

AUMENTO DE POBLACIÓN Y AUMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Discurso leído por el
EXCMO. DR. D. JOSÉ MARÍA ALBAREDA HERERA
Académico de Número,
en la Solemne Sesión Inaugural de Curso 1957-58
el día 12 de diciembre de 1957,

EXCELENTÍSIMO SEÑOR:

SEÑORES ACADÉMICOS:

SEÑORAS, SEÑORES:

Las últimas guerras mundiales, con su extensión avasalladora, con el progreso asombroso de las comunicaciones, han puesto en relaciones estrechas -por amor o por temor, por avasallamiento o por rebeldía- a todos los pueblos de la tierra. A través de diversos organismos mundiales se han abarcado problemas con dimensiones y enfoques universales. y sin apartarse del viejo y discutido aforismo *si vis pacem para bellum*, se ha pensado también en que la paz está ligada a la adecuada alimentación de los hombres, de modo que zonas hambrientas son zonas potencialmente bélicas, explosivas. Armamentos y alimentación son problemas básicos de las organizaciones internacionales. A las ya seculares expansiones horizontales -dominios imperialistas, zonas de influencia, penetración económica- va ligada, intensamente en nuestros días, una consideración vertical, el nivel de vida.

Existe una amplísima y creciente literatura sobre este tema de la alimentación humana.

El biólogo JULIAN HUXLEY, antiguo director general de la Unesco, expone la viva impresión del viajero a la vista del número de habitantes de China, de la densidad de población de Java y considera los intentos realizados para controlar el aumento de población en Japón y la India. De este último país ya tuvimos ocasión de exponer aquí algunos aspectos, amablemente invitados por nuestra Academia. HUXLEY lo presenta como ejemplo impresionante del volumen del desbordamiento humano; con motivo del festival religioso de Kumbh-Mela del año 1954 tuvo ocasión de contemplar el espectáculo de las masas humanas reunidas en la confluencia de los ríos Jumna y Ganges, con motivo del acontecimiento religioso que cada doce años es especialmente sagrado y que aquel año revestía particular importancia por ser el primero que se celebraba después de la independencia de la India. Aquel día el número de peregrinos había alcanzado la cifra de cuatro millones y medio, y resultaba inolvidable la visión de ese enorme hormiguero humano avanzando hacia los puentes provisionales para llegar a las zonas sagradas del baño.

El mundo cuenta con 2.800 millones de habitantes, y crece la población unos 34 millones por año, casi 4.000 por hora, más de uno por segundo. Cada día es como si una nueva ciudad, de más de 90.000 habitantes se incorporase al mundo.

PHILIPS expresa gráficamente las necesidades de una población de 2.652 millones de personas (estadísticas de 1954) en términos de una mesa familiar colocada en el Ecuador y que diera la vuelta al mundo, dejando dos pies de espacio para cada persona a cada lado. Harían falta veinte mesas y otra auxiliar de 4.232 millas. Dado el aumento de población registrado anualmente durante el período 1950-54 (1,3 por 100), los carpinteros habrían de construir algo más de 17,8 millas de mesa todos los días. Para 1960 se necesitarían 21 mesas, más una auxiliar de unas 18,500 millas.

Las condiciones de vida en orden al problema de la alimentación muestran que en algunos países, como la India, la nutrición es tan deficiente -la dieta media diaria en este país es de 1.590 calorías- que llega a ser menos de la mitad que en otros países, como, por ejemplo, Estados Unidos o Irlanda.

Antes del descubrimiento de la Agricultura, unos seis mil años antes de Jesucristo, la población total del mundo era menor de 20 millones. Hasta pasado el tiempo del Viejo Reino de Egipto no alcanzó los 100 millones.

Según WOYTINSKY, en el principio de la Era Cristiana la población del Imperio Romano, incluyendo los esclavos, era aproximadamente de 55 millones, distribuidos entre Europa con 23, de los que seis millones correspondían a España y otros tantos a Italia; África con 14,5, y Asia con 17,5.

En Asia, los grandes centros, de las más antiguas y avanzadas civilizaciones permanecían fuera del alcance de Roma. Un censo hecho en China en el segundo año de la Era Cristiana mostraba una población de 59,5 millones. No se sabe qué población existía en India y otras partes de Asia en aquel tiempo, pero en conjunto, la población del continente, fuera de la frontera del Imperio Romano, era poco menos de 120 millones. La población de la Tierra, al principio de la Era Cristiana, pudo estar entre 210 y 250 millones, con las áreas más populosas en el lejano Oriente.

Hasta la segunda mitad del siglo XVII (1650-1700), la población mundial no llegó a los 500 millones. Hacia la mitad del siglo XIX (1850) pasó el límite de 1.000 millones, y en 1920 se

elevó por encima e los 2.000 millones. Es decir, se duplicó por dos veces en el período entre 1650 y 1920. La primera duplicación tardó en realizarse casi dos siglos; la segunda, menos de uno. Así, pues, con el actual grado de crecimiento, la población se habrá duplicado nuevamente con arreglo a la cifra de 1920, a principios del año 1980, es decir, en sesenta años.

Cien años después de que MALTHUS enunciase su famosa ley, en 1898, el Presidente de la Asociación Británica de Ciencias, Sir WILLIAM CROOKES, en una conferencia sobre el problema del trigo, predecía el hambre mundial para 1930, y cincuenta años más tarde, en 1948, Lord BOYD ORR, Presidente de la FAO y premio Nobel de la paz 1949, decía: "En la competencia de las cifras de población y de la producción de alimentos triunfará el aumento de población. Si no intentamos rápidamente ganar esta competición nos encontraremos con una horrible catástrofe." Y, en 1949, el doctor Salter añadía: "Todas las esperanzas sobre la liberación del hambre han de quedar enterradas bajo la lava del crecimiento de población."

Pero Lawes y Gilbert, en Rothamsted, en 1898, y Sir John Russell, también en Rothamsted, en 1949, han tomado una posición opuesta, la misma que el profesor RHOEMER, quien ha mostrado que las predicciones de Malthus no se han cumplido en ciento cincuenta años, aunque la población del mundo haya aumentado en las proporciones indicadas. Pero, además, este aumento cuantitativo de población ha ido ligado a un mejoramiento cualitativo de los alimentos. No sólo ha aumentado el número de calorías por día, sino que ha habido también un desplazamiento de los alimentos vegetales a los animales.

