FELIPE TORRES TORRES

La segunda fase de la modernización agrícola en México: un análisis prospectivo

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Económicas
IIEc
México
1990

FELIPE TORRES TORRES

La segunda fase de la modernización agrícola en México: un análisis prospectivo

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Económicas
México
1990

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. José Sarukhán Kérmez
Rector
Dr. José Narro Robles
Secretario General
Lic. Manuel Barquín Alvarez
Abogado General
Mtro. Roberto Moreno de los Arcos
Coordinador de Humanidades
Mtro. Arturo Velázquez Jiménez
Director General de Fomento Editorial

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Lic. Fausto Burgueño Lomelí
Director
Mtra. Verónica Villarespe Reyes
Secretario Académico
Enrique Quintero Márquez
Departamento de Ediciones

© Instituto de Investigaciones Económicas
Primera Edición: 1990
ISBN 968-36-1350-0

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

ÍNDICE

Prólogo 9

Introducción 11

Capítulo I La Revolución Científico Tecnológica y la Internacionalización del Capital 15

El concepto de Revolución Científico Tecnológica 15

Caracterización de las revoluciones científico tecnológicas 19

El papel de la ciencia y la tecnología en el capitalismo contemporáneo 30

La aplicación capitalista del conocimiento científico ... 33

La Tercera Revolución Tecnológica en la fase actual del capitalismo 38

El Estado frente al nuevo desarrollo internacional del capital 43

El papel de la agricultura frente a la recomposición del capital 46

Capítulo II Tendencias del Desarrollo Agrícola en el Marco de la Tercera Revolución Científico-Tecnológica 51

La tecnología agrícola en el proceso de internacionalización del capital 51

La empresa trasnacional y la conformación clásica de los complejos agroalimentarios: el caso de las semillas mejoradas 61

El desarrollo científico tecnológico en la conformación de una nueva agricultura 70

La biotecnología moderna y la producción agroalimentaria 77

Biotecnología y agricultura ¿por qué la ingeniería genética? 84

La Biotecnología y la internacionalización del capital .. 96

Capítulo III Hacia una Segunda Fase de la Modernización Agrícola en México 103

Los antecedentes inmediatos: el desarrollo industrial y la política económica adoptada 103

La internacionalización del capital y su correlación con la crisis de la agricultura mexicana 115

La primera fase de la modernización agrícola 125

La Revolución Verde y sus efectos 130

La Revolución Verde y el nuevo esquema agrícola 135

La segunda fase de la modernización agrícola, algunos elementos explicativos 139

Factores a considerar por la segunda modernización agrícola 149

Estructuración de la demanda 151

Perspectivas del consumo 154

Conformación en la producción 156

El nivel tecnológico 158

Conclusiones 165

Bibliografía 175

Anexo Estadístico 181

PRÓLOGO

Elaborar prospecciones sobre un fenómeno donde interactúan en igual dimensión las variables económicas, sociales, tecnológicas y políticas puede llevar, en términos de su desarrollo futuro, a dos extremos ciertamente peligrosos. Uno de ellos lleva implícito el riesgo de sobrevalorar la curva de impacto del fenómeno, el otro que incluyamos o dejemos fuera variables que no tienen relevancia para el estudio del mismo.

Esta situación se complica todavía más si la trayectoria recorrida de quien escribe es breve aún en la aprensión del conocimiento, y todavía no cuenta con la "contundencia" que otorgan los "dorados" años de paciencia y reflexión.

Sin embargo, tales abismos teóricos y cronológicos han sido en buena medida cubiertos con el apoyo de compañeros que, a fuerza de la cotidianidad y la costumbre, llegamos a considerarlos parte de nuestra propia vida.

Bajo el riesgo de olvidar alguno, destaca el estímulo de la doctora Dinah Rodríguez Chaurnet, coordinadora del área de Problemas Alimentarios en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, lugar donde se originó este trabajo derivado de un proyecto desarrollado para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Las orientaciones del licenciado Juvencio Wing fueron realmente enriquecedoras, aunque lamentamos no haberlas incorporado todas. La licenciada Argelia Salinas nos apoyó con comentarios importantes en la discusión del proyecto.

