

TENDENCIAS AGRO-TECNOLOGICAS 2

Ing. Juan M. Chávez

Director Ejecutivo del CONIAF

En el primer artículo publicado sobre las tendencias agro-tecnológicas, se presenta un condensado sobre algunos de los productos tecnológicos desarrollados para dar respuestas al enorme reto de alimentar a una población cada vez mayor (se calcula que en el 2050 la población mundial se situará en 9,200 millones de personas, y estas innovaciones se han convertido en soluciones tecnológicas para lograr una agricultura sostenible, que resulte en un incremento de productividad y eficiencia del uso de recursos naturales- agua, suelo, energía, fertilizantes- y que, además, incremente rentabilidad)

Se presenta un breve reconocimiento a la importancia del uso de fertilizante de liberación lenta, bio-fertilizantes, incentivos radicales, modelos de irrigación presurizada, silos de agua y otras técnicas de conservación; ingeniería genética, con algunos ejemplos en arroz, la producción masiva de Moscas del Mediterráneo, mejoramiento animal, el uso de drones y otros equipos en una diversidad de actividades agrícolas; la gestión integrada de plagas, el desarrollo de equipos de protección personal en la aplicaciones de plaguicidas, el brillo solar y un producto capaz de mermarlo, la pérdida de productos durante la cosecha y finalmente el agro-procesamiento. Para leer esa primera entrega visitar el enlace <http://adiard.blogspot.com/2016/05/tendencias-agro-tecnologicas.html>.

En el presente trabajo se presentan algunas tecnologías y aplicaciones alternativas que se pueden usar para resolver problemas en tiempo real, a lo largo del proceso de producción de un cultivo. Sin dudas, se puede aseverar que son estas agro-tecnologías, partes articuladas del proceso de producción, las cuales le dan cuerpo a un modelo de agricultura de precisión.

SUELO: El suelo debe prepararse, y no siempre eso significa el uso intensivo de maquinaria. De hecho, en un esfuerzo por detectar patrones consistentes en un área geográfica grande, los investigadores de la Universidad de Illinois realizaron una meta-análisis de 62 estudios examinando el efecto de la labranza sobre los microbios del suelo. Los sistemas de siembra directa tuvieron mayor biomasa microbiana y actividad enzimática del suelo. Los sistemas labrados que utilizaban un arado de cincel eran equivalentes a sistemas de siembra directa, en términos de biomasa microbiana.



Durante las últimas décadas, los agricultores han estado abandonando sus arados a favor de una práctica conocida como la agricultura de siembra directa o labranza 0. Hoy en día, alrededor de un tercio de los agricultores de los Estados Unidos ya no cultivan sus campos, y aún más, están practicando la labranza de conservación, usando equipos que sólo perturban el suelo en un grado mínimo. La siembra directa y, en menor grado, la labranza conservadora, mantiene o mejora la calidad del suelo preservando su estructura y humedad, aumentando su materia orgánica y proporcionando hábitat para la vida microbiana.

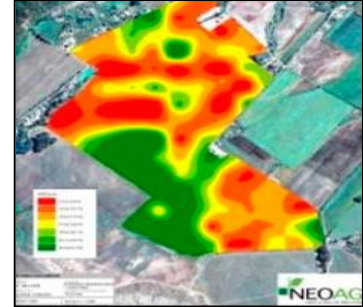
El análisis de suelos es una herramienta vital para evaluar, tanto el contenido de nutrientes y así evitar el desbalance nutricional de la planta, como las condiciones físicas del perfil que servirá de hogar al sistema radicular. Actualmente se ajusta la metodología y procesos del

análisis químico para lograr un resultado que represente lo mejor posible a una planta con un sistema radicular fuerte, lo que repercute en la capacidad de ésta para absorber nutrientes. Se hace indispensable una buena interpretación de los resultados del análisis, un excelente conocimiento de las exigencias del cultivo, variabilidad del perfil del suelo, disponibilidad del agua para riego y otras demandas climáticas, para elaborar el plan de fertilización.

En el ordenamiento del territorio o la delimitación de unidades homogéneas, el estudio de



suelo es uno de los principales objetos de análisis necesarios. Se pueden utilizar varias tecnologías novedosas para la zonificación a nivel del suelo, ya sea para aumentar su precisión o para reducir el costo de las mismas. Entre estas



tecnologías una de las más usadas es el escáner de suelo, una herramienta fácil de usar con autocontrol de calidad.