Paralelamente al aumento de la población es preciso examinar el de la producción. En los últimos años ha habido un conjunto de progresos técnicos que han concurrido con precisión comprobada en diversos países al incremento de la producción, y cuyo desarrollo constituye una de las tareas esenciales de la FAO. Vamos a considerar los principales capítulos que han servido de base a los más destacados progresos agrícolas. HIGINIO PARÍS ha considerado estos factores en la estructura económica española.

Fertilizantes.- Fué Liebig quien, cincuenta años después de Malthus, estableció los fundamentos científicos de la fertilidad del suelo y de la elevación de la productividad de las cosechas, mostrando que una economía basada únicamente en la fertilización del suelo con estiércoles no podía sustituir los elementos nutritivos que las plantas precisan para su desarrollo y que han de obtener mediante la aplicación de abonos inorgánicos sin los cuales no puede evitarse un descenso de la fertilidad del suelo. Después de los trabajos de Liebig, de los que se derivan toda, la industria de la fabricación de fertilizantes, Hellriegel, en 1888, realizaba el decisivo descubrimiento de la utilización del nitrógeno atmosférico por las bacterias del suelo, y asimismo eran descubiertos por Haber-Bosch-Mittasch los abonos nitrogenados sintéticos, de la mayor importancia en Agricultura, mediante los cuales en Alemania se ha podido duplicar la producción por hectárea en sesenta años.

Todos los países han elevado enormemente sus cifras de producción agrícola. La utilización de fertilizantes minerales actúa decisivamente en el aumento del valor nutritivo de las cosechas, y puede derive, por las experiencias realizadas sobre fertilidad en numerosas fincas particulares, que el abandono de los abonos minerales en Alemania ocasionó una disminución anual de producción de seis millones de toneladas de trigo, lo que representó una pérdida de 300 gramos de pan por habitante y ella. Esta falta de producción, referida exclusivamente al trigo, alcanzó el 66 por 100 en la Europa continental en el período 1935-38 y fué de nueve millones de toneladas. Según datos publicados por la FAO, las provisiones actuales de fosfatos son suficientes para mil años, y las de potasa para quinientos. En los

últimos veinte años, Inglaterra, Estados Unidos, Canadá y Rusia han intensificado la producción de abonos minerales en cifras considerables, y han pasado del monocultivo a la rotación con notable aumento de las cosechas.

En España hay experiencias recientes que muestran destacadamente el éxito de la fertilización racional. El Departamento de Fertilidad del Instituto de Edafología ha llevado a cabo trabajos en el secano de la zona media de Navarra, y en un año con precipitaciones de 600 mm, en el que la cosecha media con fertilización corriente fué de 2.000 kilogramos por hectárea, mediante una adecuada fertilización intensiva se alcanzaron 6.000 kilogramos por hectárea.

La Estación del Zaidín, de Granada, ha logrado obtener, mediante un uso adecuado de fertilizantes, aumentos de producción de un 30 por 100 en patata; de un 100 por 100 en aceituna; de un 25 por 100 en remolacha, y de un 15 por 100 en cereales. En el área investigada, que se aproxima a las 3.000 hectáreas, el aumento de producción ha importado 8.600.000 pesetas. Y así podrían aportarse otros ejemplos.

Mejora de plantas.- Se puede decir que un 25 por 100 del aumento de las cosechas, desde 1900, se debe al desarrollo de la mejora de plantas que primeramente estaba basada en el principio de selección establecido por Vilmorín, en 1856, y cuya segunda fase se desarrolló a partir de principio de siglo, teniendo como fundamento la aplicación de las leyes de Mendel.

La mejora de plantas en su aspecto cuantitativo ha significado un extraordinario progreso en el aumento anual de producción agrícola, que por la aplicación de estos principios ha incrementado su producción en un medio por ciento, es decir, en un 25 por 100 en cincuenta años. Este avance puede continuar en aumento y hay muchos ejemplos confirmadores de este optimismo. El maíz híbrido obtenido por los métodos de mejora, ha aumentado la producción en un orden del 25 por 100 sobre la estirpe originaria. En Estados Unidos se ha difundido rápidamente, y en algunos Estados más del 90 por 100 de la superficie cultivada de maíz es de maíz híbrido. Esta elevación de la producción es el resultado de cuarenta años de investigaciones genéticas que se iniciaron en 1903.

Holanda obtuvo muy buenos resultados con la caña de azúcar. Los cultivadores holandeses, aplicando los métodos de mejora, lograron en veinticinco años superar las cifras de producción de azúcar, que pasaron de 80 a 170 quintales por hectárea. Esto llevó consigo la elevación anual de la cosecha de azúcar en un 3 por 100 por hectárea.

También se han logrado considerables progresos en la mejora Bioquímica y genética de microorganismos, habiéndose aislado estirpes de *Penicillium* que en la unidad de tiempo produjeron el cuádruplo de penicilina en comparación con la materia de partida.

En España tenemos alentadores ejemplos en esta dirección si consideramos la labor realizada por la Misión Biológica de Galicia en la selección y mejora de maíz, principalmente, mediante la obtención de líneas puras para la producción industrial de híbridos. Estos híbridos se han extendido en amplias zonas de España, donde se valora el incremento de producción conseguido mediante el empleo de esta semilla. Recientemente han logrado obtener híbridos de maíz de tallo azucarado, cuyas propiedades agrícolas e industriales elevan extraordinariamente su valor económico con doble aprovechamiento de grano y planta. Con estos maíces se llega a rendimientos de 13.980 kilogramos de grano por hectárea, superando las mayores cifras obtenidas en España y alcanzando al mismo el rendimiento máximo de sólido del jugo después de recogido el grano de 3.398 kilogramos

por hectárea, de los cuales se estima que cuando menos, el 70 por 100 son azúcares (2.378 kilogramos por hectárea). Asimismo son muy estimables los rendimientos de alcohol absoluto obtenidos por hectárea de los tallos de maíces azucarados, superando en algunas ocasiones la cifra de 1.200 litros por hectárea. Paralelamente se estudia el valor positivo que ofrecen las hojas verdes de estos híbridos azucarados como forraje.

