

CIENCIA-TECNOLOGÍA E HISTORIA
Órgano de Difusión del programa
De Investigaciones Históricas
Serie 2002, No. 5



LA REVOLUCIÓN VERDE
PAZ Y HUMANIDAD

Norman Borlaug

Universidad Autónoma Chapingo
PIHAAA-CIESTAAM

CIENCIA-TECNOLOGÍA E HISTORIA
Órgano de Divulgación del
Programa de Investigaciones Históricas
PIHAAA-CIESTAAM

Serie 2002, No. 5

**LA REVOLUCIÓN VERDE
PAZ Y HUMANIDAD**

Norman E. Borlaug

Universidad Autónoma Chapingo
Programa de Investigaciones Históricas
de la Agricultura, Agronomía y Agrarismo
PIHAAA-CIESTAAM

ISBN: 968-884-794-1

Primera edición: Enero de 2002.

D.R.© Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. (PIHAAA-CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo, km. 38.5 carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, México. Teléfono y Fax: 01(595)955-02-79, 955-21-74, e-mail: ciestaam@taurus1.chapingo.mx

Responsable de la edición:

María Isabel Palacios Rangel

Comité Editorial:

Jorge Ocampo Ledesma
María Isabel Palacios Rangel
Elia Patlán Martínez

Edición y diseño: Salvador Bravo y Gloria Villa

Captura:

Celia Elizalde S.

**LA REVOLUCIÓN VERDE
PAZ Y HUMANIDAD**

Norman E. Borlaug

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DR. JOSÉ REYES SÁNCHEZ
Rector

DR. CLEMENTE VILLANUEVA VERDUZCO
Director General Académico

M.C. ELSA CERVERA B.
Director General de Difusión Cultural

DR. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS
Dirección General de Investigación y Posgrado

DRA. RITA SCHWENTESIUS RINDERMANN
Directora del CIESTAAM

PROF. JORGE OCAMPO LEDESMA
Coordinador del PIHAAA

ÍNDICE

Presentación	9
El Premio Nobel de la Paz	13
Aceptación del Premio Nobel de la Paz 1970	25
La Revolución Verde. Paz y Humanidad	27
El alimento, un derecho moral	29
Nuestro pan de cada día	32
Los catalizadores de la Revolución Verde	34
El papel de los fertilizantes	38
La mecanización	38
La investigación: base de la Revolución Verde	40
Los precursores del cambio	44
Los institutos internacionales	49
Los nuevos cereales	54
El monstruo de la población	57

La presente publicación, con un tiraje de 400 ejemplares,
se terminó de imprimir en enero de 2002
en la Imprenta de la UACh. km 38.5, carretera
México-Texcoco, Chapingo, México.

Presentación

En abril de 2001, el Dr. Norman E. Borlaug se presentó en la Universidad Autónoma Chapingo con la conferencia “Los retos de la agricultura mundial frente al nuevo milenio”. Como siempre sus palabras acerca de la puesta en marcha de la Revolución Verde en México despertaron amplios comentarios, expectativas y reflexiones.

Esta conferencia del Dr. Borlaug inauguró los trabajos Tercer Simposio *La Agricultura y la Agronomía en México. Su historia reciente*, que se realizó en septiembre del 2001 y cuyas memorias se encuentran en proceso editorial.

Cabe destacar que esta conferencia se realizó por la gran disposición del Dr. Borlaug y por la generosidad y atención del CIMMYT, por medio de su Director de Relaciones Públicas, Dr. Gregorio Martínez.

En esta edición presentamos tres documentos que sirven de marco para entender la visión que orientó parte de las acciones emprendidas por el Dr. Borlaug durante los años que culminaron en 1970, a partir de que se le distinguió con el Premio Nobel de la Paz.

Un primer documento presenta el texto completo dictado por la Sra. Aase Lionaes, Presidenta de la Asamblea del Parlamento Noruego, el 11 de diciembre de 1970, donde se confirió el Premio Nobel de la Paz al Dr. Norman Ernest Borlaug, en virtud de sus contribuciones para mitigar, a través de sus importantes trabajos científicos realizados en la agricultura, el hambre en el mundo. En una segunda parte introducimos la respuesta dada por el Dr. Borlaug ante el acontecimiento que lo distinguió.

En el tercer documento que completa la edición, el Dr. Borlaug nos plantea su visión acerca de los problemas fundamentales de la humanidad, que tienen que ver con una serie de condiciones que abarcan el problema de la producción de alimentos a escala mundial, en cuya parte central construye el siguiente planteamiento orientador para una generación de científicos

nuevos que orienten su acción sobre una nueva senda, en donde la ciencia sirva, al decir de Dr. Borlaug:

[] no únicamente [] [para] acrecentar nuestro abastecimiento de alimentos sino también asegurarla contra las catástrofes biológicas y físicas, mediante esfuerzos conjuntos a fin de formar graneros internacionales de víveres de reserva que puedan usarse en caso de necesidad. Y estas reservas deben ser asequibles a todos los que necesiten de ellas, antes de que el hambre ataque, no después. El hombre puede y debe prevenir la tragedia del hambre en el futuro, más que sólo tratar, con intención pía, de salvar los despojos de la humanidad hambrienta, como a menudo lo ha hecho en el pasado. Seremos culpables de una negligencia criminal, sin expiación posible, si permitimos hambres futuras. La humanidad no puede tolerar esa culpa.

En esta edición hemos preferido eludir la tentación de abordar comentarios. La publicación del texto se hace, entonces, sin más, tal y como fue publicada en su oportunidad por el CIMMYT. Acaso sólo valga la pena denotar el sentido de este esfuerzo editorial. Antes de cuestionar, exaltar o discrepar del proceso denominado *Revolución Verde*, es necesario conocerlo. Y qué mejor hacerlo por medio del pensamiento y la acción de uno de sus protagonistas.

La Revolución Verde, entendida como el proceso de modernización agrícola desarrollado desde fines de la década de los 40, con su presencia latinoamericana y mundial, permitió elaborar propuestas tecnológicas para diversos cultivos, consolidar una comunidad científica y tecnológica alrededor de los componentes de este sistema moderno de producción agrícola, fomentar la preparación de posgrado de un grupo numeroso de profesionales, fortalecer instituciones educativas y de investigación, reorganizar una nueva producción y una nueva cultura tecnológica en amplias regiones y con grupos específicos de productores, etcétera. La presencia de destacados investigadores fue, sin lugar a dudas, una de las características sobresalientes de este proceso.

La Revolución Verde obligó a los gobiernos del continente a desarrollar orientaciones y políticas explícitas para la modernización agrícola. Sin embargo, pese a los esfuerzos, la distancia

esta decisión y si todas las naciones abandonan su idolatría por Ares, Marte y Thor, la humanidad por sí misma podrá ser el recipiente de un Premio Nobel de la Paz, que "...será otorgado a la persona que más haya contribuido a promover la hermandad entre todas las naciones".

Luego, mediante el desarrollo y la aplicación de la ciencia y la tecnología del Siglo, XX para "el bienestar de toda la humanidad" podrá verse que cristaliza la profecía de Isaías 35:1,7:

"...y entonces la región desierta e intransitable se alegrará, y saltará de gozo soledad y florecerá como lirio... Y la tierra que estaba árida quedará llena de estanques, de aguas la que ardía de sed."

Y que estas palabras se tornen una realidad.

Malthus señaló el peligro hace un siglo y medio. Pero él subrayó la amenaza de que la población se incrementaría más rápidamente que el abastecimiento de alimentos. En esa época, Malthus no podía pronosticar las preocupantes y destructivas consecuencias físicas y mentales resultantes de la concentración grotesca de los seres humanos en el ambiente, envenenado y estridente de las megalópolis patológicamente hipertrofiadas de hoy día. ¿Pueden los seres humanos soportar el esfuerzo? Los esfuerzos y las tensiones anormales tienden a acentuar los instintos animales del hombre y provocar un comportamiento irracional y socialmente estallante entre los individuos menos estables de la multitud enloquecedora.

Debemos reconocer el hecho de que el alimento adecuado es únicamente el principal requisito para vivir. Para tener una vida decorosa y humana debemos proporcionar a todos las oportunidades para una buena educación, un empleo remunerativo, una vivienda cómoda, un buen vestido y un servicio médico humano y efectivo. Si no podemos hacerlo, el hombre se degenerará más pronto a causa de los males ambientales, que a causa del hambre.

Aún así, soy optimista con respecto al futuro de la humanidad. Y es que en todas las poblaciones biológicas hay mecanismos innatos para ajustar el crecimiento de la población a la capacidad del ambiente. Sin duda tal mecanismo existe en el hombre, presumiblemente *Homo sapiens*, aunque hasta ahora éste no ha procedido a balancear el crecimiento de la población con la capacidad del ambiente a escala mundial. Sería desastroso para la especie humana continuar aumentando tan irracionalmente hasta que el mecanismo se manifieste. Se trata de una prueba de la validez de la sapiencia que da el apellido a la especie.

Sin embargo, puesto que el hombre es potencialmente un ser racional, confío en que dentro de las próximas dos décadas, reconozca el curso autodestructivo que lleva al segundo el camino del irresponsable y creciente desarrollo demográfico y lo ajuste a niveles que permitan un nivel de vida decoroso para toda la humanidad. Si el hombre es lo suficientemente sabio para tomar

entre las condiciones de investigación científica y tecnológica con los programas y políticas de gobierno se mantuvo en un alejamiento que afectó los términos de eficacia de las propuestas elaboradas por los agrónomos y científicos.

Los espacios logrados por los aportes científicos y tecnológicos de esta revolución tuvieron un efecto diferenciado. Quienes mejor aprovecharon las propuestas fueron las grandes empresas agrícolas y los grandes productores. Con todo, la importancia de la Revolución Verde se expresa en la visión humanista de luchar contra el hambre, de replantear los términos del desarrollo, de discutir la relación de la comunidad de científicos con los políticos y con los empresarios, de volver a poner en la mesa de debates el sentido de los conocimientos científicos y tecnológicos.

El maestro Borlaug recibió el premio Nobel en 1970, cuando sus trabajos en México, en la India y en otras regiones asiáticas y de África habían evidenciado resultados exitosos. Se hacían presentes también las características de la crisis agrícola y rural que, con una presencia nacional y mundial, obligaban a sostener una acción decidida frente al hambre y frente a la pobreza. El recibir este premio –a nombre de los científicos, técnicos agrícolas y productores, nos recuerda el maestro– no ha sido la culminación de sus trabajos, sino un reconocimiento a una labor individual y colectiva que se mantiene por parte del maestro Borlaug en una dimensión planetaria, donde conserva su sencillez y disposición para explicar, para orientar, para construir. De aquí que vale la pena no sólo leer, sino estudiar el presente texto.

Agradecemos al CIMMYT su disposición para realizar por cuenta del CIESTAAM de la Universidad Autónoma Chapingo, la reimpresión de este documento.

Jorge Ocampo Ledesma

de 750 por ciento. El estudio que aludo se llevó a cabo antes del impacto pleno de los trigos enanos en la producción nacional. Si los beneficios se calcularan ahora, con la inclusión de los beneficios de la producción de trigo en Paquistán, India y otros países de Asia y África, resultarían fantásticamente altos.

No obstante, en nuestros días, en todos los países desarrollados y subdesarrollados se gastan enormes sumas en nuevos armamentos mortíferos, en tanto que se erogan sumas ridículamente pequeñas en la investigación y la educación agrícola, cuyo fin es sustentar y humanizar la vida y no el de degradarla o destruirla.

El monstruo de la población

La Revolución Verde ha ganado una batalla temporal en la guerra del hombre contra el hambre y la miseria. Ha dado al hombre un breve respiro. Si se difunde e implementa plenamente, esta revolución puede suministrar suficiente alimento durante las próximas tres décadas. Empero, el temible poder de la reproducción humana debe también disminuirse; de otra manera, el éxito de la Revolución Verde será efímero.

