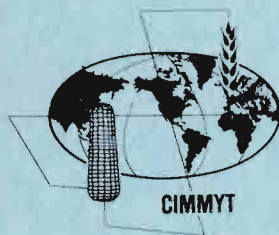


CIMMYT LIBRARY

POBLACION HUMANA, DEMANDA ALIMENTARIA
Y NECESIDADES
DE LA FAUNA Y LA FLORA

Norman E. Borlaug



CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
Londres 40 Apartado Postal 6-641 México 6, D. F., México

**POBLACION HUMANA, DEMANDA ALIMENTARIA
Y NECESIDADES DE LA FAUNA Y LA FLORA**

Dr. Norman E. Borlaug

Documento presentado en la Trigésima Séptima Conferencia de la Sociedad Norteamericana de la Flora y la Fauna y Recursos Naturales (Thirty-seventh North American Wildlife and Natural Resources Conference). México, D. F., Marzo 12-15, 1972. (Título original inglés: Human Population, Food Demands and Wildlife Needs).

POBLACION HUMANA, DEMANDA ALIMENTARIA Y NECESIDADES DE LA FAUNA Y LA FLORA

Norman E. Borlaug*

El alcance que implica el título de la charla que se me ha asignado es muy amplio y no se puede cubrir, salvo superficialmente, en un breve período de 30 minutos. No obstante, trataré de tocar algunos de los puntos más sobresalientes sobre estos complejos problemas interrelacionados que amenazan la supervivencia del hombre y de otras muchas especies.

El crecimiento de la especie humana

El hombre -y el casi humano- es un huésped tardío del planeta Tierra. Se estima que llegó entre 5 y 15 minutos antes de la media noche -hace entre 5 y 15 millones de años- según el cronometraje del reloj geológico de la Tierra, cuya carátula abarca cinco mil millones de años. El hombre fué precedido durante muchos millones de años por otras especies de mamíferos, y durante períodos fantásticamente mayores, por muchas otras especies.

El éxito espectacular -quizás temporal- del hombre como entidad biológica, junto con su fecundidad, amenaza actualmente la supervivencia de numerosas otras especies, y pone en peligro aún su propia civilización y a su propia especie.

Empero, la competencia entre especies en el planeta Tierra no es un fenómeno nuevo. Comenzó indudablemente poco después del origen de la vida. El proceso de la vida está ahora documentado por las evidencias fósiles de las bacterias y de las algas azul-verde, que datan de por lo menos 3,200 millones de años (Barghoorn, 1971). Durante millones de años antes de la aparición de mamíferos y aves, ya había habido competencia y lucha por la supervivencia entre especies de plantas, peces, anfibios y reptiles. Las especies sobrevivieron o perecieron, según su capacidad o incapacidad genética para responder al mandato biológico "evolucionar y adaptarse, o perecer" impuesto y ejecutado por la incesante presión de selección de los ambientes siempre cambiantes. Perecieron más especies que las que sobrevivieron.

Luego llegó el hombre, *Homo sapiens*. Al principio sólo un par. En esta parte del mundo los conocemos como Adán y Eva; en otras partes se les conoce por otros nombres. De cualquier modo, su aparición proba-

blemente no provocó temor y ciertamente no dió ningún indicio a las otras especies que a la sazón habitaban la Tierra de la amenaza y el efecto que la nueva especie tendría sobre el mundo. En el transcurso de los primeros miles -o quizás cientos de miles- de años, sus descendientes tuvieron muy poco o ningún efecto sobre el ambiente físico o el ambiente biológico de la Tierra. Y aunque sin duda seguían el mandato dado a Eva y a sus descendientes femeninos "Creced y multiplicaos", apenas si se libraron de ser extinguidos. Más de una vez la supervivencia del *Homo sapiens* debió encontrarse en la balanza, puesto que estaba pobremente dotado para sobrevivir en un ambiente tan hostil. Era un pigmeo entre gigantes. No controlaba su abastecimiento alimentario y estaba incapacitado para protegerse tanto de los elementos naturales como de sus predadores biológicos, más fuertes y mejor equipados. También carecía de protección contra las plagas y las enfermedades.

A medida que continúan los estudios arqueológicos y antropológicos, se sabe más de la creciente antigüedad de Adán y Eva. El desarrollo de técnicas, durante las últimas tres décadas, para medir la ruptura de elementos radiactivos -por ejemplo, uranio-plomo, potasio-argón, etc.- nos ha provisto de herramientas aún más precisas para medir la antigüedad del hombre.

Sin involucramos en la semántica del intento de establecer diferencias entre el *Homo sapiens* moderno -el mono desnudo de Desmond Morris- y ciertas especies anteriores estrechamente relacionadas, es suficiente apuntar que un cúmulo creciente de evidencias indica que el hombre es mucho más antiguo que lo que se pensaba hace sólo tres décadas.

