



## El Maíz y la biotecnología. La situación en Argentina

El maíz es uno de los cereales más cultivados en el mundo. Ocupa la tercera posición a nivel mundial, luego del arroz y del trigo. Según los datos proporcionados por la FAO -Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- en 2004 se sembraron en el mundo unas 145 millones de hectáreas de este cereal, y la producción alcanzó las 700 millones de toneladas. La Argentina se ubica en un lugar destacado en la producción de maíz, luego de Estados Unidos, China, Unión Europea, Brasil y México.

Principales países productores de maíz

Países Productores	Producción (mill.tn)	%Total Mundial
EEUU	299,91	42
CHINA	126	18
UE	52,48	7,49
BRASIL	43	6,14
MEXICO	21	3,41
ARGENTINA	19	2,70
Ex Unión Soviética	11,54	1,87
Resto del Mundo	130,57	18,68

Fuente: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/granos/maiz.php>

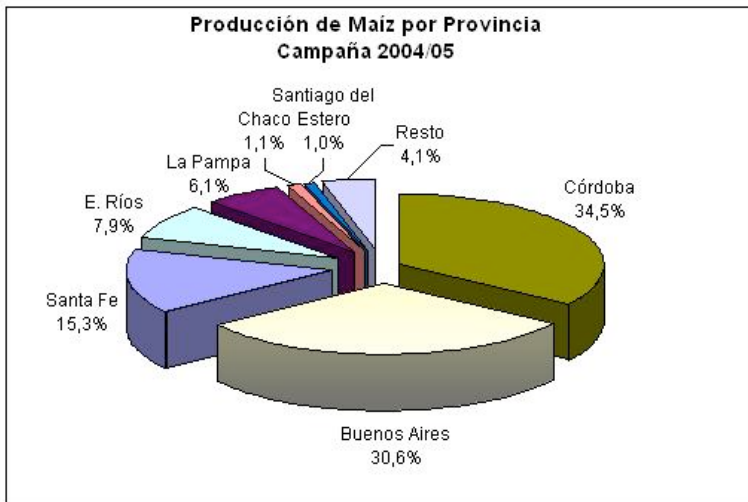
En la campaña 2004-2005 se sembraron en la Argentina 2,5 millones de hectáreas, de las cuales el 90% correspondieron a las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos.

Fuente:

<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/estimaciones/maiz/maiz.php>

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



La superficie global del maíz continúa creciendo, y se estima que para el año 2020 la demanda mundial será mayor que la de trigo y arroz. El maíz tiene múltiples aplicaciones, no solo como alimento humano. Las industrias vinculadas a la cadena del maíz se han ido desarrollando en forma progresiva, transformando un grano cuyo destino era la alimentación humana en una materia prima esencial para el desarrollo de múltiples procesos industriales (ver Cuadernos N° 44 y 77). En este contexto, la productividad del maíz deberá incrementarse en forma significativa, y para ello se hace necesaria la adopción de variedades mejoradas, nuevas estrategias de manejo y nuevas tecnologías. La biotecnología moderna permite optimizar la producción sin la necesidad de aumentar el área sembrada.

### Origen y distribución del maíz

El maíz es originario de Centroamérica y existen varios centros de diversidad a lo largo de la cordillera de los Andes (ver Cuaderno N° 81). Su nombre científico es *Zea mays*, y pertenece a la familia de las gramíneas. Existe una amplia diversidad genética en toda la región que ha sido centro de origen del maíz. En México, existen más de 40 especies de maíz, y unas 250 en el resto de América. Se propaga por semillas producidas mayormente por fecundación cruzada, y depende del movimiento del polen por el viento.

El mejoramiento del maíz comenzó hace más de 8000 años, a través de selección y domesticación realizada por los indígenas americanos (ver Cuaderno N° 27). Este proceso facilitó en el maíz la ganancia de varias cualidades nutricionales, pero involucró la pérdida de su capacidad de sobrevivir en forma silvestre, es decir que el maíz se hizo dependiente del hombre. Por el contrario, su ancestro no domesticado, el *Teosinte*, aún se encuentra como gramínea salvaje en México y Guatemala.