Mucha gente no comprende todavía la magnitud y la amenaza del “monstruo de población”. En el principio solamente eran dos seres, Adán y Eva. El *cuándo* de su aparición en la tierra es un suceso lleno de conjeturas. Hacia la época de Cristo, la población del mundo había alcanzado probablemente 250 millones. Pero desde ese tiempo ha llegado a 3,500 millones. El crecimiento ha sido especialmente rápido desde el advenimiento de la medicina moderna. Si continúa incrementándose con la tasa actual estimada en 2 por ciento anual la población del mundo llegará a 6,500 millones de seres en el año 2,000. En la actualidad cada segundo dos nuevos seres humanos se agregan a la población de nuestra Tierra. El ritmo de crecimiento se acelerará a 2.7, 3.3 y 4.0 cada segundo para los años de 1980, 1990 y 2000, respectivamente, a menos que el hombre se torne más realista y se preocupe de la amenaza que pende sobre él. El tic tac del reloj se hará más ruidoso y más amenazante en cada década que pasa. ¿Dónde terminará todo?

tratan de combinar los genes que determinan un mayor valor alimenticio con los mejores genes que determinan alta productividad y otras características deseables, y de este modo aumentar no solamente el rendimiento unitario sino también la calidad nutricional. Puesto que ahora intentamos emanciparnos de nuestra dependencia de los suplementos alimenticios artificiales, he soñado que también podemos liberarnos de la dependencia de los nutrimentos artificiales que suministramos a las plantas cereales, y así aligerar la carga financiera que ahora oprime al pequeño agricultor y que lastra sus esfuerzos para adoptar la nueva tecnología.

En mis sueños veo campos verdes, vigorosos y muy productivos de trigo, arroz, maíz, sorgo y mijo, que obtienen gratuitamente 100 kg de nitrógeno por hectárea a partir de bacterias formadoras de nódulos que fijan el nitrógeno. Estas líneas mutantes de, llamémosle así, "*Rhizobium cerealis*" se desarrollaron (hablo en pasado, como si ya hubiesen ocurrido) en 1990 mediante un programa de fitomejoramiento a través de mutaciones masivas con líneas de *Rhizobium* sp. obtenidas de las raíces de leguminosas y otras plantas formadoras de nódulos. Este descubrimiento científico revolucionó la producción agrícola para los cientos de millones de agricultores humildes de todo el mundo, quienes reciben el nitrógeno tan necesario para sus cultivos directamente de estos admirables pequeños microbios que toman el nitrógeno del aire y lo fijan gratuitamente en las raíces de los cereales de donde a su vez es transformado en grano...

Luego me despierto y me desilusiono al encontrar que los programas de mutación genética están todavía dedicados a minucias irrelevantes, tales como ponerle barbas a la planta del trigo y luego quitarle los vellos.

Para capitalizar más plenamente los logros biológicos del pasado y darnos cuenta de las posibilidades futuras, como se ejemplifica en mi sueño, debe invertirse mucho más en la investigación y en la educación que en el pasado.

Muy pocas inversiones pueden igualar los beneficios sociales y económicos de la investigación sobre trigo en México. Se ha estimado que de 1943 a 1964, ésta rindió un beneficio anual

1. El Premio Nobel de la Paz

Discurso de presentación por la Sra. Aase Lionaes,
Presidenta de la Asamblea del Parlamento.
Oslo, Noruega, 11 de diciembre de 1970

Su Majestad, Sus Altezas Reales, Damas y Caballeros:

En su testamento elaborado el 27 de noviembre de 1895, Alfred Bernhard Nobel señaló las condiciones que debe llenar la persona a quien se otorga el Premio Nobel. El primer párrafo puntualiza, *inter alia*, que el premio se debe conceder a "quien, durante el año anterior, haya brindado el mayor beneficio a la humanidad".

El Comité Nobel del Parlamento Noruego debe tener en mente este criterio al seleccionar al recipiente del premio de entre las numerosas proposiciones que le son sometidas.

¿Cuál sería un "beneficio" para la humanidad en estos días? Se podrían dar muchas respuestas, tan variadas, tan multifacéticas y tan interesantes como el hombre mismo.

¿Acaso no ofrece la historia una señal que indica y que siempre identifica las necesidades básicas del hombre, cuya satisfacción constituiría precisamente el "beneficio"?

Uno de los sucesos históricos más relevantes para Europa en el curso de nuestra dramática centuria, la revolución rusa de 1917, tenía esta leyenda como lema: "Pan y Paz". Pan y paz son una combinación de dos necesidades vitales que la humanidad siempre persigue para desarrollar su potencial.

Más aún: liberarse del hambre fue una de las libertades que nuestra primera organización mundial pacífica, la Organización de las Naciones Unidas, reconoció en 1946 como un derecho humano básico que se debe asegurar para todos los hombres. El 16 de octubre de 1945, se estableció la FAO –Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación–, la primera agencia especializada de la ONU.

En 1949, el Director General de la FAO, Lord Boyd Orr, experto en nutrición, recibió el Premio Nobel de la Paz.

Este año, el Comité Nobel del Parlamento Noruego ha conferido el Premio Nobel de la Paz a un científico, el Dr. Norman Ernest Borlaug, en virtud de que él, más que ninguna otra persona de esta época, ha contribuido a dar pan a un mundo hambriento. Hicimos la elección con la esperanza de que esto también traiga paz al mundo.

¿Quién es este científico que, a través de su trabajo en el laboratorio y en los campos de trigo, ha ayudado a crear una nueva situación alimentarla en el mundo, y quien ha tornado el pesimismo en optimismo en la dramática competencia entre la explosión demográfica y la producción de alimentos?

Norman Borlaug, de ascendencia noruega, nació el 25 de marzo de 1914 en una pequeña granja cercana a Cresco, Iowa, en los Estados Unidos de Norteamérica. Estudió primero ciencias forestales en la Universidad de Mánnesota. Fue, sin embargo, en el campo de la agricultura donde hizo su mayor aportación.

En 1944, Borlaug fue comisionado como fitomejorador y fitopatólogo al programa de la Fundación Rockefeller. La Fundación había emprendido en 1942 un programa agrícola en México, en cooperación con el gobierno de este país. Dirigían el programa dos destacados fitopatólogos, los Dres. E.C. Stakman y J. George Harrar. Su meta era la de aumentar la productividad de la agricultura mexicana y de esta manera mejorar el abastecimiento local de alimentos, mediante un programa de investigación. Merced a su destacada contribución a la paz del mundo, este programa fue propuesto como candidato al Premio Nobel de la Paz en 1962 por 10 miembros del Parlamento Sueco.

Es interesante señalar por otra parte, que la Academia Noruega de Ciencias, con sede en Oslo, eligió desde 1951 a uno de los dirigentes de este programa, el Dr. Stakman, como miembro de su grupo de matemáticas y ciencias naturales.

Veinte años más tarde, en 1971, el Colegio Noruego de Agricultura, con sede en As, concedió un doctorado honorario

cultivo con adiciones de hormonas y nutrimentos que propician la diferenciación celular y de tejidos, y en la hibridación entre las células somáticas y en los métodos de inducción de poliploidía y de mutaciones, ofrecen muchas posibilidades interesantes para lograr cruzamientos entre especies antes “incruzables”. Cerca parece ya la posibilidad de usar hibridación protoplásmica y celular, seguida de una manipulación para promover la diferenciación celular con fines de fitomejoramiento.

Propongo, por lo tanto, que se inicie un programa audaz de cruzamientos amplios para mejorar tanto los cereales como las leguminosas de grano. El programa debe intentar numerosas cruces intergenéricas entre cereales, empleando todas las técnicas modernas para lograr la fertilización y propagar los híbridos. Si se pudiese lograr y doblar una serie de nuevas combinaciones –por ejemplo entre maíz y sorgo, trigo y cebada o trigo y arroz– se abrirían amplias perspectivas para un vasto fitomejoramiento subsecuente mediante los métodos convencionales.

Desafortunadamente todos los cereales son deficientes en uno o más de los aminoácidos esenciales, especialmente lisina, que es indispensable para el crecimiento normal del organismo y para mantener la salud. La malnutrición proteínica es muy común, en particular entre los niños. Muchas de sus víctimas mueren o quedan mutiladas física y mentalmente para toda la vida.

Aunque los suplementos alimenticios pueden ayudar a aliviar esta situación, el desarrollo de variedades de alto rendimiento de cereales con altos niveles de proteína y un mejor balance de aminoácidos, sería la solución ideal, puesto que ello no representaría gastos extras, ni promociones de educación al consumidor. Se tienen muy buenas posibilidades de producir tales variedades. El ahora famoso gene *opaque-2* en el maíz duplica la producción de lisina, aminoácido básico esencial para el crecimiento y la salud del hombre y de otras especies animales. De igual manera, una línea etíope de cebada y algunas líneas de triticale tienen genes que determinan una extraordinaria producción de materiales nutricionales esenciales. Los fitogenetistas

utopía. Nadie está más consciente de sus limitaciones que los que la iniciaron y lucharon por su triunfo. Pero nadie puede tampoco negar sus tangibles logros, según lo he demostrado con ejemplos concretos. También he intentado indicar las varias oportunidades que se tienen para capitalizar mejor los nuevos materiales biológicos y los nuevos métodos que hemos desarrollado. Y, sobre todo, hay que subrayarlo suficiente, el hecho de que los avances dependen del esfuerzo inteligente y persistente de los dirigentes gubernamentales, comerciantes e industriales, científicos y educadores, y agencias informativas como la prensa, la radio y la televisión.

El avance es continuo y nosotros podemos y debemos acelerarlo. Se forman ya nuevas variedades de cereales no sólo con mayor potencial de rendimiento sino también con mayor contenido de proteína.

Los nuevos cereales

Necesitamos igualmente explorar más a fondo la posibilidad de producir nuevas especies de cereales, con superior potencial de producción y mayor calidad nutritiva que las que tenemos actualmente. El “triticale”, una especie hecha por el hombre, derivada del cruzamiento entre el trigo y el centeno, muestra la promesa de llegar a ser uno de estos nuevos cultivos. En el curso de los últimos seis años, en México, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en colaboración con la Universidad de Manitoba, ha realizado un amplio programa de investigación para mejorar el triticale. De 1967 a la fecha hemos desarrollado líneas altamente fértiles y los resultados obtenidos indican la posibilidad de combinar en una sola línea diversas características deseables presentes ahora en varias líneas, y por lo tanto, crear un nuevo cereal superior al trigo en productividad y en calidad nutritiva.

El rápido avance logrado en el mejoramiento del triticale sugiere la conveniencia de iniciar estudios básicos para determinar cuán posible es formar otras especies de cereales a partir de cruzamientos entre las diferentes especies existentes o sus parientes silvestres. Los progresos en el desarrollo de medios de

al Dr. Norman E. Borlaug, alumno del Dr. Stakman. El Director del Instituto, profesor Jul Lag, declaró que esta distinción le había sido conferida por la siguiente razón.

“La base para otorgar el doctorado honorario a Borlaug es el avance impresionante que ha logrado en el mejoramiento del trigo y en la organización requerida para explotar los resultados de estos progresos agrícolas, particularmente en los países en vías de desarrollo. Las nuevas variedades de trigo formadas por el Dr. Borlaug y sus colaboradores, han dado como resultado un aumento en las cosechas -en términos cualitativos y cuantitativos- que en años anteriores se consideraban imposibles”.

Tal distinción es sólo uno de los numerosos honores académicos conferidos al Dr. Borlaug por universidades e instituciones semejantes de los Estados Unidos, Paquistán, India y Canadá.

El Dr. Borlaug llegó a México en 1944 y actualmente es el Director del Programa Internacional de Trigo del CIMMYT, cuya sede está en México.

Desde aquella época -hace ya más de 25 años- en que inició su trabajo encaminado hacia el mejoramiento de los granos, hasta la fecha, el Dr. Borlaug ha dedicado toda su energía a lograr el resultado histórico que hoy en todo el mundo se conoce como “La Revolución Verde”. Esta revolución hará posible mejorar las condiciones de vida de cientos de millones de seres que viven en lo que podría llamarse “el mundo atrasado”.

Muchos países de antiguas culturas, que hasta la época moderna han sufrido los embates recurrentes del hambre, pueden ahora ser autosuficientes en su producción de trigo. Se liberarán así de una humillante y larga dependencia de las llamadas naciones ricas para conseguir el pan de cada día.