El proyecto se enriqueció sustancialmente mediante discusiones organizadas con los compañeros Salvador Rodríguez y Rodríguez, Benito Rey, Javier Delgadillo, Carlos Morera, Ma. del Carmen del Valle, Emilio de la Fuente, Adrián Chavero y Roberto Bermúdez. El apoyo del licenciado Fausto Burgueño, director del Instituto de Investigaciones Económicas, ayudó a salvar obstáculos de realización.

La transcripción terminó impecablemente gracias al apoyo del señor José Enrique Amaya, quien prestó un interés más allá de lo rutinario.

Finalmente quiero dejar constancia de que durante la realización del trabajo sentí, en alguna forma, la presencia de las siguientes personas: mi padre el señor Felipe Torres Ortuño; licenciado Francisco Argüelles y señora Margarita Rodríguez Moncada; doctor Salvador Martínez Della Roca y maestro Roberto Pérez Gijón, a ellos dedico el presente esfuerzo.

INTRODUCCIÓN

La historia de la agricultura se ha visto acompañada desde siempre por el mejoramiento de sus técnicas empleadas; así, entre los objetivos centrales de ésta destacan: encontrar formas adecuadas para domesticar las plantas, elaborar insumos artificiales que ayuden a incrementar la fertilidad del suelo y desarrollar medios mecánicos que permitan alcanzar mayores niveles de producción y productividad para satisfacer las necesidades alimentarias que demanda una población en constante aumento. La tecnología es, por ello, el centro donde gravita la posibilidad de garantizar o no las reservas de productos agrícolas.

La tecnología adquiere, sin embargo, una connotación particular con el desarrollo capitalista de la agricultura, ya que son las empresas privadas quienes toman el control del mercado internacional de los insumos e inyectan una dinámica distinta al comercio mundial de productos agrícolas. La tecnología agrícola se convierte paulatinamente en un poderoso medio que sirve para encerrar a los países tecnológicamente menos desarrollados, al igual que a los productores de menor capacidad financiera, dentro de una nueva división internacional del trabajo cuyo objetivo estriba justamente a expander el uso y dominio de esta tecnología dentro de un marco que garantiza la reproducción del capital.

Debido al papel estratégico que ocupa el factor tecnológico en la competencia de las empresas por el control internacional del mercado, la tecnología agrícola mantiene ciclos de obsolescencia cada vez más cortos fundamentalmente en el caso de los vegetales, donde el avance de la ciencia es proporcional a las novedades que registra la producción agrícola y alimentaria, cuyo componente básico, es decir la semilla, pierde vigencia en un lapso cada vez más breve.

No obstante que la incorporación de tecnología a la agricultura mantiene un desarrollo heterogéneo por países, y aun por regiones dentro de cada país, está claro que tal incorporación es acorde con las revoluciones científico tecnológicas que han sacudido cíclicamente a la humanidad y que tienden a refuncionalizar el desarrollo del capitalismo en aras de mantener la tasa de ganancia, o contener su tendencia decreciente como ocurre en la actualidad.

Dentro del curso que ha seguido el desarrollo del capitalismo, la agricultura ocupa un papel estratégico y es ésta una razón importante de sus readecuaciones en materia tecnológica. De esta manera pasó de la simple domesticación y aclimatación de plantas silvestres a la incorporación de semillas sintéticas; del uso de la coa y el arado egipcio al empleo de tracción animal; de la utilización simple de energía al uso de fertilizantes artificiales para fijar el nitrógeno en las plantas.

El lapso de implementación entre cada una de estas fases ha sido relativamente prolongado. Sin embargo, la primera gran modernización agrícola propiamente formal ocurre hasta mediados del presente siglo, con la introducción de maquinaria y nuevos insumos artificiales recogidos por el gran movimiento mundial de reconversión capitalista de la agricultura denominada Revolución Verde. Este movimiento se generaliza en una fase ya avanzada de la segunda Revolución Científico Tecnológica que estuvo permeada por el uso del motor de combustión interna.

Hoy en día, la tecnología generada por esta primera modernización ha comenzado a perder vigencia para dar paso a lo que tentativamente denominamos segunda Modernización o Revolución de los Genes, la cual se ubica en plena expansión de la tercera Revolución Científico Tecnológica que sustenta la entrada a un nuevo ciclo de acumulación basado en el dominio de la información y del secreto científico en general.