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



A fines del siglo XV el maíz fue introducido en Europa, y finalmente, debido a su gran productividad y adaptabilidad, se extendió rápidamente a lo largo de todo el planeta. En la Argentina hay una gran diversidad genética de maíz, siendo las zonas del Noroeste y Noreste las más ricas. Se han descripto más de 40 tipos de maíces autóctonos. Estas variedades se cultivan en zonas de agricultura de subsistencia y minifundios del NOA, NEA y comunidades indígenas andinas y patagónicas, que basan su alimentación en un reducido número de cultivos que poseen gran variabilidad, como el maíz. Este reservorio de variabilidad mantiene un valor estratégico para los programas de mejoramiento actuales y futuros. Sin embargo, comercialmente sólo se utilizan algunos tipos de maíz que se clasifican generalmente según la dureza del grano en:

<b>Tipos duros o Flint</b>	La especie representativa es <i>Cristalino Colorado</i> . Tradicionalmente se utilizaba para la obtención de polenta, pero ahora se lo emplea para fabricar cereales para desayuno o como alimento para animales.
<b>Tipos dentados</b>	Entre los maíces nativos se destaca el <i>Dentado Amarillo</i> y son característicos los híbridos del "Corn Belt" norteamericano. Estos tipos de maíces son muy utilizados para la obtención de alcohol, almidones y fructosa, entre otros ingredientes empleados en la industria alimentaria.
<b>Tipos reventadores (Pisingallo o Popcorn)</b>	Corresponden a los maíces cuyo endosperma es vítreo, muy duro. En contacto con el calor, su endosperma se expande formando la "palomita" de maíz (pochoclo).
<b>Tipos harinosos</b>	Corresponden a un grupo numeroso de tipos de maíz que se localizan tanto en la zona de altura del NOA (cuyos tipos característicos son los <i>Capias</i> ) como en las zonas bajas del NOA y NEA (donde se destaca el tipo Abatí Morotí). El endosperma de estos maíces es casi enteramente harinoso. Son muy utilizados para su consumo fresco (choclo) y en la elaboración de diversas comidas tradicionales basadas en harina de maíz.

### Mercado y usos del maíz

El valor del maíz ha evolucionado positivamente a lo largo de su historia. Las industrias vinculadas se han ido desarrollando en forma progresiva, transformando un grano cuyo único destino era la alimentación humana en una materia prima esencial para el desarrollo de múltiples procesos industriales. Este fenómeno ha

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



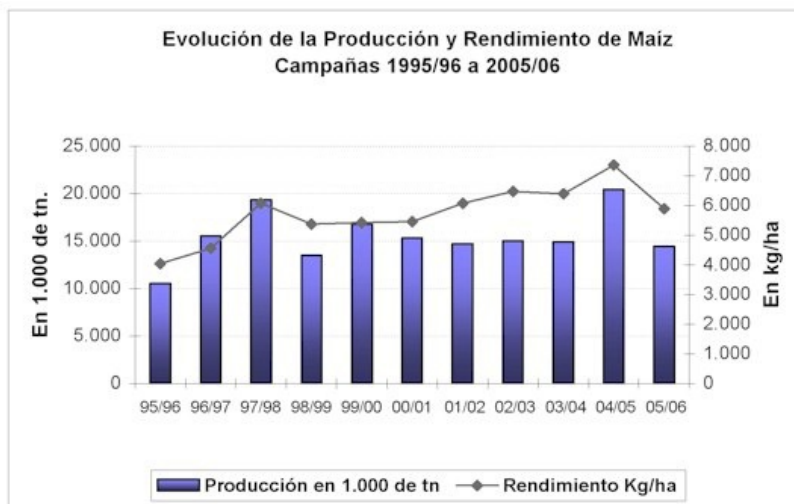
ocurrido tanto en los países productores como importadores, y tiene suma relevancia por su capacidad de generación de empleo e inversión en distintos sectores, dando origen a desarrollos regionales e innumerables oportunidades de crecimiento y progreso.

Una vez cosechado y acondicionado, el grano de maíz puede seguir diferentes caminos. La mayor parte de la producción de maíz se destina a la alimentación animal (ver cuaderno N° 94 y 95). El resto se procesa para la obtención de numerosos productos que se aplican en industrias tan diversas como la alimenticia, farmacéuticas, de plásticos y textiles, del papel y corrugados, y de belleza (ver cuaderno 44). Cada día se descubren nuevos usos industriales para el maíz. En los países desarrollados se están elaborando plásticos biodegradables a partir de almidón de maíz, a partir de los cuales se están desarrollando telas de secado rápido para deportistas, computadoras, teléfonos celulares, frazadas, alfombras y envases de alimentos, entre otros. Algunos estudios indican que ya hay más de 4.000 usos diferentes para los productos que se extraen del maíz.