Empero, tras de los resultados tan notables en la esfera de la investigación sobre trigo de la cual hablan las frías estadísticas, sentimos la figura de un científico dinámico, indómita y agradablemente poco convencional.

El Dr. Borlaug no es únicamente un hombre con ideales, sino en esencia un hombre de acción. Al leer sus escritos sobre

la Revolución Verde, se advierte su lucha no sólo contra las ma-
lezas y las royas, sino también contra el lastre de la burocracia y
el papeleo que interfiere con las acciones rápidas.

Al respecto, uno de sus escritos nos hace la siguiente adver-
tencia: “Una de las mayores amenazas para la humanidad de
hoy es que el mundo puede ser ahogado por la explosivamente
penetrante y difundida, aunque bien disfrazada, burocracia”.

El Dr. Borlaug no puede darse el lujo de esperar: hay una
tarea importante en su mente, algo que se debe llevar a cabo
ahora mismo.

Lo pone en estos términos: “Soy un hombre impaciente, y
no acepto la necesidad de un cambio y una evolución lentos
para mejorar la agricultura y la producción de alimentos de los
países en desarrollo. En lugar de ello, me inclino por una explo-
sión de los rendimientos. No hay tiempo que perder, al conside-
rar la magnitud del problema de la alimentación y de la pobla-
ción mundial”.

Aparte de su trabajo como científico y como un destacado
organizador de programas para poner en práctica los resultados
de la investigación, el Dr. Borlaug ha sido también un líder que
inspira a los numerosos jóvenes investigadores que se han
adiestrado en el CIMMYT, en México.

El Dr. Borlaug prefiere enseñar a sus alumnos en el campo:
se nos dice que muchas personas al invitarlo a dar conferencias
y a escribir artículos suelen recibir la siguiente respuesta: “¿Qué
prefiere usted comer, pan o papel?”.

Cuando en 1944 el Dr. Borlaug comenzó a trabajar en el pro-
grama agrícola en México no había mucha gente preocupada
por la relación entre las tendencias del aumento de población y
el crecimiento de la producción de alimentos en el mundo.

Después de la segunda guerra mundial, al dismantelarse los
imperios coloniales y emerger 60 ó 70 países como naciones
independientes, lo primero que conmovió nuestra conciencia
fue su increíblemente pobre nivel de sanidad.

En la década de 1950, a través de la Organización Mundial

mentar en un 30 por ciento la importación de alimentos. Más
todavía: aun cuando la producción actual se pudiese aumentar
con rapidez en los países en desarrollo –lo que yo creo posible
sobre la base de los avances recientes de la Revolución Verde–
y teóricamente eliminar el hambre de esa manera, el problema,
como existe ahora, tampoco se resolvería del todo. Persistiría el
difícil problema socioeconómico de encontrar maneras efectivas
de distribuir el alimento adicional necesario a la vasta masa de
seres pobres que carecen de poder adquisitivo. Este es un im-
portante aspecto que deben considerar los economistas, los so-
ciólogos y los dirigentes políticos.

Tengo la convicción de que si todos los dirigentes de las na-
ciones llegasen a interesarse lo suficiente en el balance demo-
gráfico y con ello se interesaran igualmente en el empleo y la
explotación dinámicos del desarrollo agrícola como un potente
instrumento de prosperidad agraria y avance económico, mu-
chos de los males sociales de la actualidad podrían ser problema
del pasado. Los trópicos y subtropicos cuentan con abundante
luz solar y otras condiciones biológicas favorables, y sería cri-
minal demorar la conversión de este potencial en una riqueza
tangibles para el pobre y el hambriento.

Algunos críticos señalan que la Revolución Verde ha creado
más problemas que los que ha resuelto. Rechazo tal afirmación:
creo que es mejor para la humanidad luchar con los nuevos pro-
blemas creados por la abundancia que con el viejo problema del
hambre. Ciertamente, la lealtad al *status quo* en la producción
de alimentos –cuando se tiene la presión del crecimiento demo-
gráfico– no podrá romper las cadenas que han atado al campe-
sino a la pobreza y al hambre. Debemos preguntarnos: ¿es justo
criticar a la Revolución Verde, con sus logros reconocidos, por
no corregir todos los males socioeconómicos que han aquejado al
mundo desde los tiempos de Adán y Eva hasta nuestros días?
Debemos cambiar, o de otro modo nuestra especie desaparecerá
de igual manera que los dinosaurios perecieron en el último pe-
riodo cretácico.

La Revolución Verde constituye un cambio hacia el rumbo
correcto, pero ciertamente no ha transformado al mundo en una

datos correspondientes remitidos por los colaboradores, los resume, los analiza, los publica y los distribuye entre los científicos interesados de todo el mundo. Los datos que obtienen en un año de tales pruebas sobre rendimiento, adaptación, resistencia a insectos y enfermedades, son a menudo más importantes y valiosos para los científicos dedicados a la investigación y a la producción, que los datos obtenidos de ensayos independientes en una sola localidad durante 10 ó 15 años.

Los institutos internacionales también ocupan una posición propicia para contribuir al adiestramiento en servicio de técnicos en las disciplinas más relevantes para la producción de los cultivos. Este tipo de adiestramiento es particularmente valioso para los jóvenes científicos de las naciones en desarrollo, puesto que los prepara para organizar y ejecutar labores de investigación cuando regresan a sus países de origen, y es también de valor si subsecuentemente estos jóvenes continúan su educación a nivel de postgrado.

Al resumir los logros de la Revolución Verde en el transcurso de los últimos tres años, me gustaría subrayar de nuevo que el avance de la producción de arroz, maíz y trigo, pero especialmente de trigo, ha sido espectacular y muy significativo para millones de seres humanos. Si recordamos que el 50 por ciento de la actual población del mundo está subalimentada y que un porcentaje aún mayor –quizás el 65 por ciento– está mal nutrida, no hay tiempo para la autocomplacencia. No es suficiente evitar que la situación mala de hoy día se torne peor a medida que crece la población. Nuestro objetivo debe ser el de producir suficientes alimentos para erradicar el hambre actual y al mismo tiempo luchar para resolver el problema de la malnutrición. Para eliminar el hambre en las naciones en desarrollo necesitaríamos aumentar en un 30 por ciento la producción mundial de cereales. Sin embargo, si fuese tan simple como incrementar en ese porcentaje la producción mundial total, independientemente de donde se logre, el problema se resolvería de manera rápida acrecentándola en los Estados Unidos, Canadá, Australia, Argentina y la Unión Soviética. Empero, ese remedio no resolvería el problema del hambre en el mundo en desarrollo, por la simple razón de que su débil economía no está en capacidad de incre-

de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas emprendió un formidable ataque contra las enfermedades endémicas en esos nuevos países. Uno de los resultados de las medidas médicas preventivas fue una disminución drástica de las tasas de mortalidad en los países en vías de desarrollo. Y no fue sino hasta la década de 1960 cuando se advirtió la amenaza de la explosión demográfica, no sólo para los países en desarrollo sino para todo el mundo. La explosión demográfica se ataca ahora esencialmente desde dos ángulos: mediante información sobre planeación familiar y a través de un esfuerzo creciente, en primer término a través de la investigación orientada hacia el aumento de la productividad agrícola.

Cuando Borlaug y otros científicos iniciaron su trabajo en el programa cooperativo con México, las autoridades de este país tenían poca fe en el potencial de sus suelos para producción de trigo. Se suponía que México carecía del suelo y del clima adecuados para este cultivo, de manera que se erogaban fondos cuantiosos para importar el trigo que se necesitaba.

Los investigadores del programa cooperativo de trigo se propusieron la meta de ayuda a México a autoabastecerse en el menor tiempo posible. Los científicos se asignaron el papel no de consultores pegados a los papeles de sus oficinas, sino de participantes activos en los programas de campo.

En su libro, "La Revolución Verde", el Dr. Borlaug relata que la fase inicial del programa cooperativo fue la de aclarar todos los factores que afectaban adversamente la producción. Más aún, la idea fue la de adiestrar jóvenes investigadores en todas las disciplinas científicas relacionadas con la producción. El propósito de esta investigación, continúa Borlaug, fue el de conjuntar esfuerzos para producir variedades de trigo con mayor potencial de rendimiento, con mayor resistencia a las enfermedades y con mejores características agronómicas, así como el de desarrollar prácticas de producción más adecuadas.

El resultado de este enfoque de labor de equipo, fueron las nuevas variedades mexicanas de trigo, que como se sabe ahora, producen rendimientos extraordinariamente altos, son resistentes a las enfermedades y permiten el uso intensivo de fertilizan-

tes. En contraste con las anteriores variedades de trigo, los nuevos tipos se adaptan a una amplia gama de condiciones ecológicas en numerosas regiones del mundo.

El hecho más importante del programa de mejoramiento de trigo en México fue el desarrollo de las llamadas “variedades enanas”. Después de varios años de investigación por parte del Dr. Borlaug y sus colaboradores, fue posible obtener las famosas variedades enanas mediante cruzamientos con los trigos japoneses Norin y a través de la selección.

Se trata de variedades de paja corta y fuerte, y de menor altura que las variedades tradicionales. Los trigos de paja alta, con los cuales se trabajó durante la década de 1950, rindieron más que los trigos que se sembraron cuando comenzó el programa, pero se caían cuando se les aplicaba más de cierta cantidad de fertilizantes químicos. Los nuevos trigos resisten y utilizan efectivamente niveles más altos de fertilizante nitrogenado y llegan a rendir hasta ocho o más toneladas de grano por hectárea, en contraste con un máximo de 4.5 toneladas por hectárea que rendían las antiguas variedades. Los trigos enanos se pueden usar en diversas regiones del mundo porque no les afecta la duración del fotoperiodo. Se comportan mejor que otros trigos en suelos fertilizados y sin fertilizar, con riego o sin riego. Además, tienen una base más amplia de resistencia al peor enemigo del trigo, o sea a las royas.

Merced a las variedades de alto rendimiento -obtenidas antes del advenimiento de los trigos enanos- México alcanzó el autoabastecimiento de este cereal en 1956. Actualmente exporta varios cientos de miles de toneladas cada año.

Por invitación de la FAO, el Dr. Borlaug visitó Paquistán en 1959. A raíz de esta visita, se hicieron arreglos para que varios investigadores paquistaníes fuesen a México a adiestrarse en los programas de investigación sobre trigo. Después de una lucha ardua con las autoridades paquistaníes y con otros expertos extranjeros, el Dr. Borlaug pudo persuadir a los dirigentes gubernamentales de Paquistán acerca de las ventajas de introducir las nuevas variedades mexicanas a su país. En esa época, la agricultura de Paquistán Occidental no satisfacía las necesidades na-

bién internacional y está constituido por investigadores destacados de diversas disciplinas importantes en la producción de los cultivos. En este personal figura un cierto número de especialistas que cuentan con la experiencia científica necesaria para ayudar a las instituciones nacionales a organizar y emprender programas de producción.

Los institutos colaboran no solamente con las instituciones nacionales de numerosos países, sino también con otras organizaciones internacionales, tales como la FAO, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) y los bancos internacionales de desarrollo. Año con año esta colaboración se extiende a un número cada vez mayor de países de todos los matices políticos.

Estoy convencido de que las instituciones internacionales de investigación agrícola están creando un vínculo de entendimiento entre las naciones, basado en la necesidad común de aumentar la producción de alimentos. Debemos luchar por fortalecer este vínculo en el espíritu de Alfred Nobel “... promover la hermandad entre todas las naciones”.