En la Estación Experimental de "Aula-Dei", de Zaragoza, se hace también patente el avance conseguido en la mejora de plantas en España, habiéndose conseguido en pocos años excelentes resultados, especialmente en la mejora de cereales. Se han seleccionado numerosas formas de trigo, cebada y avena y se ha producido semilla pura de importantes variedades de trigo, de las que se posee una colección que sobrepasa las 4.000. Son muy notables los trabajos de mejora realizados en centeno, donde se ha obtenido una variedad tetraploide, lanzada ya al mercado con mucho éxito. Estos trabajos se han extendido también a la mejora de otras especies vegetales, como, por ejemplo, la remolacha azucarera, de la que se ha obtenido semilla de formas tetraploides. Igualmente se han obtenido tetraploides en garbanzo y se estudian varias formas tetraploides de *Trifolium*, *Medicago*, *Trigonella* y *Melilotus*, como plantas forrajeras. La mejora de maíz se realiza a partir de los híbridos simples norteamericanos para la obtención de semillas de híbrido doble, y se dispone de la casi totalidad de los híbridos dobles que se emplean en Estados Unidos.

Junto a esta mejora cuantitativa existe la cualitativa, que atiende a la mejora de la calidad y de la que tenemos un típico ejemplo en el mejoramiento Bioquímico de las plantas cultivadas.

GENEVOIS destaca la importancia de los vegetales como fuente de ácido ascórbico de nuestra alimentación, que siendo indispensable para muchos animales no es, sin embargo, imprescindible en los vegetales, dentro de los cuales aparece distribuido muy irregularmente. En la berenjena se encuentra apenas en proporción de 50 miligramos por kilogramo de fruto fresco. En el tomate alcanza cifras de 300 a 500 miligramos por kilogramo; en el pimiento existe de 1,5 a 2,5 gramos por kilogramo; en las hojas de las coles se citan cifras que van de los 200 a los 1.500. miligramos por kilogramo de tejido fresco, y en las manzanas, dentro de una misma especie, los contenidos varían de 20 a 500 miligramos por kilogramo de pulpa fresca.

Recordemos a este propósito que la ración cotidiana de vitamina C se ha cifrado por los ingleses en 25 miligramos, y por los norteamericanos en 50 miligramos; por tanto, una manzana rica en ácido ascórbico (500 miligramos por kilogramo) proporciona una ración cotidiana rica en vitamina C. El estudio de las variedades comerciales extendidas en 1935 ha revelado que casi todas ellas estaban en la categoría de "pobre".

Las experiencias del profesor SCHUPAN, en Alemania, sobre cobaya, han demostrado el valor antiescorbútico real de la manzana Ontario (206 miligramos por kilogramo) y el escaso valor de la manzana Oldenburg (31 miligramos por kilogramo). Estos trabajos le han llevado a crear la noción de "manzanas dietéticas", recomendadas a los niños y a los enfermos por su alto contenido en vitamina C.

Con sus ensayos, extendidos a niños, pudo determinar que al cabo de tres semanas un grupo de veinte niños alimentados con un régimen conteniendo 500 gramos de manzanas Oldenburg, tenían disminuida su tasa de ácido ascórbico de 7,1 a 4,6 miligramos por litro de sangre, y otro grupo de veinte niños alimentados con manzanas Ontario, tenían elevada su tasa de ácido ascórbico en cifras de 6,3 a 8,4 miligramos por litro.

En Francia, la Estación pomológica de Rennes, bajo la dirección de M. Tavernier, ha establecido la clasificación de variedades francesas en su aspecto bioquímico y ha encontrado para la Calville Blanc un contenido de 590 miligramos por kilogramo; en la Calville roja, 184; Reinette de Armorique, 253; Reinette amarilla de Mans, 255, y Reinette de Saintongue, 193 miligramos por kilogramo.

SCHARRER y WERNER han estudiado la influencia que los distintos fertilizantes tienen en el contenido de vitamina C de muy distintas plantas alimenticias, señalando el efecto positivo del potasio y el negativo del nitrógeno en porcentaje de contenido de vitamina, aunque el efecto sea favorable si se considera la totalidad de la cosecha.

Otro ejemplo de selección de una planta alimenticia nueva por métodos bioquímicos y genéticos es la del altramuz dulce realizada por Von Sengbusch en la Estación de Müncheberg entre 1932 y 1936. En el examen de un millón de pies de *Lupinus* estudiados para detectar la presencia de alcaloide, tres de estos no mostraban trazas de alcaloide y a partir de ellos se han obtenido todos los *Lupinus* dulces cultivados actualmente en el mundo.

El problema más importante de la selección Bioquímica de los vegetales es actualmente el de las proteínas vegetales de las regiones tropicales, como China, Japón, África, etc., donde, debido a las condiciones climatológicas, la nutrición animal es muy deficiente y, por tanto, la alimentación de la mayor parte de la población es esencialmente vegetariana y se realiza a partir de proteínas de arroz y de soja, que alcanzan así mayor importancia que la que tiene nuestras proteínas de trigo. Sabemos que las hojas contienen la gama completa de aminoácidos, mientras que los granos son a menudo insuficientes en alguno de ellos. Un ejemplo conocido es el gluten del grano de maíz, al que le faltan totalmente la lisina y el triptófano, que, sin embargo, se encuentran presentes en la hoja de la planta. También, conocen los agricultores que la cebada, la avena y el maíz se complementan recíprocamente y que los mijos y los cañamones se complementan como alimento para los pájaros. GENEVOIS considera estos trabajos como uno de los más bellos capítulos de la historia de las proteínas y de la ciencia de la nutrición.

Fitopatología.- La importancia adquirida por la Fitopatología en estos últimos años se justifica plenamente por la enorme pérdida de rendimiento en las cosechas y el afán de poner remedio a la asoladora realidad de las plagas del campo.