Muchos antropólogos convienen ahora que Adán y Eva y sus descendientes fueron vegetarianos por muchos cientos de miles y aún por varios millones de años. Existe considerable evidencia arqueológica que indica que hace unos 5 millones de años un vegetariano, pariente cercano del mono desnudo, salió de la maleza en algún lugar del sureste de Africa, se erigió sobre sus piernas y, con una piedra en una mano y un garrote en la otra, comenzó a apalea pequeños animales a manera de cazador solitario, y se tomó carnívoro (Ardrey, 1970; Pfeiffer, 1971). Por largo tiempo después luchó por su subsistencia como cazador, a la vez que proseguía suplementando su dieta de carne con frutas, nueces, granos y

*Director del Programa de Trigo, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Londres 40, México 6, D. F., México.

raíces silvestres. Hace alrededor de un millón y medio de años conoció y aprendió los beneficios de la cacería colectiva, lo cual le permitió matar animales más grandes. Pero la supervivencia humana siguió siendo precaria y el crecimiento de la especie fue lento hasta el descubrimiento de la agricultura y la demostración de animales, lo cual tuvo lugar hace unos 9,000 ó 10,000 años. Se estima que en esa época (Miles, 1971) la población mundial era de aproximadamente 10 millones de seres humanos. Dichos descubrimientos trajeron nuevas esperanzas al mono desnudo, puesto que aseguraban su abastecimiento de alimentos. También propiciaron la especialización del trabajo, la manufactura de alfarería, tejidos, trabajos de metales y otras artesanías; los productos solían cambiarse por alimentos. Estos sucesos dieron origen al comercio y a la pequeña industria. Y así, en el proceso, se establecieron y evolucionaron las aldeas, las ciudades y las ciudades-estado, y se desarrolló nuestra moderna civilización. Pronto, sin embargo, el proceso originó también la "explosión de la población."

Desde esa época, la población mundial ha crecido a un nivel cada vez mayor. Progresivamente se redujo el lapso requerido para que la población del mundo se duplique, en especial desde que el hombre aprendió a protegerse de las enfermedades, de manera que las tasas de mortalidad disminuyen sin reducirse las tasas de natalidad. Este predicamento se tornó evidente al examinar el incremento medio anual de la población:

1650-1750	:	0.3 por ciento
1750-1950	:	0.4 por ciento
1950-1960	:	1.5 por ciento
1960-1965	:	2.0 por ciento

Dentro de los próximos 37 años se duplicará la población mundial, de modo que otros 3,700 millones de seres se agregarán a la "familia humana"; es decir, se añadirá un número igual al que se ha acumulado desde los tiempos de Adán y Eva, ¡Es escalofriante! (Cuadro 1).

El incremento explosivo del número de seres humanos durante los últimos 20 siglos ha traído consigo la crisis demográfica mundial que ahora amenaza por muchos frentes a la civilización. Dicho incremento es un monstruo multicefálico que amenaza al hombre, no sólo en lo que se refiere a la producción alimentaria y a la preservación de la flora y la fauna, sino en los frentes de la vivienda, vestido, servicios médicos, oportunidades de empleo, educación, transporte, comunicación, energéticos, recursos no-renovables, recreación, ambiente, desórdenes sociales y política. Estos problemas son comunes a todos los sistemas de gobierno.

No sólo existe la amenaza de una crisis demográfica mundial, sino que la crisis ya se confronta en muchos países. Más aún, debemos reconocer que la presión y el crecimiento demográfico no son uniformes en todo el mundo. Esto resulta obvio al revisar el Cuadro 2. Tampoco la población es uniforme dentro de un país. El apretujamiento de las enormes megalópolis tales como Dacca, la Ciudad de México, Tokio, etc., indica que rápidamente alcanzarán un punto en que se tornarán ingobernables.

Es desalentador a la vez que trágico ver como muchos países en desarrollo -que ahora registran excelentes avances en el aumento de su producción alimentaria y en su industrialización- diluyen estos beneficios o aún más, los

anulan, debido al explosivo crecimiento de la población. Varios de los países más densamente poblados de Africa, Asia y Latinoamérica incrementan su PNB a un nivel de 5 a 7% anual. Sin embargo, debido a un incremento demográfico de 2.6 a 3.4% sólo un mejoramiento bastante modesto del nivel de vida sobre la base de PNB individual llega a las masas de seres hambrientos y empobrecidos. En algunos de estos países aumentan el desempleo y el analfabetismo. Se puede suponer que si la tasa de incremento de estos países fuese similar a la de varias naciones europeas -digamos, un 0.5%- habría un mejoramiento más rápido del nivel de vida. Peor aún: la población de muchos de estos países -entre ellos Uganda, Kenya y Tanzania- se duplicará dentro de los próximos 21 a 27 años.

A menos que el monstruo del crecimiento demográfico se haga más lento y se dome, en el futuro habrá muchas dificultades en diversos frentes. No nos queda más opción que trabajar dinámicamente y con imaginación en todos los frentes que amenazan a la civilización, al hombre y a otras especies.

La incesante lucha del hombre por sus alimentos

La civilización, como se le conoce ahora, no pudo evolucionar ni sobrevivir sin un abastecimiento alimentario estable y adecuado. Esta lucha por asegurar su diario sustento data de sus primeros días sobre el planeta Tierra. Y, sin embargo, el alimento es algo que toma por dado la mayoría de los dirigentes mundiales, pese a que la mitad de los seres humanos tiene hambre. Parece que el hombre insiste en ignorar las lecciones de la historia y continúa relegando a la agricultura al último escalafón de la escala social. Es quizás explicable que un vasto porcentaje de los urbícolas de los países industrializados hayan perdido su sentimiento por la agricultura, puesto que la producción que los sustenta -su alimento- queda fuera de su ambiente, distante de su vida diaria.