En este nuevo ciclo de acumulación se imponen las denominadas "tecnologías punta", cuyo rasgo más distintivo es la mayor automatización de los procesos de producción con lo cual se exacerba el privilegio del capital sobre el trabajo. Este sería el caso de la microelectrónica, las comunicaciones, la cibernética y la biotecnología, sectores que modifican sustancialmente el proceso productivo mediante una mayor incorporación de la ciencia.

Bajo tal contexto, la agricultura entra en una segunda fase de modernización a través de la biotecnología, más específicamente mediante la ingeniería genética y empleando otras técnicas como el cultivo de tejidos, la recombinación del DNA, la fusión de protoplastos, etcétera. En la industrialización de alimentos ocurre algo

similar con la modificación enzimática. Aunque esta segunda modernización corresponde básicamente a una revolución biológica, también toca a los componentes mecánicos como sería el caso de los tractores computarizados, las cosechadoras, etcétera, con lo cual la agricultura adquirirá un nuevo corte industrial.

La aplicación de la biotecnología a la agricultura es resultado de un proyecto a largo plazo que fue fijado por los países industrializados con grandes inversiones para financiar la investigación genética básica. Los resultados de estos proyectos, ya en aplicación, deberán ser adoptados tarde o temprano por países subdesarrollados, ya que de no hacerlo, correrían el riesgo de abrir aún más la brecha tecnológica y simultáneamente perder el mercado de los productos agrícolas de exportación donde sustentan sus deterioradas economías.

Todo ello nos lleva a pensar prospectivamente, en las posibles modificaciones que induciría una nueva agricultura de corte industrial, tanto en el plano económico como en el social, rescatando tanto los aspectos internacionales como su efecto en el ámbito nacional.

La incorporación de los avances científicos y tecnológicos a la agricultura mexicana ocurrirían inevitablemente, bajo el contexto de un reacomodo del capital a escala internacional que aceleraría la instauración de una nueva modernización interna del agro y generaría efectos tales como: a) mayor dependencia hacia la tecnología externa, especialmente de los resultados de investigación en genética vegetal; b) ahondamiento de las diferencias entre los grupos de productores; c) aplicación definitiva del proceso industrial a la agricultura; d) menor competitividad y mayor desplazamiento de productos agrícolas nacionales en el mercado internacional, y, e) mayor pauperización de las condiciones de vida de los pequeños productores.

Estos cambios hacia la agricultura mexicana parecen inminentes, ya que de posponerse la incorporación de los nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos, es posible que dado el incremento demográfico y los propios límites que establece la frontera agrícola, la demanda de alimentos supere en el corto plazo a la oferta y que ésta tienda a complicarse por las nuevas formas que puede adoptar la estructura del consumo, ya sea hacia una mayor o menor polarización entre los estratos de ingresos medios y bajos.

Así, nos interesa vislumbrar específicamente los nuevos cambios que acarreará la segunda modernización en la agricultura mexicana; todo ello a partir de modificaciones iniciales inducidas

por la propia dinámica del desarrollo científico tecnológico externo e interno dentro del ramo.

Partimos de que los cambios por ocurrir en la nueva agricultura no sólo repercutirán al interior del propio sector, sino que incidirán en casi todos los renglones de la producción, al tiempo que jugará un papel determinante dentro de los nuevos lineamientos que plantea el proyecto de reconversión industrial del país. Este proyecto estaría inserto en la reestructuración global del capital internacional que requiere automatizar el proceso de producción, combatir la obsolescencia tecnológica y modernizar la planta productiva. Ello nos arrastra hacia nuevas formas de especialización y organización internacional del trabajo, donde los grandes consorcios adquieren un control determinante y pretenden terminar con las expectativas de sobrevivencia de los sectores más desprotegidos de la economía.

A partir de los elementos expuestos tratamos de analizar qué estrategias se establecerían para asegurar la disponibilidad de alimentos, cuáles serían las tendencias futuras de la producción agrícola, la tecnología, disponibilidad de recursos, conocimiento científico, estructuración de la oferta y la demanda, entre otros.