Del mismo modo que en las enfermedades humanas, existe en Fitopatología el camino terapéutico y el camino de la resistencia a las enfermedades, y en este aspecto la técnica ha contribuido también poderosamente al aumento de producción. Por la obtención de variedades resistentes a las enfermedades se ha conseguido una considerable reducción de la pérdida de las cosechas, que en Alemania llegaba a ser de un 15 por 100, y en las tropicales y subtropicales de un 25 a un 50 por 100. Con la aplicación, durante veinte años, de un millón de dólares anuales en Estados Unidos y Canadá se han obtenido variedades de trigos resistentes que han aumentado la producción por valor de 440 millones de dólares.

Asimismo, con el empleo de insecticidas y herbicidas se han obtenido éxitos sorprendentes que actualmente representan un avance muy considerable en el campo de la investigación fitopatológica y han elevado la productividad de las cosechas en Estados Unidos y Canadá en muchos millones de hectáreas.

En relación con los adelantos registrados en esta zona de investigación, HODGINS cita las palabras de Charles Sayre, jefe de una de las mayores plantaciones de algodón del mundo,

quien dice "que los productos químicos para el control selectivo de las plantas pueden significar aún más para el futuro de la agricultura americana que el cambio de caballos y mulas por la potencia del tractor". Para HODGINS la fabricación industrial de insecticidas, herbicidas, fungicidas, condicionadores del suelo, reguladores del crecimiento y defoliantes, representa un avance decisivo para el desarrollo de la Agricultura; una onza de carbamato puede proteger semillas suficientes para plantar diez acres; un galón de un éster del ácido fenoxiacético puede matar mayor cantidad de malas hierbas que siete hombres con siete azadones podrían matar en siete años. En 1952 el agricultor de Estados Unidos, ayudado y orientado por el Departamento de Agricultura y otros centros de carácter análogo, adquirió insecticidas y herbicidas por valor de 350 a 400 millones de dólares, dedicando a estos gastos alrededor de 1 por 100 de la renta de todas las granjas. En este mismo año el agricultor americano tuvo una pérdida de 5.000 millones de dólares en sus cosechas debido a las malas hierbas. Asimismo perdió 4.000 millones por los insectos, y una cifra igual por diferentes enfermedades de las plantas, y por distintas causas llegó a perder lo bastante para alcanzar un total de 15.000 millones.

En el cuadro general de optimismo que producen estos progresos científicos no faltan notas que aporten el aspecto adverso y la posibilidad de decadencia que también presenta nuestra época. Hay quien se pregunta si la misma ley de Mitscherlich sobre el incremento de cosecha, presentada como función logarítmica de los factores de producción, no será aplicable, en conjunto, a los mismos progresos agrícolas como integración de tantos factores distintos de producción. El suelo también presenta cansancio y vejez. La erosión producida por el agua y el viento provoca, como es sabido, pérdidas considerables de suelo que preocupan a todos los Estados, y en el nuestro ha dado lugar a un servicio de conservación del suelo, además de las extensas realizaciones del Patrimonio Forestal.

Frente a toda visión de fatiga productiva ofrece HODGINS ejemplos que muestran, destacadamente, el ímpetu de los actuales hallazgos de la investigación. En lenguaje lacónico considera la *velocidad* de acción; más de 350.000 acres de arroz se salvaron en cuatro días por pulverización, desde un avión, de un hidrocarburo clorado para sofocar el ataque de un raro minador de la hoja. La *producción*: el control de las plagas del trigo en Oklahoma ha elevado la producción hasta un 400 por 100; la producción de semilla de alfalfa en Utah se ha elevado en un 150 por 100; el aumento en la producción de cereales híbridos, debido al mejor control de los insectos, se estima en un 30 por 100, y la producción de patata Maine se puede incrementar en un 100 por 100. *Horas-Hombre*: las exigencias para producir una bala de algodón están bajando hacia diez horas-hombre debido desde una "altura prequímica" de 155. *Dinero*: el control químico de las plagas de la ganadería está ahora ahorrando a la nación una suma total de unos 800 millones de dólares al año. *Tratamientos de semillas*: modernos tratamientos de semillas han salvado cinco millones de "bushels" de trigo, siete millones de "bushels" de avena, 5.800.000 "bushels" de sorgo y 370.000 "bushels" de cebada, hasta un valor total de 28 millones de dólares. Una onza de desinfectante, que cuesta unos pocos centavos, puede proteger semillas suficientes para sembrar una docena de acres.

Hace cien años un trabajador del campo podía producir alimento y fibra para menos de cinco personas; hacia 1910 podía producir suficiente para ocho; hacia 1950 ha llegado al punto de ser capaz de alimentar y vestir parcialmente casi quince. "El incremento de la producción total para el consumo humano durante los últimos treinta años, escribe el doctor Goebel, se ha conseguido en una tercera parte por la mecanización, y las otras dos terceras partes por el aumento de productividad conseguido básicamente por la aplicación de la investigación biológica y bioquímica a la Agricultura."

Los variados caminos de la Fitopatología tienen una máxima actualidad en la producción agrícola. El Instituto de Química trabaja intensamente en pesticidas; en el de Edafología se han desarrollado trabajos sobre herbicidas y sobre otro capítulo tan candente como el de los virus vegetales. Distintos centros del Instituto de Investigaciones Agronómicas abordan la considerable amplitud de los problemas fitopatológicos del campo español.

Medidas de cultivo.- Entre los factores de aumento de producción hay que contar también las distintas medidas de cultivo y de conservación, como son las rotaciones, labores, condicionadores de estructura, almacenamiento, etc. Puede decirse que el 25 por 100 del aumento de producción animal y vegetal registrado en cincuenta años se debe a la mejora de las rotaciones por selección de cultivos en períodos adecuados, así como al progreso de las ciencias agrícolas que han proporcionado el mejor conocimiento del suelo.

Experiencias realizadas en Villafranca de los Barros por nuestro Departamento de Fertilidad con el uso de Krilium han estabilizado una estructura del suelo favorable y cosechas de trigo de 1.400 kilogramos por hectárea, mediante el uso de fertilizantes, han alcanzado 3.200 kilogramos por hectárea; la adición además de Krilium las han hecho subir a 5.700 kilogramos por hectárea. Asimismo, en Guadalajara, en extensiones importantes, en las que el año 1952, con una producción de 400 a 500 kilogramos por hectárea de trigo, la explotación no era económica, la modificación de distintas medidas de cultivo -labores, rotación, barbechera, abonado- ha ido produciendo incrementos anuales que en 1957 han alcanzado 1.500 a 1.600 kilogramos por hectárea, con precipitaciones inferiores a 400 milímetros. La curva de incrementos hace prever para el año 1960 una producción de 1.800 kilogramos por hectárea.