Los institutos internacionales están capacitados para realizar investigaciones fundamentales a largo plazo y de importancia mundial. Por ejemplo, la oportunidad de que los fitomejoradores, patólogos y entomólogos operen a escala internacional, les permite desarrollar complejos germoplásmicos diversos y bien planeados de los cultivos importantes. Generalmente, las variedades para uso comercial de los cultivos no se obtienen en los institutos internacionales, sino que los materiales avanzados se envían a los colaboradores de los programas nacionales de numerosos países, quienes a su vez seleccionan el germoplasma que mejor se ajusta a sus necesidades. Muchos de estos materiales se transforman eventualmente en variedades comerciales. En el caso del CIMMYT, sus investigadores preparan series de ensayos internacionales que incluyen materiales representativos de las mejores variedades comerciales del mundo y algunas de las líneas experimentales más promisorias de los distintos colaboradores. Estos ensayos se envían a los colaboradores de 35 países y se siembran en unas 80 localidades. El CIMMYT recibe los

Los cuatro centros internacionales representan un paso modesto pero importante hacia la formación de una red mundial de centros locales, nacionales e internacionales de investigación y adiestramiento agrícolas. Esta red ayudará a resolver problemas de producción y a difundir los beneficios de la ciencia a toda la humanidad en el menor tiempo y al menor costo posible.

La Revolución Verde ha hecho evidente el impacto de tal enfoque integrado. Las nuevas variedades y la correspondiente nueva tecnología han abierto su ruta. En las Filipinas, Ceilán, Malasia y Paquistán Occidental fue el arroz IR8, desarrollado por el IRRI, el que impulsó la producción. Los trigos enanos mexicanos, formados por el CIMMYT y el INIA, constituyen los impulsores principales en la India y Paquistán, y la revolución triguera se extiende ya a Turquía, Afganistán, Irán, Marruecos y Túnez. Una contribución semejante –o tal vez más importante– a la difusión de la Revolución Verde fue el inteligente liderazgo brindado por los institutos internacionales a los programas nacionales mediante la asignación temporal de científicos experimentados que ayudan a realizar las campañas nacionales de producción.

Los institutos internacionales se establecieron con el fin de fortalecer las labores de los programas nacionales de investigación, producción y adiestramiento, y no para reemplazarlos. Los institutos no son sino un eslabón de la red mundial de organizaciones dedicadas a atacar los problemas de la producción de alimentos básicos a nivel mundial, regional, nacional y local. La espina dorsal de esta red es y debe seguir siendo cada programa nacional al cual– y hablo de todos países– hay que dar un mayor apoyo financiero y un mayor fortalecimiento a su personal científico, a fin de que satisfaga las crecientes necesidades de alimentos en el futuro.

Los institutos internacionales, sin embargo, se encuentran en una posición única para ayudar a los programas nacionales. Se trata de organizaciones internacionales independientes y apolíticas, que al apoyo financiero original de las fundaciones privadas que todavía reciben, han agregado ahora el financiamiento proveniente de diversas fuentes. Su personal científico es tam-

cionales. Los rendimientos de trigo eran bajos, con un promedio de aproximadamente una tonelada por hectárea. Los métodos de cultivo eran primitivos, los suelos estaban exhaustos, y el uso de fertilizantes era prácticamente desconocido.

Después de superar venturosamente las barreras de la burocracia, el prejuicio y aun los rumores de que las variedades de Borlaug causaban esterilidad e impotencia en la población, se logró finalmente que el gobierno de Paquistán decidiera importar una cierta cantidad de semilla de las variedades mexicanas. Una vez introducida la semilla y vistos los estupendos resultados en términos de grandes aumentos en la producción, expandió su marcha el avance triunfal de “La Revolución Verde”. En 1970, la producción llegó a 7 millones de toneladas lo cual hizo al país autosuficiente. Que esto pudiera hacerse en el curso de tres o cuatro años, se debe en gran parte al hecho de que el entonces Presidente de Paquistán apoyó vigorosamente el programa, y a que el resultado obtenido en México suministró la base de trabajo. Este hecho ahorró al país muchos años de investigación y experimentación.

El Dr. Borlaug visitó la India en 1963 para ver si las variedades de trigo que se habían desarrollado en México se podrían usar también en ese país, y la historia se repitió. La producción se ha acrecentado a partir de 1967. En 1970, la India produjo 17 millones de toneladas, en comparación con el antiguo récord de 12 millones de toneladas obtenidas en 1965. La India celebró el hecho con la emisión de un sello postal especial que llevó la inscripción “La Revolución de Trigo en la India, 1968”.

Vistos los resultados venturosos logrados en México, la India y Paquistán, las nuevas variedades se introdujeron a Turquía, Afganistán, Irán, Irak, Túnez, Marruecos, Líbano y otros países. La Unión Soviética también está interesada en estrechar contactos con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

No es esta la ocasión para detallar los notables resultados de la investigación sobre trigo llevada a cabo por el Dr. Borlaug durante los últimos 25 años. Empero, es indudable que sus esfuerzos han hecho posible un aumento inigualable en la produc-

ción y el mejoramiento de la calidad de este cereal, que han pospuesto la crisis pronosticada por numerosos científicos con respecto a la creciente diferencia entre la explosión demográfica y la producción alimentaria.

Al evaluar los efectos de la gran contribución del Dr. Borlaug, es obvio que está involucrada una serie de factores de naturaleza económica, social, cultural y política y no solamente en los países en vías de desarrollo, sino que está implicado también el aspecto de relaciones internacionales. Hay que reevaluar un problema de tanta importancia como la es la ayuda prestada por los países industrializados a las naciones pobres. Es obvio que ya no podremos contar con la exportación de granos hacia los países en desarrollo. Habrá que dar prioridad a los créditos para la adquisición de equipo industrial y de conocimientos técnicos.

Las nuevas variedades de trigo serán capaces de afectar el proceso total de transformación del panorama económico de los países en vías de desarrollo.

La sociedad será más rica y la industria más variada si los dirigentes gubernamentales emprenden al mismo tiempo una política económica cuya meta sea el crecimiento económico general. El mayor poder adquisitivo generado por la agricultura asegurará efectos circulares en términos de impulsos de crecimiento en todas las actividades. Será posible también aumentar la tasa de empleos, las actividades de preparación del terreno, fertilización, siembra, labranzas, cosechas y transporte del producto al mercado; quizás tengan que hacerse varias veces al año, en especial si –merced a la nueva tecnología– se utiliza la tierra de manera más intensiva mediante rotaciones de cultivos. El desempleo cíclico se reducirá en esta forma; una política económica balanceada, llevada a cabo correctamente, haría posible dar trabajo al vasto excedente de mano de obra de los países en desarrollo. Lester Brown en su libro "Seeds of Change" sostiene que aun pudiera haber escasez de mano de obra en el ámbito local.

La nueva tecnología agrícola podrá también estimular otros sectores de la economía, como la industria y el trabajo de la construcción. Por ejemplo, el aumento de los rendimientos de

Los institutos internacionales

Es tan severa la escasez de víveres en muchos países subdesarrollados, que no se dispone del tiempo suficiente para adiestrar un número adecuado de científicos antes de atacar los problemas de la producción de alimentos. Hubo que tomar un atajo y hacer un cambio de organización para satisfacer esas necesidades. De esta manera, nació el primer instituto de investigación y educación verdaderamente internacional: el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz (IRRI), ubicado en Los Baños, Filipinas. El IRRI inició sus trabajos en 1960 exclusivamente con el cultivo del arroz, importante en todo el sureste asiático, pero ignorado por mucho tiempo. Este instituto fue financiado conjuntamente por las Fundaciones Ford y Rockefeller, en colaboración con el Gobierno de las Filipinas.

Las actividades de investigación sobre trigo, maíz y papa llevadas a cabo en México se internacionalizaron de manera informal en 1959 y se organizaron en torno a un segundo centro internacional en 1963. Este Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) inició sus trabajos con el apoyo financiero de las Fundaciones Ford y Rockefeller, en colaboración con el gobierno de México. Más tarde se incorporaron a este esfuerzo la Agencia para el Desarrollo Internacional de los EE.UU., el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Banco Interamericano de Desarrollo y la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional.

Un tercer instituto, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se estableció en Colombia, y otro más, el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), comenzó a operar en Nigeria. Ambos se dedican a estudiar problemas y a estimular la producción de ciertos cultivos tropicales y especies animales, y a adiestrar especialistas. El CIAT recibe financiamiento de las fundaciones Ford, Rockefeller y Kellogg, en cooperación con el gobierno de Colombia. El IITA tiene la ayuda financiera de las fundaciones Ford y Rockefeller, y de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, en colaboración con el Gobierno de Nigeria.

ces se hicieron evidentes, la Fundación Rockefeller recibió numerosas solicitudes de ayuda técnica agrícola de parte de varias naciones. El programa de México se convirtió en un modelo. El programa cooperativo agrícola colombiano, dedicado principalmente a maíz, trigo, papas, forrajes y ganadería, se estableció en 1950. De igual manera, el programa cooperativo agrícola chileno se inició en 1955 para trabajar con trigo y forrajes. Más tarde, comenzó a operar el programa cooperativo agrícola con la India, cuyo propósito fue el de mejorar la producción de maíz, sorgo y mijo, y de ayudar al desarrollo de la educación agrícola a nivel de postgrado. Cada uno de estos programas desempeñó subsecuentemente un importante papel en el mejoramiento de la producción y de la educación agrícola en diferentes partes del mundo.

Mientras tanto, en México, el programa que originalmente se había confinado a maíz, trigo y frijol, y un poco más tarde a papa, se expandió para incluir otros cultivos. Un vasto número de jóvenes científicos mexicanos ingresó a los programas de investigación y adiestramiento. El avance de la investigación fue generalmente satisfactorio y el programa de adiestramiento muy fructífero. En el período de 1943 a 1963, un total de 550 jóvenes participó en los programas generales de investigación; de este número 200 recibieron el grado de maestro en ciencias y 40 el de doctor en ciencias, merced a un sistema de becas para estudiar en el extranjero. Con este cuerpo de científicos altamente capacitados, en 1961 nació el nuevo Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de México. La Fundación Rockefeller había completado su trabajo para dejarlo en otras manos; éste había sido uno de sus objetivos originales.

La experiencia mexicana indicó que uno de los grandes obstáculos para mejorar la agricultura de los países en desarrollo es la escasez de personal capacitado. La experiencia señaló a la vez que el adiestramiento es un proceso lento. Donde no existe un cuerpo de científicos –como fue el caso de México hace 27 años y lo es todavía en muchos países de Asia, Africa y América Latina– se necesitan de 18 a 25 años para formar suficientes investigadores y educadores competentes que puedan satisfacer las necesidades de cada país.

los cultivos requerirá la construcción de plantas de fertilizantes químicos, carreteras, trabajos de irrigación, ferrocarriles, almacenes, silos y molinos. Las regiones distantes podrán recibir los fondos necesarios para edificar escuelas y hospitales. Desde cualquier ángulo que se la considere, la Revolución Verde impulsará una mayor producción total que colocará a los países en desarrollo en una situación económicamente más favorable y más independiente de la ayuda externa que reciben de las naciones industrializadas en lo que se refiere al abastecimiento de víveres.

En un artículo publicado en la revista "Foreign Affairs", el experto agrícola Lester Brown señala que las nuevas variedades de cereales tendrán en nuestra época un efecto sobre la revolución agrícola en Asia semejante al impacto que tuvo la máquina de vapor sobre la revolución industrial registrada en Europa en el Siglo XVIII. O bien, como lo puntualiza Eugene Black, "las nuevas variedades de cereales serán las máquinas del cambio".

En igual forma, estas "máquinas del cambio", transformarán la posición del campesino en la comunidad, y su actitud hacia su propia situación en la vida. Una nueva política en la distribución de ingresos, orientada socialmente, hará posible que el campesino rompa el círculo vicioso de la pobreza y la apatía, consecuencias naturales de la penuria que no le ofrece perspectivas para el futuro. Muchos escritores, al referirse a la población rural de los países en vías de desarrollo, sostienen que ésta es conservadora en el sentido de que no desea ningún cambio. Pero el Dr. Borlaug –un gran admirador de los campesinos– puntualiza que cuando el cambio involucra una elevación del nivel de vida, el campesino asiático también aceptará el cambio. Para citar la frase de uno de sus escritos, "aunque el campesino sea analfabeto, puede pensar".

Las nuevas variedades de grano y el insumo de capital que se requiere aumentarán las demandas de los campesinos sobre las autoridades con respecto a educación, transportes, crédito agrícola, etc. Los campesinos, hambrientos de capital para trabajar, podrían constituir un grupo de presión que las autoridades tendrían que considerar al formular su política económica, es

decir, bien podría haber una mayor actividad política.

