



Nutrición animal II. Mejoramiento de Plantas Forrajeras

Como se estudió en el Cuaderno N° 95, una de las fuentes de alimentación del ganado está constituido por los forrajes. De hecho, la nutrición y producción animal depende en gran medida de la disponibilidad de fuentes adecuadas de forraje. En los últimos años se han desarrollado numerosas técnicas biotecnológicas para el mejoramiento de gramíneas y leguminosas forrajeras y actualmente se dispone de metodologías eficientes para su transformación genética. El objetivo es generar nueva variabilidad, y utilizar de manera más eficiente la variabilidad genética ya existente acelerando los programas de mejoramiento genético para obtener nuevos cultivares (ver Cuaderno n° 5, 6, 17, 18, 28, 43, 44, 76, 77). Entre las características a mejorar se encuentra la calidad del forraje, la resistencia a plagas y enfermedades, la tolerancia a estreses abióticos, y la manipulación del crecimiento y desarrollo.

El mejoramiento de la calidad del forraje afecta parámetros como la digestibilidad de la materia seca, el contenido de proteínas, de carbohidratos solubles, los metabolitos secundarios, etc. La mayoría de estos rasgos están asociados con vías metabólicas o con la producción de proteínas específicas. La ingeniería genética permite identificar las proteínas involucradas y lograr su expresión en plantas transgénicas. De este modo se pueden obtener plantas forrajeras de mejor calidad, lo que influiría en la nutrición y productividad animal.

En los últimos años se ha realizado un considerable progreso en el establecimiento de las metodologías requeridas para el mejoramiento molecular de plantas forrajeras. Las especies modelo para las cuales se han encarado proyectos de genómica son *Lotus japonicus* y *Medicago truncatula*. Las primeras plantas forrajeras transgénicas han sido evaluadas a campo y eventos de transformación seleccionados se han utilizado para el desarrollo de cultivares (ver Cuaderno n° 19, 60).

Especies Forrajeras

Las especies forrajeras pueden ser gramíneas o leguminosas.

- **Gramíneas:** se encuentran especies de zonas templadas como agropiro alargado, agropiro criollo, cebadilla criolla, falaris, festuca, pasto miel, pasto ovilla, raigrás anual, raigrás perenne, avena, cebada, centeno, y trigo. En zonas megatérmicas se encuentran braquiaria, digitaria, mijo perenne, pasto buffel, pasto elefante, pasto llorón, maíz, mijo, moha y sorgo.
- **Leguminosas:** se encuentran las de zonas templadas como alfalfa, trébol blanco, trébol de Alejandría, trébol de cuernitos, trébol de cuernitos de hoja angosta, trébol de olor blanco, trébol de olor amarillo, trébol frutilla, trébol persa, trébol rojo, trébol subterráneo y vicia común. Entre las de zonas megatérmicas se

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.



encuentran *Cassia rotundifolia*, *Centrosema molle*, *Dolichos*, *Leucaena leucocephala* y *Vigna*, entre otras.

La digestión en rumiantes y los problemas en la nutrición

Los rumiantes se caracterizan porque rumian la comida, es decir, el alimento se traga sin masticar, sufre una pre-digestión en el estómago, vuelve a la boca como rumia o bolo alimenticio, y ya en la cavidad bucal se mastica y se traga. Los rumiantes son herbívoros cuyo principal alimento son las plantas que contienen carbohidratos fibrosos; sin embargo, estos animales no poseen enzimas que puedan digerirlos y son los microorganismos presentes en el rumen (bacterias, protozoarios y hongos), los que al fermentar el alimento permiten al rumiante (ver Cuaderno n° 87):

- Digerir polisacáridos complejos como la celulosa.
- Aprovechar además de proteínas, fuentes de nitrógeno no proteico, para su conversión en proteína microbiana.
- Sintetizar vitaminas hidrosolubles.

Los rumiantes poseen un sistema digestivo que se caracteriza por poseer varias divisiones (cuatro en el caso de los bovinos, ovinos y caprinos). Las cuatro cavidades en estos animales son (desde el esófago al duodeno):

1. El **rumen** o panza.
2. El **retículo** o reddecilla.
3. El **omaso** o libro.
4. El **abomaso**, cuajar o estómago verdadero.