Por otra parte, son patentes en España los progresos obtenidos en los métodos de conservación de cereales con la construcción de modernos silos donde se cumplen las mejores condiciones de ensilado con una notable disminución de pérdidas por almacenamiento.

Regadíos.- El aumento de producción está íntimamente ligado a la dilatación de los regadíos y de la superficie de cultivos.

Mientras la primera mitad del siglo XX se ha caracterizado por un intenso desarrollo de los abonos minerales, la segunda puede ser la de economía del agua. Su enorme importancia se manifiesta mostrando que, según la FAO, sólo el 13 por 100 de la superficie de cultivo tiene regadíos, y este 13 por 100 de superficie produce el 25 por 100 de la producción total de alimentos. África, Sudamérica y Australia ofrecen superficies gigantescas para la producción de alimentos en cuanto se supere la sequía mediante regadío. Dilatadas experiencias comparativas realizadas en Alemania con regadío y sin regadío han producido alimentos del 30 al 35 por 100 en las cosechas en las regiones secas y cálidas.

La obra realizada por España en esta materia es un ejemplar esfuerzo que refleja el alto nivel alcanzado en esta dirección de trabajo que ha hecho fértiles extensas regiones antes totalmente improductivas. El geógrafo francés Bruhnes, en una obra sobre los regadíos de la Península Ibérica y del Norte de África, señala ya a principios de siglo la magnitud mundial de los regadíos en España y las obras gigantescas que habrían de desarrollarse en nuestro tiempo como continuación de todos los trabajos llevados a cabo en los más fecundos períodos históricos. Esas previsiones están confirmadas en nuestros días con obras magnas, que todos conocéis, en las distintas cuencas hidrográficas.

Zonas áridas.- Por mucho que se aumente el regadío existirá siempre una extensión gigantesca en España, y en el mundo, que será zona árida. Entonces lo que hay que buscar es cuál será la vegetación que puede desarrollarse en esas condiciones naturales y a la que se puede sacar mayor rendimiento.

Según datos de DICKSON, aunque es muy difícil dar cifras precisas, se estima que de la superficie total de la tierra están bajo cultivo, en alguna forma, alrededor de la décima parte. Pero también se calcula que alrededor de la cuarta parte son tierras áridas. Es decir, la zona árida es aproximadamente entre dos veces y media la superficie total del área cultivada en el momento presente.

Cuando se consideran las posibilidades de las tierras áridas es preciso reconocer que los esfuerzos individuales de los agricultores no pueden tener más que una pequeña influencia en el desarrollo de las nuevas áreas de producción o en el restablecimiento de producción en grandes áreas, antes fértiles y ahora sin cultivar, como son las extensas zonas de los valles del Tigris-Eufrates, del Nilo y del Norte de Ceilán, donde todavía se pueden ver restos de antiguos canales de irrigación. Se calcula que en América latina más de cinco millones de hectáreas son susceptibles de cultivo, y se dice que un área mayor que la tierra productiva de Egipto es aprovechable en el Níger medio.

Asimismo se conoce que lo que hoy día son regiones áridas estaban ocupadas primitivamente por civilizaciones avanzadas, como demuestran las excavaciones, donde se encuentran restos de embalses y canales que muestran la preocupación de estos pueblos en relación con el agua. Tal es el caso de la India, Pakistán, Norte de África, el Oriente Cercano e incluso la desolada región de Lob Nor en Asia Central, donde hay restos de ciudades y de trabajos de irrigación de los oasis.

TIXERONT considera que el estudio de los trabajos de irrigación de árabes y romanos, las especies de plantas cultivadas, así como la continuidad de los métodos de cultivo, muestran que el clima es estable y no se ha convertido en más seco. De modo similar se dió cuenta en la conferencia de Jerusalén, en 1953, de que todos los datos históricos, botánicos y arqueológicos, señalaban pequeña variación en el clima durante los últimos ochenta años, aproximadamente, en Israel y la India.

La mejora de las zonas áridas, expone WHITE, consiste en realizar una regeneración de la vegetación por medios naturales y artificiales. Si el factor biótico se pudiera limitar durante unos cinco o diez años, se podría hacer uso completo de la notable capacidad de tipos de vegetación degradados para recuperarse, para alcanzar de nuevo su nivel ecológico y para proporcionar un tipo superior de vegetación. Pueden citarse muchos ejemplos de excelente regeneración de la vegetación, incluso tras una protección de pocos años y algunas veces con las lluvias muy escasas.

Asimismo existen muchos trabajos sobre especies indígenas con mejores condiciones de adaptación en tierras semiáridas, que incluyen especies de *Dactylis hispanica*, *Stipa lagascae*, *Cynodon dactylon*, *Aristida ciliata*, *Hyparrhenia hirta*, *Avena barbata* y *Lolium rigidum* que podrían multiplicarse en el desierto oeste de Egipto y especies de *Agropyrumn* con ecotipos de escasa lluvia de *Dactylis hispánica*, *Phalaris tuberosa* y *Cenchrus ciliaris*, que serían adaptables en los desiertos de Arabia y en las tierras semiáridas de Rajasthan. La FAO, en 1954, en colaboración con la Organización para la Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth, de Australia, reunió una colección de 600 especies y ecotipos de los países mediterráneos, especialmente del Norte de África, que se multiplican en Roma con la

cooperación del Gobierno Italiano y el profesor U. de Cillis, para ensayarlas en los campos de experimentación a lo largo del Mediterráneo.

La introducción de nuevas plantas, para los secanos españoles, ha sido labor intensamente realizada durante los últimos años, tanto por el Ministerio de Agricultura (Instituto para la producción de Semillas Selectas y Sección de Plantas forrajeras del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas) como por algunos Centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Estación Experimental de "Aula-Dei", en Zaragoza, y el Instituto de Aclimatación de Almería.