Desde los tiempos de Adán y Eva hasta la invención de la agricultura y de la cría de animales, la supervivencia del hombre debe haber sido precario debido a su incapacidad para asegurar su diario sustento. Durante el largo, obscuro, brumoso definido período prehistórico cuando el hombre vivió, primero como vegetariano y luego como cazador que suplementaba su dieta de carne con la recolección de alimentos, debe haber habido frecuentes escaseces de alimentos. El hombre vivía como nómada y era imposible el desarrollo de la civilización comunal. La lucha por el pan absorbía el tiempo de todos.

En el pasado borroso en que la Era Mesolítica dió lugar al Neolítico, apareció de súbito, en áreas que distaban mucho entre ellas, el grupo de inventores y revolucionarios más venturosos que el mundo haya conocido. Este grupo de mujeres y hombres neolíticos -y casi ciertamente las primeras- domesticaron todos los cultivos, leguminosas y tubérculos principales así como los animales que hasta ahora constituyen las principales fuentes alimentarias del hombre. El hombre de la era científica no ha conseguido hasta ahora igualar estos logros.

Según parece, hace nueve mil años, al pie de los Montes Zagros -en lo que es ahora Iraq e Irán- el hombre se había tornado en agricultor y ganadero.

Cuadro 1. Crecimiento de la especie humana -o casi humana- y la crisis demográfica mundial que se cierne sobre la Tierra.

Período prehistórico o histórico	Epoca	Población Mundial estimada	Años requeridos para duplicar la población
1) Adán y Eva	Kenyapithecus (el Homonido) Hace 14,500,000 años	2	?
2) Cazador primitivo	Cazador solitario "El mono desnudo"; hace 5 millones de años	?	?
3) Grupo cazador primitivo	Cacería en clan; hace 1,500,000 años	?	?
4) "Cacería corporativa"	Cacería tribal, siguiendo la emigración de animales. Hace 40,000-50,000 años	?	
5) Descubrimiento de la agricultura y domesticación de animales	Hombre de la edad de piedra. Hace 9,000-10,000 años	10 millones	
6) Epoca de Cristo	1 D. C.	250 millones	1,650
7) Fines del Renacimiento Europeo	1650 D. C.	500 millones	200
8) Inicio de la medicina y la bacteriología	1850 D. C.	1,000 millones	80
9) Advenimiento de las drogas milagrosas	1930 D. C.	2,000 millones	
10) Actual población del mundo	1971 D. C.	3,700 millones	37
11) El panorama futuro	2008	7,400 millones (Estimados a partir de la tasa actual de incremento de 2% anual)	37

Estos descubrimientos pronto permitieron la especialización del trabajo y propiciaron el desarrollo de la vida comunitaria. Descubrimientos y avances semejantes constituyeron los cimientos de la agricultura y la industria animal modernas y, en rigor, la base sobre la cual han evolucionado todas las civilizaciones subsiguientes dentro del breve período de varios miles de años.

La invención de la agricultura y de la cría de animales fue un gran paso hacia adelante en el aumento de la producción de alimentos, pero no emancipó para siempre al hombre de su temor a la escasez de víveres, al hambre y a la inanición. Aún en tiempos prehistóricos, después del descubrimiento de la agricultura, el crecimiento de

la población debe haber amenazado o excedido la capacidad del hombre para producir alimentos. En aquella época, cuando la sequía, las enfermedades o las plagas asolaban los cultivos, el resultado era el hambre. Es evidente que tales catástrofes ocurrían periódicamente, según numerosos pasajes bíblicos. Que el problema recurrente de escasez de alimentos persistió después, es todavía más evidente, conforme la hipótesis de Malthus sobre alimentos y población, publicada por vez primera en 1793

El primer componente esencial de la justicia social es la alimentación adecuada para toda la humanidad. El alimento es el derecho moral para todos los humanos.

Cuadro 2. La gravedad de las presiones demográficas y el crecimiento diferencial de la población sobre la tierra y otros recursos naturales en un grupo representativo de países (1).

Región o País	Población de 1971 (millones)	Crecimiento demográfico anual	Años requeridos para que la población se duplique
MUNDO	3,706	2.0	37
A. AFRICA	354	2.7	26
1. Argelia	14.5	3.3	21
2. RAU	34.9	2.8	25
3. Kenya	11.2	3.1	23
4. Uganda	8.8	2.6	27
5. Tanzania	13.6	2.6	27
B. ASIA	2,104	2.3	31
1. China	772.9	1.8	39
2. India	569.5	2.6	27
3. Japón	104.7	1.1	63
C. NORTEAMERICA	229.0	1.2	58
1. U.S.A.	207.1	1.1	63
D. LATINOAMERICA	291	2.9	24
1. Brasil	95.7	2.8	25
2. Argentina	24.7	1.5	47
3. Perú	14.0	3.1	23
4. México	50.9	3.4	21
5. Colombia	22.1	3.4	21
E. EUROPA	466.0	0.8	88
1. Finlandia	4.7	0.4	175
2. Suecia	8.1	0.5	140
3. Francia	51.5	0.7	100
4. Italia	54.1	0.8	88
5. Alemania (Oriental)	16.2	0.1	700
6. Alemania (Occidental)	58.9	0.4	175
F. URSS	245.0	1.0	70
G. AUSTRALIA	12.8	1.9	37

(1) Datos de: Population Reference Bureau Report, Revised Edition, August, 1971.

