dedicarse a la actividad tradicional de control manual de malezas.
6. La tecnología de ingeniería genética puede combatir deficiencias nutricionales a través de modificaciones que proporcionen micronutrientes esenciales. Por ejemplo, los estudios realizados con el “Arroz Dorado” biofortificado con provitamina A han mostrado que las dietas diarias que lo incluyan podrían ser suficientes para prevenir la deficiencia de vitamina A.
7. La aplicación de la tecnología de ingeniería genética en el desarrollo de resistencia ante insectos ha llevado a la reducción en el uso de insecticidas químicos, disminuyendo los costos de ciertos insumos agrícolas y mejorando la salud de los agricultores. Esta relación es particularmente importante en algunas zonas de muchas naciones europeas, donde las aplicaciones de insecticidas son bastante mayores que en otras regiones, y pueden dañar los ecosistemas en general así como la salud de las personas.
8. La tecnología de ingeniería genética puede ayudar a reducir las prácticas de labranza mecánica, que son dañinas y consumen energía, mejorando así la biodiversidad y protegiendo el ambiente, en parte gracias a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el principal gas de invernadero de origen antropogénico.
9. El impacto que se espera a partir del cambio climático refuerza la necesidad de usar las técnicas de ingeniería genética conjuntamente con otras técnicas de mejoramiento en forma apropiada y deliberada, para que tales características como la resistencia ante sequías e inundaciones sean incorporadas a los cultivos más importantes de todas las regiones lo más rápido posible.
10. La tecnología de ingeniería genética ya ha incrementado los rendimientos de los agricultores pobres, y hay evidencias de que esto ha

mejorado los niveles de ingreso y empleo, lo que no hubiera podido ocurrir de otra manera.

11. Los costosos controles regulatorios de la tecnología de ingeniería genética necesitan volverse científicamente justificables y basados en el riesgo. Esto significa que la regulación debería basarse en las características particulares de la nueva variedad vegetal, y no en los procesos tecnológicos empleados para desarrollarla.
12. Las evaluaciones de riesgo deben considerar no sólo los riesgos potenciales del uso de la nueva variedad vegetal, sino también los riesgos planteados por las alternativas si esa variedad particular no estuviera disponible.
13. En el sector público, se están realizando importantes esfuerzos para producir variedades o líneas mejoradas genéticamente de mandioca (yuca), batata (papa dulce, camote, boniato), arroz, maíz, banano, sorgo y otros cultivos tropicales importantes que representarán un beneficio directo para los pobres. Estos esfuerzos deberían ser fuertemente fomentados.
14. La magnitud de los desafíos que enfrentan los pobres y desnutridos del mundo debe ser tratada como un asunto urgente. Cada año las deficiencias nutricionales causan enfermedades y muertes prevenibles. El reciente aumento en los precios de los alimentos en todo el mundo ha revelado la vulnerabilidad de los pobres para competir por los recursos. En este contexto, los beneficios no aprovechados se pierden para siempre.
15. Dados estos hallazgos científicos, es un imperativo moral hacer que estos beneficios de la tecnología de ingeniería genética estén disponibles para las poblaciones pobres y vulnerables que los deseen a una mayor escala y en condiciones que les permitan mejorar sus estándares de vida y su salud, y proteger sus ambientes.

En general, la aplicación de la tecnología de ingeniería genética ha demostrado que es importante para mejorar la productividad agrícola en todo el mundo, pero sigue siendo apenas una parte de lo que debe ser una estrategia multifacética. Como ha señalado el Santo Padre Benedicto XVI: "...po-

dría ser útil tener en cuenta las nuevas fronteras que se han abierto en el empleo correcto de las técnicas de producción agrícola tradicional, así como las más innovadoras, en el caso de que éstas hayan sido reconocidas, tras una adecuada verificación, convenientes, respetuosas del ambiente y atentas a las poblaciones más desfavorecidas".<sup>3</sup> Sin embargo, reconocemos que, como ocurre con cualquier tecnología, no todos los avances de la tecnología de ingeniería genética podrán cumplir con sus promesas originales. Debemos seguir evaluando el aporte potencial de todas las tecnologías adecuadas, las que deberán ser usadas junto con el mejoramiento vegetal convencional y otras estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y aliviar la pobreza para las generaciones venideras.<sup>4</sup> Muchas de ellas pueden usarse sinérgicamente con las tecnologías de ingeniería genética. Las estrategias incluyen la retención del *topsoil* a través de la siembra directa y otras prácticas conservacionistas, la adecuada aplicación de fertilizantes, el desarrollo de nuevos tipos de fertilizantes y agroquímicos amigables con el ambiente, la conservación del agua, el manejo integrado de plagas, la conservación de la diversidad genética, la adopción, donde corresponda, de nuevos tipos de cultivos y el mejoramiento de los cultivos existentes (especialmente los "cultivos huérfanos")<sup>5</sup> para un uso más amplio

<sup>3</sup> *Caritas in veritate*, § 27.