Unas veces han sido semillas de plena procedencia extranjera, y en otros casos eran plantas indígenas de excelentes características, que se han seleccionado y multiplicado en parcelas experimentales al principio, y luego en fincas extensas. Actualmente se puede destacar un buen número de especies de los géneros *Sanguisorba*, *Festuca*, *Trifolium*, *Lolium*, *Phalaris*, entre otros, donde se encuentran casos como el del *Trifolium subterraneum* que ha permitido i, en los suelos ácidos de Extremadura, triplicar en algunas fincas el número de cabezas de ganado por hectárea.

También hay especies de leguminosas tan importantes como la alfalfa, cuyo cultivo se ha logrado en suelos ácidos gracias a los trabajos del Departamento de Microbiología del Instituto de Edafología, en colaboración con la Misión Biológica de Galicia, que han conseguido el desarrollo de la alfalfa en esas condiciones desfavorables, inoculando las semillas con variedades de *Rhizobium* resistentes a la acidez.

Nuevos caminos de producción.- La realidad científica de nuestro tiempo nos muestra que no cabe encuadrar el aumento de producción en ningún tipo de progresión si no se toma ésta como límite inferior. Las previsiones de la aplicación de esos medios conocidos que afectan a la planta, a su mejora, a su nutrición por fertilizantes, a su defensa de la concurrencia vital por herbicidas o de las plagas por insecticidas fungicidas, etc.; a su biología más favorable a los fines de la nutrición, a la economía del agua, todas estas técnicas conocidas, pero no aplicadas aún en parte considerable de la Tierra, pueden ser objeto de cálculo y dan un balance favorable al cotejarlas con el aumento de población. Pero por encima de estas previsiones, ya de por sí optimistas, están los descubrimientos con los que no podemos aún contar, ni cifrar, pero que la marcha de la investigación científica nos asegura que se han de producir, y con una magnitud que salta las escalas que hoy manejamos. Ahí está la energía, cuya distribución presenta DICKSON como impresionante contraste, pues su consumo por habitante es, en Estados Unidos, doble que en Gran Bretaña y más de veinte veces que en la India. ¿ Podría hablarse hoy en serio, en el mundo, de las deficiencias de energía, a la vista de la limitación de las cuencas carboníferas o de los yacimientos petrolíferos, ante las perspectivas de la energía nuclear?

En 1898, Sir WILLAM CROOKS predijo que el agotamiento de la reserva del mundo en nitratos, entonces en consumo, extinguiría la Agricultura y, en definitiva, las especies. Pero sólo pasaron cinco años hasta el descubrimiento de la fijación industrial del nitrógeno atmosférico puesta al servicio de la Agricultura. Lo mismo puede ocurrir, recuerda ahora LUCK, con la energía del átomo.

Ahí están, por ejemplo, las investigaciones sobre fotosíntesis clorofiliana. El pasado año, el profesor ARNON, de California, exponía en Madrid los trabajos actuales sobre fotosíntesis extracelular, y diseccionaba esta reacción fundamental del mundo biológico, por la que la luz se transforma en energía química, y el CO₂ y el agua en hidratos de carbono y oxígeno, en

tres procesos: fotólisis del agua con desprendimiento de O_2 , fosforilación fotosintética y fijación de CO_2 . Los cloroplastos aparecen como estructuras citoplasmáticas que contienen sistemas polienzimáticos capaces de realizar esas reacciones, pero las dos primeras pueden realizarse *in Vitro* con los productos de los cloroplastos triturados.

Factor humano.- El progreso en materias agrícolas es irregular y mucho más lento que en materias industriales o comerciales. Un conocimiento de la ciencia agrícola en su mayor amplitud, puede surgir efecto a lo largo de muchos años, porque si en el mundo se ha dado la cifra de la existencia de cien millones de explotaciones agrícolas, con los más distintos climas, suelos y condiciones económicas, es precisa una formación de los campesinos que, en comparación con otras profesiones, en muchos países, queda atrasada porque no existe un cuidado específico tan manifiesto como el que se dedica a otras actividades.

Hay, pues, un factor humano de productividad, que tan en boga está actualmente en la industria y que afecta a la Agricultura. Por eso es esencial para el desarrollo de la producción agrícola que los organismos científicos y de educación actúen eficazmente en el progreso de la formación técnica.

Junto a la investigación: ha de haber una enseñanza técnica en todos sus grados, y una difusión entre los campesinos de los niveles superiores de la enseñanza.

Cuanto más progrese la ciencia mejor ha de ser enseñada para que los nuevos conocimientos puedan ser aplicados. Como ha dicho ROEHMER, la ciencia agrícola no sólo ha de crear nuevo saber, sino nuevo actuar, y es preciso que no sólo un campesino especial, sino todo agricultor, entienda las aplicaciones que la ciencia agrícola elabora.

La formación científica en todos sus grados, desde la investigación hasta su difusión, es esencial para el aumento de la producción agrícola.

La coordinación de la investigación, la enseñanza y la difusión esta realizada en la magnífica estructura de las Universidades norteamericanas, cuyos Colleges Agrícolas tienen esas tres ramas. En Europa, con Universidades más delimitadas, más estatales, la organización administrativa es distinta, pero la función se cumple igualmente: la investigación y la extensión están ligadas. En Holanda los maestros llevan una participación considerable en el enlace de la investigación y de la enseñanza superior con los campesinos; en Inglaterra y Gales tienen ocho Centros a los que llegan los problemas del campo y se resuelven por los químicos y biólogos que allí trabajan. Del campo ascienden los problemas a los centros de estudio, y desde éstos se difunde la solución encontrada. Con esa finalidad cumplen las poderosas Cámaras agrícolas alemanas. Este progreso es necesario en todos los países. En el nuestro, durante estos últimos años, se realiza una labor amplísima. Los vastos planes de regadíos y colonización llevan consigo un aumento de producción enorme y, solidariamente, la extensión de las enseñanzas agrícolas y el incremento de la investigación.