Sin embargo, el Dr. Borlaug advierte que aun cuando las nuevas variedades de grano implican un aumento considerable en las cosechas obtenidas por los campesinos, la Revolución Verde puede también crear problemas sociales de índole negativa. Si los dirigentes políticos de los países en desarrollo no aseguran los prerequisites mediante un sistema razonable de impuestos, un sistema de crédito agrícola con tasas moderadas de interés, un precio de garantía adecuado y una política correcta de empleo, podría haber injusticias sociales.

En su discurso del 20 de agosto de 1970, pronunciado en el Colegio Noruego de Agricultura, Borlaug expresó su punto de vista social en los siguientes términos "he trabajado con trigo, pero el trigo es sólo un catalizador, una parte del panorama. Me interesa el desenvolvimiento económico de todos los países. Y únicamente mediante el ataque al problema total podremos elevar el nivel de vida de todos los habitantes de todas las comunidades, de manera que tengan una vida decorosa. Esto es algo que deseamos para todos los habitantes de este planeta".

Pero esto será la responsabilidad y el desafío que afrontarán los dirigentes políticos de todos los países interesados. A través de su contribución científica y de su tremendo talento para la organización, el Dr. Borlaug ha introducido un factor dinámico en nuestra evaluación del futuro y su potencial. Borlaug ha ampliado nuestra perspectiva, ha dado a los economistas, a los planificadores sociales y a los dirigentes gubernamentales unas cuantas décadas, en el curso de las cuales tendrán que resolver sus problemas, introducir la planeación familiar, la igualdad económica, la seguridad social y la libertad política, a fin de asegurar que todos –sin poner en último lugar a las masas empobrecidas y subalimentadas– tengamos nuestro pan de cada día, y un futuro pacífico.

Y aquí es precisamente donde el Dr. Borlaug ha hecho su gran contribución a la paz del mundo. Durante los 25 años transcurridos desde que finalizó la segunda guerra mundial, quienes hemos vivido en las sociedades industrializadas, hemos rebatido en casi términos de pánico la competencia entre la ex-

to con los problemas de los productores. Poco después, sin embargo, los servicios de extensión de ambos países se incorporaron a los programas de producción.

Los rendimientos unitarios de trigo en México comenzaron a acrecentarse a partir de 1948 y desde entonces han continuado en una escala ascendente. Durante los últimos 26 años el rendimiento medio nacional aumentó de 750 kg/ha a 3,000 kg/ha, según los datos de la cosecha del ciclo pasado. En el curso del mismo período, la producción total aumentó siete veces. México se autoabasteció de trigo por primera vez en 1956, y a partir de ese año ha mantenido su autosuficiencia e inclusive ha registrado excedentes, pese a las reducciones del área triguera.

A medida que se generalizó e incrementó el uso de fertilizantes, con las variedades mejoradas de paja alta los rendimientos subieron a 4,500 kg/ha. Sin embargo, el acame (caída de la planta) comenzó a la vez a limitar los rendimientos más allá del límite de 4.5 ton/ha. Se emprendió entonces la búsqueda, entre los trigos de diferentes regiones del mundo, de una fuente adecuada de enanismo genético para superar tal barrera. Norin 10, un trigo extremadamente enano procedente del Japón, demostró ser una fuente adecuada. A través de una serie de cruzamientos y recruzamientos, iniciados en 1954, se logró incorporar el enanismo a los tipos superiores de las nuevas combinaciones obtenidas en México, lo cual dio origen finalmente al grupo de las llamadas variedades enanas mexicanas. Con este nuevo avance, el potencial de rendimiento de las nuevas variedades, bajo condiciones ideales, aumentó del nivel previo de 4,500 kg/ha, a 9,000 kg/ha.

La distribución de los trigos enanos se inició en México en 1961; con ellos, los mejores agricultores pudieron cosechar 5, 6, 7 y aún 8 toneladas o más por hectárea. En un período de siete años se duplicó el rendimiento medio nacional.

Estos mismos trigos enanos mexicanos fueron precisamente la punta de lanza de la Revolución Verde en la India y Pakistán.

Desde su inicio, el programa agrícola mexicano fue observado con interés por muchos otros países. A medida que los avan-

a 18° de latitud y a 2,500 msnm, durante el verano, cuando los días se hacen progresivamente más largos. Merced al empleo de esta técnica fue posible formar variedades rendidoras, insensibles a la duración del día, con una amplia capacidad de adaptación y un amplio espectro de resistencia a las enfermedades. Es decir: se logró una nueva combinación de características valiosas en las variedades de trigo.

Dichas características fueron de gran utilidad para aumentar la producción de trigo en México y en los países vecinos, pero fueron todavía más valiosas 20 años después cuando las variedades mexicanas se introdujeron en la India y en Paquistán. Sin esta combinación de caracteres, el trasplante tan venturoso de las variedades mexicanas a dichos países hubiera sido imposible, y el advenimiento de la Revolución Verde se hubiera retrasado por muchos años.

En México, a medida que la investigación hacía posible la formación de nuevas variedades, de recomendaciones de fertilizantes y de prácticas culturales, estas innovaciones se incorporaban a los programas de producción y se llevaban a los agricultores para que las aplicaran. En realidad, no solíamos esperar el perfeccionamiento de variedades o métodos, sino que utilizábamos lo mejor que se tenía cada año, y se modificaba tan pronto como se disponía de un nuevo avance.

Con frecuencia, este principio tan simple es ignorado por los científicos perfeccionistas que pasan toda la vida buscando la inalcanzable perfección biológica y, por consiguiente, durante toda una vida de frustración en nada contribuyen al aumento de la producción de alimentos.

En México, los investigadores fueron a la vez extensionistas prácticos. Al obtener nuevas variedades y nuevas prácticas, ellos mismos organizaban demostraciones en los predios de los agricultores. De hecho, la revolución triguera en ese país tuvo lugar antes de que se organizara un servicio de extensión agrícola. Tal circunstancia forzó a los investigadores a considerar por ellos mismos los obstáculos que confrontaba el agricultor. Años más tarde, en la India y en Paquistán, esta misma filosofía y táctica se utilizaron para poner a los investigadores en contac-

plosión demográfica y el abastecimiento de alimentos en el mundo. La mayoría de los expertos que han expresado su opinión sobre este tema, han sido pesimistas.

El mundo ha vacilado entre el temor a dos catástrofes: la explosión demográfica y las bombas nucleares. Ambas son amenazas mortales.

En esta situación intolerable, con la amenaza del día final pendiente sobre nosotros, el Dr. Borlaug aparece en el escenario del mundo y corta el nudo gordiano. Nos ha dado una esperanza bien fundada, una alternativa de paz y de vida: “La Revolución Verde”.

La necesidad requería un remedio urgente, así que se inició un programa sencillo de investigación orientado a aumentar la producción. La filosofía de la Fundación Rockefeller fue la de ayudar a México a bastarse a sí mismo en su producción de alimentos. Yo he tenido el privilegio y la buena fortuna de estar asociado con el programa de trigo casi desde el principio y de haber permanecido con él durante los últimos 26 años. Desde que comenzó el programa se estudiaron todos los factores que limitaban la producción de trigo; por consiguiente, hubo investigaciones interdisciplinarias sobre genética y fitomejoramiento, agronomía, fertilidad del suelo, fitopatología y entomología. Más tarde se añadieron química de cereales y bioquímica.

Después del trabajo preliminar desarrollado en 1943, los fitomejoradores, edafólogos, fitopatólogos y entomólogos –en una labor de conjunto– comenzaron, en 1944, a concentrar su ataque sobre los varios aspectos que limitaban la producción.

Poco tiempo después se añadió al programa un componente de adiestramiento en servicio con el fin de capacitar a una nueva generación de científicos mexicanos, a la vez que éstos colaboraban en el programa de investigación. Igualmente, se estableció un sistema de becas que permitió a los jóvenes investigadores más destacados cursar estudios de postgrado en el extranjero, a efecto de preparar a los que serían los dirigentes de la investigación agrícola mexicana.

Desde el principio, las investigaciones se concentraron en los aspectos más relevantes de la producción de trigo. Por ello se desalentaron los estudios orientados hacia la cacería de mariposas académicas, tanto por la escasez de personal especializado como por la necesidad de contar en el menor tiempo posible con datos y materiales que pudiesen utilizarse en el programa de producción.

Con el propósito de acelerar el avance en el desarrollo varietal, comenzaron a sembrarse dos generaciones de materiales segregantes por año. Una generación se sembraba en el otoño en el estado de Sonora, casi al nivel del mar y a 28° latitud norte, cuando los días se hacían progresivamente más cortos. La segunda generación se sembraba cerca de Toluca, en el altiplano,

tente de convertir los beneficios potenciales en beneficios reales para la humanidad en general y para los pueblos hambrientos en particular?

No hay ahora suficientes hombres de este tipo. Por consiguiente, debemos tratar de identificarlos, de capacitarlos en nuestros sistemas educativos, y de utilizarlos en nuestras campañas de producción de alimentos. Los necesitamos mucho y es trágico dejar que se pierdan valores potenciales. No hablo de teoría, sino de una realidad ilustrada por el hecho de que el liderazgo es uno de los factores determinantes en el éxito relativo de los programas de producción de cultivos paralelos, pero diferentes, dentro de un mismo país.

Espero que nadie piense que debemos ceder en nuestros esfuerzos de investigación. Para que tengan éxito, todos los programas de acción deben ser precedidos y acompañados por la investigación. Se ha puntualizado que el rápido incremento de la producción de trigo en India y Paquistán fue posible en parte gracias a dos décadas de investigación en México. ¿Cómo ocurrió esto?

Los precursores del cambio

En 1943, varios años antes de que se fundara la FAO, se inició en México un programa cooperativo de investigación y adiestramiento entre la Secretaría de Agricultura de México y la Fundación Rockefeller. Este programa nació de la solicitud de asistencia técnica, por parte del gobierno mexicano, a efecto de aumentar la producción de maíz, trigo y frijol.

En esa época, México importaba más del 50 por ciento del trigo que consumía y una considerable proporción de su maíz. Los rendimientos de trigo eran bajos y estáticos, con un promedio nacional de 750 kg/ha, aun cuando la mayor parte del trigo se sembraba en terrenos con riego. Tal situación era muy semejante a la confrontada por la India y Paquistán antes del advenimiento de la Revolución Verde. Los suelos de México se encontraban empobrecidos y el uso de fertilizantes químicos era prácticamente desconocido.

Aceptación del Premio Nobel de la Paz 1970

Norman E. Borlaug
11 de diciembre de 1970

Su Majestad, Sus Altezas Reales, Señora Presidenta, Miembros del Comité Nobel, Sus Excelencias, Damas y Caballeros:

El requisito de un discurso de aceptación en esta ocasión implica que una persona recién laureada con el Premio Nobel debe tener algunas razones para racionalizar, tanto su elección como su aceptación. Rehusar el honor de una elección sería cuestionar el juicio de quienes me eligieron. Y yo no haría esto, excepto tal vez en privado, menos aquí en la tierra de mis antepasados y ante la presencia de un grupo de invitados de varios países que se han congregado para honrar la importante ocasión más que a un individuo.

Por consiguiente, no haré hincapié en el honor personal, puesto que no lo he hecho ni siquiera para mí mismo; en lugar de ello, quiero dedicar mis palabras a encomiar al Comité Nobel, por su perspicacia y su sapiencia al reconocer las contribuciones reales y potenciales de la producción agrícola a la prosperidad y a la paz entre los pueblos del mundo.

Es obvio que con esta elección me siento honrado más allá de todos mis sueños. Pero las obligaciones impuestas por la distinción son mucho mayores que el honor mismo, tanto en lo que me concierne personalmente como en lo que respecta al ejército de luchadores contra el hambre, en el cual me enlisté voluntariamente y para toda la vida hace más de un cuarto de siglo. Estoy consciente del hecho de que no soy sino un miembro de ese vasto ejército y por ello deseo no sólo compartir la presente distinción, sino también las obligaciones futuras con mis compañeros de armas, puesto que la Revolución Verde no se ha ganado todavía.