<sup>4</sup> "Es un principio que hay que recordar en la misma producción, cuando se trata de promoverla con la aplicación de biotecnologías, que no pueden evaluarse exclusivamente según intereses económicos inmediatos. Es necesario someterlas previamente a un riguroso control científico y ético, para evitar que desemboquen en desastres para la salud del hombre y el futuro de la tierra" (Juan Pablo II, *Discurso en el Jubileo del Mundo Agrícola*, 11 de Noviembre de 2000).

<sup>5</sup> Los cultivos huérfanos, también llamados cultivos abandonados o perdidos, son cultivos de gran valor económico en los países en desarrollo. Incluyen cereales (como el mijo y el tef), legumbres (garbanzo, almorta y viña subterránea o *bambara groundnut*) y cultivos de raíz (mandioca y papa dulce). Aunque son vitales para la subsistencia de millones de agricultores de escasos recursos, la investigación en estos cultivos está atrasada con respecto a la de los cultivos más importantes comercialmente. Se debería prestar más atención a la investigación en cultivos huérfanos para aumentar la productividad agrícola y alcanzar la autosuficiencia alimentaria en los países en desarrollo.

a través de inversiones y colaboraciones público-privadas. Otros factores de vital importancia para mejorar la seguridad alimentaria, o de particular importancia para países de escasos recursos, incluyen mejoras en la infraestructura (transporte, suministro de electricidad e instalaciones de almacenamiento), la mejora de capacidades mediante un asesoramiento imparcial y bien informado a los agricultores sobre la elección de las semillas a través de servicios de extensión a nivel local, el desarrollo de sistemas justos de financiamiento y de seguros, y el licenciamiento de tecnologías patentadas. Sin embargo, el hecho de comprender que en muchas regiones no hay una única solución al problema de la pobreza y la discriminación contra los pobres no debería impedir el uso de variedades modificadas mediante ingeniería genética cuando éstas pueden contribuir apropiadamente a una solución abarcadora.

### Un debate público más amplio

En todo el mundo, la tecnología de ingeniería genética ha despertado interés y debate en el público en general con respecto al aporte que la ciencia puede hacer para responder a muchos de los desafíos que enfrenta la sociedad del Siglo XXI en relación con la salud y los alimentos. Este debate sobre el poder de esta tecnología, su potencial función y la gama de usos a los que puede aplicarse es bienvenido, pero la discusión debe basarse en información revisada por pares o verificable de alguna otra forma, para que la ciencia y la tecnología sean evaluadas apropiadamente, y sean reguladas y utilizadas en beneficio de la humanidad. No hacer nada no es una opción, ni tampoco pueden la ciencia y la tecnología abrirse o cerrarse como un grifo para brindar soluciones adecuadas a los problemas a medida que estos surgen: más que nada, la tarea de la ciencia es prever los daños posibles a fin de evitarlos y asegurar el mayor bien posible. En este contexto, hay seis dominios de acción que necesitan atención: el entendimiento público de la ciencia; el lugar de los derechos de propiedad intelectual; el papel del sector público; el papel de la sociedad civil; la cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales y so-

iedad civil; y un marco regulatorio apropiado, justificable y a costo razonable.

### El entendimiento público de la ciencia

Los participantes de nuestra reunión llamaron repetidas veces la atención sobre los malentendidos generalizados que circulan sobre la tecnología de ingeniería genética y que dominan tanto el debate público como la regulación administrativa. Por ejemplo, en el debate público generalmente se ignora que todas las formas de mejoramiento vegetal involucran modificación genética y que algunos ejemplos de lo que se llama mejoramiento “convencional” – tal es el caso de la mutagénesis inducida por radiación – tienen resultados que son intrínsecamente menos predecibles que la aplicación de las tecnologías de ingeniería genética.