Las primeras dos cavidades se encuentran unidas formando el **retículo-rumen**. Allí el alimento es fermentado por los microorganismos anaeróbicos que pueden utilizar la fibra (especialmente celulosa) para obtener energía. La fibra se degrada hasta su constituyente principal que es la glucosa. La mayor parte de la glucosa es utilizada por las bacterias que generan ácidos grasos volátiles, principalmente ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. Los microorganismos del rumen son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales para el hospedero. En estos procesos, los gases producidos, metano y anhídrido carbónico, son expulsados al eructar. El rumiante aprovecha los productos finales de la fermentación, particularmente los ácidos grasos volátiles y los nutrientes contenidos en las células de los microorganismos, al digerirse en el abomaso e intestino delgado.

Los disacáridos y los almidones que escapan a la fermentación ruminal pasan al intestino delgado donde son digeridos por enzimas pancreáticas e intestinales, en la misma forma que en los animales monogástricos.

Uno de los problemas nutricionales en rumiantes ocurre ya que los microorganismos del rumen, al realizar la fermentación, degradan las proteínas y en algunas circunstancias fabrican nuevas proteínas de menor valor nutritivo. Por



otro lado, dietas con mayor contenido en carbohidratos solubles favorecen la asimilación de proteínas en el rumen. Estos factores están siendo considerados en los programas de mejoramiento vegetal y se espera que muy pronto los productores ganaderos cuenten con nuevas variedades de forrajeras de mayor calidad nutritiva para rumiantes.

La importancia de las plantas forrajeras en Argentina

En la mayoría de los países productores de carne, los granos constituyen la base de la alimentación del ganado (44% de la producción agrícola mundial). En la Argentina la principal fuente de alimento la constituyen los pastizales nativos y las especies forrajeras cultivadas tanto anuales como perennes, que representan la principal ventaja económica de la producción pecuaria del país (ver Cuaderno n° 82). En la Argentina existen unos 550 cultivares de forrajeras inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares, de las cuales el 70% son de origen extranjero. En los últimos años, la expansión de la agricultura provocó una reducción de la superficie ganadera y un aumento de la carga, desplazando la actividad hacia ambientes restrictivos y de menor potencial productivo, necesitados de nuevas tecnologías en pasturas (ver Cuaderno n° 27, 43, 44, 77). Simultáneamente la búsqueda de una mayor rentabilidad y estabilidad económica por parte del sector ganadero de carne y de leche provocó una creciente demanda de insumos para incrementar la productividad, la calidad y la persistencia de las pasturas cultivadas. La implementación de programas de mejoramiento genético de especies forrajeras importantes (tanto por su difusión actual como potencial) aparece como una herramienta fundamental del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) para aportar al desarrollo de cultivares adaptados a las condiciones de manejo y utilización propias de los sistemas pastoriles del país.

Mejoramiento de Forrajeras por Biotecnología Moderna

1-Modificación en la composición de lignina

A medida que las plantas crecen, las paredes celulares se van lignificando. De acuerdo a la composición de la lignina y al grado de entrecruzamiento con los polisacáridos de la pared celular, la digestibilidad de los tejidos vegetales declina marcadamente a medida que las plantas crecen y maduran, reduciendo el valor nutritivo del forraje. Este es un factor negativo para la nutrición animal.

La lignificación es un proceso altamente coordinado y regulado por un conjunto de eventos metabólicos que dan lugar a la síntesis de *monolignoles* que son moléculas precursoras de la lignina. La regulación negativa de las enzimas involucradas en la biosíntesis de monolignoles es una de las estrategias exploradas para mejorar la digestibilidad de la lignina. Esto se ha logrado a través de plantas transgénicas que produzcan diferentes composiciones de lignina (ver Cuaderno n° 76). Pequeños



incrementos en la digestibilidad tienen un efecto significativo en la calidad del forraje y en consecuencia en la producción animal. Esta mejora es buscada principalmente en la industria lechera.

Las investigaciones realizadas utilizando plantas modelo como tabaco y álamo demostraron que la regulación de la expresión de las enzimas involucradas en la ruta de monolignoles conduce a una alteración en la composición de la lignina o a una disminución de su contenido con incrementos significativos en la digestibilidad de los tejidos vegetales sin alterar el desarrollo normal de la planta. Este tipo de estudios se está realizando en leguminosas como *Stylosanthes humilis* y *Medicago sativa* y gramíneas como *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea*.