En el primer capítulo exponemos las modalidades de la Revolución Científico Tecnológica dentro del capitalismo y los efectos que ha tenido en la organización del trabajo, así como el papel del Estado y la agricultura en el marco de la tercera Revolución Científico Tecnológica; en el segundo analizamos de manera más específica las características de la nueva tecnología agrícola en el proceso de internacionalización del capital; y en el tercero, las características de la segunda modernización agrícola en México, realizando un análisis prospectivo de la incidencia de los factores externos y del comportamiento de la estructura agrícola, con base en el pasado inmediato. En este último sentido dejamos expuestas las posibles estrategias que debería adoptar nuestro país en este proceso donde, sin caer en el determinismo, los factores tecnológicos tienden a condicionar el desarrollo de la agricultura. Aquí el potencial científico nacional emergente, así como la gran variedad de recursos genéticos pueden ser la pauta que marque una relativa independencia frente al ímpetu del capital internacional que tiende a desnacionalizar las economías latinoamericanas.

CAPÍTULO I

LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICO TECNOLÓGICA Y LA INTERNACIONALIZACIÓN DEL CAPITAL

El concepto de Revolución Científico Tecnológica

Resulta común suponer que una revolución científica surge en forma espontánea y sin conexión aparente con largos periodos de práctica empírica y conceptualización teórica. Sin embargo esto no ocurre exactamente así; una revolución científica se manifiesta de manera clara cuando ya ha superado un prolongado proceso de ensayo y error que dio origen a conocimientos prácticos de cierta viabilidad económica, social e incluso política, y que pueden aplicarse sin contradecir, en términos de costos, al aparato productivo vigente.

De la aseveración anterior podemos derivar, incluso, que el cúmulo de aspectos tecnológicos que sustentan una revolución científica no logran incorporarse en forma inmediata a todos los sectores de la producción, sino hasta que demostraron reiteradamente que superan en rentabilidad, eficiencia y aceptación a todos los procesos que le precedieron. No obstante, los conocimientos nuevos pueden alternar durante largos periodos, y en un mismo giro con otros procesos que fueron ya superados y se consideran obsoletos, pero que fueron la base de los nuevos. Esto último es reflejo, sin embargo, de la heterogeneidad propia que registra la planta productiva donde un proceso viejo pervive en función de su mayor rentabilidad.

Con el surgimiento de la primera *Revolución Científica Tecnológica* (RCT), han aparecido varios esfuerzos que intentan definirla y conceptualizarla, uno de ellos cae prácticamente en el terreno de la semiología. Este enfoque considera a las revoluciones científicas como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es remplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible con el anterior.[1] De esta manera pretende demostrar que la revolución científica se inició con un sentimiento restringido a una estrecha subdivisión de la comunidad científica, donde tal paradigma ha dejado de funcionar adecuadamente en la exploración de un aspecto de la naturaleza donde el mismo paradigma había mostrado previamente el camino.[2]

La interpretación anterior se concreta a una visión excesivamente reduccionista que elimina el significado que la práctica social ha tenido en el desarrollo del conocimiento científico, además de que niega el carácter acumulativo de éste. Particularmente porque considera al conocimiento como un ente concebido sólo a partir de pequeños grupos cerrados, sin vinculación aparente con las necesidades de la sociedad y menos aún a las que el capital ha establecido en fechas más recientes al convertir a la ciencia en una herramienta básica del proceso productivo.

Tampoco podemos concordar con el enfoque citado, en el hecho de que la tradición científica normal surgida de una revolución científica sea incompatible o realmente incomparable con la que existía anterior a una revolución científica dada, y menos aún que después de ésta los científicos trabajen en un mundo diferente; ahora más que nunca, ciencia y desarrollo marchan de la mano y los científicos están más integrados en términos de comunicación y avances.

Asimismo, resulta inadecuado tratar de conceptualizar la revolución científica tan sólo con base en el rastreo de los hechos históricos que han servido para conformar el desarrollo tecnológico actual. Después de todo, tanto los avances tecnológicos introducidos por la primera gran revolución científica (mejor conocida por Revolución Industrial), como la integración ordenada de la ciencia, la tecnología y la investigación, eran casi inexistentes hasta mediados del siglo XIX; y en el renglón capacitación, que sirve de base para la aplicación del avance tecnológico, en-

[1] Pecuiré, Miroslav y otros. *La transformación del mundo*. Siglo XXI Editores, Universidad de las Naciones Unidas, México, 1982, p. 68.