Todos los participantes de la Semana de Estudio han asumido el compromiso de contribuir al diálogo y al debate público para que éste sea informado y esclarecedor. Es una obligación de los científicos hacerse oír, explicar su quehacer, desmitificar la tecnología y poner sus conclusiones al alcance de todos. Urgimos a aquellos que se oponen o son escépticos con respecto al uso de los cultivos modificados por técnicas de ingeniería genética y la aplicación de la genética moderna en general, a evaluar cuidadosamente sus fundamentos científicos y el daño demostrable que se provoca al privar de esta tecnología comprobada a quienes más la necesitan. El bien común sólo puede alcanzarse si el debate público descansa sobre los criterios más exigentes de la evidencia científica y el intercambio civilizado de opiniones.

### El lugar de los derechos de propiedad intelectual

Al igual que en todos los aspectos de la sociedad moderna, los derechos de propiedad intelectual juegan un papel importante en el desarrollo de cualquier tecnología, incluyendo la biotecnología médica y agrícola. Somos concientes de que las mejores prácticas del sector comercial han contribuido significativamente al objetivo de eliminar la pobreza y la inseguridad alimentaria. Sin em-

bargo, y de acuerdo con la enseñanza social de la Iglesia, que señala como derecho primario el destino universal de los bienes de la tierra a toda la humanidad,<sup>6</sup> instamos a los actores tanto públicos como privados a reconocer que sus reivindicaciones legítimas sobre los derechos de propiedad deberían estar subordinadas, en la medida de lo posible y aun más allá de las normas existentes de la sociedad civil, a este destino universal, y a prevenir el enriquecimiento injusto y la explotación de los pobres y vulnerables.

Las colaboraciones público-privadas se han vuelto cada vez más importantes para el fomento del desarrollo y la distribución de las variedades mejoradas de los cultivos consumidos regularmente por las personas pobres de los países en desarrollo. El proyecto humanitario “Arroz Dorado” es un excelente ejemplo de tal colaboración, donde las patentes pertenecientes a las compañías privadas fueron rápidamente licenciadas, sin costo alguno, a las instituciones públicas a cargo de desarrollar las variedades que ahora están listas para ser empleadas por los agricultores para el beneficio de las sociedades de las que forman parte. Hay otros ejemplos similares en desarrollo, y tal progreso es congruente con la creencia de que todos los seres humanos tienen derechos sobre los frutos de la tierra. Cuando el sector privado muestra buena voluntad para que las tecnologías patentadas estén disponibles para el beneficio de los pobres, merece nuestras felicitaciones, y lo alentamos a continuar rigiéndose por los más altos estándares éticos en este ámbito.

Por lo tanto, cuando consideramos la relación entre actividad comercial y ética, todas y cada una de las compañías privadas, y en particular las multinacionales del sector agrícola, deberían evitar confinarse solamente a las ganancias económicas. Por sobre todo, deberían transmitir valores humanos, culturales y educativos. Por esta razón, *Caritas in veritate* le da la bienvenida a los recientes avances hacia una “economía civil” y una “comunidad económica”, que constituyen una realidad integrada que sin excluir las ganancias, las ve como un medio para lograr fines humanos y so-

ciales. En efecto, esta encíclica afirma que “la pluralidad de las formas institucionales de empresa es lo que promueve un mercado más civilizado y al mismo tiempo más competitivo”.<sup>7</sup> Estas reflexiones son particularmente válidas en lo que se refiere a la calidad y cantidad de alimentos disponibles para una población.

### El papel del sector público

En su mayor parte, el desarrollo de las nuevas variedades de cultivos que hicieron posible la Revolución Verde en el Siglo XX estuvo a cargo de laboratorios de investigación del sector público de varios países. Aunque el sector público ya no tiene un cuasi-monopolio sobre tales hallazgos, su papel es vital y es todavía muy importante. En particular, puede usar los fondos obtenidos a partir de ingresos nacionales y agencias de desarrollo para promover investigaciones relevantes a los cultivos requeridos por los grupos de personas más pobres y los más vulnerables. El sector público desempeña un papel importante para que los resultados de las investigaciones estén al alcance de todos, y puede innovar de una forma que le resulta muy difícil al sector privado, para el cual el desarrollo de variedades agrícolas para su comercialización es un objetivo central. Si la cooperación entre los sectores privado y público ha sido probadamente beneficiosa en el desarrollo de muchas aplicaciones de la ciencia y la tecnología en las áreas de salud, la agricultura no debería ser una excepción. Lamentablemente, debemos reconocer que, en el caso del mejoramiento vegetal por métodos biotecnológicos modernos, la regulación excesiva y carente de rigor científico eleva en gran medida los costos de I + D sin ningún incremento concomitante de la inocuidad, y hace que su aplicación y uso por parte de instituciones del sector público sea difícil y a menudo imposible por motivos económicos.

