

**María Elena Otegui**  
**“Beneficios y retos del mejoramiento genético vegetal”**

**Pregunta 1**

Tal vez la inquietud que siempre ha guiado a los profesionales de la agronomía, tantos los que verdaderamente trabajan como mejoradores, como los que nos asociamos a ellos, es esa pregunta que desde Malthus, allá por 1798, se planteó de: ¿nos van a alcanzar los alimentos? Y la realidad es que, bueno, por distintas razones desde entonces, la humanidad se ha ido más o menos acomodando y evitando que Malthus tuviera razón con su predicción del crecimiento exponencial de la población y solo lineal de los alimentos.

Pero en el siglo XX —si bien para contradecir a Malthus lo que primero ocurrió fue una expansión del área dedicada a cultivos, no una mejora de su rendimiento—, lo que en realidad ocurrió, como más científicamente, tuvo lugar en el siglo XX. Y eso que hoy llamamos mejoramiento, y que puede ser genético y que puede ser para algunos una buena y para otros una no tan buena palabra, hizo una verdadera explosión de beneficios para la humanidad durante el siglo XX. A partir de la segunda mitad del siglo XX. No porque no existieran las herramientas y se hubieran reflatado esas herramientas del mejoramiento —los conocimientos de genética— cuando se reflatan todos los conocimientos que generó un monje, que fueron todas las leyes de la base de la herencia, sino porque, bueno, distintos eventos, como las guerras, atrasaron la adopción de algunas de esas mejoras. Por ejemplo, la de producir con vigor híbridos y generar híbridos.

Pero lo concreto es que el mejoramiento genético contribuyó muchísimo a que mejoráramos la productividad de los cultivos, y ahora sí, sin necesidad de hacer una expansión del área cultivada. Y durante buena parte del siglo XX fue, en consecuencia, una premisa tratar de no avanzar sobre áreas frágiles y mejorar la productividad a través de mejoras del rendimiento por unidad de superficie en los mejores ambientes agrícolas.

Y a la pregunta de, bueno, lo hicimos bien durante el siglo XX, pero todavía seguimos teniendo capacidad de sostener ese mejoramiento, ese avance en los rendimientos a través de la mejora genética, la realidad es que, hasta el momento, siempre aparece algún nubarrón diciendo “no, nos estamos estancando en la mejora genética”. Hasta el momento, los mejoradores de las especies más importantes —que ya vamos a discutir por qué lo son y qué consecuencias tiene a veces eso, positivas y negativas—, los mejoradores se las han apañado para poder sostener mejoras de rendimiento que no solo se expresan en los kilos más por hectárea y por año que vamos siendo capaces de cosechar, sino que porcentualmente mantienen esa ganancia.

Y eso que, bueno, los números a veces son un poco esquivos de entender, para ponerlo de manera simple, como la idea más importante, es que a medida que los rendimientos crecen,

sostener una ganancia en porcentaje equivalente es más difícil. Es decir, los porcentajes se van diluyendo. Hacen falta ganancias de muchos más kilos por hectárea anuales para sostener un porcentaje de ganancia.

Pues bien, las herramientas distintas que han tenido los mejoradores, un cultivo quizás paradigmático —que, bueno, es el que me hace feliz, así que es inevitable hablar de él—, que es el cultivo de maíz, es muy representativo porque lo que se hizo con ese cultivo fue explotar ganancias en vigor híbrido. Los híbridos de maíz rinden mejor que las originales poblaciones o variedades. Primero explotamos el vigor híbrido, y cuando creíamos que ya no quedaba mucho por hacer hacia los 90, porque la adopción de genética con 100% de vigor híbrido ya era amplísima, bueno, apareció una herramienta como los transgénicos, los organismos genéticamente modificados. Un cambio histórico. Y ese cambio generó una controversia en la humanidad.

Para la producción, fue un cambio de paradigma y un avance en cuanto a muchas otras prácticas de manejo. Para otra parte de la población fue un llamado de cautela, diciendo “nos estamos queriendo parecer a Dios, manoseando la genética. No tengo certezas, pero tampoco... no tengo herramientas para decir esto, pero estoy seguro que esto no debe ser bueno”. Y esto ha traído algunas controversias.