La Argentina es el segundo exportador mundial de maíz. Hasta hace pocos años, exportaba un 80% del maíz producido y sólo transformaba internamente el 20%. Hoy, la cadena del maíz argentino experimenta un proceso de cambio, que involucra un sostenido y acelerado crecimiento del consumo interno, especialmente por parte de las industrias que lo utilizan como materia prima para la transformación de proteína (avicultura, ganadería, lechería y cerdos), y las industrias de molienda seca y húmeda buscan decididamente un mayor nivel de eficiencia y de calidad en sus productos. Según datos de 2005, la demanda interna para la industria de alimentación animal representó un total de entre 10 y 13 millones de toneladas de maíz.

### **El cultivo de maíz en la Argentina**

La producción argentina de maíz ha experimentado un constante crecimiento pasando de 8 millones de toneladas anuales en la década del '90, a 14, 5 millones de toneladas en la campaña 2005-2006. Como puede observarse en el gráfico se registró una disminución del 29% con respecto a la cosecha de la campaña 2004-2005 donde se obtuvieron 20,5 millones de toneladas.

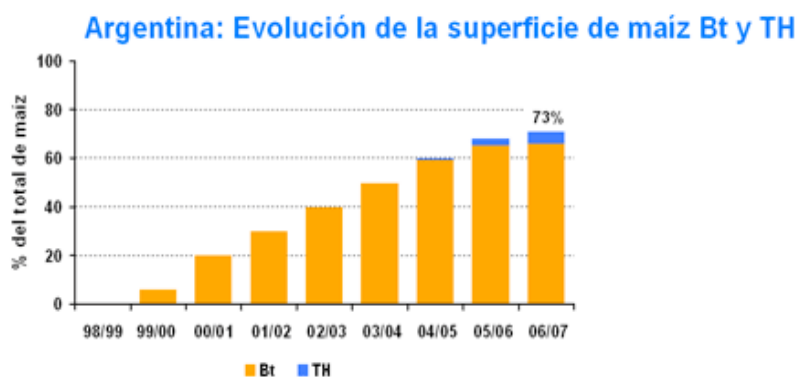


Fuente:

<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/estimaciones/maiz/cmaiz.php>

Esta importante disminución fue consecuencia, en primer lugar, de la reducción en el rendimiento promedio (20%) como resultado de la falta de lluvias, y en segundo término, de una menor área sembrada (6%) y cosechada (12%). La mayor caída en la superficie se registró en los partidos del sur de la provincia de Buenos Aires, el oeste de Córdoba, Entre Ríos, el norte de La Pampa y el sur de Santa Fe.

En el 2006, de los 102 millones de hectáreas sembradas con cultivos transgénicos en el mundo, el 25% correspondió a maíz. En Argentina, en la campaña 2006/2007, prácticamente el 73% del total de maíz cultivado fue transgénico. De ese 73%, corresponden 7% al maíz tolerante al herbicida glifosato (TH), mientras que el resto (66%) correspondió a híbridos Bt (ver gráfico).



Fuente: [http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/11\\_d2007.php](http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/11_d2007.php)

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



### **El mejoramiento del maíz**

El mejoramiento genético de maíz más simple ha sido el realizado durante siglos por los agricultores a través de selección, al elegir por sus características externas las espigas o granos que reservarían para la siembra del año siguiente (ver Cuaderno N° 5). A través de los siglos de mejoramiento, se ha incrementado el número de granos, de 60 a 500 por mazorca, y se pasó de 2,5 cm a 30 cm de longitud.

Inicialmente los cruzamientos sexuales se realizaban entre individuos heterogéneos (ver Cuaderno N° 4, 20, 40, 41). Con los avances en el conocimiento de la genética, fue posible desarrollar líneas puras (genéticamente uniformes) con características particulares. A partir de cuyos cruzamientos, los fitomejoradores obtuvieron semillas híbridas con cualidades superiores (ver Cuaderno N° 27). En la actualidad se continúan desarrollando nuevos híbridos con mayor rendimiento y mejores características agronómicas, capaces de resistir enfermedades y plagas. Los avances de la biología molecular y de las técnicas de ingeniería genética amplían el rango de aplicación de la biotecnología en la agricultura y ofrecen nuevas tecnologías para la producción y diversificación de uso del maíz.