### El papel de la sociedad civil

Gobiernos, sociedades científicas, ONG, instituciones de caridad, organizaciones de la sociedad

<sup>6</sup> *Centesimus annus*, § 6.

<sup>7</sup> *Caritas in veritate*, § 46.

civil y religiones pueden todos desempeñar un papel en promover el diálogo informado y el amplio entendimiento público de los beneficios que la ciencia puede proveer, así como trabajar para mejorar todos los aspectos de la vida de los menos afortunados. Deben ayudar a proteger a los pobres de la explotación de cualquier tipo y con cualquier propósito, pero también cargan con la responsabilidad de asegurar que no se les niegue a estas comunidades el acceso a los beneficios de la ciencia moderna, para evitar que vivan condenadas a la pobreza, la enfermedad y la inseguridad alimentaria.

### Cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales y sociedad civil

Como ya se ha señalado, la tecnología de ingeniería genética ha hecho contribuciones importantes al mejoramiento vegetal y la seguridad alimentaria. La apropiada aplicación de la tecnología en combinación con otros enfoques moleculares para el mejoramiento vegetal ofrece el potencial de hacer más aportes de importancia para mejorar tanto los cultivos comerciales como los llamados “huérfanos” en los países en desarrollo. El uso de estos avances científicamente comprobados puede ser considerado así como un Bien Público Global.

Debido al alto costo en I + D de estas nuevas estrategias para el mejoramiento vegetal, junto con los excesivos costos regulatorios para llevar al mercado las nuevas variedades modificadas mediante técnicas de ingeniería genética, estas tecnologías han sido en un principio empleadas sólo por compañías multinacionales para el mejoramiento de cultivos de importancia comercial para el mundo desarrollado. El uso de tecnologías de ingeniería genética para el mejoramiento vegetal para el bien público ha sido limitado por dos razones principales:

1. El alto costo involucrado y la falta de inversión por parte de los gobiernos nacionales. Como resultado, no se ha aplicado esta estrategia para mejorar y adaptar cultivos regionales, incluyendo algunos importantes (llamados “huérfanos”) como el sorgo, la mandioca (yuca), el plátano, etc., que no se comercializan internacionalmente, y para los cuales no se ha

justificado la inversión comercial por parte de las compañías multinacionales.

2. La excesiva e innecesaria regulación de esta tecnología comparada con todas las demás tecnologías agrícolas, que la ha hecho demasiado costosa para ser aplicada a cultivos de “menor importancia”, y a aquellos que no pueden ofrecerle a los que los desarrollan una rentabilidad acorde con la inversión y el riesgo asumidos. Esto, por supuesto, no se aplica solamente al sector privado: toda inversión, pública o privada, debe evaluarse a la luz de su posible rentabilidad. Por lo tanto, como resultado de la inversión necesaria, la regulación problemática y la incertidumbre con respecto a sus resultados, el sector público, así como el privado, pueden llegar a abstenerse de desarrollar productos para usos limitados, en comparación con los cultivos comerciales importantes (conocidos como *commodities*).

Hay, pues, una necesidad de cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales y agencias de desarrollo y caritativas en este ámbito. Los beneficios potenciales de tal cooperación fueron demostrados cuando las corporaciones multinacionales mostraron buena voluntad para negociar con asociaciones público-privadas con el fin de efectuar donaciones gratuitas de importantes tecnologías patentables para el mejoramiento vegetal. En el caso del “Arroz Dorado”, esto permitió que la tecnología fuera transferida a muchos países de Asia. Otros ejemplos incluyen el maíz tolerante a sequías en África, las legumbres y hortalizas resistentes a insectos en India y África, y varias decenas de proyectos más en África, Asia y América Latina.

### Definición de un enfoque adecuado para el control regulatorio

Para que los beneficios de cualquier tecnología puedan concretarse, se requiere de un marco regulatorio adecuado. Las regulaciones excesivamente estrictas desarrolladas por los países ricos, y enfocadas casi exclusivamente en los riesgos hipotéticos de los cultivos modificados mediante técnicas de ingeniería genética, discriminan a los

países pobres y en desarrollo, así como a los productores y comerciantes minoristas más pequeños y necesitados. Esto ha colocado a los pobres del mundo en una desventaja inaceptable. El daño ocasionado por no poder usar tecnologías de producción más precisas y predecibles es irreversible, en el sentido de que los costos de oportunidad generados por la falta de inversión, I + D y productos (y sus beneficios) no pueden recuperarse.