[2] Kosolopov, V. *La humanidad en el año 2000*. Edit. Nuestro Tiempo, México, 1980, p. 13.

contramos que la extensión en número de instalaciones para la educación técnica fue emprendida entre 1850 y 1860.[3]

Lo realmente importante de considerar entonces es la esencia que determina una RCT y los efectos que ésta induce en el desarrollo económico social. La RCT se conforma como un complejo mecanismo de cambios interrelacionados[4] que ocurren dentro del circuito "ciencia-ingeniería-producción". Estos cambios afectan de manera principal a dos aspectos del modo de producción:

a) Material: objetos de trabajo (cambios en los materiales); instrumentos de trabajo (cambios cualitativos producidos por la mecanización y automatización parcial o completa de la producción, etcétera); fuentes de energía; y, un sacudimiento tecnológico que represente cambios radicales en el carácter de la acción sobre los materiales involucrados en el proceso de producción.

b) Humano subjetivo: se refiere al patrón ya cambiado de la estructura industrial y ocupacional de la fuerza de trabajo, el nivel ascendente de los estándares de calificación y educación, etcétera.

Una vez que inició la generalización de los conocimientos contenidos en la primera RCT, la humanidad asiste en forma cada vez más acelerada a lo que podría denominarse "industrialización de la ciencia" donde ésta parece convertirse paulatinamente en una rama fundamental de la economía. También venimos presenciando la cientifización de la producción material y la inversión para la ciencia de la producción material que es su aplicación tecnológica, aspectos que todavía no habían llegado a su máximo desarrollo.

En este sentido, cualesquiera de las revoluciones científico tecnológicas hasta hoy en día registradas, han debido considerar dos aspectos fundamentales: el nivel de la investigación científica disponible y una evaluación en sus posibilidades de generalización.

Desde la perspectiva oficial[5] se considera a la investigación científica como un trabajo sistemático y creador, realizado con el fin de aumentar el acervo de conocimientos sobre la

[3] Pecuiré, Miroslav y otros, ob. cit., p. 68.

[4] Kosolopov, V. ob. cit., p. 13.

[5] CONACYT. *Inventario de instituciones y recursos dedicados a la actividad científica y tecnológica*. Subsistema investigación, definición y clasificación. ISSI/anexo 2, México, 1984.

naturaleza, el hombre, la cultura y la sociedad, y la utilización de esos conocimientos para concebir nuevas aplicaciones. Sus características son la creatividad, la novedad o la innovación, el empleo de métodos científicos y el aumento de conocimientos o el establecimiento de nuevas aplicaciones. Su finalidad es, por una parte descubrir las relaciones y la esencia de los fenómenos naturales, establecer las leyes que lo rigen y contribuir a la aplicación práctica de ese conocimiento de las leyes, las fuerzas y los elementos de la naturaleza; por otra, tiene el propósito de aumentar o mejorar los conocimientos acerca del hombre, la cultura y la sociedad, incluyendo la utilización de estos conocimientos con el fin de aplicarlos a problemas sociales y humanos.

De acuerdo a la conceptualización oficial señalada, la proyección de la investigación puede ser básica o aplicada. Se considera investigación básica al trabajo experimental o teórico efectuado principalmente con el objeto de adquirir nuevos conocimientos sobre los fundamentos de los fenómenos y hechos observables sin tener presente ninguna aplicación práctica determinada o específica. La investigación aplicada es la investigación original realizada para la adquisición de nuevos conocimientos, pero encaminada hacia una finalidad u objetivo práctico.

En la consolidación de los nuevos conocimientos, el desarrollo experimental ocupa un rol fundamental ya que prácticamente es quien determina la operatividad de los resultados de la investigación que sirve para impulsar una revolución científica determinada. El desarrollo experimental es un proceso sistemático en el que se utilizan los conocimientos obtenidos en la investigación científica y de experiencia práctica; sus objetivos están encaminados a producir nuevos materiales, productos y dispositivos; a establecer nuevos procesos, sistemas y servicios, y a mejorar sustancialmente los ya existentes. Incluye el desarrollo de prototipos, instalaciones experimentales y servicios piloto que posteriormente permitirán determinar la viabilidad de revolucionar o no los procesos vigentes en el aparato productivo.