Sin alimento, el hombre podrá vivir cuando mucho unas cuantas semanas; sin los otros componentes, la justicia social no tiene sentido. Estoy convencido que la paz y el orden mundial no pueden fincarse en estómagos vacíos. Y, sin embargo, en la actualidad, la mitad de la población mundial está subalimentada y una porción todavía mayor padece de malnutrición. Si insistimos en ignorar la necesidad de producir más alimentos para el mundo y si no utilizamos adecuadamente nuestra ciencia y tecnología con imaginación y dinamismo a fin de incrementar la producción --y a la vez para comprar tiempo mientras que otros luchan en el frente de la población a efecto de reducir su tasa de crecimiento--, el orden del mundo sufrirá un colapso. El futuro de muchas especies de la flora y la fauna está muy ligado a los problemas de la producción de alimentos, no sólo de manera indirecta, como en el caso de las naciones adelantadas, sino aún más directamente en los países en de-

sarrollo densamente poblados, cuya necesidad de proteína de origen animal es muy alta. Los científicos agrícolas, zootecnistas, biólogos especialistas en flora y fauna, científicos forestales, expertos en el manejo de las especies cinegéticas, demógrafos y dirigentes de parques, debemos trabajar juntos a efecto de evitar el desastre y resolver los complejos problemas que amenazan a la humanidad.

Es un hecho triste que aún en nuestros días haya en el planeta Tierra dos mundos diferentes en lo que se refiere a la producción y disponibilidad de alimentos: el "mundo privilegiado" y el "mundo olvidado" (Borlaug, 1970). El mundo privilegiado está constituido por los países desarrollados del mundo y comprende alrededor de un tercio de la población del globo. En estos países la agricultura es eficiente y la industrialización bien avanzada y aunque sólo entre 5 y 20% de la fuerza de trabajo se dedica a la agricultura, es capaz de producir

suficientes alimentos para satisfacer las necesidades domésticas y un excedente para la exportación. El consumidor de esos países dispone de un abastecimiento alimentario abundante y diverso a un precio bajo, de manera que su presupuesto para víveres representa únicamente entre 17 y 30% de su ingreso, después de los impuestos. La mayoría de la gente de esos países vive con un lujo nunca antes experimentado por el hombre. Una vasta proporción de la población (70-80%) es urbana y considera el abundante alimento fácil y seguro. Muchos piensan que viene de los supermercados y no pueden entender las inversiones, la lucha, los riesgos y las frustraciones que se requieren en los ranchos y en las fincas para producir los víveres que esos urbanos toman como dados.

El mundo olvidado está conformado por las naciones atrasadas, donde la mayoría de la gente --un 50% de la población del mundo-- vive en la pobreza, con el hambre como una compañera frecuente, y con el temor a la inanición como una amenaza constante. En estos países un vasto segmento de la población --del 50 al 80%-- subsiste en pequeñas parcelas; los alimentos, especialmente la proteína de origen animal son escasos y caros. El sector urbano suele gastar del 60 al 80% de sus ingresos sólo en alimentos en tiempos normales, pero cuando hay sequías inundaciones, enfermedades o plagas que reducen las cosechas, todo su ingreso se canaliza hacia la adquisición de alimentos, y muchas veces ni siquiera puede adquirir lo que necesita. Muchos de los agricultores de subsistencia sufren a menudo de escasez de alimentos y una proporción aún mayor ingiere una deficiente cantidad de proteínas de origen animal.

¿Por qué existe esta gran discrepancia entre los países privilegiados y los países olvidados en lo que se refiere a producción alimentaria? Aunque hay muchos factores involucrados, las cuatro causas principales son: 1) la diferencia en la cantidad de recursos naturales per cápita, es decir: buena tierra cultivable; 2) el grado de disponibilidad de tecnología moderna apropiada, basada en la investigación, a efecto de aumentar la producción unitaria; 3) la presencia o ausencia de infraestructuras económicas y de extensión, y 4) una política visionaria adecuada apoyada por el gobierno. De estas causas, los dos mayores problemas en los países en vías de desarrollo son la limitada cantidad de tierra cultivable per cápita disponible y los rendimientos unitarios bajos y estancados.

El Cuadro 3 ilustra la capacidad comparativa de producción alimentaria de la tierra explotada bajo sistema de cacería y de varios tipos de agricultura. Es evidente que la agricultura estadounidense, que emplea una tecnología avanzada, es capaz de producir más alimentos por unidad de superficie que otros métodos de explotación.

Por mi parte, con un equipo de colegas de muchas naciones, he pasado los últimos 27 años tratando de ayudar a muchos países en vías de desarrollo a aumentar la eficiencia de su producción agrícola básica, y según lo espero, a aminorar así sea en mínima parte la presión de la población humana sobre los habitats silvestres.