La evaluación de las variedades vegetales nuevas y mejoradas debería basarse en sus características agronómicas y no en las tecnologías empleadas para producirlas: deberían juzgarse a la luz de sus propiedades reales. Esto facilitaría la explotación del potencial de la tecnología para nuestro beneficio común, a través de la generación de nuevas variedades, con características mejoradas, tanto de los cultivos principales como de los locales. Debe enfatizarse que esto no significa usar a los pobres con fines experimentales, sino de asegurar su acceso a tecnologías que han demostrado ser inocuas, ampliamente aceptadas y beneficiosas en la mayor parte del mundo tanto desarrollado como en desarrollo. No podemos darnos el lujo de ser aun más temerosos ante la ciencia y la tecnología – y los consiguientes riesgos planteados por los alimentos y la agricultura – que lo que percibimos como aceptable en el resto de nuestras vidas cotidianas.

Los peligros hipotéticos asociados con la ingeniería genética aplicada a los cultivos no difieren de los vinculados a otras instancias de la aplicación de esta tecnología en otros organismos (vg., las empleadas en biotecnología médica, o en la producción de enzimas por biotecnología para el procesamiento del queso o la cerveza). Los riesgos a corto plazo que puedan surgir por la presencia de productos tóxicos o alergénicos pueden ser estudiados y excluidos de las nuevas variedades vegetales, un procedimiento que en esta tecnología es más precautorio que en el caso de los cultivos de variedades mejoradas por métodos convencionales. Con respecto a las consecuencias evolutivas a largo plazo, el conocimiento actual de la evolución molecular, que indica que en la naturaleza esta evolución ocurre a tasas bajas a través de la variación genética espontánea, muestra claramente que las modificaciones introducidas en el genoma por

ingeniería genética sólo pueden seguir las bien estudiadas estrategias naturales de la evolución biológica. Las modificaciones viables sólo son posibles de a pequeños pasos. Esto resulta entendible si uno imagina que los genomas de las plantas terrestres son como grandes enciclopedias de varios cientos de libros, y que las modificaciones genéticas generadas por las técnicas modernas afectan a sólo uno o algunos pocos de los casi 26.000 genes presentes en el genoma típico de una planta. Por consiguiente, el posible riesgo evolutivo de los eventos de la ingeniería genética no puede ser mayor que los riesgos del proceso natural de evolución biológica o de la aplicación de la mutagénesis química, ambos responsables de la generación de vastos y mal caracterizados cambios genéticos. Las estadísticas muestran que los efectos no deseados de tales cambios son extremadamente infrecuentes y en el caso del mejoramiento convencional, se eliminan mediante un proceso de selección.

Dados los avances en el conocimiento científico desde la adopción en 2000 del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, ha llegado el momento de volver a examinar este protocolo a la luz del entendimiento científico sobre los beneficios y las necesidades regulatorias.

### Fe, razón científica y ética

Para el que es creyente, el punto de partida de la visión cristiana es la confirmación del origen divino del hombre, sobre todo debido a su alma, que explica el mandato que Dios dio al ser humano de gobernar a todas las criaturas que viven sobre la Tierra a través del trabajo, al que dedica la fuerza de su cuerpo guiada por la luz del espíritu. En este sentido los seres humanos se convierten en los representantes de Dios, desarrollando y modificando a aquellos seres de la naturaleza de los cuales pueden obtener alimento a través de la aplicación de los métodos de mejoramiento.<sup>8</sup> Así, por muy limi-

<sup>8</sup> “Dios tiene el dominio soberano sobre todas las cosas: Él, de acuerdo con Su providencia, guía a ciertas cosas para el sustento del cuerpo de hombre. Por esta razón el hombre tiene el dominio natural sobre las cosas, en lo que se refiere al poder de hacer uso de ellas” (Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1).

tada que sea la acción de los hombres en el cosmos infinito, ellos participan sin embargo del poder de Dios y son capaces de construir su mundo, es decir un ambiente propicio para su dual vida corpórea y espiritual, su subsistencia y su bienestar. De este modo las nuevas formas humanas de intervención en el mundo natural no deberían ser vistas como contrarias a la ley natural que Dios le dio a la Creación. Efectivamente, como señaló Pablo VI ante la Pontificia Academia de las Ciencias en 1975,<sup>9</sup> por un lado, el científico debe considerar honestamente la cuestión del futuro del hombre en la Tierra, y como persona responsable, debe ayudar a prepararla y preservarla para la subsistencia y el bienestar, y eliminar los riesgos. Así, debemos expresar nuestra solidaridad hacia las generaciones presentes y futuras como una forma de amor y caridad cristianos. Por otro lado, el científico debe también estar animado por la confianza de que la naturaleza guarda posibilidades secretas que deben ser descubiertas y empleadas por la inteligencia del hombre, de modo de alcanzar el nivel de desarrollo que forma parte del plan del Creador. Por lo tanto, la intervención científica debería ser vista como un desarrollo de la naturaleza física, vegetal o animal para el beneficio de la vida humana, de la misma manera que “se han agregado muchas cosas para el beneficio de la vida humana por sobre la ley natural, tanto a través de la ley divina como de las leyes humanas”.<sup>10</sup>