Si bien es cierto que la marea de la lucha contra el hambre se ha inclinado a nuestro favor en los últimos tres años, es cierto también que las mareas suben y bajan. Podemos tener ahora una marea alta, pero ésta puede refluir en un curso descendente si nos gana la complacencia y cedemos en nuestros esfuerzos. Lidiamos, no hay que olvidarlo, con dos fuerzas opuestas: la fuerza científica de la producción de alimentos y el poder biológico de la reproducción humana. El hombre ha logrado avances sorprendentes en su potencial para dominar ambas fuerzas contendientes. La ciencia, la invención y la tecnología le han proporcionado materiales y métodos que puede utilizar para aumentar substancialmente –y a veces en forma espectacular– su abastecimiento de víveres, como espero probarlo mañana en mi primer discurso como Premio Nobel. El hombre emplea ya su poder para aumentar la cantidad de alimentos, empero, no usa todavía su conocimiento para balancear su tasa de reproducción. El resultado es que el crecimiento demográfico excede al abastecimiento alimentarlo en muchas regiones.

No habrá un avance permanente en la batalla contra el hambre sino cuando las instituciones que luchan en favor de una mayor producción de alimentos y las que luchan por un balance de la población se unan en un esfuerzo común. Luchando solas, podrán ganar algunas escaramuzas temporales; uniéndose pueden lograr una victoria decisiva y duradera que permitirá dar los alimentos y ofrecer las amenidades de una civilización progresista a toda la humanidad.

De esta manera llegarán a cristalizar los esfuerzos de Alfred Nobel para promover la hermandad entre las naciones y sus pueblos.

Hagamos votos porque así sea.

Y para mostrar mi aprecio por este honor, haré todo lo que éste de mi parte para ayudar a lograrlo.

áreas, y parece probable que la superficie donde se han usado las nuevas semillas y la nueva tecnología será suficientemente extensa como para tener un efecto favorable sobre la producción nacional el año próximo. Se dispone igualmente de variedades mejoradas y de nueva tecnología para emprender una campaña efectiva y aumentar la producción de sorgo, mijo, cebada, soya y algodón en muchos países en vías de desarrollo de Asia, África y América Latina. Empero, se necesitan todavía la disposición, la voluntad y el compromiso de los gobiernos para apoyar los programas nacionales de producción a nivel político y financiero, y para apoyar los servicios de un grupo de científicos competentes que sirvan como dirigentes.

La calidad del liderazgo científico es ciertamente un factor vital en el éxito de cualquier campaña de producción. Es deplorable pero cierto que numerosos científicos agrícolas de muchos países desarrollados renuncien a su lealtad a la agricultura por razones de conveniencia y de presunto prestigio. Algunas instituciones, a su vez, les hacen una cortina detrás de la cual se pueden ocultar. El caso va más allá todavía, pues según se observa, no pocas organizaciones de educación e investigación restringen la magnitud de la investigación fundamental que puede hacerse bajo la égida de sus departamentos agrícolas, independientemente de cuán básicos sean esos estudios para incrementar la producción de alimentos. Dejemos a los individuos vivir con sus propias motivaciones, dejemos que sirvan a la ciencia y a ellos mismos si así lo desean. Pero las instituciones tienen la obligación moral de servir también a la agricultura y a la sociedad, y para cumplir honorablemente con esa obligación deben contribuir a la educación de los investigadores y de los líderes científicos cuya motivación principal es servir a la humanidad.

Deseo reiterar enfáticamente que se dispone ahora de materiales y técnicas de gran valor potencial para difundir la Revolución Verde hacia otros campos de la agricultura. Sin embargo, para convertir esos valores potenciales en valores reales se necesita de un liderazgo científico y de organización. ¿Dónde están esos dirigentes?, ¿dónde están los líderes que poseen la capacidad científica necesaria, la visión, el sentido común, la conciencia social, las cualidades directivas, la determinación persis-

cruzas hechas en la India entre trigos locales y trigos mexicanos. La rapidez en la formación y distribución de esos nuevos trigos ya diversificó el tipo de resistencia a las enfermedades y por consiguiente disminuyó la amenaza de epifitias destructivas, en el caso de que ocurran cambios en las razas de los patógenos.

Contrariamente a la opinión tan difundida y tan errónea, los trigos enanos originales introducidos de México portaban un amplio espectro de resistencia a las enfermedades. Esa resistencia era superior a la de los trigos locales que reemplazaron. Empero, la resistencia de las nuevas variedades formadas en la India es todavía mejor y de diferente tipo genético que en las introducciones originales. Esta gran diversidad reduce el peligro de epifitias inesperadas, pero no las puede eliminar completamente, según se ha visto en el caso del destructivo tizón sureño de maíz, que dañó vastas superficies de los Estados Unidos durante el verano de 1970. La única protección contra tales epifitias en cualquier país la constituyen las variedades resistentes desarrolladas por un programa inteligente, persistente y diversificado —justo como se hace en la India— combinado con un sistema de detección de enfermedades que cuente con el apoyo de un programa fitopatológico que a su vez colabore estrechamente con el programa de fitomejoramiento.

A partir de un programa como el señalado, se puede estructurar un flujo constante de nuevas variedades rendidoras y resistentes a las enfermedades, de modo que se supere cualquier cambio importante en los patógenos. El programa hindú ha emprendido también investigaciones sobre las propiedades bioquímicas, industriales y nutricionales del trigo.

Tal vez la contribución más importante es el hecho de que los métodos y las tácticas empleadas venturosamente para aumentar la producción de trigo, primero en México y luego en la India y en Paquistán, pueden servir como modelo para los programas de producción con otros cultivos y en otros países.

Paquistán Occidental emplea ahora el esquema que siguió con el trigo para incrementar su producción de arroz. Aunque el programa de arroz de la India no ha registrado un avance notable a nivel nacional, sí ha progresado con rapidez en diversas

La Revolución Verde Paz y Humanidad

Norman E. Borlaug
Director del Programa Internacional de Trigo,
CIMMYT, México
Conferencia en ocasión de la entrega
del Premio Nobel de la Paz 1970
Oslo, Noruega, 11 de diciembre de 1970.

La civilización, tal como la conocemos ahora, no se hubiera podido desenvolver ni subsistir sin un adecuado abastecimiento de alimentos. Sin embargo, el alimento es algo que la mayoría de los dirigentes del mundo dan por hecho, a pesar de que más de la mitad de la humanidad está hambrienta. Parece que el hombre insiste en ignorar las lecciones de la historia.

La supervivencia del hombre desde los tiempos de Adán y Eva hasta la invención de la agricultura debe haber sido precaria, debido a su incapacidad para asegurar el sustento diario. Durante el largo, oscuro e indefinido período prehistórico en que el hombre vivió como cazador nómada y colector de alimentos, la escasez frecuente de víveres debe haber impedido el desarrollo de aldeas permanentes. Bajo estas circunstancias, tal escasez limitaba automáticamente el crecimiento de la población humana.

En un pasado nebuloso, conforme la edad mesolítica dio lugar al neolítico, apareció de pronto, en áreas geográficas separadas y distintas, el más venturoso grupo de inventores y revolucionarios que el mundo haya conocido. Este grupo de hombres y mujeres neolíticos —y más probablemente estas últimas— domesticaron los cereales y los tubérculos, así como los animales que hasta la fecha constituyen las principales fuentes de alimentos de la especie humana.

Al parecer, hace nueve mil años, en las faldas de los Montes Zagros, el hombre ya se había convertido en agricultor y pastor, lo que a su vez dio origen a la especialización del trabajo y al

desenvolvimiento de la vida en comunidades. Los descubrimientos semejantes en otros lugares pronto establecieron la base a partir de la cual se desarrolló la industria agropecuaria moderna y, en verdad, todas las civilizaciones subsiguientes. Pese al inmenso valor de sus contribuciones, no conocemos los nombres de ninguno de estos benefactores de la humanidad. En efecto, sólo en la última centuria y especialmente durante los últimos 15 años –desde que se descubrió y perfeccionó el sistema de radiocarbono para determinar fechas–, es cuando hemos empezado a conocer, de manera todavía vaga, la época en que ocurrieron estos sucesos que moldearon el destino del mundo.

La invención de la agricultura, empero, no libró permanentemente al hombre del temor de la escasez de alimentos, ni del hambre y la inanición. Aún en los tiempos prehistóricos, el aumento de la población debe haber amenazado o excedido la habilidad del hombre para producir víveres suficientes. Seguramente el hombre de aquella época sufría hambres agudas cuando la sequía o el ataque de enfermedades y de plagas acababan con sus cosechas.

Según las numerosas referencias bíblicas, tales catástrofes ocurrían periódicamente. Entonces, el Señor dijo:

*“Yo os afligí con viento abrasador y con añublo” (Amos 4:9);
“Las bestias perecen de hambre en sus establos, los graneros han quedado exhaustos, vacías las despensas, porque faltaron los granos... y aún algunas bestias del campo levantan los ojos hacia Tí, como la tierra sedienta de agua: porque se secaron los manantiales de las aguas, y el fuego ha devorado todas las hermosas praderas del desierto...” (Joel 1:17, 20).*

Las enfermedades, la sequía, la desolación y la desesperación fueron catástrofes recurrentes durante centurias. Los antiguos remedios: las súplicas a los espíritus sobrenaturales o a los dioses. Y así, el concepto del granero siempre lleno apareció en forma elemental, como resulta claro de los sueños del faraón y de la interpretación que José hizo del hambre inminente y de su preparación para ello, según indica esta cita del Génesis: “...y comenzaron a venir los siete años de escasez que había profetizado José, y el hambre afligió a todo el mundo; mas en toda la

por transporte público y mejores escuelas, y ya comienza a obtenerlos. Por lo tanto, se inicia el desvanecimiento del divorcio entre el intelecto y el trabajo, que el gran dirigente hindú Mahatma Gandhi señaló hace más de 40 años como una de las barreras más fuertes que afrontaba la agricultura de la India.

Los cambios provocados por la Revolución Verde que he ilustrado a través del vasto aumento de la producción triguera en la India, han tenido efectos similares en Paquistán Occidental, Ceilán, las Filipinas y Tailandia, aunque los efectos en diferentes países se originaron a través de los cambios en diferentes cultivos o combinaciones de cultivos.

No obstante que la contribución de la Revolución Verde al aumento de la producción de alimentos es considerable y muy significativa, en realidad es todavía modesta con respecto a la magnitud de las necesidades globales actuales. El mayor avance logrado hasta ahora es el rápido incremento de la producción de cereales durante los últimos tres años, y la generación de un clima de confianza en los países en desarrollo en lo que se refiere a su propia capacidad para alcanzar la autosuficiencia en la producción de víveres. Tal vez más importante, sin embargo, es el cambio en las instituciones y en las actitudes de los agricultores y de los dirigentes conforme se acrecienta la producción de cereales.

El Programa Coordinado de Mejoramiento de Trigo en la India –el principal responsable de la revolución triguera en ese país– estructuró uno de los programas de investigación de trigo más extensos y diversificados del mundo. Su éxito generó confianza, determinación y sentido de propósito. La investigación agronómica que se realiza actualmente en la India iguala a la mejor de cualquier otro lugar del mundo. El programa de fitomejoramiento es amplio, diversificado y dinámico, y ya produjo un número de variedades que superan a las introducidas de México en 1965. El primer grupo de las nuevas variedades hindúes– actualmente en producción comercial extensiva– se deriva de las selecciones hechas en la India a partir de materiales que se enviaron de México. Un segundo grupo de variedades que se encuentran ahora bajo multiplicación, son selecciones de

consecutivos de arroz durante el mismo año. Al incrementar la intensidad del uso de la tierra, aumenta tanto el potencial de producción de alimentos como el empleo, los rendimientos se deben calcular entonces sobre la base de kilos por hectárea por año, y no de kilos por hectárea por cultivo.

Hasta ahora, el aumento de la mecanización en la producción de cereales tiende a incrementar más que a disminuir las oportunidades de empleo, y sobre todo contribuye a reducir las pérdidas de tiempo y a aumentar la eficiencia de la energía humana, especialmente en la India.