La transformación de la agricultura tradicional

La mayoría de los países densamente poblados y hambrientos del mundo, tienen una agricultura ineficien-

te. Los rendimientos de los cultivos son bajos y están estancados, y han estado así durante siglos. El suelo está cansado y exhausto, con deficiencia de uno o más de los nutrimentos esenciales, después de cientos de años de cultivos continuos. La planta cerealícola tiene dificultades para su crecimiento, y lo mismo ocurre con las malezas, los organismos patógenos y los insectos que se alimentan de la planta de cereal. Hay que imaginar entonces la lucha del campesino que trata de subsistir bajo tales condiciones. Y, sin embargo, se dice que todo ese sistema está en "balance con la naturaleza", pero ¿qué balance!

Para cambiar tal sistema hay que generar información a través de la investigación, de manera que se establezcan un conjunto de nuevas prácticas tecnológicas en las cuales se pueden manipular todos los factores que afectan a la producción y al rendimiento.

No existe una semilla mágica. Hay que comenzar con el suelo y, mediante experimentación sobre cada uno de los tipos principales de suelos, determinar cuáles nutrimentos vegetales limitan los rendimientos de los cultivos. En la mayoría de los suelos, serán el nitrógeno y el fósforo, pero habrá algunos que necesiten potasio. Otros más requerirán la aplicación de ciertos elementos menores. Una vez que las deficiencias de nutrimentos se han determinado y corregido mediante la adición del tipo y cantidad correctos de fertilizante químico, es necesario desarrollar una serie de prácticas mejoradas a fin de utilizar apropiadamente la humedad disponible. Puesto que también las malezas proliferan merced a la aplicación de fertilizante, habrá que determinar métodos de control mecánico o químico. Las malezas no producen alimentos. A continuación, hay que utilizar una nueva variedad con potencial genético de alto rendimiento para explotar eficientemente el valor cabal del fertilizante y de las prácticas culturales mejoradas, puesto que la variedad que solía cultivar el campesino se adapta pobremente a las nuevas condiciones. La nueva variedad debe ser, tanto como sea posible, resistente a las principales enfermedades e insectos ya que estos organismos encontrarán ahora un ambiente mucho más favorable en el frondoso follaje. Se debe señalar que aún cuando es relativamente fácil incorporar resistencia a las enfermedades o a las plagas en una nueva variedad, no hay seguridad de cuánto tiempo será funcional dicha resistencia. Los microorganismos y las plagas mutan y desarrollan la capacidad de atacar una variedad tarde o temprano. Por ello se deben mantener programas dinámicos de mejoramiento genético. Más aún: habrá que desarrollar medidas de control químicos o biológicos para utilizarlas cuando se presente una emergencia.

Se debe puntualizar también que no basta el conjunto de nuevas prácticas tecnológicas y que por sí mismo no cambiará la producción alimentaria, sino hasta que sea aplicado en un vasto número de fincas.

El valor de la nueva tecnología debe ser demostrada en cientos de parcelas de agricultores en comparación directa con los métodos tradicionales de los campesinos. Para convencer al campesino habrá que demostrar diferencias de rendimiento de 100% a 300%, lo cual es a menudo posible. Nadie quedará convencido con diferencias de 10% a 15% en el rendimiento.

Antes de que el agricultor pueda aplicar la nueva tecnología --aún cuando ya esté convencido--, habrá que

Cuadro 3. Capacidad comparativa de producción alimentaria de tierras explotadas bajo sistema de cacería y de varios tipos de agricultura (Storck y Teague, 1952). (La productividad se expresa según el número de personas que pueden sustentarse por unidad de superficie).

Sistema de explotación		Superficie requerida	No. de personas alimentadas
Cacería	(1)	2,500 ha	1
Pastizales	(2)	250 "	1
Agricultura de coa	(3)	250 "	3
Agricultura de arado	(4)	250 "	750
Agricultura moderna	(5)	250 "	2,000*

(1) Indígenas de las planicies de Norteamérica (Pre-Conquista)

(2) Indígenas de California (Pre-Conquista)

(3) Indígenas de los bosques del Este norteamericano (Pre-Conquista)

(4) Agricultura egipcia antigua

(5) Agricultura moderna norteamericana (base en los rendimientos de 1950)

(*) Si se utilizaran los rendimientos de 1970, esta cifra aumentaría entre 35 y 40 por ciento.

ajustar la política agrícola gubernamental. La estabilidad política es esencial. Debe disponerse de insumos tales como fertilizantes químicos y semilla, y el agricultor deberá tener acceso al crédito de instituciones gubernamentales para adquirirlos, puesto que carece de capital. Y finalmente, el gobierno debe establecer y mantener un precio remunerativo y estable para el grano.

Hemos tenido la satisfacción de ver cómo la producción triguera de México aumentó 7 veces, a la vez que los rendimientos unitarios se elevaron 4 y media veces. México se autoabasteció de trigo por vez primera en 1956. Empleando las variedades mexicanas --únicas en cuanto a su capacidad de rendimiento combinada con su amplia adaptabilidad, merced al modo en que fueron creadas-- y aplicando la experiencia agronómica y fitopatológica mexicana, junto con la excelente investigación adaptativa llevada a cabo por India y Pakistán, se ha registrado una revolución en la producción de trigo de ambos países. La prensa popular bautizó con el término de "Revolución Verde" a este cambio rápido en la producción de trigo ocurrida durante los últimos cuatro años.