### **Alcances del mejoramiento del maíz en Argentina**

El mejoramiento genético del maíz llevó a que sea el cultivo con mayor aumento de rendimiento en los últimos 30 años. Por otra parte, la oferta y variedad de los insumos utilizados en su producción, tales como agroquímicos, fertilizantes, maquinaria, etc., provocaron profundos cambios para que tenga cada vez mayores rendimientos.

La década del '70 se destaca por la masificación del uso de híbridos de maíz adaptados a diferentes condiciones ecológicas en las zonas típicamente maiceras de la pradera pampeana, con el consiguiente desplazamiento de las variedades a zonas consideradas marginales para su cultivo. En los '80, se sucede el proceso de "agriculturización", con la expansión de las superficies cultivadas y reducción de la producción vacuna. Continúa el proceso de sustitución de variedades por híbridos y se logran grandes avances en el manejo poscosecha del grano e incremento de la capacidad de almacenamiento en chacra.

Finalmente en los años '90 se denota el despegue definitivo del maíz en la Argentina. No sólo se logran importantes incrementos en la cantidad de grano producido, sino que además son destacables los avances en materia de calidad. Entre las principales causas de este mejoramiento en la calidad del maíz se pueden citar:

---

**El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.**



- el aumento de la superficie dedicada a su cultivo,
- la disponibilidad en el mercado de nuevos híbridos de mayor potencial de rendimiento y mejor resistencia a enfermedades y plagas,
- el incremento en el área fertilizada,
- la creciente utilización del sistema de siembra directa,
- la incorporación de la práctica de riego complementario,
- la incorporación de máquinas recolectoras de última generación
- a partir de la campaña agrícola 1999/2000, el uso de materiales vegetales transgénicos.

La gran diversidad genética en maíces autóctonos fue objeto de numerosas investigaciones encaminadas a describirlos, establecer su origen, conservarlos y determinar su potencial de utilización en el mejoramiento de la especie. Con el apoyo de organismos internacionales, en 1969 se creó el Banco de Germoplasma de Maíz del INTA Pergamino, que se constituyó en uno de los primeros bancos de recursos genéticos de Sudamérica (ver Cuaderno N° 89).

El programa de mejoramiento de maíz del INTA posee un componente dedicado específicamente a la calidad del grano, que contempla el desarrollo de especialidades en función de las características del almidón y del aceite. En ese contexto se han desarrollado líneas e híbridos de tipo waxy, es decir que poseen almidón compuesto estructuralmente por la fracción ramificada (amilopectina) y sólo trazas del componente lineal (amilosa). También se están generando líneas de alta amilosa (50%-70% de amilosa en el almidón; ver cuaderno 94 y 95)

#### Los maíces especiales

Gracias al trabajo de investigación de las instituciones públicas y privadas de la Argentina, surgieron los maíces diferenciados o especiales que se conocen hoy. Los maíces especiales que actualmente adquieren mayor importancia en la Argentina son:

- Maíz colorado (Flint): los tradicionales maíces colorados argentinos fueron cruzados con germoplasma dentado americano a partir de fines de los '80, mejorándose el rendimiento potencial del cultivo, y constituyendo la base de la mayor parte de los híbridos actuales. De los maíces Flint se exportan a la UE alrededor de 400.000 toneladas anuales, y la Argentina es el único productor a nivel mundial.
- Maíz Pisingallo: El maíz pisingallo o pop-corn es otra especialidad que tuvo un desarrollo acelerado durante la última década, ubicando a la Argentina como el primer exportador mundial, con unas 120.000 toneladas anuales. Se introdujeron híbridos americanos de alto potencial y se realizó mejoramiento para incrementar el rendimiento del cultivo.

---

**El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.**





- Maíces de Alto Valor (MAV): es una nueva especialidad que viene produciéndose desde hace unos seis años en la Argentina. Una asociación varietal que produce un grano con mayor valor nutritivo determinado por una mayor concentración de aceite (duplica el valor del maíz común) y un incremento del 20% en la concentración de proteína, incrementando así el contenido de aminoácidos esenciales. Estas características en su composición le dan un valor agregado para la industria avícola y porcina. Actualmente, la Argentina es el primer exportador mundial de maíces MAV con 500.000 toneladas anuales.