Con los resultados de estos análisis químicos y físicos, se elabora un plan de fertilización. Se le



da seguimiento en tiempo real, a parámetros como el pH y conductividad eléctrica durante la actividad de aplicación, y con sensores, a los parámetros internos de la plantas como contenido hídrico, condición del tronco, hojas y frutos. Esto asegura homogeneidad en los mapas de desarrollo vegetativo, mapas de niveles de vigor de las plantas y niveles de rendimientos por área, minimizando así el impacto de la variabilidad del suelo en la producción. El uso de otras tecnologías como el tensiómetro para indicar si el suelo posee suficiente humedad disponible para las plantas, ha probado ser de gran utilidad en el proceso.

SIMIENTES: El mundo vegetal que hoy existe es distinto al antepasado, ya que el hombre ha modificado y seleccionado sus propiedades a lo largo de más de diez mil años, en función de sus necesidades. La civilización moderna basa su agricultura en agro-ecosistemas y ecosistemas fuertemente modificados por las actividades humanas, con el objetivo de aumentar la producción agrícola, en los que la biodiversidad se ha reducido para maximizar los rendimientos, multiplicando la producción de alimentos para satisfacer necesidades humanas. Muchas especies (animales, vegetales, microorganismos) que predominan en estos sistemas resultan de la selección artificial vinculada al manejo agrícola.

Según la Revista Chile-Bio (2016), el objetivo de los genetistas modernos es el mismo que el



Nueva variedad de uva de mesa

de los primeros agricultores: producir cultivos o animales superiores. El mejoramiento genético convencional, basado en la aplicación de los principios genéticos clásicos relativos al fenotipo o características físicas del organismo en cuestión, ha logrado introducir en cultivares o razas de animales características procedentes de variedades domesticadas o silvestres afines, o de mutantes. En un cruzamiento convencional, en el que cada progenitor lega a los

descendientes la mitad de su estructura genética, se pueden transmitir características no deseadas junto con las deseadas. Esa selección basada en el fenotipo, es un proceso lento y difícil que requiere mucho tiempo y dinero. La biotecnología puede lograr que la aplicación de métodos convencionales de mejoramiento sea más eficaz. Tenemos, por tanto, a nuestra disposición distintas técnicas de mejoramiento genético que prometen ser una de las herramientas más prometedoras en el necesario aumento de la productividad de los productos cadenas de cada región. Estas técnicas son: híbridos (cruce entre dos plantas no clonales), poliploides (genoma completo duplicado), muta-génesis (agentes químicos o radiaciones inducen daños al ADN), cruces inter-específicos (cruce entre dos plantas de distintas especies), transgénicos (movilizar solo uno o algunos genes de un organismo a otro)

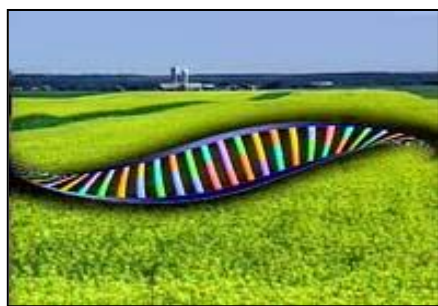
La transgénesis está mostrando gran versatilidad, incorporando genes de aumento de rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, o a condiciones inhóspitas (sequía y salinidad).



El arroz con vitamina A es casi una realidad. La primera prueba de campo del Arroz Dorado en Bangladesh ha producido resultados prometedores, provocando la perspectiva de la liberación del grano rico en vitamina A para el 2018. Los científicos del Instituto de Investigación del Arroz de Bangladesh (BRRI) descubrieron que los granos de arroz retenían $10 \mu\text{g} / \text{g}$ (microgramos / gramo) de beta caroteno, lo cual es suficiente para tratar la deficiencia en vitamina A (VAD) El beta-caroteno, también conocido como pro-vitamina A, es una sustancia que el cuerpo humano puede convertir en vitamina A. Los resultados en soja, maíz, algodón, arroz, habichuela, vegetales y otros, son sencillamente impresionantes. Se trabaja en cítricos para contrarrestar el Huanglongbing y en musáceas, el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense, Raza 4, que ataca despiadadamente las variedades existentes.