La producción triguera de India se elevó de 12 millones de toneladas en 1965 a 23.3 millones en la última cosecha. En Pakistán, la producción aumentó de 4.3 millones a más de 8 millones en el mismo período.

Más importante aún que el incremento de la producción por sí misma, es el hecho de que más del 90% del aumento provino de incrementos por unidad de superficie, lo cual es de enorme importancia en un país carente de nuevas tierras cultivables. La revolución verde que se inició con el trigo se difundió ahora hacia el arroz y el maíz. Algunos agricultores de Pakistán y del norte de la India que usan la nueva tecnología y las nuevas semillas en un doble cultivo de arroz y trigo, cosechan ahora un total de 13 toneladas de grano por hectárea y por año, en lugar de la producción de sólo dos toneladas que antes obtenían. Aunque el avance es modesto con respecto a las necesidades totales, se trata de un paso adelante por la ruta correcta. Por lo menos temporalmente la esperanza sustituye a la desesperación, pero no hay tiempo de sentirnos complacidos, porque el monstruo de la población crece incesantemente.

La competencia entre el hombre y la flora y la fauna

Hasta hace dos décadas, la presión de la población humana sobre las especies silvestres se confinaba a las zonas templadas o a los valles y mesetas de clima frío de las zonas tropicales. La situación comenzó a cambiar

desde que se produjeron vacunas que previenen la fiebre amarilla y/o insecticidas que controlan los vectores de enfermedades por mucho tiempo endémicas de los trópicos: fiebre amarilla, paludismo, enfermedad del sueño, oncocercosis, etc.

El vasto y diversificado reservorio de especies silvestres de Africa Central y Oriental resentirá una presión creciente (Borlaug, 1971 a). Myers señaló en 1971 la necesidad de extender los parques y los reservorios faunísticos, de manera de incluir habitats más amplios. Indicó también la creciente importancia dada al turismo como fuente de divisas por los gobiernos de Uganda, Kenya y Tanzania. Más aún, indicó el problema de la cacería furtiva en los parques y reservorios faunísticos.

La expansión del turismo ayudará a resolver el problema de las divisas extranjeras pero poco beneficiará a las masas rurales hambrientas. La cacería furtiva aumentará, pese a los controles y a la venta de carne obtenida de los reservorios.

Para preservar la fauna y la flora, me parece importante y urgente utilizar la ciencia y la tecnología a efecto de aumentar los rendimientos y la producción de la agricultura y la ganadería de la faja tropical húmeda de Africa Central y Oriental. Si esto no se hace, la presión demográfica llegará a un punto en que ningún gobierno --independientemente de su interés por preservar las especies silvestres-- podrá detener las demandas y presiones de un pueblo hambriento.

El valor indirecto de la ciencia y la tecnología agrícola y ganadera al ayudar a la conservación de la flora y la fauna de los Estados Unidos, ilustra este principio. Un estudio reciente (Barrons, 1971) indica claramente la creciente eficiencia lograda en la producción de cultivos alimenticios, forrajeros, oleaginosos y de fibra durante los últimos 30 años. Su estudio abarcó 17 cultivos sembrados en un millón de acres o más en el período 1968-70. Se calcularon las cifras promedio de superficie sembrada, rendimiento por acre y producción total para cada uno de estos cultivos. Luego se hicieron cálculos comparativos para los mismos cultivos para el período 1938-1940.

Utilizando las cifras de rendimiento y producción media de cada cultivo en el período 1968-70 como base, se calculó el área que se hubiese necesitado para obtener la misma producción empleando las cifras correspondientes al período 1938-40. Los resultados son sorprendentes. La superficie de 281 millones de acres sembrados con estos cultivos en 1968-70 produjo lo suficiente para satisfacer la demanda interna de los Estados Unidos, más una cantidad adicional para exportación valuada en 7,800 millones de dólares. La superficie necesaria para obtener una producción igual de estos cultivos, según los niveles de rendimiento y la tecnología de 1938-40, sería de 572.9 millones de acres, o sea más del doble del área bajo cultivo en 1970. Gran parte del incremento de la producción total de 1970 con respecto a la de 1940, se logró merced al uso de agroquímicos, especialmente fertilizantes, herbicidas e insecticidas. También las prácticas culturales y las semillas mejoradas desempeñaron un papel importante.

Gracias a la mejor tecnología y a los mayores rendimientos, durante la década pasada fue posible retirar del cultivo y poner en reserva 50 millones de acres, y aún así satisfacer la demanda interna y de exportación de productos agropecuarios. Si el país dependiera de la tecno-

logía de 1940, no sólo hubiese sido necesario reincorporar al cultivo esos 50 millones de acres, sino que se hubiera requerido abrir una superficie cultivable adicional de 241.9 millones de acres. Para ello habría sido necesario trabajar áreas semiáridas o quebradas, y consecuentemente más vulnerables a la erosión hidráulica y eólica. También se habría requerido desforestar extensas superficies a fin de cubrir las necesidades de alimentos, fibras y aceites del país. Reflexionen ahora sobre el efecto que esta acción habría tenido sobre el habitat silvestre, especialmente sobre las especies raras y amenazadas de aves y mamíferos que están a punto de extinguirse.