Para generalizar los resultados de la investigación y lograr que ésta verdaderamente influya en la aceleración de una revolución científica, deben tomarse en consideración elementos de orden general que finalmente llevan a determinar la naturaleza del cambio. Los más importantes de ellos son el técnico-económico que incluye la evaluación de las oportunidades de la sociedad y la disponibilidad de recursos naturales para mantener la existencia del hombre y que justifiquen la viabilidad del cambio; sociales y políticos ya que la solución de los problemas que plantea una RCT

requiere de los esfuerzos conjuntos de las naciones del mundo, e ideológicos en tanto las consecuencias sociales de las soluciones a los problemas planteados serán diferentes en países socialistas y capitalistas.[6]

Caracterización de las revoluciones científico tecnológicas

Desde su instauración el capitalismo ha provocado una dinámica tal en el desarrollo de la investigación científica y su aplicación tecnológica, que los ciclos de generalización entre una RCT y otra tienden a ser cada vez más breves.* Sin embargo, cada vez que surge una nueva RCT ésta afecta en forma específica la estructura del capital y así resultan más agudos los efectos que causa la concentración e integración del capital tanto en el empleo como en los niveles generales de vida.

La primera gran RCT aceleró, de hecho, el proceso de consolidación del capitalismo como sistema y también introdujo un deterioro de las condiciones generales de trabajo, en la propiedad y en el desarrollo social.

Como más adelante acotaremos, bajo las condiciones que establece el sistema y la estructura productiva, al expanderse la RCT, generalmente se establece una contradicción entre los aportes para el mejoramiento social que ésta genera y las condiciones desiguales de acceso a los satisfactores que produce.

Las tres grandes revoluciones científico tecnológicas que ha presenciado la humanidad, suceden en su forma más acabada, conforme al grado de avance o recomposición del patrón de acumulación capitalista, al cual acompaña también una mayor polarización en el consumo e ingreso.

Las revoluciones tecnológicas en su conjunto, cuyo principio es el avance de la ciencia, han tenido como fundamento el desarrollo de la tecnología energética —la tecnología de la producción de máquinas motrices por medio de máquinas. (Cuadro 1)**

[6] Kosolopov, ob. cit., p. 163.

* Por ejemplo la primera RCT se consolidó a mediados del siglo XIX abarcando aproximadamente cien años, la segunda tomó menos de un siglo para completar todo su curso y se considera que la tercera abarcará entre 50 y 60 años, tiempo en que habrá preparado el temario para cambios sociales mayores en todo el mundo y para una nueva revolución que ocurrirá entre 2020 y 2100.

** Los cuadros de esta obra han sido ubicados en el "Anexo Estadístico".

De acuerdo a Mandel,[7] cuando se realiza una revolución tecnológica en la producción de máquinas motorizadas por medio de máquinas, es entonces que todo el conjunto de máquinas se transforma progresivamente. Así, al revolucionarse el régimen de producción en una rama industrial determinada, ésta arrastra consigo a las otras ramas industriales e indirectamente a la propia agricultura que debe producir las materias primas de acuerdo a las características requeridas por el desarrollo industrial.

En ese sentido, la revolución experimentada por el régimen de producción agrícola e industrial determina, paralelamente, un cambio revolucionario de carácter geométrico en cuanto a las condiciones del progreso social de producción, o sea, en cuanto a los medios de comunicación y transporte.[8]

Las tres grandes revoluciones tecnológicas engendradas por el capitalismo desde la Revolución Industrial original a fines del siglo XVII han sido: la producción maquinizada de los motores de vapor a partir de 1848; la producción maquinizada de los motores eléctricos y de combustión interna en la última década del siglo XIX y la producción maquinizada de los aparatos movidos por energía nuclear y organizados electrónicamente desde los años cuarenta del presente siglo.[9] (Cuadro 1)

Las revoluciones tecnológicas llevan un cambio implícito en los instrumentos de trabajo empleados, en la organización de la producción, una mayor especialización técnica de los trabajadores.

La primera gran revolución marcó el cambio del trabajo manual a la utilización de las máquinas como nuevo instrumento de trabajo. Los trabajadores industriales quedaron divididos en operadores de maquinaria, personal de mantenimiento y reparación e ingenieros y técnicos que manejaban la producción. La manufactura artesanal y semiartesanal anterior se transformó en una fábrica capitalista donde la mano de obra estaba subordinada y organizada de acuerdo con las características de la maquinaria de vapor.