A esto se sumó en los últimos años el cambio climático, y ahí aparecieron todavía más incertidumbres. Y la genética y el mejoramiento siempre han estado en el medio. Y aparentemente, surfeando esas olas, siempre han sido capaces de mantener las ganancias de rendimiento que han permitido, por más que nos parezca que mucha gente sufre de hambre, nos han permitido a los humanos de todo el planeta alimentarnos. Y la mejor evidencia de ello es que aún en los lugares más pobres de la tierra los seres humanos vivimos más, tenemos más expectativa de vida. Y si bien uno puede adjudicar toda esa ganancia o beneficio a la medicina, la realidad es que lo primero que hay que hacer para sobrevivir bien es comer bien; y en eso, los agrónomos y los fitomejoradores han tenido mucho que ver.

## **Pregunta 2**

Otro de los desafíos que ha tenido la ciencia agronómica para sostener las demandas de alimentos ha sido cómo mejorar todos aquellos cultivos y especies que forman parte de nuestra dieta. Y ahí, quizás, la primera impresión o lectura rápida es que estamos con alguna deuda pendiente. Es explicable, porque la realidad es que buena parte del esfuerzo de mejoramiento, los que trabajamos en estas cosas, lo vemos de manera muy sencilla en la cantidad de investigación y de dinero que se destina a los distintos cultivos, es que buena parte de ese mejoramiento ha atendido la producción de unas pocas especies y de ellas no es extraño que se trate de tres cereales, ¿no?

Tres cereales que conforman buena parte de la dieta de la humanidad; y esos cereales son el arroz, el trigo y el maíz. Y haciendo una simplificación, es cierto, atiende la provisión de aquello que en volumen es importante en cualquier tipo de dieta, tanto oriental como occidental, que son los carbohidratos. Y, bueno, el arroz atiende principalmente al Asia, a los países orientales, al Asia. El trigo en Europa, y no es extraño. El pan, todos los panificados, las pastas. Y aunque el maíz se asocia siempre con un grano forrajero, si uno mira los pueblos originarios de América, bueno, esa es su harina, la harina de maíz.

O sea que no es extraño que los tres cereales hayan sido el motivo principal de atención del mejoramiento genético y de tratar de producir mucha cantidad de ellos. En consecuencia, al principio, como expansión de áreas fueron los que más área fueron ganando, y luego también tratar de producir mejores rendimientos por unidad de área, como decía al principio. Entonces, se llevaron buena parte de la atención del mejorador.

Entonces, uno puede preguntarse, bueno, ¿pero qué hacemos con la otra cara de la moneda? Que hoy, en que la información nos invade a todos por distintos medios, y nadie es ajeno a qué significa comer bien, ¿qué hacemos con las otras especies? Que nos dicen, bueno, pero usted necesita fibras, usted necesita proteínas, porque más allá de los cultivos hortícolas —que parecen bastante alejados a estos tres cereales en cuanto a lo que proveen—, ¿qué pasa con las proteínas? Y estos tres cereales, uno diría “por este lado no puede ser”.

Y ahí nuevamente ha venido el mejoramiento genético a ofrecer algunas herramientas. No el mejoramiento tradicional, pero, nuevamente, a través de los organismos genéticamente modificados, tenemos ejemplos cómo mejorar la provisión de una provitamina en el arroz. El famoso arroz dorado, golden rice, lo que tiene es eso: a través de una transformación genética, el arroz produce beta-carotenos; pero tenerlos en el grano, que eso no lo tenía el arroz, que normalmente se utiliza como alimento, y —a través de una transformación genética— se agregan dos enzimas —creo que es así—, que permiten mejorar esa provitamina en el grano de arroz.

Podemos ir también a otros cultivos y entender la aparición de la soja, no ya en los pueblos de Oriente, que la tenían como la proteína muchas veces de ellos, sino en Occidente, la expansión de este cultivo tiene que ver también con incorporar proteína de índole vegetal a través de un grano que, si bien no rinde como los cereales, tiene una importancia muy muy grande en la producción de aceites, en la producción de proteínas que se utilizan para alimentación también, es cierto, de ganado. Y de la misma manera podemos pensar en los cultivos, ya en épocas más recientes y con las herramientas que tiene el mejoramiento, incluso como fábrica de medicamentos, mucho ha hecho la genética para ir mejorando en rendimiento, también mejorando en calidad los mismos cultivos extensivos que en principio pueden aparecer como pobres en cuanto a la calidad de la dieta.

Y la pregunta que nos queda es, bueno, pero qué pasa con el desplazamiento que en nuestro país fue un poco, particularmente en la década del 90 y del 2000, que produjo un cultivo como la soja respecto de los cultivos cereales, fue evidente. Bueno, también en otra escala ha ocurrido con algunas economías regionales. Si uno va al norte de la provincia de Buenos Aires, hacia el este, una zona frutícola, y hoy queda muy poco de eso porque fue desplazado por los cultivos extensivos. Es verdad que debemos atender, conservar, una producción de otros alimentos, y empezar a atender con la misma intensidad y interés a esos otros cultivos, así como atendimos a los cultivos extensivos y cereales.