### **La biotecnología aplicada al mejoramiento de maíz**

La generación o incorporación de nuevos caracteres por técnicas de biotecnología tradicional se realiza fundamentalmente mediante cruzamientos, y menos frecuentemente mediante mutagénesis (inducción de cambios en el genoma por exposición a agentes químicos o físicos, como por ejemplo radiaciones). Sin embargo, las posibilidades de cruzamiento sexual son limitadas, y están confinadas a la propia especie y a ciertas especies relacionadas utilizando técnicas adecuadas.

La transformación genética mediante técnicas de ingeniería genética (biotecnología moderna) permite sobreponerse a las barreras a los cruzamientos sexuales e incorporar genes de otros organismos (animal, vegetal, microorganismo) a cualquier especie que sea objeto de mejoramiento.

La incorporación de la biotecnología moderna en los programas de mejoramiento de maíz en la Argentina ha permitido la liberación al mercado de híbridos transgénicos. Hoy se dispone a nivel comercial de cultivares genéticamente modificados que poseen resistencia a los insectos *Diatraea saccharalis* y *Spodoptera frugiperda*, conferida por el gen Bt, y otros con resistencia a herbicidas (glifosato, glufosinato de amonio).

### **El futuro del mejoramiento del maíz por biotecnología.**

Actualmente se están ensayando en la Argentina otros eventos de maíz genéticamente modificado, que resisten el ataque de insectos o bien a maíces donde la característica de resistencia a insectos y la tolerancia a glifosato se expresan en la misma planta. Un desarrollo interesante del INTA de Castelar, que aún no ha sido autorizado y se encuentra en fase de experimentación es el maíz transgénico resistente a una enfermedad endémica de Argentina, el Mal de Río Cuarto, causada por el virus MRCV (Mal de Río Cuarto virus). El INTA Castelar también está trabajando en otros proyectos de desarrollo entre los que cabe mencionar un maíz transgénico como vacuna comestible que permita prevenir la enfermedad de Newcastle en aves de corral, y la generación de maíces tolerantes a bajas temperaturas. Este último objetivo, junto con la obtención de maíces

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.





tolerantes a sequía y a alta salinidad, constituyen los mayores desafíos para el mejoramiento de las características agronómicas del maíz, no sólo en la Argentina sino también a nivel mundial. Estas mejoras permitirían sembrar maíz más allá de las áreas tradicionales, ampliaría el período de siembra y reduciría el consumo de agua para riego.

Con respecto al mejoramiento nutricional del maíz por ingeniería genética, están ensayándose a campo, incluso en Argentina, maíces con alto contenido del aminoácido esencial lisina. Este maíz fortificado por ingeniería genética fue diseñado para aumentar el valor nutricional del grano destinado a la alimentación animal, ya que el maíz es deficiente en lisina y generalmente debe suplementarse con este aminoácido obtenido de otras fuentes. Otros desarrollos, también dirigidos a la alimentación animal, incluyen maíces más digeribles, con mayor cantidad de proteína, con mayor contenido de aceite y cuyos aceites contienen más vitamina E.

### CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

A través del ejemplo del maíz, y su evolución a través del tiempo, este Cuaderno permite introducir conceptos básicos para comparar las técnicas tradicionales y las técnicas que emplea la biotecnología moderna para el mejoramiento vegetal. En este sentido es importante dejar en claro que la biotecnología moderna no reemplaza sino que complementa las técnicas que emplea la agricultura tradicional. Vinculado con este punto, es importante que los alumnos puedan comprender el hecho de que los alimentos que son producto de la actividad agrícola no son "naturales" ya que implican la intervención humana que se inició con el comienzo mismo de la agricultura hace 10 mil años, independientemente de la técnica empleada hoy para su obtención (convencional, orgánica, ingeniería genética). La explicación de las múltiples aplicaciones que tienen los derivados de OGMs en productos de uso cotidiano, ofrece la oportunidad de replantear y reflexionar acerca de qué se considera un producto transgénico, su injerencia en la vida personal, y sus implicancias en la vida social y productiva del país. Es importante que puedan conocer los alcances de la biotecnología en la Argentina sus aplicaciones y los cambios que promovió en la actividad agroindustrial en la última década. Se sugiere, para trabajar este aspecto, analizar con los alumnos las Láminas realizadas por otros alumnos y que resultaron ganadoras en el Concurso lanzado en 2006 por el Programa Educativo Por qué Biotecnología. Las láminas ganadoras fueron incorporadas al sitio y se pueden ver en: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/laminas/laminas.asp>.