Los investigadores de la Universidad de Adelaida, Australia, (2016), han hecho un avance en investigación, lo que podría conducir a nuevas variedades de cultivos tolerantes a la sal. Los investigadores del Centro de Excelencia en Biología de las Energías Vegetales de la ARC, y en colaboración con la Escuela de Medicina de la Universidad, han descubierto que una proteína conocida por controlar el balance de sal en animales funciona de la misma manera en las plantas. Se sabe que las acuaporinas actúan como poros transportando agua a través de membranas en plantas y animales.

Aunque las diatribas en contra de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) datan de más de 15 años, por primera vez comienzan a salir resultados que ponen en tela de juicio lo



esperado de esta tecnología. De hecho, hace unos 20 años, Estados Unidos y Canadá comenzaron a introducir modificaciones genéticas en la agricultura. Europa no aceptó la tecnología, y en un análisis realizado por The New York Times utilizando los datos de las Naciones Unidas, se muestra que Estados Unidos y Canadá no obtuvieron ninguna ventaja apreciable en los rendimientos - alimentos por acre- cuando se midieron frente a productores de regiones agrícolas comparativamente modernizadas de Europa occidental (Francia y Alemania)

Además, un reciente informe de Academia Nacional de Ciencias encontró que "había pocas pruebas" de que la introducción de cultivos modificados genéticamente en los Estados Unidos hubiera producido ganancias superiores a las observadas en los cultivos convencionales.

Al mismo tiempo, el uso de herbicidas ha aumentado en los Estados Unidos, aun cuando los principales cultivos como el maíz, la soja y el algodón se han convertido en variedades modificadas. Estados Unidos ha quedado atrás del segundo país productor europeo, Francia, en reducir el uso general de plaguicidas, que incluye tanto herbicidas como insecticidas. Una medida, contenida en los datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos, muestra la gran diferencia en el uso de plaguicidas. Dado que los cultivos genéticamente modificados se introdujeron en los Estados Unidos hace dos décadas para cultivos como el maíz, el algodón y la soja, el uso de toxinas que matan a insectos y hongos ha caído en un tercio, pero la pulverización de herbicidas ha aumentado un 21 por ciento. En Francia, por el contrario, el uso de insecticidas y fungicidas ha disminuido en un porcentaje mucho mayor - 65 por ciento - y el uso de herbicidas también ha disminuido, en un 36 por ciento.

MANEJO DEL AGUA: Con la tecnificación del riego se pueden conseguir dos metas básicas: eficiencia y rendimiento. La eficiencia del uso del agua, es decir, qué cantidad de agua está siendo realmente utilizada con relación a la que se supe. Y el rendimiento, cuánta de esa agua es convertida en un producto. A través del riego localizado -específicamente por goteo, es posible lograr eficiencias superiores al 95%. En el riego por aspersión hasta el 85%, y en el riego gravedad menos de 65%. Lo anterior atendiendo a un buen diseño. Cuando el diseño del riego no es el adecuado, sin importar el tipo de sistema de riego que se implemente, las eficiencias pueden bajar hasta niveles críticos, que oscilan el 20%, es decir, que de 100 litros que se sirven en la fuente, sólo se están aprovechando 20 litros



La modernidad llega al manejo del agua, y en la actualidad se puede conseguir e instalar en su teléfono celular o tableta, HIDRO 1, un programa de diseño y dimensionamiento de canales (trapezoidales, triangulares y prismáticos) y/o tuberías. Con este programa se realizan cálculos de caudales, pendiente, resguardo secciones... El caudal, la pendiente, el coeficiente de Manning, el tamaño., pueden ser los datos o las incógnitas, según necesitemos. Además de HIDRO1, HidrojING ha presentado últimamente 5 aplicaciones software de hidráulica para PC. Otro producto tecnológico de reciente diseño (2015) es el innovador sistema AquaSat: un servicio integrado para la gestión del riego a nivel predial, que permite determinar cuándo, dónde, y en qué cantidad regar para utilizar el agua de manera eficiente, y de esta forma, maximizar la productividad de un terreno.

Otro producto tecnológico a tomar en consideración en el plan de riego, es la termometría infrarroja (el hoy famoso termómetro que mide temperatura a distancia). Al mismo tiempo mide la temperatura del aire y la temperatura de la hoja. Es un muy buen indicador del coeficiente de estrés hídrico del cultivo, ya que la temperatura está directamente relacionada con el agua disponible para la planta. “Cuando la disponibilidad de agua es limitada, se cierran algunos estomas de la hoja y como resultado la temperatura de la hoja es más alta que la temperatura del aire.