2-Incremento del contenido de carbohidratos no estructurales

En las gramíneas, los hidratos de carbono solubles están almacenados principalmente bajo la forma de fructanos, que son moléculas de polifruktosa. Las concentraciones elevadas de carbohidratos solubles contrarrestan las disminuciones en digestibilidad ocasionadas por la lignificación, favoreciendo la asimilación del forraje y de proteínas en el rumen y, conduciendo a incrementos en el peso vivo.

Varios de los genes involucrados en la vía metabólica de los fructanos han sido aislados y caracterizados en la cebada, la cebolla y el alcaucil. La mejor calidad del forraje puede lograrse a través de la introducción y expresión de estos genes en plantas que no producen fructanos e inclusive en plantas que los producen, para generar nuevas variedades. La manipulación de la síntesis de fructanos en plantas transgénicas está siendo explorada en leguminosas como *Trifolium repens* y *Medicago sativa* y gramíneas como *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *L. multiflorum*.

3-Expresión transgénica de proteínas resistentes al rumen (rumen by-pass)

Dentro de los aminoácidos esenciales, la metionina y la cisteína son los aminoácidos azufrados más limitantes en la nutrición animal. Estos influyen en el crecimiento de la lana de las ovejas y su aporte es reducido en condiciones naturales de pastoreo. Para minimizar este efecto, se suelen usar suplementos postruminales de metionina y cisteína que resultan en incrementos del 16 al 130% en la tasa de crecimiento de la lana. Estos efectos positivos también se han observado en bovinos, donde han redundado en una mayor producción de leche y una mayor tasa de crecimiento en animales para carne. Por lo tanto la ingestión de forrajeras que contengan proteínas ricas en aminoácidos azufrados, relativamente estables en el rumen, incrementará el aporte de aminoácidos esenciales para la



nutrición de los rumiantes, conduciendo a una mayor producción animal, particularmente en lo que a lana se refiere.

Se han obtenido plantas forrajeras transgénicas (ver Cuaderno n° 6, 26) que expresan genes que codifican para diferentes proteínas ricas en aminoácidos azufrados, resistentes a la acción del rumen, como la ovoalbúmina de gallina y la albúmina de arveja y de semilla de girasol.

4-Forrajeras sin meteorismo

Los taninos condensados son compuestos que, de acuerdo a los niveles encontrados en las leguminosas forrajeras, pueden considerarse beneficiosos o perjudiciales. Cuando los niveles de taninos condensados superiores alcanzan 4-5% del peso seco de una planta actúan como factores antinutritivos y generan rechazo por parte del animal. En cantidades moderadas cercanas al 1-3% mejoran la calidad del forraje, ya que reducen el meteorismo («empaste») causado por las proteínas en el rumen, disminuyen la pérdida de proteínas debidas a desaminación microbiana y reducen la carga de parásitos en el animal.

El pastoreo directo de alfalfa y trébol blanco presenta el riesgo de causar meteorismo en los rumiantes que la consumen debido a la ausencia de taninos condensados en hojas y tallos. Sin embargo, la presencia de estos flavonoides en las semillas demuestra que esta especie contiene todos los genes necesarios para la síntesis de taninos condensados. La identificación y aislamiento de los genes involucrados en la biosíntesis de taninos en semillas de alfalfa permitirían manipular su expresión en hojas. Por el contrario en leguminosas el objetivo de estudio es disminuir los niveles de taninos para mejorar la calidad nutritiva de las mismas.

5-Manipulación de cambio de fase y floración

Con el comienzo del crecimiento de las cañas florales, la floración y la senescencia el valor nutritivo de algunas forrajeras perennes disminuye. La calidad del forraje podría mejorarse, por lo tanto, inhibiendo la producción de cañas florales, que son poco digeribles, o retardando la senescencia.

A través de la regulación de la expresión de genes involucrados en la iniciación del meristema floral se han informado modificaciones en el tiempo de floración en plantas transgénicas (ver Cuaderno n° 70). Un gen interesante para la manipulación del desarrollo reproductivo en forrajeras es el gen *indeterminate1 (ID1)* que desempeña un rol importante en el control de la iniciación floral y en el mantenimiento de un estado floral determinado en maíz.

Algunas noticias en mejoramiento de forrajeras

- Un equipo de investigadores del Centro de Investigaciones Agrobiotecnológicas de Beijing, desarrolló un tipo de pastura conocida como *Festuca alta*, tolerante a la



sal, que podría devolverle la productividad a millones de hectáreas en el mundo. La planta transgénica fue obtenida por introducción de un gen de la planta modelo *Arabidopsis thaliana* (ver Cuaderno n°50).