Así tenemos que una RCT comienza por introducir nuevas formas colectivizadas y automatizadas para la producción. La división técnica del trabajo interactúa con la división social del mismo, donde la técnica es el sustrato material de las relaciones internas del proceso de trabajo en una fuerza única productora de plusvalor. La división técnica del trabajo progresa

[7] Mandel, Ernest. *El capitalismo tardío*. Edit. Era, México 1980, p. 115.

[8] *Idem*.

[9] *Idem*.

buscando la fragmentación del trabajo vivo, y de ese modo sólo considera importante la norma de rendimiento de la fuerza de trabajo medida en el tiempo de trabajo; con ello se produce la colectivización del trabajo según la valorización del capital.[10]

Es justamente en las mayores ventajas que representa la colectivización del trabajo, como se rompe históricamente con la producción artesanal que a la vez sirvió de base al desarrollo de la manufactura.*

El origen de la manufactura presenta, de acuerdo a Marx,[11] un carácter dual: a) se constituye a partir de la necesidad por combinar oficios artesanales autónomos de índole diversa, que conforme se desarrollaron perdieron autonomía volviéndose unilaterales hasta el punto de no constituír más que operaciones parciales, aunque complementarias, en la producción de una y la misma mercancía; y, b) responde a la idea de cooperación entre artesanos del mismo oficio, que sin embargo disgregan tal oficio industrial en diversas operaciones particulares, las aíslan y automatizan hasta tal punto que cada una de las mismas se vuelve función exclusiva de un obrero en particular.

A partir de aquí se introducen los rasgos iniciales de las revoluciones tecnológicas en cuanto a organización del trabajo y proceso de producción. El obrero colectivo combinado constituye el mecanismo vivo de la manufactura.

Una vez que el trabajo parcial se volvió autónomo y se convirtió en función exclusiva de una persona, su método se perfeccionó. La manufactura promueve el virtuosismo de obreros detallistas, puesto que reproduce en el interior del taller y lleva sistemáticamente hasta sus extremos la segregación natural de los oficios.[12]

Al igual que la especialización de los obreros, surge también la especialización en las funciones de los instrumentos de trabajo. Por ello, aquellos instrumentos de la misma clase adquieren formas fijas especiales para cada función propia a su especialización, de tal manera que cada uno de tales instrumentos

[10] Aglietta, Michel. *Regulación y crisis del capitalismo*. Siglo XXI Editores, México, 1979, p. 89.

* La imposición de la manufactura no generó en sí misma una revolución tecnológica propiamente dicha, sino que induce nuevas formas de organización para el trabajo que a su vez modifican los instrumentos de trabajo utilizados hasta crear las condiciones para una verdadera revolución.

[11] Marx, Karl. *El Capital*. Siglo XXI Editores, México 1984, tomo I, cap. XII, pp. 411-412.

[12] *Idem*, p. 413.

especiales sólo opera con toda eficiencia en las manos de un obrero parcial específico.[13]

La manufactura representa un paso de transición hacia la gran industria y es, desde la perspectiva capitalista, un paso obligado para romper con las formas sociales de producción. Esto se expresa en la combinación de oficios artesanales originalmente dispersos y en la reducción espacial entre las fases particulares de producción del artículo. Gana fuerza productiva en comparación con la artesanía y esa ganancia deriva del carácter cooperativo general. Sin embargo, en el propio carácter cooperativo establece su contradicción, ya que para establecer y conservar el nexo entre las funciones aisladas, se vuelve imprescindible transportar continuamente el artículo de unas manos a otras y de un proceso a otro, lo cual desde la perspectiva de la gran industria, se convierte en una limitación que debe eliminarse.[14]

No obstante, la división manufacturera del trabajo engloba un proceso de concentración de los medios de producción en manos de un sólo capitalista que los emplea como fuerza de trabajo combinada; también implica el fraccionamiento de los medios de producción entre muchos productores de mercancías independientes unos de otros. Además, supone la autoridad incondicional del capitalista sobre los hombres reducidos a meros miembros de un mecanismo colectivo propiedad de aquél. La división social del trabajo contrapone a productores independientes de mercancías que no reconocen más autoridad que la competencia.[15] Las formas establecidas en la división social del trabajo no se modificaron sino hasta que surgió una revolución en los instrumentos de trabajo.