### Recomendaciones:

1. Aumentar la disponibilidad de información confiable para los reguladores, agricultores y productores de todo el mundo, de manera de que puedan tomar decisiones sensatas basadas en la información y en el conocimiento actualizados sobre todos los aspectos de la gestión agropecuaria para alcanzar la productividad y la sustentabilidad.
2. Estandarizar – y racionalizar – en forma universal los principios involucrados en la evaluación y la aprobación de nuevas variedades agrícolas (sean éstas producidas por las tecnologías llamadas convencionales, de mejoramiento asistido por marcadores o de ingeniería genética) de modo de que tengan rigor científico, estén basados en los riesgos, y sean predecibles y transparentes. Es crítico que el alcance de lo que se somete a la evaluación caso a caso sea tan importante como la revisión misma; debe también tener rigor científico y estar basado en los riesgos.
3. Reevaluar la aplicación del principio precautorio en la agricultura, reestructurándolo científica y prácticamente y haciendo que los requerimientos y procesos regulatorios sean proporcionales a los riesgos, sin dejar de considerar los riesgos asociados a la inacción. Se debe pensar que la prudencia (*phronesis* o *prudentia*) es la sabiduría práctica que debería guiar la acción.<sup>11</sup> Aunque esta sabiduría práctica o prudencia necesita precaución para alcanzar dicha comprensión del bien y evitar el mal, su principal componente no es la precaución sino la predicción. Esto significa que la característica básica de la prudencia no es abstenerse de actuar para evitar el daño, sino usar la predicción científica como base para la acción.<sup>12</sup> Así, el Papa Benedicto XVI, en su discurso ante la Pontificia Academia de las Ciencias en ocasión de la Sesión Plenaria de 2006 sobre “Predecibilidad de la Ciencia”, enfatizó que la posibilidad de hacer predicciones es una de las razones más importantes del prestigio de que goza la ciencia en la sociedad contemporánea, y que la creación del método cien-

<sup>9</sup> Cf. Pablo VI, Discurso ante la Sesión Plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias del 19 de Abril de 1975, *Papal Addresses*, Ciudad del Vaticano, 2003, p. 209.

<sup>10</sup> Santo Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, I-II, 94, a.5. Cf. *loc. cit.* ad 3.

<sup>11</sup> “La prudencia (*phronesis*) es una cualidad racional para alcanzar la verdad, concerniente a la acción relacionada con las cosas que son buenas para los seres humanos”. (Aristóteles, *Eth. Nic.*, VI, 5, 1140 b 20). Cf. también el resto del capítulo.

<sup>12</sup> “La predicción es el principio de la prudencia... Por lo tanto la prudencia por su propio nombre proviene tanto de la predicción (providencial) como de su esencia o componente principal” (Santo Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1).

tífico le ha dado a la ciencia la capacidad de predecir fenómenos, estudiando su desarrollo y resguardando así el hábitat de los seres humanos. “*En efecto, podríamos decir*”, afirma el Papa Benedicto, “*que la labor de prever, controlar y gobernar la naturaleza, que la ciencia hace hoy más factible que en el pasado, forma parte del plan del Creador*”.<sup>13</sup>

4. Evaluar el Protocolo de Cartagena, un acuerdo internacional que regula el comercio de las variedades vegetales modificadas mediante técnicas de ingeniería genética, y que fue creado cuando se sabía menos sobre esta ciencia, de modo de asegurar que sea acorde con el conocimiento científico actual.
5. Liberar a las técnicas de ingeniería genética más modernas, precisas y predecibles en materia de mejoramiento vegetal de la regulación excesiva y carente de rigor científico, permitiendo su aplicación para mejorar la calidad nutricional y la productividad de los cultivos (y eventualmente también la producción de vacunas y otros fármacos) en todo el mundo.
6. Promover el potencial de la tecnología de ayudar a los pequeños productores mediante un financiamiento adecuado de la investigación, la mejora de capacidades y la capacitación, enlazados a través de políticas públicas apropiadas.
7. Alentar una amplia adopción de prácticas agrícolas productivas, sensatas y sustentables, y de servicios de extensión, que son especialmente críticos para mejorar la vida de los pobres y necesitados en todo el mundo.
8. Para asegurar que el mejoramiento asistido por la tecnología de ingeniería genética y por los marcadores moleculares sea usado para mejorar los cultivos relevantes en las naciones pobres y con inseguridad alimentaria, donde