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



También resulta interesante el trabajo con representaciones gráficas. Las representaciones gráficas, ya sea tablas, esquemas, cuadros, gráficos, etc., pueden resultar una herramienta útil para la comprensión de ideas y conceptos ya que permiten comprimir información, localizar ideas claves y establecer relaciones entre ellas. Es recomendable dedicarle un tiempo al análisis de esquemas para favorecer su interpretación y, en consecuencia, la comprensión de los conceptos que se pretende transmitir a través de su utilización. Se sugiere explicitar los códigos y simbolismos que se emplean, construir equivalencias con otros lenguajes (traducir los textos en esquemas y los esquemas en textos), y favorecer la argumentación por parte de los alumnos de las razones por las cuales se usa una forma gráfica y no la otra. Asimismo, es importante poner énfasis en diferenciar la información que se "lee" en el gráfico y lo que es posible "interpretar" a partir de esa información. La interpretación de un gráfico implica examinar los datos representados en función de la información previa con la que cuentan, y sacar conclusiones acerca de la situación o el proceso particular que se analiza. Se sugiere revisar las actividades del cuaderno N° 43 donde se ofrecen actividades aplicadas a la interpretación de gráficos que pueden aplicarse del mismo modo a las representaciones gráficas de este Cuaderno.

## CONCEPTOS RELACIONADOS

Biotecnología tradicional y biotecnología moderna. Mejoramiento de plantas. Cruzamientos sexuales. Selección. Mutaciones. Maíz, historia, tipos, características y aplicaciones. Distribución geográfica. Actividad agrícola en la Argentina. Plantas transgénicas, desarrollos.

## ACTIVIDADES

### Actividad 1. Repaso de conceptos

Esta actividad tiene por objetivo repasar algunos de los principales conceptos trabajados en el texto del Cuaderno. Se propone indicar en cada caso si se trata de una afirmación FALSA o VERDADERA, y justificar las que consideren falsas.

### Afirmaciones:

- El maíz es un cereal originario de Mesoamérica.
- Argentina es el segundo país exportador de maíz.
- En la campaña 2004/2005 la provincia de Córdoba fue la principal productora de maíz, con una producción de 850 mil hectáreas aproximadamente.
- En Argentina se cultiva maíz transgénico resistente a virus.
- El tipo de maíz Flint es usado para elaborar pochoclo.

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



- f. Cerca del 73% del total de maíz cultivado en Argentina es transgénico.
- g. El maíz transgénico resistente a insectos fue cultivado por primera vez en Argentina en la campaña 1996-1997.
- h. La transformación del maíz silvestre en una especie dependiente del hombre comenzó hace más de 8 mil años.
- i. El maíz solo se aplica con fines de alimentación.

Respuestas:

- a. VERDADERO
- b. VERDADERO
- c. VERDADERO. Corresponde al 34,5% del total del país (2,5 millones de hectáreas).
- d. FALSO: En Argentina se cultiva maíz transgénico resistente a insectos, tolerante a herbicidas y resistente a insectos/tolerante a herbicidas
- e. FALSO: El maíz Pisingallo es usado para elaborar pochoclo.
- f. VERDADERO
- g. FALSO. Se cultivo por primera vez en la campaña 1999-2000
- h. VERDADERO.
- i. FALSO. El maíz se procesa para la obtención de numerosos productos que se aplican en otras industrias: farmacéutica, plásticos, textiles, de papel y corrugados, de belleza, plásticos biodegradables, entre otros.

Actividad 2. Representaciones gráficas

El objetivo de esta actividad es interpretar la información que aporta la tabla, y analizar cuál sería la forma más adecuada de representarlo gráficamente (a través de un gráfico de curvas, de un histograma, de una torta, etc.).

La idea que se propone es analizar con los alumnos qué es lo que deben representar:

1. un cambio de un parámetro a lo largo del tiempo.
2. se debe tener en cuenta que la información en la tabla se presenta en rangos de años.
3. tener en cuenta que los datos están expresados en miles de hectáreas, pero quizás requieran de escalas diferentes según el tipo de cultivo o la cantidad expresada.