Es cierto que ahí a veces aparecen algunos problemas que, a mi gusto, tienen que ver con falta de suficiente información y de transferencia de conocimiento desde quienes hacemos ciencia hacia la población en general, sobre algunos temores relacionados con ciertas tecnologías para mejorar las especies. Los organismos genéticamente modificados... ahora la edición génica, que es un paso nuevo en donde no hay la introducción de genes de una especie en otra, pero, en definitiva, el silenciamiento o la sobreexpresión es una manipulación genética. Bueno, informarle bien a la población sobre las posibles desventajas o beneficios que tienen estas tecnologías para mejorar tanto la producción y rendimiento como la calidad de todo aquello que comemos, y no temer su incorporación en aquellas especies que consumimos directamente los humanos. Porque en aquellas especies que se dedican a la producción animal hay muchos menos pruritos; pero ya nomás cuando decimos vamos a tener un trigo modificado genéticamente, se encienden todos los semáforos, podemos imaginar que cuando decimos una hortaliza o cosas por el estilo, va a pasar algo similar. Y eso, en general, termina atentando contra la mejora de esas especies, porque aparecen como rezagadas en la inversión en conocimiento, la inversión en desarrollo de semillas o métodos de propagación, y es muy importante que trabajemos desde la investigación en transferir esos conocimientos de una manera insesgada, que no parezca que nos mueve una motivación económica, sino que verdaderamente lo hacemos desde quitar velos que pueden llevar a generar anticuerpos innecesarios contra ciertas tecnologías.

### **Pregunta 3**

Y así como hablamos de beneficios y penalizaciones que traen tecnologías y temores justificados o no de la opinión pública sobre ellas, también otra cosa que ocurre, para bien y para mal en la actualidad, es que todos estamos informados de todo. Y a mí, personalmente, lo que más me sorprende de esa sobreinformación es que la misma noticia puede ser buena o mala para uno mismo. Y eso es algo de estos tiempos.

Un ejemplo de ello es, hablando exactamente del mejoramiento y el cambio climático y demás, es que nos ponemos contentos porque con esta tecnología vamos a mejorar la producción de tal o cual cosa, pero al mismo tiempo decimos: "pero si hacemos esto vamos a estar destinando muchos recursos a producir tal o cual especie, la agricultura va a ser

extractiva, entonces vamos a acelerar todos los procesos de cambio climático...”. Y eso a veces nos inmoviliza.

Y a veces con el mejoramiento genético —y vuelvo al ejemplo de ese mejoramiento tradicional que simplemente constituía... simplemente no, vaya si constituía algo muy sesudo porque requería de mucho conocimiento de estadística para llevarlo adelante, y que había una parte artística como decían los mejoradores—, pasamos ahora a ese mejoramiento que está más asistido por técnicas moleculares que hacen parecer al científico como una persona un poco malévola tratando de parecerse a Dios como decía antes. Y el mejoramiento pasa a estar un poco en la mira de la gente como “a ver, ¿estás haciendo las cosas bien o estás haciendo las cosas mal?”

Y a veces hay maneras de mostrar, por ejemplo con esta otra espada de Damocles que tenemos ahí arriba, que es el cambio climático y el temor al calentamiento global y las sequías, los huracanes, las inundaciones... todo lo que vemos en los diarios o en las noticias frecuentemente, es analizar si este mejoramiento que llevó a permitirnos sostener la demanda por alimentos contribuyó a exacerbar los efectos negativos o en realidad asistió para que esos efectos negativos que vienen por otras vías no hayan sido en alguna medida atenuados gracias a este trabajo de mejorar que se hace desde la agronomía.

Y cuando se ha analizado muchas veces, incluso en los programas de mejoramiento, en programas de mejoramiento internacionalmente muy reconocidos como, por ejemplo, el del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo que opera en México —que es un organismo público, llamémoslo así— estuvieron sus mejoradores un poco en la picota por considerarse que no estaban haciendo lo suficiente en mejoramiento de trigo. “Tantos millones de dólares invertidos aquí y no vemos esa ganancia suficiente...”.