Distribución de alimentos.- Junto al problema de producción es esencial abordar también el de la distribución. Un nivel de producción suficiente para una alimentación adecuada de la humanidad se alcanza en los países -técnicamente desarrollados. Antes de la guerra la dieta de la mitad, aproximadamente, de la población tenía alimentos insuficientes para rebasar las 2.250 calorías por persona y día; menos de la tercera parte de la población recibía más de 2.750. El resto, un sexto, tenía dietas entre esos dos extremos. La Liga de Naciones publicó informes de las necesidades alimenticias, según los cuales un varón adulto, realizando ocho horas de trabajo moderado, necesita 3.000 calorías por día. Las estimaciones dadas por el

National Research Council de Estados Unidos coincidían con esa cifra. Entre las pocas escalas publicadas para poblaciones distintas a las de las naciones occidentales, están las sugeridas por la Liga de Naciones, inter-Governmental Conference on Rural Hygiene, según las cuales el hombre medio en India requiere 2.600 calorías diarias, y en Japón 2.400. El desarrollo técnico de un país se aprecia no sólo por el número de calorías de su alimentación, sino también por la procedencia de esas calorías. Como hace observar TOLLEY, cuando en una nación patatas y cereales producen el 80-90 por 100 de sus calorías son frecuentes las enfermedades producidas por deficiencias minerales y de vitaminas. Pero si un 30 a 50 por 100 de las calorías proceden de productos animales de elevado contenido en proteínas hay muchas menos probabilidades de esas deficiencias. Sólo una pequeña parte de la población mundial disfrutaba de dietas excelentes antes de la guerra: Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Gran Bretaña, Holanda, Suecia, Dinamarca. En Estados Unidos, cereales y patatas proporcionaban solamente el 30-40 por 100 de las calorías, mientras que el 35-40 por 100 procedían de productos animales. Proporciones semejantes - ligeramente más altas en los productos animales- eran las de Gran Bretaña. Pero en Italia, por ejemplo, el porcentaje suministrado por cereales y patatas es de 60-70 por 100 y sólo 10-15 de productos animales. En Egipto y Oriente Medio, los primeros llegan a 70-80 por 100 y sólo de 5 a 10 por 100 estos últimos, y estas proporciones llegan en China a 90 por 100, frente a sólo ella 5 por 100 de procedencia animal. Túnez, Argelia y Marruecos obtienen el 70-80 por 100 de sus calorías en cereales y patatas; estos alimentos suministran a Chile el 60-70 por 100, derivando sólo el 15-20 por 100 de productos animales .

Según datos recientes de PHILLIPS la variación en el contenido total de proteínas del alimento disponible varía de 99 gramos por persona y por día en Nueva Zelanda, a 50 en India. De modo que, como ocurría con las calorías, la media por persona en el país que dispone de más cantidad de proteínas, tiene aproximadamente doble cantidad de la que le corresponde en el país que dispone de menos. El Uruguay queda en primer lugar con 67 gramos de proteínas animales por persona y por día, mientras que la India dispone sólo de seis gramos por persona.

El Ministro de Comercio, don ALBERTO ULLASTRES, en su discurso de apertura de la Feria de Muestras de Zaragoza, destacaba vigorosamente la elevación actual de las cifras de consumo nacional de los alimentos de origen animal frente a las de años anteriores, con un desplazamiento inverso de los alimentos vegetales. El consumo nacional de carne, pescado y huevos ha aumentado en 430.000 toneladas de carne consumida en el año 1955 a 520.000 en este año; de 570.000 toneladas de pescado se ha pasado a 620.000; en huevos, de 2.900 millones de unidades se ha llegado a 3.300 millones. El aumento global de consumo se corresponde con un aumento de consumo por habitante. En carne se ha pasado de consumir 14,8 kilogramos por habitante al año a 17,7 kilogramos; el pescado, de 19,3 kilogramos a 21 ; en huevos, de 100 unidades a 112 al año. Al mismo tiempo se ha registrado una disminución en cifras globales y por habitante en el consumo de patatas, legumbres y arroz. En patata se ha pasado de un consumo de 4.000.000 de toneladas a 3.75.000; en legumbres, de 240.000 toneladas a 220.000, y en arroz, de 20.000 toneladas a 160.000. Por habitante se pasa en arroz de 7 a 5 kilogramos; en legumbres, de 8,2 a 7,5, y en patata, de 134 a 128 al año.

Destacamos un ejemplo, vigoroso de la importancia de la distribución en la enorme amplitud de este tema, ejemplo de destacada importancia para la economía española. Los estudios realizados por el profesor FRITZ BAADE en el Instituto de Economía Mundial de la Universidad de Kiel, aportan consideraciones llenas de interés. Si consideramos las áreas de

concentración industrial de Estados Unidos y Centro de Europa, ambas pueden quedar representadas por un círculo con un radio de 875 kilómetros, pero en esa superficie (Gran Bretaña, Europa Central, Sur de Escandinavia) viven 200 millones de habitantes, mientras que en el área correspondiente al Oriente de Estados Unidos son 100 millones. Estos cien millones de consumidores en Estados Unidos, en el año 1948, habían consumido 8,4 millones de toneladas de fruta y verdura traídos de las regiones climáticamente favorecidas, principalmente de California, Texas y Florida, mientras que los centros de consumo europeos, con 200 millones de población, en 1950 habían consumido sólo 2,1 millones de toneladas de las regiones del Sur de Europa, España (considerablemente de las Islas Canarias), Italia, Grecia, Palestina y Norte de África. De estos 2,1 millones de toneladas, 0,7 millones correspondían a Gran Bretaña, con 40 millones de consumidores. Para el resto de los 160 millones de Francia, Bélgica, Holanda, Suiza, Austria, Alemania, Dinamarca, Suecia y Noruega quedan, en conjunto, alrededor de 1,4 millones de toneladas de los frutos procedentes del Sur, es decir, 9 kilogramos por habitante. La población británica tiene 23 kilogramos por habitante de frutas y verduras de la zona mediterránea y otras regiones cálidas, y la población de Estados Unidos tiene un consumo de 84 kilogramos de tales productos, Si Centro Europa lograra elevar su consumo de estos productos hasta la mitad del consumo americano esta importación representaría más de mil millones de dólares para los países mediterráneos que, por otra parte, tienen un transporte mucho más corto que los que ofrecen los centros de producción americanos situados en California, Texas y Florida.