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



Estos datos ayudarían a determinar que la mejor forma de representar estos datos sería en forma de histograma, y también se podría trazar en el mismo histograma un gráfico de línea que muestre la continuidad en la variación.

### Argentina: Evolución de la superficie cultivada con OGM (en miles de hectáreas)

Cultivo	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07
Soja TH	370	1.756	4.800	6.640	9.000	10.925	12.446	13.230	14.058	15.200	15.840
Maíz Bt	-	-	13	192	580	840	1.120	1.600	2.008	1.625	2.046
Maíz TH	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5	70	217
Algodón Bt	-	-	5	12	25	10	20	58	55	22,5	88
Algodón TH	-	-	-	-	-	-	0,6	7	105	165	232
Total	370	1.756	4.818	6.844	9.605	11.775	13.586	14.854	16.241	17.082	18.423

Fuente: ArgenBio, 2007

Fuente: [http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/11\\_f2007.php](http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/11_f2007.php)

### Actividad 3. Lectura y análisis de material de divulgación científica

Esta actividad contiene una serie de preguntas que pueden responderse mediante la lectura del material *Serie de Informes Especiales de ILSI Argentina, Volumen II: Maíz y Nutrición* que se puede leer en la dirección [http://www.ilsa.org.ar/biblioteca/Maiz\\_y\\_Nutricion.pdf](http://www.ilsa.org.ar/biblioteca/Maiz_y_Nutricion.pdf).

Este material publicado en 2006 aporta una cantidad extensa de información útil y actualizada acerca del maíz en Argentina. Se recomienda su lectura para docentes, alumnos avanzados, o especializados en materias y carreras afines (agronomía, por ejemplo).

Las preguntas de la guía podrán adaptarse o cambiarse según las necesidades de los alumnos que encaren esta actividad, según su nivel e intereses.

- a- ¿Qué estructura representa el choclo en la planta de maíz?
- b- ¿Cómo se compone un grano de maíz tradicional en cuanto a almidón, proteínas y aceite?

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



- c- ¿Qué estructura del grano de maíz contiene almidón, proteína de buena y baja calidad, aceite y/o fibra?
- d- ¿Qué formas de consumo del maíz conoce?
- e- ¿Qué caracteriza al choclo que se consume directamente fresco?
- f- ¿Qué es el pochoclo y cómo se obtiene?

Respuestas:

- a) El fruto.
- b) Contiene un 70-75% de almidón, 8-10% de proteína y 4-5% de aceite.
- c) El germen (embrión) contiene aceite y proteína de alta calidad, el endosperma contiene almidón y proteína de baja calidad y el pericarpio (tejidos de la cobertura exterior) un 100% de fibras. Dibujar el grano de maíz e indicar sus estructuras.
- d) Las formas de consumo pueden agruparse en: grano entero (como hortaliza, cereal=pochoclo), o subproductos de la industrialización (sémolas, harinas, dextrinas, jarabes de glucosa, fructosa, almidones, caramelos líquidos, etc.)
- e) Es el maíz del tipo dulce comercializado previo a su maduración completa ya sea fresco o luego de ser sometido a procesos de congelación o esterilización.
- f) El pochoclo, también llamado *pororo*, palomitas o *popcorn*, es elaborado con el grano maduro de maíz pisingallo. La característica de explosión al ser sometido al calor y alcanzar determinada temperatura se produce cuando la pequeña cantidad de agua interna del grano (14%) se vaporiza bruscamente y el gránulo de almidón de esta variedad, altamente cristalino y compacto, se expande en forma brusca dando el aspecto espumoso blanco característico.

Actividad 4. Maíz y cocina. Para los más pequeños.

Pochoclo saltarín. ¿Cómo prepararlo?

1. Se necesitan 100g de maíz pisingallo (una taza), sal o azúcar a gusto, 1 cucharada de manteca, 2 cucharadas de aceite vegetal.
2. Se calienta el aceite en una olla con tapa. Cuando ya esté caliente (que no salga humo!) se agrega el maíz y se lo desparrama por el fondo de la olla con una cuchara de madera. La olla debe ser grande porque el maíz aumenta una 4 o 5 veces su tamaño.
3. Tapar la olla y poner a fuego mediano. Mover la olla tapada sin parar hasta que empiece a saltar el pochoclo.
4. Esperar a que terminen las explosiones.
5. Cuando los granos de maíz dejan de saltar, ya está listo el pochoclo.
6. Destapar la olla.
7. Agregar sal o azúcar, de acuerdo al gusto de cada comensal y listo para disfrutar...