se espera tengan un impacto importante a favor de la seguridad alimentaria, instamos a los gobiernos, agencias de desarrollo internacionales e instituciones caritativas a aumentar el financiamiento en esta área. Dada la urgencia, organizaciones internacionales como la FAO, el CGIAR, el PNUD o la UNESCO tienen la responsabilidad moral de garantizar la seguridad alimentaria para la población mundial actual y futura. Deben hacer todo lo posible por mediar en el establecimiento de colaboraciones público-privadas para asegurar la explotación gratuita de estas tecnologías para el bien común de las naciones en desarrollo, donde tendrán el mayor impacto.<sup>14</sup>

### Antecedentes

La Semana de Estudio de la Pontificia Academia de las Ciencias (PAS), celebrada entre el 15 y el 19 de Mayo de 2009, fue organizada, en nombre de la PAS, por el miembro de la academia Profesor Ingo Potrykus, con el apoyo de los Profesores Werner Arber y Peter Raven, también miembros de la academia. Los organizadores sabían que desde 2000, cuando la misma Academia publicó el Documento de Estudio sobre “Plantas Comestibles Genéticamente Modificadas’ para Combatir el Hambre en el Mundo”, se había acumulado una enorme cantidad de evidencia y experiencia sobre los cultivos modificados por técnicas de ingeniería genética.

El objetivo de esta Semana de Estudio fue, por lo tanto, evaluar los beneficios y los riesgos de la ingeniería genética y de otras prácticas agrícolas sobre la base del conocimiento científico actual y su potencial aplicación para mejorar la seguridad alimentaria y el bienestar humano en todo el mundo, en el contexto de un desarrollo sustentable. Los participantes conocían también la enseñanza social de la Iglesia en lo relativo a la biotecnología, y aceptaron el imperativo moral de enfocarse en la aplicación responsable de la tec-

<sup>13</sup> Discurso del Santo Padre Benedicto XVI a la Sesión Plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias. Disponible online en [http://www.vatican.va/holy\\_father/benedict\\_xvi/speeches/2006/november/documents/hf\\_ben-xvi\\_spe\\_20061106\\_academy-sciences\\_sp.html](http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_ben-xvi_spe_20061106_academy-sciences_sp.html)

<sup>14</sup> Cf. P. Dasgupta, “*Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context*”. Conferencia Mundial sobre la Ciencia (WSC) para el Siglo XXI: Un Nuevo Compromiso (UNESCO, París, 2000).

nología de ingeniería genética de acuerdo con los principios de la justicia social.

La participación fue sólo por invitación, y los participantes fueron seleccionados por sus méritos científicos en sus respectivas áreas de conocimiento y por su compromiso con el rigor científico y la justicia social. Al seleccionar a los participantes, los organizadores basaron su elección en la necesidad de alcanzar el principal objetivo de la reunión, que fue el de revisar la experiencia acumulada hasta hoy. Aunque hubo diferencias de opiniones, puntos de vista y énfasis entre los participantes, todos coincidieron en los principios generales contenidos en esta declaración.

### Los participantes de la Semana de Estudio se incluyen a continuación y en orden alfabético:

#### Miembros de la Pontificia Academia de las Ciencias:

- Prof. Werner Arber • Suiza, Universidad de Basilea. *Microbiología, Evolución.*
- Prof. Nicola Cabibbo • Roma, Presidente de la Pontificia Academia de las Ciencias. *Física.*
- S.Em. Georges Cardinal Cottier • Ciudad del Vaticano. *Teología.*
- Prof. Ingo Potrykus • Suiza, Emérito, Instituto Federal Suizo de Tecnología. *Biología vegetal, Biotecnología agrícola.*
- Prof. Peter H. Raven • EE.UU., Presidente del Jardín Botánico de Missouri. *Botánica, Ecología.*
- S.E. Mons. Marcelo Sánchez Sorondo • Vaticano, Canciller de la Pontificia Academia de las Ciencias. *Filosofía.*
- Prof. Rafael Vicuña • Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. *Microbiología, Genética Molecular.*