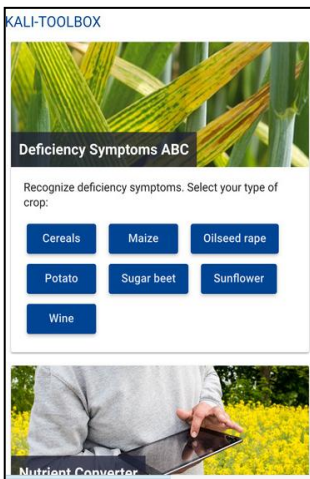
FERTILIZACION: La experiencia con productores en los últimos años ha demostrado que las recomendaciones de fertilizantes basadas en análisis de suelo no logran satisfacer del todo las demandas nutritivas del cultivo en todas sus etapas, para lograr altos rendimientos. Los sistemas de monitoreo se plantean como un método prometedor para controlar los aportes de fertilizante en concordancia con las necesidades del cultivo. Se proponen distintos sistemas de monitorización, tanto los tradicionales, basados en medidas directas de la concentración de



nitrato en savia, o en solución de suelo, como los más novedosos, basados en medidas en planta con sensores ópticos. El empleo de valores de suficiencia, es esencial para interpretar los datos obtenidos en cualquiera de los distintos métodos de monitorización del estado nutricional. La optimización del manejo de nitrógeno (N) requiere la determinación adecuada de la dosis en las etapas de germinación, crecimiento, y floración. Una alternativa, es el uso de sensores infrarrojos como el SPAD 502 de Minolta, que mide

el índice de clorofila en las hojas; Este valor tiene una clara correlación con la cantidad de nitrógeno en la planta, lo cual permite conocer las necesidades nutrimentales en cuanto a nitrógeno se refiere. El N-Sensor Yara, es una herramienta montada en el tractor, que permite que los agricultores midan requerimientos de nitrógeno de un cultivo, mientras el tractor pasa por el campo, a la vez que varía la tasa de aplicación de fertilizante en manera correspondiente.

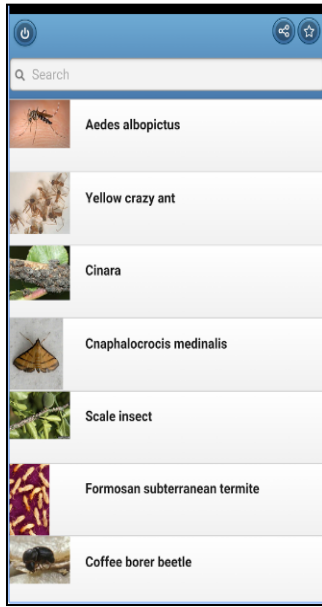
Después de realizar e interpretar el análisis químico y físico del suelo, se debe seleccionar el simiente que posea el potencial deseado, asegurar que las condiciones de riego y del medioambiente del área son las óptimas para la variedad seleccionada, asegurar que se conoce detalladamente el requerimiento nutricional y de riego de esa variedad, y establecer el plan para monitorear cuidadosamente, con sensores, cada etapa del crecimiento del cultivo. Se puede dar el caso de que se presenten síntomas extraños que se manifiestan generalmente con coloraciones y deformaciones en las hojas, resultado de deficiencias de algunos elementos o antagonismos entre dos o más de estos. Las deficiencias se pueden identificar, mas prácticamente, instalando una aplicación como KALI-TOOLBOX en el teléfono o tableta. Esta aplicación provee también una hoja de cálculo para convertir cantidades de fórmulas a elemento simple o viceversa. Hágase acompañar de una de estas aplicaciones y asegúrese de diseñar un plan óptimo de fertilización, interpretando con exactitud el análisis de suelo, evaluando la calidad del agua de riego, visitando una base global de cultivos y realizando análisis de tejido como herramienta de monitoreo.



PROTECCION DE CULTIVO: La protección de cultivos ayuda a los agricultores a obtener el máximo potencial de sus cultivos, aplicando tecnología de punta y experiencia agronómica de expertos. Hay que señalar que cada año se pierde hasta el 40% de la producción de alimentos, debido a los daños causados por insectos, malezas y enfermedades. Por esta razón hay que

implementar estrategias de manejo que ayuden a conseguir más de cada cultivo, lo que se puede traducir en beneficios más altos, un negocio más rentable, y mayor cantidad de alimentos para una población en constante crecimiento.