- En Melbourne, Australia, un grupo de investigadores del Centro de Plantas Biotecnológicas de la Universidad de Victoria, liderado por el uruguayo Germán Spangenberg, trabaja en un proyecto para obtener un raigras perenne transgénico mejorado por modificación de la biosíntesis de la lignina y el metabolismo del fructano.
- Especialistas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, junto con técnicos e investigadores de la Universidad Nacional del Litoral, del Conicet, y de INTA Castelar y Pergamino, y de la Universidad de Melbourne Australia, lograron significativos resultados en la recuperación y propagación de importantes especies nativas forrajeras. Los trabajos moleculares en forrajeras implicaron la obtención de la primera planta transgénica de pasto miel en el mundo; se desarrolló en condiciones de invernáculo y ahora se iniciaron pruebas a cielo abierto. El pasto miel no produce semilla porque un hongo lo ataca y destruye. Entonces, se le introdujo a la planta una proteína que degrada la pared del hongo. Las plantas tienen naturalmente una enzima que se llama quitinasa, que degrada las paredes de los hongos y la tienen para defenderse de ellos. Lo que se hizo fue agregarles más quitinasa para que se expresen en mayor cantidad y en forma permanente. Aunque, al final se pueden infectar igualmente, la ventana en que permanece sin infección es mucho más grande y permitiría la producción comercial de semilla. Este hecho se constituye en el único ejemplo en el mundo. También lograron nuevos cultivares forrajeros en agropiro y cebadilla. Por ejemplo, el cultivar "El Triunfo" (agropiro criollo) implicó haber rescatado una especie en riesgo de extinción, domesticarla y generar un cultivar que combina producción, calidad y resistencia a limitantes de anegamiento y salinidad. "El Triunfo", junto con "Quintun" (cebadilla), ya se encuentran disponibles en el mercado.
- El mismo grupo de investigadores de la FAUBA, UNL, INTA, y CONICET en colaboración con el Centro de Biotecnología de Australia, también está desarrollando el primer ensayo de plantas transgénicas de trébol blanco en condiciones de campo en el continente americano (el segundo en el mundo). Estas plantas retardan el envejecimiento, mantienen la calidad e incrementan la producción cualitativamente. Esta leguminosa es la más utilizada en mezclas; aporta calidad y fija el nitrógeno.
- Investigadores de la Universidad de Perdue, descubrieron un tramo clave en el proceso metabólico que lleva a la formación de las paredes de las células vegetales. En este proceso intervienen dos ácidos orgánicos (ferúlico y sinápico) que son productos finales de la vía de síntesis para la formación de las paredes celulares. Se descubrió la enzima que participa en la obtención de estos dos ácidos



a partir de otras dos moléculas. Si se disminuye la cantidad de estos ácidos se puede aumentar la digestibilidad del cultivo para el ganado a través de la modificación de las paredes de las células vegetales sin dañar la planta.

- Diferentes grupos de investigación en el mundo están trabajando en mejorar la producción de forrajeras a través de la introducción de genes que expresen resistencia a plagas y enfermedades y tolerancia a estreses abióticos como sequía y salinidad.

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Este Cuaderno es una continuación del Cuaderno 95, por lo cual se sugiere tomar en cuenta las consideraciones metodológicas de ambos Cuadernos.

Al trabajar particularmente este Cuaderno en el aula, uno de los aspectos que se puede trabajar, en relación con temas de ecología, es la relación que se establece entre los seres vivos en el ecosistema. Es importante destacar que al hablar de ecosistema no se hace referencia únicamente a los componentes (bióticos y abióticos), sino fundamentalmente a las relaciones que se establecen entre ellos y que no son visibles, pero que mantienen al ecosistema funcionando.

Ecológicamente el proceso ruminal representa una *simbiosis* entre los microorganismos y el animal. También se establecen relaciones de mutualismo entre las diferentes poblaciones microbianas. En conjunto, puede considerarse el rumen como un sistema de cultivo continuo cuya tasa de crecimiento está controlada por el aporte nutritivo derivado de la alimentación del animal (sistema quimiostático).