#### Expertos externos:

- Prof. Niklaus Ammann • Suiza, Universidad de Sabanci, Estambul, Turquía. *Botánica, Ecología.*
- Prof. Kym Anderson • Australia, Universidad de Adelaide, CEPR y Banco Mundial. *Economía del Desarrollo Agrícola, Economía Internacional.*
- Andrew Apel • EE.UU., Editor en jefe de GMObelus. *Filosofía, Derecho.*
- Prof. Roger Beachy • EE.UU., Centro de Ciencias Vegetales Donald Danforth. *Fitopatología, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Peter Beyer • Alemania, Universidad Albert-Ludwig, Freiburg. *Bioquímica, Vías Metabólicas.*

- Prof. Joachim von Braun • EE.UU., Director General, Instituto Internacional de Investigación en Política Alimentaria. *Economía de la Agricultura y el Desarrollo.*
- Dr. Moisés Burachik • Argentina, Coordinador General de la Dirección de Biotecnología. *Biotecnología Agrícola, Bioseguridad.*
- Prof. Bruce Chassy • EE.UU., Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. *Bioquímica, Seguridad Alimentaria.*
- Prof. Nina Fedoroff • EE.UU., Universidad Estatal de Pensilvania. *Biología Molecular, Biotecnología.*
- Prof. Dick Flavell • EE.UU., CERES, Inc. *Biotecnología Agrícola, Genética.*
- Prof. Jonathan Gressel • Israel, Instituto Weizmann de Ciencias. *Protección Vegetal, Bioseguridad.*
- Prof. Ronald J. Herring • EE.UU., Universidad de Cornell. *Economía Política.*
- Prof. Drew Kershen • EE.UU., Universidad de Oklahoma. *Legislación Agrícola, Legislación Biotecnológica.*
- Prof. Anatole Krattiger • EE.UU., Universidad de Cornell y Universidad Estatal de Arizona. *Gestión de la Propiedad Intelectual.*
- Prof. Christopher Leaver • Reino Unido, Universidad de Oxford. *Ciencias Vegetales, Fitobiología Molecular.*
- Prof. Stephen P. Long • EE.UU., Instituto de Ciencias de la Energía. *Biología Vegetal, Ciencia de los Cultivos, Ecología.*
- Prof. Cathie Martin • Reino Unido, John Innes Centre, Norwich. *Ciencias Vegetales. Regulación Celular.*
- Prof. Marshall Martin • EE.UU., Universidad de Purdue. *Economía Agrícola, Evaluación de Tecnologías.*
- Prof. Henry Miller • EE.UU., Institución Hoover, Universidad de Stanford. *Bioseguridad, Regulación.*
- Prof. Marc Baron van Montagu • Bélgica, Presidente, Federación Europea de Biotecnología. *Microbiología, Biotecnología Agrícola.*
- Dr. Piero Morandini • Italia, Universidad de Milán. *Biología Molecular, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Martina Newell-McGloughlin • EE.UU., Universidad de California, Davis. *Biotecnología Agrícola.*
- S.E. Mons. George Nkuo • Camerún, Obispo de Kumbo. *Teología.*
- Prof. Rob Paarlberg • EE.UU., Wellesley College. *Ciencias Políticas.*
- Prof. Wayne Parrott • EE.UU., Universidad de Georgia. *Agronomía, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. C.S. Prakash • EE.UU., Universidad de Tuskegee. *Genética, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Martin Qaim • Alemania, Universidad Georg-August de Göttingen. *Economía Agrícola, Economía del Desarrollo.*

Dr. Raghavendra Rao • India, Departamento de Biotecnología, Ministerio de Ciencia y Tecnología. *Agricultura, Fitopatología.*

Prof. Konstantin Skryabin • Rusia, Centro de Bioingeniería de la Academia Rusa de Ciencias. *Biología Molecular, Biotecnología Agrícola.*

Prof. M.S. Swaminathan • India, Presidente, Fundación de Investigación M.S. Swaminathan. *Agricultura, Desarrollo Sustentable.*

Prof. Chiara Tonelli • Italia, Universidad de Milán. *Genética, Regulación Celular.*

Prof. Albert Weale • Reino Unido, Consejo Nuffield sobre Bioética y Universidad de Essex. *Ciencias Sociales y Políticas.*

Prof. Robert Ziegler • Filipinas, Director General, Instituto Internacional de Investigación en Arroz. *Agromonía, Fitopatología.*