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



### Actividad 5. Novedades en Biotecnología

La siguiente actividad tiene como objetivo analizar una novedad publicada recientemente acerca de nuevos desarrollos en biotecnología moderna. Se sugieren algunas preguntas guía para analizar la nota.

Esta actividad resulta útil para:

- aproximar a los alumnos a la tarea de los científicos,
- analizar el lenguaje que se emplea en una nota de divulgación científica
- conocer nuevas variedades y beneficios que busca la biotecnología moderna para el agricultor y el consumidor.

### **Portugal triplica su área de maíz transgénico**

Publicado el 16/08/2007 [http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result\\_indiv.asp?id=3619](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result_indiv.asp?id=3619)

Durante la campaña de 2007 se sembraron en Portugal 4.129 hectáreas de maíz genéticamente modificado, el triple de lo que se sembró el año pasado. Así lo indican los datos divulgados por la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. Según la legislación europea, es posible producir comercialmente sólo las variedades GM de maíz del evento MON 810, autorizado en la Unión Europea desde 1998. El evento MON 810 consiste en la inclusión en el genoma del maíz de un gen de una bacteria del suelo, *Bacillus thuringiensis* (Bt), que genera la producción de una toxina que actúa específicamente contra el taladro del maíz (larvas de los lepidópteros *Sesamia nonagrioides* y *Ostrinia nubilalis*), no siendo tóxica para el ganado ni para las personas. Las variedades de MON 810 son especialmente importantes para los agricultores localizados en las zonas con una alta incidencia de esta plaga, ya que las larvas se instalan en el interior de los tallos, donde no son alcanzadas por los insecticidas comunes. Después de la experiencia adquirida por los agricultores, procesadores de alimentos y organismos de control, se espera con expectativa la aprobación de eventos de maíz resistentes a herbicidas. En Francia se cuadruplicó el área sembrada con maíz GM, de 5.420 ha en 2006 a 21.200 ha en 2007, y en España pasó de 53.667 ha en 2006 a unas 65.000 ha en 2007. Estos aumentos reflejan la satisfacción del productor que ve en la tecnología ventajas ambientales, aumento de productividad, y reducción de micotoxinas en granos, lo que significa un incremento en la seguridad alimentaria.

### Preguntas para el análisis de la nota:

- a. ¿Cuál es la noticia que propone esta nota a partir de su título?
- b. ¿En qué consiste la modificación introducida al maíz?
- c. ¿Cuál es la ventaja de esta modificación frente al uso de insecticidas comunes?
- d. ¿Cuáles son las ventajas de este desarrollo?

### Respuestas:

- a. el hecho noticioso es que se triplica el área sembrada de maíz en Portugal, un país de la Unión Europea que sólo autoriza este tipo de modificación en el maíz desde 1998.
- b. consiste en la inclusión en el genoma del maíz de un gen de una

---

**El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.**





bacteria del suelo, *Bacillus thuringiensis* (Bt), que genera la producción de una toxina que actúa específicamente contra el taladro del maíz (larvas de insectos).

c. las larvas se instalan en el interior de los tallos, donde no son alcanzadas por los insecticidas comunes. Sin embargo, al tener el maíz ya incorporado el gen que produce el insecticida, los insectos se mueren al alimentarse de la planta.

d. se pueden eliminar las plagas que arruinan los cultivos, se evitan las toxinas de hongos (micotoxinas) que están dentro de los tallos y que son muy tóxicas, esto aporta seguridad a los alimentos en cuanto a la salud humana, además no son tóxicas para el ganado y evita el agregado de insecticidas.

## MATERIAL DE CONSULTA

- ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología): [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org). Asociación Semilleros Argentinos: [www.asa.org.ar](http://www.asa.org.ar)
- Biotecnología y mejoramiento vegetal, 2004. Eds. Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Luis Mroginski, Ediciones INTA, Buenos Aires.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)
- Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria - INTA: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- Serie de Informes Especiales de ILSI Argentina,. Volumen II: Maíz y Nutrición. [http://www.ilsa.org.ar/biblioteca/Maiz\\_y\\_Nutricion.pdf](http://www.ilsa.org.ar/biblioteca/Maiz_y_Nutricion.pdf)

---

El Cuaderno de Por Qué Biotecnología es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.