Las bacterias consiguen un ecosistema constante y permiten a los rumiantes el consumo de nutrientes inasequibles para otros animales. Las relaciones ecológicas se pueden clasificar, según quién se beneficia, perjudica o no se ve afectado, de la siguiente forma:



Nombre	Individuo 1°	Individuo 2°
neutralismo	0	0
comensalismo	+	0
sinergismo	+	+
mutualismo o simbiosis	+	+
parasitismo	+	-
depredación	+	-

La celulosa – el componente mayoritario de la pared de la célula vegetal – es el compuesto orgánico más abundante en el mundo y probablemente el más barato. Sin embargo, sólo los microorganismos pueden utilizar la celulosa como sustrato y, por lo tanto, convertirla en algo útil. La vaca y otros rumiantes son fábricas andantes que utilizan los microorganismos para convertir la celulosa en carne y leche. Estos -y no la vaca- son los que metabolizan la celulosa. La digestión que tiene lugar en el rumen es únicamente bacteriana: el rumen no produce enzimas. La vaca “no hace nada” para obtener los nutrientes a partir de la celulosa. Sin embargo, los obtiene en su mayor parte de los productos de la fermentación microbiana producida en su rumen y de las células microbianas que pasan de manera continua desde el rumen de la vaca al intestino, donde son digeridas y absorbidas.

Otros procesos de «rumiantes»: algunos tipos de ballenas (las que se alimentan por filtración de agua) y ciertos pájaros han desarrollado sistemas de fermentación anaerobia similares a los de los rumiantes. En el caso de las ballenas, también son capaces de metabolizar un gran número de tipos de moléculas diferentes gracias a estos microorganismos simbióticos. Anatómicamente estos sistemas son diferentes del rumen. Por otra parte, los caballos y ovejas tienen una cavidad intestinal denominada ciego (nuestro apéndice es el órgano homólogo en humanos) donde tienen lugar otros procesos de fermentación anaerobia.

Otro aspecto interesante para trabajar es el referido a la bioseguridad alimentaria, que abarca los controles que se realizan en alimentos para consumo animal y humano. Es importante destacar que la Argentina, en donde existe cierta tradición de desconfianza social hacia los organismos y medidas de control, justamente en el área de la Biotecnología moderna y en la producción y liberación al ambiente de

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.



OGM, existe un sistema de regulación y control muy estricto, que es modelo en Latinoamérica. Es importante que los alumnos tengan noción de cuáles son esas entidades que controlan y los mecanismos que siguen hasta la aprobación de OGM. Del mismo modo, sería interesante que averigüen y trabajen si existe alguna diferencia con las medidas de control y las regulaciones referidas a otros tipos de alimentos considerados “convencionales” (por ejemplo, verduras tradicionales o las orgánicas).

Al trabajar este tema en la clase es importante dejar en claro que la biotecnología moderna complementa (y no reemplaza) a las técnicas que emplea la agricultura tradicional en el mejoramiento de los cultivos, y que ofrece soluciones puntuales a problemáticas específicas. En este caso particular, se busca mejorar los cultivos que son la base de la cadena alimentaria y que influyen en la nutrición y productividad animal, así como en la alimentación humana, y en aspectos relacionados con la comercialización de los productos regionales.

Respecto del uso de artículos periodísticos en la Actividades es interesante analizar el texto completo, incluido el título, el copete, el texto central, los recuadros, las infografías, las fotos y sus epígrafes y las ilustraciones. Es importante que los artículos sean trabajados y analizados en clase, e incorporados como parte de los contenidos a ser evaluados, al igual que otros textos escolares. De lo contrario pierden valor como recurso de enseñanza.

CONCEPTOS RELACIONADOS

Ecología. Ecosistema. Biodiversidad. Relaciones entre organismos. Mejoramiento de plantas. Agricultura tradicional. Biotecnología moderna. Agroecosistema. Cultivos transgénicos. Bioseguridad alimentaria.

ACTIVIDADES

Actividad 1

Esta actividad tiene por objetivo integrar conceptos estudiados en los Cuadernos 95 y 96 referidos a nutrición animal. Para esto se propone que los alumnos completen la grilla a partir de las definiciones dadas.

Definiciones

1. Tipo de mamífero rumiante.
2. Proceso que consiste en regurgitar el material semidigerido y volverlo a masticar para deshacerlo y agregarle saliva.
3. Sistema de producción animal intensivo o donde el alimento es suministrado diariamente por el ser humano. Es una tecnología de producción basada en el confinamiento de los animales y dietas de alta concentración energética.