Millones de agricultores que cultivan con éxito las nuevas variedades de trigo, arroz y maíz han aumentado substancialmente su ingreso. Esto, a su vez, estimula el rápido crecimiento de la agroindustria, merced a una mayor demanda de fertilizantes, bombas, maquinaria y otros materiales y servicios.

Los agricultores de muchas comunidades invierten ya en locales para almacenamiento. En muchas comunidades las casas de ladrillo substituyen a las de tierra. Se usa más energía eléctrica para iluminar los hogares y para mover los motores de las norias. También ha aumentado con rapidez la demanda de bienes de consumo. Los aparatos de radio proliferan en las comunidades y el gobierno puede por primera vez alcanzar a los pobladores de aldeas remotas con programas educativos. En las pequeñas comunidades se ven máquinas de coser, bicicletas y motocicletas, y hay nuevos servicios de camiones de carga y autobuses de pasajeros.

La investigación: base de la Revolución Verde

La Revolución Verde ha estimulado al Gobierno de la India a mejorar muchos de sus servicios públicos. Aunque la capacidad de almacenamiento fue en extremo reducida durante la primera gran cosecha de trigo de 1968, el gobierno improvisó satisfactoriamente y se perdió muy poco grano. Durante los últimos dos años, estimulada en parte por la crítica de los agricultores y de la prensa, la capacidad de almacenamiento se ha ampliado para satisfacer las necesidades originadas por la creciente producción de grano. El sector rural demanda ahora mejores carreteras, me-

tierra de Egipto había pan...” (Génesis 41:54). Para su tiempo, José era sabio con la ayuda de su Dios.

Pero ahora nosotros debemos ser mucho más sabios. Con la ayuda de nuestros dioses y de nuestra ciencia, debemos no únicamente acrecentar nuestro abastecimiento de alimentos sino también asegurarla contra las catástrofes biológicas y físicas, mediante esfuerzos conjuntos, a fin de formar graneros internacionales de víveres de reserva que puedan usarse en caso de necesidad. Y estas reservas deben ser asequibles a todos los que necesiten de ellas, antes de que el hambre ataque, no después. El hombre puede y debe prevenir la tragedia del hambre en el futuro, más que sólo tratar, con intención pía, de salvar los despojos de la humanidad hambrienta, como a menudo lo ha hecho en el pasado. Seremos culpables de una negligencia criminal, sin expiación posible, si permitimos hambres futuras. La humanidad no puede tolerar esa culpa.

Alfred Nobel estaba muy consciente de la importancia de los alimentos, puesto que escribió una vez: “Prefiero cuidar de los estómagos de los seres vivientes, más que honrar con monumentos la gloria de los muertos”.

El destino de la civilización depende de que se proporcione un decoroso nivel de vida a toda la humanidad. Los principios que guían a la Organización Internacional del Trabajo, recipiente del Premio Nobel de la Paz de 1969, expresan su carácter en las palabras: “La paz universal y duradera puede establecerse solamente si se basa en la justicia social. Si se desea la paz, hay que cultivar la justicia”. Esto es magnífico, nadie podrá estar en desacuerdo con este elevado principio.

El alimento, un derecho moral

Casi ciertamente, sin embargo, el primer componente esencial de la justicia social es una alimentación adecuada para toda la humanidad. El alimento es un derecho moral para todos los que vienen al mundo. No obstante, en la actualidad el 50 por ciento de la población de la Tierra duerme con hambre. Sin alimento, el hombre logra sobrevivir unas cuantas semanas. Sin él, todos los otros componentes de la justicia social carecen de sentido.

Por tanto, pienso que el principio mencionado arriba debe modificarse de la siguiente manera: “Si deseas la paz, cultiva la justicia, pero al mismo tiempo cultiva los campos para producir más pan, de otra manera no habrá paz”.

Desde hace mucho tiempo se sabe que el hambre y las convulsiones sociales van juntas, según lo puntualizaba ya este pasaje del antiguo testamento: “... y ellos caerán por el suelo y tendrán hambre; y cuando estén hambrientos se enfurecerán y maldecirán a su rey y a su Dios...” (Isaías 8:21).

Quizás nadie en los tiempos modernos ha señalado con mayor acrimonia las interrelaciones entre la paz y los alimentos que Lord John Boyd Orr –laureado con el Premio Nobel de 1949–, un gran cruzado de la lucha contra el hambre y primer Director General de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas–. Dijo Lord Orr: “No se puede construir la paz sobre estómagos vacíos”. Estas palabras simples y sabias son tan válidas ahora como hace 21 años, cuando fueron pronunciadas. Serán todavía más significativas en el futuro, a medida que aumenten las multitudes, las presiones sociales y las tensiones. Ignorar la admonición de Lord Orr traería como consecuencia una serie de desórdenes mundiales y el caos social, puesto que una ley biológica fundamental señala que cuando la escasez de alimentos amenaza la vida de los organismos vivientes, éstos tienden a arrollarse unos a otros y a usar la violencia para asegurar sus medios de sustento.

Es triste reconocer el hecho trágico de que en esta Tierra y en esta fecha hay todavía dos mundos: “el mundo privilegiado” y “el mundo olvidado”. El mundo privilegiado está constituido por los países ricos, industrializados, que en conjunto forman del 25 al 30 por ciento de la población mundial y donde la mayoría de sus pobladores vive en un lujo nunca antes experimentado por el hombre fuera del Edén. El mundo olvidado lo forman los países atrasados, llamados eufemísticamente “en desarrollo”, que comprenden más del 50 por ciento de la población total mundial, y cuya mayoría de sus habitantes vive en la pobreza, con el hambre como compañera y el temor a la inanición como una continua amenaza.

tractores.

El método tradicional de trilla con pisoteo de animales y limpieza mediante el viento es ahora inadecuado para trillar las enormes cosechas de trigo antes de que se inicien las lluvias del monzón. Esto ha originado la producción de cientos de miles de pequeñas máquinas trilladoras que se venden en centenares de pequeñas tiendas establecidas en las comunidades durante los últimos 3 años. La trilla mecánica ha evitado que se pierda gran parte de la cosecha y también fortalece la creación de nuevos empleos en muchas pequeñas industrias.

Más aún, la mecanización tiene ahora un importante efecto indirecto sobre la intensificación de la producción de cereales. Cuando las pequeñas trilladoras mecánicas reemplazan a los animales en la trilla, éstos se pueden emplear en la preparación oportuna del terreno para el siguiente cultivo (de verano). Dicha necesidad es también una de las principales razones de la demanda de tractores. Antes de la adopción de las nuevas variedades de trigo y arroz y de las altas aplicaciones de fertilizante químico, la oportunidad del barbecho tenía relativamente poca importancia debido a que el bajo nivel de nutrientes aprovechables en el suelo limitaba los rendimientos. La mayoría de los agricultores esperaba cosechar únicamente una tonelada de trigo durante el ciclo de invierno (Rabi) y alrededor de 1.5 toneladas de arroz por hectárea en el ciclo de verano (Kharif), o sea un total de 2.5 toneladas de grano por año. En la actualidad el mismo agricultor puede levantar 5 toneladas de trigo y 7 toneladas de arroz –o sea un total de 12 toneladas de grano por hectárea y por año– merced al uso de las variedades de alto rendimiento y de altas niveles de fertilización, a la roturación en la época apropiada y al manejo adecuado del terreno.

Sin embargo, si las siembras no se hacen en la época óptima, el rendimiento del trigo puede bajar a 3 toneladas y el del arroz a 4 toneladas por hectárea, o sea una producción de 7 toneladas por año, en lugar de las 12 toneladas que se pueden obtener cuando las operaciones se efectúan oportunamente. Algunos agricultores progresistas usan ahora rotaciones de 3 cultivos por año: trigo-frijol, mung-arroz; trigo-arroz-papa, o tres cultivos

tencial de producción de alimentos. Se estima, por otra parte, que hasta ahora se utiliza menos de la mitad del potencial de irrigación de ese país.

El papel de los fertilizantes

Si las variedades de alto rendimiento de trigo y de arroz son los catalizadores de la Revolución Verde, los fertilizantes químicos son el combustible que la moviliza. La alta respuesta de las nuevas variedades ha acrecentado el consumo de fertilizantes, dada su eficiencia en el aprovechamiento de mayores niveles, en comparación con las variedades antiguas. En efecto, las variedades de paja alta producían sólo 10 kilos de grano adicional por cada kilo de nitrógeno aplicado, en tanto que las nuevas variedades enanas pueden producir de 20 a 25 kilos o más de grano adicional por cada kilo de nitrógeno aplicado. En la India el consumo de fertilizante nitrogenado aumentó de 58,000 toneladas de nutrimentos en 1950-51 a 538,000 en 1964-65, y a 1.2 millones de toneladas en 1969-70. Alrededor de 60 por ciento de esta cantidad se produjo en el propio país. El consumo de fosfato es aproximadamente la mitad del consumo de nitrógeno. Una gran parte del fertilizante que se usa actualmente se aplica a las siembras de trigo. El consumo fijado como meta y las necesidades de producción doméstica de nitrógeno para 1973-74 son de 3 millones y 2.5 millones de toneladas, respectivamente; tal significa un incremento de tres veces en el consumo y de 5 veces en la producción. Esto es necesario para lograr una producción de 129 millones de toneladas de cereales, cifra que se ha fijado igualmente como meta.

La mecanización

La mecanización de la agricultura avanza conforme progresa la producción de trigo. Antes de la primera gran cosecha de 1968, los tractores sin vender se acumulaban en las dos plantas que los producían; hoy en día los compradores deben hacer una solicitud por escrito y esperar de uno a dos años para obtener su tractor. Aunque ahora India cuenta con 5 fábricas que producen 18,000 unidades por año, en 1969-70 hubo que importar 35,000

Cuando el Comité del Premio Nobel de la Paz me distinguió con el honor de ser el recipiente del Premio de 1970 por mi contribución a la Revolución Verde, seleccionaba en realidad – según lo creo– a un individuo que simbolizara el papel vital de la agricultura y de la producción de alimentos en un mundo hambriento tanto de pan como de paz. Soy sólo un miembro de un vasto equipo integrado por muchas instituciones y dirigentes, miles de científicos y millones de agricultores –la mayoría de ellos pequeños y humildes– que por muchos años ha sostenido una guerra quieta, muchas veces del lado perdedor, en el frente de la producción de alimentos.

En el curso de los tres últimos años se han logrado avances espectaculares en el incremento de la producción de trigo, arroz y maíz en varios de los países más populosos del sureste de Asia, donde el hambre parecía inevitable hace apenas un lustro. La mayor porción de este incremento proviene de aumentos del rendimiento unitario de grano, un logro de particular importancia dadas las pocas posibilidades de ampliar la superficie cultivable en las áreas tan densamente pobladas de Asia.

La prensa emplea el término “Revolución Verde” para describir el aumento espectacular de la producción de cereales durante los últimos tres años. Quizás este término sea prematuro, muy optimista o demasiado amplio en su alcance y concepción. A menudo, da la impresión de una revolución general de los rendimientos por unidad de superficie y de la producción total de todos los cultivos en vastas áreas de muchos países. Algunas veces también implica que todos los agricultores reciben iguales beneficios de dichos logros.

Tales implicaciones deforman y simplifican los hechos. Hasta ahora, los únicos cultivos que han registrado avances apreciables son el trigo, el arroz y el maíz. Los rendimientos de otros cereales tan importantes como el sorgo, el mijo y la cebada, han sido afectados ligeramente, en tanto que no ha habido ningún aumento apreciable en el rendimiento o la producción de las leguminosas de grano, esenciales en las dietas de los pueblos que consumen cereales. Más aún, se debe subrayar que hasta la fecha el gran incremento de la producción ha tenido lugar úni-

camente en superficies bajo riego y debe decirse que no todos los agricultores que cultivan cereales bajo riego han adoptado y recibido beneficios del empleo de las nuevas semillas y la nueva tecnología. Sin embargo, el número de agricultores grandes y pequeños que las adoptan crece con rapidez y el aumento en su número durante los últimos tres años ha sido sencillamente fenomenal. La Revolución Verde casi no ha afectado la producción de cereales en las regiones de temporal, pero en varios países ya se han alcanzado cambios evidentes y substanciales.