Todo parece indicar que, al día de hoy, la herramienta más recomendada en el manejo de plagas y enfermedades es el manejo integrado, donde convergen los procesos de **prevención, observación e intervención**. Después de crear las condiciones necesarias para



evitar el ataque, se enfocan los esfuerzos en monitorear exhaustivamente la presencia de alguna plaga, se trabaja en realizar una correcta identificación acompañada con una descripción del ciclo de vida, se determina el umbral económico, y se inicia el proceso de control de la población dando prioridad al uso de controladores biológicos e identificando a aprioris, el o los productos químicos que se usarían si no se consigue el control esperado con los productos biológicos. Siempre se escogerá el producto con mayor eficacia en el control y que represente el menor riesgo a la salud humana y ambiental.

Modernamente se tiene de fácil alcance, una aplicación para teléfonos celulares denominada Play Store, con programas o aplicaciones llamados APPS con informaciones provistas por empresas internacionales como BAYER, FMC, SYNGENTA, entre otras, que brinda informaciones claves sobre síntomas e identificación de enfermedades y plagas. De hecho, Bayer Crop Science, una de las empresas líderes mundiales en productos innovadores, y Fauna Photonics, proveedor de sistemas de

teledetección, realizaron una investigación de tres años para desarrollar nuevas soluciones de sensores para mejorar el monitoreo de plagas agrícolas, detectando e identificando sistemáticamente las poblaciones de insectos, lo que facilitará y eficientizará el manejo integrado de plagas.

Las aplicaciones de plaguicidas, muy frecuentemente, son necesarias, sin embargo, se ha reportado un sin número de problemas asociados con el mal manejo de los plaguicidas, pero quizás entre los más importantes está la cantidad que se desperdicia, mientras están siendo



aplicados sobre los cultivos (derivados). Esto se debe a la forma en que ciertas hojas naturalmente repelen el agua, y muy poco de la solución realmente se adhiere a ellas. De hecho, sólo 2% de la pulverización se mantiene en su lugar, de acuerdo con el MIT News. Para cambiar esta situación, un equipo de investigadores ha ideado una manera de aumentar la cantidad de líquido que la superficie de una hoja puede retener, y recientemente se ha desarrollado una nueva tecnología en la aplicación de químicos, que asegura aumentar el control de insectos y enfermedades en los cultivos, y a la vez, reducir la cantidad de agua y químicos

aplicados. El propósito general es presentarle, entender e implementar esta tecnología electrostática en el sistema de aspersión. La fumigación electrostática produce un vapor de gotitas con cargas eléctricas que se lleva a la planta a través de un flujo de aire en alta velocidad. Este proceso resulta dos veces más eficaz en depositar los químicos, que el de los

fumigadores hidráulicos y los fumigadores no electrostáticos. La fumigación electrostática optimiza el control de insectos y enfermedades, y a la vez reduce el costo de aplicación.

MADURACION DEL FRUTO: La maduración del fruto se determina regularmente por el grado brix, que es el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En frutas, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente. La cantidad de azúcar en la fruta es esencial, ya sea para consumo en fresco mejorando su sabor, como para la elaboración de ciertos subproductos, ya que las normativas exigen que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado. Por este motivo Arvensis Agro desarrolló **Sugar Transfer**, el cual es un translocador de azúcares de hojas a frutos. Su acción está basada en diferentes monosacáridos, disacáridos y polisacáridos que son capaces de aumentar la producción de



sacarosa en las plantas para enviarla al fruto, convirtiéndose en glucosa y fructosa. Por la procedencia de sus materias primas **Sugar Transfer** es un producto totalmente orgánico y natural.

En la determinación del proceso de maduración, también se usan los **Sensores de firmeza**. La firmeza de la fruta interesa al consumidor porque normalmente está relacionada con la madurez de la fruta, con el tiempo de conservación en cámara, o con la vida útil del producto.



presencia de defectos, etc.