						I													
						M													
						A													
						L													

Resolución

			b	o	v	i	N	o											
						r	U	m	i	a									
	f	e	e	d	l	o	T												
						p	R	o	b	i	ó	t	i	c	o	S			
						s	I	l	a	j	e								
							C	e	r	d	o	s							
					q	u	I	t	i	n	a	s	a						
			h	e	n	O	l	a	j	e									
				m	o	N	o	g	á	s	t	r	i	c	o	s			
		f	r	u	c	t	A	n	o	s									
					h	e	N	o											
						f	I	t	a	s	a								
				g	r	a	M	í	n	e	a	s							
					o	m	A	s	o										
p	a	s	t	o	r	i	L												

Actividad 2. Análisis de publicaciones periódicas

A continuación se presentan tres notas publicadas en diferentes medios periodísticos o de divulgación, que exponen las posibilidades que ofrece el mejoramiento de los cultivos, y el tema de la bioseguridad alimentaria que se debate en el mundo, y que ofrece pruebas de la seguridad que ofrecen los alimentos transgénicos frente a otros alimentos.

Nota 1

La Nación. Martes 25 de Abril de 2006

El caso Flecha

Superpasto, para pasar el verano

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.



Fuente: <http://www.lanacion.com.ar/799865> Por José Crettaz.

Una empresa argentina dedicada a la genética de pasturas produce y vende una especie que crece en climas secos y de altas temperaturas

En algunos lugares del mundo, el verano es especialmente severo para la vida, en cualquiera de sus formas. Esos sitios, caracterizados por temperaturas altas y escasez de agua, no son del todo aptos para la producción agropecuaria. Justamente para esos casos, la empresa argentina Gentos, dedicada al mejoramiento genético de especies **forrajeras**, creó un "superpasto" altamente resistente.

Flecha, el nombre comercial de la semilla, ya fue testada en Texas y Oklahoma, en Estados Unidos; en regiones de Australia y, en el oeste de la provincia de Buenos Aires, el sur de Córdoba y la provincia de La Pampa, en nuestro país.

En 2005, Gentos firmó un acuerdo de cooperación tecnológica con Grasslanz Technology, de Nueva Zelanda, y Noble Foundation, de Estados Unidos, para desarrollar plantas de especies **forrajeras** gramíneas adaptadas a climas extremos y suelos con limitaciones. Flecha es el primer producto que surge de esa alianza: una planta forrajera de la especie festuca alta que ya se está comercializando en Australia y Estados Unidos. Los destinatarios finales son los productores ganaderos que crían animales para obtener carne o leche.

"Pensamos que este primer producto es el comienzo y, teniendo en cuenta la potencialidad que se desprende de lo que sabemos, estamos seguros de que hay mucho por mejorar", explicó Joaquín González Bonorino, presidente de Gentos.

Es que la festuca no guardó su secreto. En verano, esta especie entra en un período de latencia -como si se durmiese- que le impide ser afectada por las condiciones estivales severas; la planta se "despierta" cuando llegan las temperaturas más bajas y los días más cortos del otoño. Al no morir, habilita nuevas tierras para la producción.

Para Gentos, los beneficios de esta festuca están a la vista: mayor y mejor persistencia en regiones con veranos secos; alta calidad y cantidad de pasto durante el invierno; costos reducidos para el productor ganadero, al poder contar con pasturas perennes y persistentes, en lugar de realizar siembras continuamente.

"El mercado argentino para este producto demanda entre 2500 a 3000 toneladas de semilla anual. Pero Estados Unidos la quintuplica. No obstante, es bastante difícil calcular cuánto puede incrementarse la demanda cuando el uso de este producto amplíe las zonas productivas", advirtió González Bonorino.



I+D

Gentos tiene un área de investigación y desarrollo, lo que comúnmente se llama I+D, desde sus comienzos, en 1987. Actualmente, trabajan en esa sección de la firma ocho de sus 23 empleados. Entre estos investigadores se destacan, básicamente, licenciados en genética de plantas e ingenieros agrónomos. La firma, que tiene su estación experimental en la localidad bonaerense de Pergamino, factura unos 20 millones de pesos anuales, de los cuales entre el 15 y el 25 por ciento es por exportaciones.

Además de Flecha, la firma exporta otros seis productos a Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, entre otros países. "Hoy estamos explorando mercados en el Mercosur y también en China, y hemos realizado muchas pruebas en la Unión Europea (UE), donde todavía no entramos", confió González Bonorino. Ahora, la nueva alianza con las instituciones extranjeras permitirá acelerar los tiempos de comercialización al permitir testear y adaptar los productos en los tres países. La Noble Foundation, por ejemplo, espera que el "superpasta" proporcione un forraje de gran calidad en invierno y les evite a las zonas de Texas y Oklahoma (donde tiene su sede) los extracostos de sembrar en forma permanente.