Viéndolo desde otro ángulo, 291.9 millones de acres de tierra --una superficie equivalente al área total de los Estados Unidos al Este del Río Mississippi y al Sur del Río Ohio-- está ahora disponible para otros usos, gracias al mejoramiento de la tecnología de producción agrícola lograda durante los últimos 30 años. Estos usos incluyen la formación de parques nacionales, reforestación y creación de áreas de reserva para la conservación de la vida silvestre. Aunque los estudios de Barron fueron hechos en los Estados Unidos, incumbe a toda la humanidad aumentar la eficiencia de la agricultura, la ganadería y la silvicultura, si deseamos aliviar el sufrimiento humano, conservar la flora y la fauna, y mejorar las oportunidades de recreación.

Admiro el avance que ustedes han logrado en los campos de la biología de las especies silvestres, y del manejo de la fauna durante las últimas décadas. Ustedes han reestablecido varias especies casi extintas, como el pavo silvestre. Han introducido venturosamente especies exóticas, entre otras el faisán chino de collar, que ha venido a ocupar el nicho ecológico dejado por la perdiz de la pradera, que no se pudo adaptar a la presión de la agricultura moderna. Los biólogos han desarrollado un gran conocimiento y habilidad para criar muchas especies de peces y aves para repoblar ríos, lagos y bosques. Ustedes han desarrollado métodos de control para ciertas enfermedades, parásitos y predadores de peces, aves y animales, y por consiguiente han ayudado a los programas de conservación de especies silvestres. Es espléndida la investigación que culminó con el control de la lamprea que amenazaba la sobrevivencia de la trucha lacustre; igualmente fascinante es la introducción del salmón Coho en los lagos Michigan y Superior. Los biólogos expertos en la fauna silvestre han desarrollado excelentes métodos para estudiar la dinámica de la población de muchas especies. Estos datos permiten el establecimiento e implementación de leyes de cacería realistas. El resultado de todo esto es que en muchos lugares de los Estados Unidos hay ahora más especies cinegéticas que hace 30 ó 40 años. Uno no puede sino admirar la elasticidad de la fauna silvestre cuando se le protege adecuadamente. Cuando vuelvo a la pequeña granja de Iowa donde nací, puedo ver venados, codornices de cola blanca, faisanes chinos de collar y zarigüellas donde no los había hace 40 años. En las vastas y productivas áreas de riego de las costas de Sonora y Sinaloa hay ahora un gran número de especies de pájaros que no habitaban las planicies costeras hace 20 años.

Y aún así pese a los avances, varias especies confrontan dificultades. En los Estados Unidos, tres o cuatro docenas de especies de mamíferos, pájaros y peces y alrededor de una docena de reptiles y anfibios se consideran raras o al borde de la extinción. Hay probable-

mente varios cientos de especies que están a punto de desaparecer en otras partes del mundo.

Casi con seguridad, algunas de estas especies no pasarán el dictado de "evolucionar y adaptarse, o perecer", a medida que su habitat es destruido por las presiones incesantes de la población humana. Soy de la opinión que los biólogos expertos en fauna silvestre, los biólogos y los genetistas forestales se encuentran en desventaja cuando se les compara con los científicos agrícolas y pecuarios. No pasan de 20 las principales especies alimenticias cultivadas, ni de 10 las especies de animales domésticos de los cuales depende la civilización moderna. Por tanto, pueden concentrar su presupuesto de investigación y su esfuerzo productivo en pocas especies. Ustedes no han podido hacer eso.

Me parecería que los biólogos y demás expertos en la flora y la fauna silvestres, debieran preparar una lista de las especies amenazadas y establecer un orden prioritario de investigación y protección. A menos que esto se haga -con las limitaciones presupuestarias y de disponibilidad de científicos capacitados-, se seguirá el intento de salvar a todas las especies amenazadas, con el resultado consiguiente de que se extinguirán muchas especies en lugar de unas pocas.

El mismo peligro existe en el movimiento ambientalista. Existe ahora la tendencia de corregir inmediatamente todos los abusos sobre el ambiente sin establecer prioridades. Durante los últimos dos años se pasaron en los Estados Unidos 344 leyes de protección ambiental financiadas por los gobiernos estatales y el gobierno federal. Casi seguramente esa legislación deficientemente planeada, precipitada e incoordinada producirá resultados decepcionantes. A ellos seguirá el desencanto. Para concluir, urjo a ustedes a hacer todo el esfuerzo posible para aprovechar los principios, métodos y técnicas que se han desarrollado y utilizado venturosamente en la biología reproductiva de los humanos y los animales domésticos, a efecto de incrementar la reproducción. Me refiero a la inseminación artificial, a la conservación de semen congelado, a la inducción del celo con hormonas, dieta y fotoperiodismo, a la inducción de la superovulación y al transplante de embriones.

Actualmente se utiliza la inseminación en 60 millones de vacas, 50 millones de ovejas, 125,000 yeguas, 56,000 cabras, 4 millones de pavas, y vastos números de puercas y gallinas. Los insto a que exploren la posibilidad de usar una o más de estas técnicas para tratar de salvar algunas de nuestras especies amenazadas.