En las distintas áreas del mundo el complejo de la producción con sus diversos factores naturales y humanos produce contrastes en las relaciones de extensión de cultivos y de producción de calorías por persona. PHILLIPS indica que dentro de las áreas cultivadas existen variaciones notables en el nivel de producción. Por ejemplo, durante el período 1945-47, la producción de trigo variaba de 43,8 "bushels" por acre en Dinamarca, a 8,8 en India. En el mismo período la producción de arroz varió de 51,3 "bushels" en Australia y 47,5 "bushels" en España, a 12,4 en Filipinas. El maíz varió de 31,0 "bushels" en Estados Unidos, a 9,6 en Bulgaria y la India, y 9,4 en la Isla de Java. Estos tres ejemplos, tomados entre los países agrícolas más importantes del mundo, indican el grado de variaciones en la productividad que resulta de las diferencias de temperatura, abastecimiento de agua, fertilidad natural del suelo, uso de fertilizantes, métodos de cultivo y otros factores. La extensión de los cultivos en función de la población da estas cifras: acres cultivados por persona oscilan entre el máximo norteamericano, 4, y el mínimo del Asia Oriental, 0,5, pasando por 2 para la U. R. S. S., 1,5 para América del Sur, 0,8 para Asia del Sur y 0,7 para Europa Occidental. Pero la productividad por área de cultivo coloca a la Europa Occidental en primer término: la calorías por acre son 7.500 en Europa Occidental, 5.500 en Asia Oriental, 4.700 en América del Sur, 3.600 en Asia del Sur, 2.500 en Norteamérica y 2.300 en la U. R. S. S. La producción de alimentos expresada en número de calorías por persona da esta escala: 10.000 Norteamérica, 7.050 Sudamérica, 5.250 Europa Occidental, 4.600 U. R. S. S., 2.900 Asia del Sur y 2.750 Asia Oriental.

El núcleo del problema no está sólo en la producción, sino en el equilibrio entre las regiones de exceso y defecto de producción, en que los países ricos con su superabundancia puedan vender a los países pobres que padecen deficiencias. Todos los factores de aumento son válidos si se excluyen las sinrazones que muchas veces se oponen a este desarrollo lógico; hay que, evitar las consecuencias de una estructura de distribución imperfecta.

Hay en el mundo un enorme problema de distribución de la población y de la producción. Hace falta que no sólo los individuos, sino también las comunidades nacionales, superen el egoísmo y practiquen la justicia y colaboración cristianas.

BIBLIOGRAFIA

ARNON, Daniel T.: Localización de la fotosíntesis en partículas celulares aisladas. *Anales de Edafología y Fisiología Vegetal*, vol. XV, núm. 12. 1956.

BAADE, Fritz: Obst und Gemüse in Westeuropa. Erzeugung und Marktverflechtung. Landwirtschaftsverlag. G. m. b. H. Hiltrup bei Münster. 1955.

BLANCO GONZÁLEZ, Mariano; BLANCO GONZÁLEZ, José Luis, y SALEMA VEIGUINHA, A.: Obtención de híbridos de maíz de talle azucarado, de doble aprovechamiento -grano y planta-, y estudio comparativo de su valor industrial, agrícola y económico. Pontevedra. Misión Biológica de Galicia, 1957.

CROOKS, William: Discurso presidencial en la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias, 1898.

DICKSON, B.T.: The Challenger of arid lands researchs and development for tehe Benedit of mankind. "The Future of Arid Lands". Papers and recomendations from the International Arid Lands Meetings. Washington. American Association for the Advancement of Science. 1956.

FAO.: Publicaciones sobre el estado de la Agricultura y la alimentación desde 1950. Washington. Roma.

GENEVOIS, L.: L'amélicration biochimique: des plantes cultivées. *Revue Générale des Sciences pures el appliquées*, tomo LXII, núms. 11-12. 1955.

HODGINS, Eric.: The mighty force of research. McGraw-Hill Book Company. New York-Toronto-London. 1953-56.

HUXLEY, Julian.: World population. *Scientific American*, vol. CXCIV, núm. 3. 1956. League of Nations Publs. Health., ser. III (8 septiembre 1937).

LUCK, Murray, J.: Man against His Inviroment: the Next Hundred Years. *Science*, vol. XXVI, núm. 3.279, noviembre 1957.

PARÍS EGUILAZ, Higinio.: Algunos problemas del desarrollo de la Agricultura española. *Anales de Economía*, vol. XVII, núm. 63, C.S.I.C. enero 1957.

PHILLIPS, Ralph W.: How adequate is the world's food supply? *Sci. Monthly*, volumen LXXXV, núm. 5, noviembre 1957.

RHOEMER, Th.: Gedenkschrift zur Doppel-Verleihung des Justus-von-Liebig-Preisses, der gemeinnützigen Stiftung F. V. S. zu Hamburg 1949- 1 950.

SCHARRER, K., und WERNER, W.: Über die Ähngigkeit des Ascorbinsäure-Gehaltes der Pflanze Düngung Bodenkunde. Band 77. Heft 2. 1957

TIXERONT, J. : Water resources in arid regions. "The Future of Arid Lands" . Paper and recommendations from the International Arid Lands Meetings. Washington. American Association for the Advancement of Science. 1956.

TOLLEY, H. R.: Population and food supply. Freedom from want. Waltham. Chronica Botanica Co. A. Symposium edited by E. E. De Turk. 1948.

ULLASTRES, A.: Discurso de apertura de la Feria de Muestras de Zaragoza, octubre 1957.

VIEITEZ, E., y FRAILE, G.: Ensayo de cultivo de alfalfa en Galicia. *Anales de Edafología y Fisiología Vegetal*, tomo XII, núm. 6. 1953.

WHYTE, R. O.: Grazing resources." The Future of Arid Lands". Papers and recommendations from the International Arid Lands Meetings. Washington. American Association of the Advancement of Science. 1956.

WOYTINSKY, W. S., and WOYTINSKY, E. S.: World population and production. Trends and outlook. New York. The twentieth Century Found. 1953.