La oportunidad

En semillas para pasturas, nuestro país importa más de lo que exporta; cada año compra entre 15.000 y 18.000 toneladas y vende al exterior entre 3000 y 5000 toneladas. "En este sector hay dos mercados, uno es el de las semillas para *commodities* –en el que nos cuesta insertarnos por la alta competencia–, y el otro es el de los *especialities*, el desarrollo de productos específicos testeados en mercados internacionales. Ahí está la mejor oportunidad para la Argentina", aseguró Joaquín González Bonorino, presidente de Gentos.

Nota 2

Forraje transgénico que tolera los suelos salinos

Fuente: Antama 07/05/2007. <http://www.fundacion-antama.org/node/113>

African Journal of biotechnology:

<http://www.academicjournals.org/AJB/PDF/pdf2006/2Jun/Tian%20et%20al.pdf>

Científicos chinos han modificado genéticamente una planta herbácea que se emplea como pasto en Asia, África y Sudamérica

Un equipo de científicos chinos ha desarrollado una modificación genética de la **planta herbácea festuca**, empleada como forraje para animales, con el objetivo de que pueda ser cultivada en suelos que registran un alto índice de salinidad. Esta nueva variedad transgénica permitirá que millones de hectáreas de tierra de todo



el mundo recobren de nuevo su productividad. Las plantas modificadas muestran una “destacable tolerancia a la sal” y todas ellas crecen mejor que las que no son transgénicas cuando las condiciones del suelo presentan una alta concentración salina.

Los investigadores, liderados por Wu Zhongyi, del Centro de Investigación de Agrobiotecnología de Pekín modificaron la especie de césped festuca alta introduciendo un gen de la *Arabidopsis thaliana*, que es una planta de la familia de la mostaza. La festuca alta se cultiva en prados de amplias zonas de África, China y Sudamérica como césped y también como forraje para que pasten los animales, pero la salinidad de buena parte de los suelos de estas áreas se ha convertido en un problema creciente que hace que el terreno no sea cultivable.

En este sentido, y según el grupo de investigadores chinos, la variedad transgénica de la festuca alta podría contribuir a que millones de hectáreas del planeta vuelvan de nuevo a ser productivas. El equipo científico publicó los resultados de su investigación el pasado 2 de junio en el Periódico Africano de Biotecnología. “El desarrollo de la festuca alta tolerante a la sal es un importante avance para esta especie”, asegura Zengyu Wang, del departamento para la mejora del forraje de la Fundación Samuel Roberts Noble. “Este césped mejorado posee el potencial para beneficiar las operaciones ganaderas que dependen de la producción sostenible de forraje”, señaló Wang.

En este estudio, se obtuvieron 29 plantas transgénicas mediante la inserción del gen AtNHX1 en plantas de festuca alta empleando la técnica de bombardeo de partículas. La nueva variedad transgénica de esta planta, que durante muchos años ha sido elegida por un gran número de agricultores de la región central-este de China, puede solventar uno de los problemas más importantes en agricultura, la salinidad del suelo, que convierte en improductivas millones de hectáreas en todo el mundo, que pueden volver a ser útiles mediante la biotecnología. No obstante, Rongda Qu, catedrática de Ciencias de los Cultivos en la Universidad Estatal de Carolina del Norte (Estados Unidos) sostiene que se necesita más investigación para confirmar los hallazgos y desarrollar cómo el gen insertado confiere tolerancia a la sal.

El exceso de sal es uno de los problemas más importantes que pueden surgir en la agricultura, consideran los científicos en el artículo publicado en el Periódico Africano de Biotecnología, ya que una alta concentración salina puede implicar un nivel excesivo de sodio citoplasmático, desequilibrios iónicos y la acentuación de la sequía.