Y gracias a toda la ciencia agronómica que hoy ya desde hace algún tiempo nos asiste, por ejemplo con el uso de modelos de simulación y demás, fuimos capaces de demostrar que, en realidad, el mejoramiento genético, que parecía no estar haciendo nada porque las ganancias de rendimiento eran muy modestas, lo que había estado haciendo era, gracias a ese trabajo, compensar muchos efectos que ya parecían como negativos del cambio climático. Por ejemplo, el de los aumentos de temperatura y los golpes de calor. Gracias a ese mejoramiento, las variedades de trigo nuevas que se iban produciendo anualmente sostenían los rendimientos, o incluso, los mejoraban un poco, porque eran capaces de hacerlo aún pese a ese ambiente térmico que se estaba tornando más adverso.

Algo similar ocurre con la mayoría de las especies muy particularmente estivales, como soja o maíz, con el otro gran cuco de la agricultura que es la sequía. Y probablemente también hoy la mayoría de las personas están un poco más al tanto de que se tratan de hacer cultivos más tolerantes que sostengan su productividad en condiciones de deficiencia hídrica, y otras

tecnologías también que han aparecido en los últimos años han contribuido a compensar esos efectos negativos en principio asociados al cambio climático.

Otro ejemplo también son los transgénicos, y se dice “bueno, esto va a tener un efecto negativo, ya lo vemos avanzando sobre áreas que son frágiles, como fue el caso, como siempre mencionamos, de la soja hacia ambientes más marginales o el uso de producir una toxina de manera muy importante, que fueron los cultivos con el gen BT. En realidad, cuando se han hecho análisis sesudos sobre qué ha ocurrido con el uso de agroquímicos en los sistemas de producción actuales, lo que vemos es que ha habido una reducción del uso, sobre todo, de agroquímicos muy agresivos; y en parte, gracias a estas tecnologías que permitieron posarnos más sobre productos menos contaminantes en general y agresivos para el humano en particular. Lo cual no significa que sea también cierto que debemos hacer un uso más racional o más cuidadoso de la manera en que se usan, se aplican. Y aparecen problemas, sí; sin duda, eso va a ocurrir porque siempre hay alguna dosis de imprudencia.

Pero la realidad es que todas las herramientas de la ciencia moderna en el mejoramiento han contribuido o bien a compensar efectos negativos de los humanos sobre nuestro planeta, como mencionaba antes, y también con aspectos contaminantes. Cuando yo estudiaba hace muchas décadas atrás, los productos que por entonces formaban parte de mi materia Terapéutica Vegetal, muchos hoy no existen directamente en el mercado, han sido prohibidos, y eran altamente más tóxicos. Bueno todo eso se lo tenemos que agradecer a por supuesto desarrollos de productos menos problemáticos para la salud humana y para el ambiente, y también al mejoramiento, que ha empezado a generar variedades de mejor comportamiento tolerantes o resistentes a productos menos agresivos.

Lejos de pensar que estamos generando Frankensteins, creo que tenemos que pensar que gracias a todo este desarrollo tecnológico hemos sido capaces de sostener una población que —otro aspecto importante— que ya está casi llegando a la capacidad de carga del planeta. Quiero decirlo en el sentido de la profecía malthusiana, hablaba de un crecimiento exponencial de la población; bueno, eso estaba mirando el arranque de una curva sigmoide, y hoy estamos diciendo que hacia el año 2050 estaríamos estabilizados. Ya casi podríamos asegurar que con nuestra capacidad productiva actual estamos en condiciones de sostener esa población. Por lo tanto, en principio, no digo que sea así, pero en principio, lo hemos logrado.

Y el segundo aspecto que hay que tener en cuenta —y que ya no hay que posar tanto su mirada en la agricultura y sus métodos y sus nuevas tecnologías— es también en lo que hacemos los humanos con nuestro uso de los alimentos y la producción. El Dr. Fernando Andrade hace pocos años hizo unas estimaciones que si los humanos pudiéramos evitar la pérdida de 30% de los desechos que producíamos tanto por no cosechar como por mal almacenar como por desperdiciar aquello que compramos de más y, en consecuencia,

tiramos, ya en ese momento estábamos en condiciones de alimentar a la humanidad prevista para el 2050, donde, se supone, ya estaremos estabilizados.

Y otro aspecto que sostiene que hacia eso vamos, también, es que las tasas de natalidad están disminuyendo. Consecuentemente, esas predicciones parecen acertadas: vamos hacia los famosos 10.000 millones. Bueno, la producción habrá que hacer algunos ajustes quizás de sustentabilidad y demás, pero, en principio, lo hemos logrado.