También puede indicar si la fruta ha experimentado cualquier daño físico, uno de los aspectos más importantes en el que los consumidores basan su decisión de compra, por ejemplo en melones, melocotón, peras y manzanas. Otra tecnología que está ganando terreno en los últimos años es la **Visión artificial**, para la inspección de productos agrícolas. Actualmente existen sistemas automáticos basados en estas técnicas capaces de clasificar frutos por su tamaño, color,

PROCESOS DE POST-COSECHA: Es el conjunto de prácticas post-producción, e incluyen la



limpieza, lavado, selección, clasificación, desinfección, secado, empaque y almacenamiento, que se aplica para eliminar elementos no deseados, mejorar la presentación del producto, y cumplir con normas de calidad establecidas, tanto para productos frescos, como para procesados (FAO, 2002) Las frutas y hortalizas después de cosechadas continúan respirando y madurando, lo que implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos, de cada producto; las frutas y hortalizas están expuestas además, a la pérdida de agua debido a la transpiración (Arias, 2007) Las frutas climatéricas pueden ser maduras organolépticamente en la planta o después de cosechadas. Las frutas no climatéricas sólo maduran para consumo en la planta; mantienen en todo momento niveles bajos de respiración y de producción de etileno (Blandón, n.d)

EMPAQUE Y DISTRIBUCIÓN: Es una etapa de la cadena de valor en la que los productos cosechados son colocados en un empaque para su traslado del sitio de producción hasta el sitio de consumo, sin ser dañados. En la actualidad diferentes industrias enfrentan diversos

Pedro y Hermanos, S.A.	E262045/B CEE
Contenido: •20 cajas de faldas •10 cajas de bola •10 cajas de chuletero Fecha de paletizado: 15/06/01 Condiciones de conservación: entre 0°C y 2°C	
SSCC: 031234512345678909	
 (00)031 234512345678909	

problemas y barreras, los cuales deben superar de la manera más adecuada. Sectores como el ganadero, agroindustrial, alimentario y farmacéutico, entre otros, enfrentan temas como el cumplimiento a la Ley Bioterrorista y la Legislación europea y estadounidense para exportación e importación de productos, así como la posibilidad de mostrar eficiencia en los procesos productivos relacionados con las acciones de trazabilidad del producto. La trazabilidad es un conjunto de acciones, medidas y

procedimientos técnicos que permiten identificar y registrar cada artículo, desde su origen o inicio de fabricación, hasta el consumidor.

Dentro de esta etapa de la cadena de valor hay un elemento que puede impactar considerablemente el medio ambiente, y lo es el material del envase, el cual está experimentando grandes transformaciones tecnológicas para evitar contaminaciones. La



alternativa parece ser el uso del **plástico biodegradable** que está fabricado con materias primas orgánicas que proceden de fuentes renovables, como el plátano, la yuca, la celulosa, las legumbres, que contienen grandes cantidades de ácido láctico, los polisacáridos, las polilactonas, los polilactidos, el aceite de soja, la fécula de Papa que al final de su vida útil, al ser eliminado como residuo orgánico, se descompone en un corto período de

tiempo, en presencia de microorganismos, sirviendo de abono orgánico para las plantas. De hecho, la Ing. Ocandy Abreu (becaria del CONIAF) y el profesor Gabriel Lizama (2016) del Instituto Tecnológico de Mérida, México, trabajan en la evaluación del efecto de diferentes fuentes de carbono sobre el crecimiento, la producción y características fisicoquímicas de los bio-plásticos producidos por las bacterias halófilas Halomonas nitroreducens y Halomonas gomseomensis. En otras palabras, se alimentan bacterias para producir bio-plásticos para construir empaques de productos agroalimentarios.

Científicos e Ingenieros de las universidades de Leeds y Durham, Inglaterra (2015) trabajan en una nueva tecnología que prometen revolucionará la manera en que se fabrican los productos plásticos, y también su reciclado. La nueva tecnología se basa en un proyecto de procesamiento de polímeros a micro escala, que con modelos matemáticos predice, sin necesidad del "ensayo y error", las características exactas que tendrá el plástico, como la flexibilidad. Por esa razón se podrán conseguir en el laboratorio "polímeros perfectos" más adaptables a las necesidades particulares de cada producto y más fáciles de reciclar. "Este avance significa que los nuevos plásticos pueden ser creado de manera más eficiente y con un uso específico en mente, con beneficios para la industria y el medio ambiente". En cuanto al ambiente, "ahora será más fácil incorporar materiales de fuentes sostenibles y renovables" en el proceso de producción de objetos de plástico biodegradable.