Guía de preguntas para el análisis de las notas:

1. Cuál es la planta modificada en cada caso
2. Cuál es el objetivo



3. Cuáles son los resultados
4. Cuáles son los beneficios y los beneficiarios

Respuestas:

1. En ambos casos se trabajó sobre la modificación genética de la planta forrajera de la especie festuca alta.
2. En un caso (nota 1) se buscaban especies que crecieran en lugares donde el verano es especialmente severo para la vida, en cualquiera de sus formas. Esos sitios, caracterizados por temperaturas altas y escasez de agua, no son del todo aptos para la producción agropecuaria. En el segundo caso se buscaba que la misma planta forrajera creciera en suelos con alto índice de salinidad, lo que podría contribuir a que millones de hectáreas del planeta vuelvan de nuevo a ser productivas.
3. En ambos casos se logra producir cultivos forrajeros que convierten a las zonas en más productivas. En el primer caso se generaron semillas de gramíneas adaptadas a climas extremos y suelos con limitaciones. En el segundo caso se obtuvieron plantas transgénicas (mediante la inserción del gen empleando la técnica de bombardeo de partículas; ver Cuaderno n° 28). Se obtuvieron pasturas tolerantes a suelos salinos.
4. En ambos casos los beneficiarios directos son los productores ganaderos que crían animales para obtener carne o leche y dependen de la producción sostenible de forraje. Los beneficios son aumento en la productividad, poder contar con pasturas perennes y persistentes, alta calidad y cantidad de pasto en zonas que eran poco productivas, entre otros.

Nota 3

Los productos de animales alimentados con piensos MG son como los convencionales

Publicado el : 26/07/2007. Novedades en Biotecnología

<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/>

Así lo afirma la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, en sus siglas en inglés), en un comunicado difundido acerca del destino del ADN recombinante o las proteínas en la carne, leche y huevos de animales alimentados con piensos transgénicos. Afirma que, “hasta ahora, un gran número de estudios experimentales con ganado muestran que los fragmentos del ADN recombinante o proteínas derivadas de plantas MG no se han detectado en los tejidos, fluidos o productos comestibles de animales de granja, como pollos, ganado vacuno, cerdos o codornices”. El documento, disponible en la página web de la EFSA <http://www.efsa.europa.eu/en/science/gmo/statements0.html> (20 de julio), explica que los genes y proteínas biológicamente activos son constituyentes comunes de los alimentos y pienso animales en cantidades variables. Tras la

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.



ingesta –recoge la EFSA- éstos se degradan rápidamente en el tracto gastrointestinal de personas y animales. Las conclusiones a las que llega la EFSA se basan en un total de 19 estudios científicos cuya referencia queda recogida en el comunicado.

Guía de preguntas para analizar la nota 3:

1. ¿Cuál es el tema de la nota?
2. ¿Qué se buscaba demostrar?
3. ¿Qué resultados se obtuvieron en los estudios realizados?
4. ¿Cuál es el destino de los componentes de los alimentos?
5. ¿Qué conclusiones se sacaron de estas experiencias?

Respuestas:

1. el tema tratado es la bioseguridad alimentaria.
2. Se buscaba demostrar que los productos derivados de animales alimentados con productos modificados genéticamente son igualmente seguros que los convencionales.
3. los fragmentos del ADN recombinante o proteínas derivadas de plantas MG no se han detectado en los tejidos, fluidos o productos comestibles de animales de granja, como pollos, ganado vacuno, cerdos o codornices”.
4. Como cualquier alimento que se ingiere (tradicional, orgánico, transgénico), los componentes de los alimentos se degradan en el sistema digestivo, y las unidades (nutrientes) que se obtienen son utilizados por las células para construir sus propios componentes celulares o como fuente de energía.
5. Los productos de animales alimentados con piensos modificados genéticamente son como los convencionales.

Material de Consulta

1. Presente y futuro de la biotecnología en especies forrajeras en Sudamérica, especialmente en Argentina. V. Echenique^{1,2}, P. Polci² y E. Lutz²
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/documentos/pdf/pasturas-redbio.pdf>
2. http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm Introducción a la Digestión Ruminal. Antonio Díaz Cruz . Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
3. http://www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/forraje/0007art_alfacrec.htm. Crecimiento y manejo para un uso eficiente como integrante de la cadena forrajera de los sistemas ganaderos locales. 2003. INTA. Estación Experimental Santiago del Estero.

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.



4. <http://www.fundacion-antama.org/> Fundación Antama. Fundación para la aplicación de nuevas tecnologías en la agricultura, el medio ambiente y la alimentación.
5. <http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/17-bacterias%20del%20rumen.htm> Ecología del proceso ruminal.
6. <http://coli.usal.es/Web/educativo/biblioteca/bibelectro.alu/documentos/intmicro/cap8/texthtml/cap801.htm> El crecimiento de los microorganismos. “Un quimiostato andante”.