Conforme se reduce el número de individuos de una especie rara, ésta será crecientemente vulnerable a quedar decimada por las enfermedades y las plagas, debido al estrechamiento de la base genética. Es concebible que la inseminación artificial, mediante el empleo de semen de individuos raros separados geográficamente, pudiera utilizarse para ampliar la base genética y reducir los peligros de epizootias que pudieran surgir v amenazar con la extinción de la especie.

Más aún, los conmino para que intenten emplear no sólo la inseminación artificial sino también todas las otras técnicas de una manera imaginativa, sin reservas preconcebidas. La inducción artificial del celo y la

inseminación artificial pueden ayudar a evadir problemas de criar animales en cuativerio. Pueden ser útiles para los parques zoológicos y para el repoblamiento. No tengan temor de desarrollar un tipo que sólo se adapte a la vida en un zoológico y no se pueda reproducir bajo condiciones naturales. El caballo mesteño ("mustang") de Norteamérica, los asnos "salvajes" de Egipto, el "ganado salvaje" Chillingham de Gran Bretaña son todos animales alguna vez domesticados y vueltos a la vida salvaje. Todos se reproducen y sobreviven normalmente en condiciones silvestres. Pero para mí, si hubiese temores en este respecto, se podrían disipar al observar la evolución del búfalo de agua. El búfalo de agua doméstico es quizás el animal más dócil, letárgico, indolente, opaco y sin espíritu, de cuantos existen, y sin embargo se ha revertido venturosamente al estado salvaje o feral, y existe un gran número de ellos en el norte de Australia. Más aún, en Assam -el hogar nativo del búfalo de agua- los búfalos salvajes matan a menudo a los domésticos, y algunas veces cargan a las indolentes búfalas de los campesinos. Las crías de esos cruzamientos son más difíciles de manejar y muy difíciles de utilizar para barbechar o para tirar carretas (Gee, 1964).

Existe también evidencia circunstancial en plantas de que los genes de resistencia a las royas pueden persistir por cientos o aún, quizás por cientos de miles de años en poblaciones de maíz (*Zea mays*) y de pino blanco occidental (*Pinus monticola*), en ausencia de la presión de selección de sus respectivos patógenos, *Puccinia polysora* y *Cronantium nrbicola* (Borlaug, 1971 b). La persistencia de genes en tales poblaciones, junto con la evidencia de cuán bien muchos animales domesticados han "regresado al estado salvaje", deben darnos mayor seguridad de la flexibilidad del sistema genético.

En 27 años de experiencia en el mejoramiento del trigo y de su producción, he aprendido que el ultra-conservatismo en los métodos no es recomendable. Los métodos no-conservadores utilizados en nuestro programa de mejoramiento de trigo produjeron las variedades mexicanas de trigo de alto rendimiento, que se adaptaron tan bien en India y en Pakistan como en México, donde fueron desarrolladas. Esas variedades dieron origen a la llamada Revolución Verde. Ahora avanzamos bien hacia el desarrollo de un nuevo cereal comercial -Triticale-, derivado de un cruzamiento intergenérico entre el trigo y el centeno. Muchos científicos competentes, hace sólo cinco años, creían que este campo de la investigación ofrecía muy pocas promesas. Ustedes deben también soñar por lo menos sobre la posibilidad de ciertas cruza amplias, y soñar acerca de la introducción de especies exóticas raras en algunas de las áreas menos pobladas del mundo. Yo también los alentaría a intentar la formación de equipos internacionales de científicos que trabajan en estrecha cooperación, según lo hemos hecho en nuestro trabajo con el trigo. Sé que ustedes han tenido espléndidos resultados con los esfuerzos internacionales sobre programas de aves acuáticas migratorias.

Estoy convencido que ustedes tienen un gran futuro en los programas de flora y fauna si colectivamente podemos convencer al mono desnudo de que use su cerebro para prevenir la catástrofe que se cierne sobre todos si no restringe voluntariamente el número de seres que vienen a sobrepoblar el mundo.

REFERENCIAS

- ARDREY, R. 1970. Social contract. 405 p. Athenium Press N. Y.
- BARGHOORN, E. S. 1971 The oldest fossils. Scientific American 224 (5) 30-42
- BARRONS, Keith C. 1971 Environmental benefits of intensive crop production. Agricultural Science Review 9 (2) 33-39.
- BORLAUG, N. E. 1970. ✓ The Green Revolution, Peace and Humanity. Nobel lecture.
- ✓ 1971 a. Mankind and civilization at another cross road. The 1971 McDougal Memorial Lecture F. A. O. c71/LIM/4
- 1971 b. A creal breeder and ex-forester's evaluation of the progress and problems involved in breeding rust resistant trees. In. Proc. Advan. Study Inst. Basic Biol. Int. Aspects Rust Resistance in Forest Trees. U. S. Dept. Agr. Forest Serv. Misc. Publ. 615-42.
- GEE, E. P. 1964. The Wildlife of India. 192 p. Collings Clear-Type Press, London.
- MILES, R. E. 1971. Man's population predicament. Population Bulletin 27 (2) 39 p.
- MYERS, N. 1971. Wildlife and development in Uganda Bioscience 21:1071 - 1075.
- PFEIFFER, J. 1971. Man the hunter Horizon 13: (2) 28-33.
- STORCK, J. and W. D. TEAGUE. 1952. Flour for mans bread. 382 p. University of Minnesota Press.