Nuestro pan de cada día

A pesar de estas limitaciones, en los últimos tres años, la producción de cereales se ha elevado en forma notable en la India, Paquistán y las Filipinas. Otros países que comienzan a mostrar incrementos significativos de su producción son Afganistán, Ceilán, Indonesia, Irán, Kenia, Malasia, Marruecos, Tailandia, Túnez y Turquía.

Antes de intentar la evaluación del significado de la Revolución Verde, debemos establecer el punto de vista de quién la juzga. El significado del concepto es completamente diferente para la mayoría de los ciudadanos de las naciones ricas que para los de las naciones pobres. En los países ricos son comunes los excedentes gigantescos de trigo, maíz y sorgo. El ganado bovino y porcino y las aves se alimentan y se engordan con cereales; la mayor parte de la población dispone de carne, leche, huevos, frutas y verduras para su alimentación; las dietas bien balanceadas se tienen más o menos automáticamente y los productos elaborados con cereales constituyen sólo una modesta porción del alimento diario. Por consiguiente, a los miembros de esas sociedades les es difícil comprender y apreciar cuán vital es formar variedades rendidoras de trigo, arroz, maíz, sorgo y mijo, y proporcionarlas a los productores de las naciones en desarrollo. Se comprende entonces por qué muchos de los pobladores de las grandes urbes de las naciones industrializadas, han olvidado el significado de las palabras que aprendieron de niños, "Danos hoy nuestro pan de cada día". Saben que los víveres proceden del supermercado y son pocos los que ven más allá y reflexionar acerca de las inversiones

mente. India se aproxima al autoabastecimiento y probablemente ya lo hubiese logrado si la producción de arroz hubiera aumentado con mayor rapidez. Debido a la continua escasez de arroz, este cereal ocupa una superficie considerable, que se dedicaba al trigo anteriormente.

La introducción a Paquistán Occidental de la variedad enana de arroz IR-8, desarrollada por el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz (IRRI), Filipinas, junto con las prácticas que le permiten expresar su alto rendimiento, también ha originado incrementos notables durante los últimos dos años. Desafortunadamente, la variedad IR-8 ha tenido una menor adaptación bajo las condiciones climáticas de las áreas monzónicas de India y de Paquistán Oriental (Bangladesh), y por consiguiente su efecto ha sido más bien modesto en esas regiones. Las variedades más recientes que ahora se multiplican son promisorias para corregir dicha situación.

Los aumentos de la producción de trigo y de arroz en la India y en Paquistán, no solamente han favorecido el abastecimiento de víveres, sino que también han tenido muchos efectos indirectos sobre la economía de esos países y sobre el propio agricultor.

Se estima que los agricultores hindúes y paquistanos que cultivan los nuevos trigos bajo las prácticas de manejo recomendadas, aumentaron su ingreso neto de 37 dólares por hectárea con las variedades locales a 162 dólares con las variedades mexicanas. Las últimas tres cosechas añadieron 1,400 millones de dólares al PNB de la India y 640 millones de dólares al PNB de Paquistán. Esta cantidad representa sólo el concepto de producción extra sobre la cosecha de 1965. El incremento en el poder adquisitivo de los agricultores de ambos países ha tenido múltiples efectos.

Tanto en la India como en Paquistán se están perforando numerosos pozos profundos para incrementar la superficie irrigada y mejorar el control del agua de riego. Se calcula que durante el ciclo de 1969-70 se perforaron en la India 70,000 pozos profundos, lo cual añadió alrededor de 1.4 millones de hectáreas a la superficie bajo riego, con el consiguiente aumento del po-

bicidas y maquinaria– y el crédito para adquirirlos. En conjunto, los insumos y la estrategia formaron la base a partir de la cual se desarrolló la Revolución Verde.

Nunca antes en la historia de la agricultura, un trasplante de variedades de alto rendimiento, una nueva tecnología y una nueva estrategia habían logrado tan gran éxito en escala tan masiva y en tan corto período de tiempo. Lo venturoso de dicho trasplante es un suceso de gran trascendencia científica y social. El éxito dependió de la buena organización del programa de producción y de su hábil ejecución por los valerosos y experimentados científicos.

La experimentación con trigos enanos mexicanos se inició en la India y en Paquistán en 1963 y continuó en 1964. Los resultados fueron tan promisorios que en 1965, Paquistán y la India importaron 350 y 250 toneladas de semilla, respectivamente, a efecto de establecer ensayos de campo en gran escala. De nuevo, se obtuvieron notables resultados de modo que la India decidió importar 18,000 toneladas de semilla en 1966. Un año después, Paquistán importó 42,000 toneladas. Merced a las importaciones, la revolución triguera aceleró su marcha en ambos países. Fue ésta la primera vez en la historia en que se importaron tan cuantiosas cantidades de semilla de tierras tan distantes y en que dicha semilla se sembró tan venturosamente en su nuevo hogar. Las importaciones ahorraron de 3 a 5 años en la obtención de los frutos derivados de la Revolución Verde.

Durante los últimos 3 años la India y Paquistán registraron aumentos espectaculares en su producción de trigo. Usando como referencia el ciclo de 1964-65 –previo a la Revolución Verde– en el cual ambos países obtuvieron una cosecha que rompió todas las marcas anteriores, la producción de 1965 en Paquistán se incrementó de 4.6 millones de toneladas a 6.7, 7.2 y 8.4 millones de toneladas, respectivamente, en 1968, 1969 y 1970. Paquistán Occidental logró su autosuficiencia de trigo por primera vez en la cosecha de 1968, dos años antes de lo que habíamos pronosticado. India, por su parte, incrementó su producción triguera de 12.3 millones de toneladas en 1964–65 a 16.5, 18.7 y 20.0 millones de toneladas, en 1968, 1969 y 1970, respectiva-

que se necesitan y sobre la lucha, la fatiga y la frustración de los agricultores y ganaderos que les suministran el pan diario. Los habitantes de las grandes urbes han perdido su contacto con el suelo. Consideran a los alimentos como algo dado, que ya está allí, y no pueden percibir ni apreciar la eficiencia de sus agricultores y sus ganaderos, quienes, aunque sólo constituyen el 5 por ciento de la fuerza de trabajo en un país como los Estados Unidos, producen más de lo suficiente para el consumo interno y la exportación.

Pero aún así, los urbícolas suelen criticar a sus gobiernos –a veces en forma vociferante– por intentar el balance entre la producción que obtienen los agricultores y las demandas domésticas y abastecimiento abundante de víveres a un costo razonable y para los productores.

Contrastando con lo anterior, en los países en desarrollo, representados por la India, Paquistán y la mayoría de las naciones de Asia y África, del 70 al 80 por ciento de la población se dedica a la agricultura, casi siempre al nivel de la subsistencia. Cultiva terrenos exhaustos, carentes de nutrientes vegetales y a menudo erosionados, donde los rendimientos de los cultivos son bajos, casi a un nivel de hambre y estancados durante centurias. El hambre prevalece y la supervivencia del agricultor depende mucho del éxito o del fracaso de sus cosechas de cereales. En estos países la subnutrición y la malnutrición son comunes y amenazan constantemente la supervivencia y la expresión del potencial genético para el desarrollo mental y físico. La dieta diaria consiste primordialmente de cereales, los cuales suministran del 70 al 80 por ciento de las calorías y del 65 al 70 por ciento de la ingesta de proteínas. Las proteínas de origen animal son caras y escasas, e inaccesibles para la vasta mayoría de la población. Aunque muchos de estos países fueron autosuficientes e incluso exportadores de cereales antes de la segunda guerra mundial, se convirtieron en importadores netos, víctimas del crecimiento de la población que sobrepasó a la producción agrícola. Hay poca posibilidad en estas naciones de ampliar el área cultivada para satisfacer la demanda creciente.

La situación empeora cuando los rendimientos de los culti-

vos permanecen estancados en tanto que el número de seres humanos se eleva a un ritmo acelerado.

Para los millones de seres desposeídos del mundo olvidado, el hambre es una compañera constante. Por ello, después de tanto tiempo de vivir en la desesperación, la Revolución Verde les parece un milagro que genera nuevas esperanzas para el futuro.

Los catalizadores de la Revolución Verde

La importancia y la magnitud del impacto de esta revolución se ilustran mejor a través de los cambios de la producción de cereales en la India, Paquistán y las Filipinas. Tanto en la India como en Paquistán, el aumento acelerado de los rendimientos unitarios de trigo constituye el mayor impulso de la revolución verde. Los incrementos del rendimiento de arroz también tienen un papel importante en Paquistán Occidental, pero hasta ahora desempeñan solamente un papel secundario en la India. Por su parte, el aumento de la producción de maíz es modesto pero significativo en el incremento de la producción de cereales en la India y en Paquistán, en tanto que el incremento de los rendimientos de arroz es un factor importante en los cambios de la producción cerealícola en las Filipinas, Ceilán e Indonesia.

La Revolución Verde en la India y en Paquistán –todavía en gran parte, resultado de un avance dramático en la producción de trigo– no es un golpe de suerte ni un accidente de la naturaleza. Su éxito se basa en la investigación agrícola relevante y bien fundamentada, cuya importancia no es muy evidente a primera vista. Y es que, detrás del escenario –en México, a medio mundo de distancia– se fincó el cimiento: dos décadas de investigación dinámica sobre trigo que no solamente capacitó a este país para lograr su autosuficiencia, sino que también abrió la ruta para conseguir rápidos aumentos de producción en otras naciones. Fue en México donde las variedades enanas se formaron y se mejoraron. Fue también allí donde se determinó y estructuró la nueva tecnología de producción que permite a estas variedades, cuando se les cultiva apropiadamente, expresar su alto potencial genético de rendimiento, que es en general el doble o triple del que solía obtenerse con las mejores antiguas variedades de paja alta.

No hay milagros en la producción agrícola. Tampoco existe algo que pueda llamarse una variedad milagrosa de trigo, de arroz o de maíz que pueda servir como un elixir para curar todos los males de una agricultura tradicional y estacionaria. Sin embargo, son las variedades enanas mexicanas de trigo y las más recientes líneas derivadas en India y en Paquistán, el catalizador que impulsó la Revolución Verde. Y lo que hizo que los trigos enanos mexicanos fuesen un poderoso catalizador de esta revolución fue su extraordinaria habilidad de adaptación combinada con un alto potencial genético de rendimiento, paja corta, una notable eficiencia en el uso de altas dosis de fertilizantes y un amplio espectro de resistencia a las enfermedades.

Estas variedades atrajeron el interés de los agricultores y durante el ciclo de 1969–70, el 55 por ciento de los 6 millones de hectáreas que se siembran con trigo en Paquistán, y el 35 por ciento de los 14 millones de hectáreas con trigo en la India se cubrieron con variedades mexicanas o sus derivados. El rápido aumento de la producción de trigo no se basó solo en las variedades enanas, sino que también involucró la transferencia de México a Paquistán y a la India de una nueva tecnología de producción que hizo posible que estas variedades exhibieran en el campo su alto potencial de rendimiento. Tal vez el 75 por ciento de la investigación realizada en México para desarrollar el “paquete” de prácticas tecnológicas –inclusive las recomendaciones sobre fertilización– fue directamente aplicable en Paquistán y en la India. Por lo que respecta al 25 por ciento restante, la excelente investigación adaptada y llevada a cabo por los científicos de esos dos países, mientras se multiplicaba la semilla importada, generó la información necesaria para modificar los procedimientos mexicanos y adecuarlos a las condiciones locales.

Tan importante como la transferencia de la nueva semilla y de la nueva tecnología fue la introducción de una estrategia en las campañas de producción. Tal estrategia aderezó el alto potencial de rendimiento de las nuevas semillas y de la nueva tecnología en forma de una política gubernamental que aseguró al agricultor un precio adecuado por su grano, la disponibilidad de los insumos necesarios –semillas, fertilizantes, insecticidas, her-