### **Título de la charla**

La gente de Sobre la Tierra, como dije al principio, siempre va unos pasitos para adelante, ¿no?, con una mirada futurista. Y a mí, las miradas futuristas me gustan mucho, la ciencia ficción me gusta mucho, es que me propusiera cómo me imaginaba dando yo una conferencia dentro de cinco años. Bueno, dentro de cinco años todavía puede ser que esté con capacidad mental para dar esa conferencia. Y yo le decía que quizás esa conferencia podía llevar como título “El mejoramiento y manejo de cultivos para ambientes extraterrestres”.

Y acá había una pequeña trampa, porque la palabra extraterrestre enseguida nos evoca a otros planetas, o a *aliens* y a tantas cosas. Pero bueno, extraterrestre también puede ser sin tierra, y sin tierra ya estamos produciendo, ¿no? La hidroponía es un ejemplo de ello, y vaya si puede producir la hidroponía en condiciones muy controladas de humedad, nutrientes, control de la atmósfera y temperatura, toneladas de un montón de especies que, como decía, ya lo hacen.

Pero además, acá hay dos miradas que... también, ya todos hemos estado un poco expuestos a ellas por los medios —y de hecho ya está ocurriendo: un poco cuando lo dije hace algunos años en una invitación de ACREA sobre cómo mirábamos el futuro, y estábamos con preguntas y discusiones parecidas a las de este podcast, y yo muy suelta de cuerpo dije: “bueno..., pero no se tienen que preocupar, porque, en realidad, en un futuro no muy lejano no va a hacer falta producir como producimos hoy, vamos a sintetizar los alimentos”.

Bueno, la mayoría de la gente allí me miró, primero porque yo creo que muchos de mi edad o más grandes imaginaban que les faltara su bife de chorizo, su lindo pan crocante... Bueno, eso es cierto, pero también hay que pensar que los humanos somos muy plásticos, y muchas de las cosas que decimos esto no va a ocurrir, se asocian a cómo hemos... a nuestra historia de vida, y es muy difícil desprenderse de ellas.

Si a cualquiera de nosotros nos dijeran bueno, vos a partir de ahora no vas a comer o tomar nunca más esto, lo veríamos como una existencia muy difícil, pero el que ya avanza desde muy temprana edad con otras formas de alimentación y de vivir no es tan descabellado. Y en ese sentido, los alimentos de síntesis... uno puede imaginar los alimentos como “bueno,

¿qué necesito para nutrirme?: la suma de estas cosas”. Y ya existen reactores, creo que es así la manera de llamarlos, en que se producen fermentos con todo lo que uno necesita para vivir.

Y también uno tiene que pensar, como a veces me gusta chicanear en algunas conversaciones, sobre todo con gente genuina y muy bien preocupada por el ambiente, dice:

- “Bueno, pero vos ¿cuánto querés que dure el bosque de los alerces?”

- “Para siempre”

- “Bueno, para siempre no existe”

Astronómicamente, aunque hoy detuviéramos toda nuestra maquinaria, no contamináramos más, el destino del planeta es desaparecer. Y si queremos subsistir como especies, tenemos que ser capaces de pensar en cómo vamos a hacerlo fuera de este planeta.

Así que, y eso no lo podemos pensar a último momento, tenemos que empezar a pensarlo desde muy temprano. Y bueno, alimentarnos va a ser una de esas maneras, y eso significará, uno puede imaginarlo desde nuestra mentalidad, que está todavía atada a pensar en hacer crecer plantas, y un sustrato, y darle nutrientes y demás. Eso ya se ha pensado en alguna medida. La NASA lo ha hecho, y ha tratado de analizar los contratiempos que hay para eso, como qué hago con el etileno que producen las plantas, y esa atmósfera se enriquece demasiado, y todas las desventajas que eso tiene, a hacer un paso al costado y pensar fuera de esa caja de producir como producimos, y pensar en otras formas de alimentarlos, que incluye, como también sabemos, criar insectos, tener reactores, como decía, para producir alimentos de síntesis, y, por qué no, otras maneras que quizás a mí, muy probablemente hoy se me están escapando, pero ya no sean un desafío para las mentes jóvenes de los que nos van a seguir.

Así que, podemos estar más o menos tranquilos. Para los que vamos a ser dentro de no muchos años en el planeta, aparentemente, vamos a poder alimentarnos. Sí, por supuesto, preocuparnos por ese planeta, porque algún día vamos a tener que abandonarlos, pero no estamos preparados para que sea mañana, así que hay que cuidarlo. Pero tampoco preocuparnos por cómo vamos a, si logramos superar esas etapas y llegar en buena forma, sobre cómo nos vamos a alimentar, porque ya hay gente pensando en eso. Y creo que lo vamos a hacer bien como lo hemos hecho hasta ahora.