El avance tecnológico registrado por la manufactura todavía no fue muy significativo, sin embargo tiene una gran importancia en el desarrollo del capitalismo debido a que introduce las primeras formas de trabajo colectivizado. Como Marx aclara, la manufactura toma como punto de partida la fuerza de trabajo, a diferencia de la gran industria que se caracteriza por un salto tecnológico importante, donde lo determinante sería el medio de trabajo, en este caso la máquina-herramienta.

La máquina-herramienta es la que se apodera del sujeto de trabajo para modificarlo con un fin determinado. De la máquina-herramienta es de donde arranca la revolución industrial del siglo XVIII con la transferencia de la herramienta, antes manipulada

[13] *Idem*, p. 415.

[14] *Idem*, pp. 418-419.

[15] *Idem*, p. 434.

por el hombre, a un mecanismo propiamente dicho, la máquina remplaza a la mera herramienta en forma simple.

La primera RCT se apodera inicialmente de la parte operante del instrumento artesanal y ya desde ese momento deja al hombre, aparte del nuevo trabajo de vigilar la máquina con la vista y corregir sus errores con la mano, el papel puramente mecánico de la fuerza motriz. Esas herramientas comenzaron a manifestar sus primeras características de máquinas, en parte durante el periodo manufacturero y esporádicamente ya mucho antes del mismo, pero no revolucionaron el modo de producción, lo cual ocurrió en el periodo de la gran industria.[16]

Los efectos sobre la fuerza y el proceso de trabajo son mayores al generalizarse la Revolución Industrial que con el desarrollo de la manufactura. La máquina, de la que arranca la Revolución Industrial, remplaza al obrero que manipula una herramienta única, la cual opera simultáneamente con una masa de herramientas iguales o parecidas a aquéllas y que es movida por una fuerza motriz única, sea cual fuere la forma de ésta.

La organización del nuevo proceso de trabajo tiene un efecto social irremediable: donde la máquina hace presa gradualmente de un campo de la producción, genera una miseria crónica en las capas obreras que compiten con ella. En aquellos sectores de transición rápida surte efecto masivo y agudo.[17]

De cualquier manera, y como ya en alguna forma señalamos, el periodo manufacturero desarrolló los primeros elementos científicos y técnicos de la gran industria. La manufactura es su base técnica directa; aquella producía la maquinaria con la que ésta, en las esferas de la producción de las que se apoderó primero, suprimía la industria artesanal y manufacturera. La industria maquinizada se alevó así, de un modo natural, sobre una base que le era inadecuada y que se hizo también extensivo el plano técnico.[18]

Al consolidar su espacio en el modo de producción, la maquinaria se alimentó de un dinamismo permanente de perfeccionamiento técnico; con ello surgen métodos nuevos para reproducir a menor costo y mejorar, no solo partes o aparatos aislados, sino toda la construcción de la máquina. La habilidad específica que desarrolla todo obrero en la manufactura, desaparecen violentamente ante el desarrollo de la ciencia que determina la conso-

[16] Marx. Ob. cit., pp. 454-456.

[17] *Idem*, p. 525.

[18] *Idem*, pp. 458-467.

lidación de la producción basada en máquinas, dando paso con ello a lo que considera la industria moderna.

El perfeccionamiento de la maquinaria además de requerir una reducción en el número de obreros adultos ocupados para alcanzar determinados resultados, sustituye una clase de individuos por otra clase, los más calificados por los menos calificados: adultos por jóvenes, hombres por mujeres, etcétera.[19]

La industria moderna basada en la maquinaria, los procesos químicos y los procedimientos, se revoluciona constantemente con el fundamento técnico en la producción, las funciones de los obreros y las combinaciones sociales del proceso laboral. Revoluciona asimismo, de manera constante, la división del trabajo en el interior de la sociedad y arroja de manera incesante masas de capital y de obreros de un ramo de la producción a otro.[20]

Es así como el principio de la gran industria —esto es, el de disolver en sí y para sí todos los procesos de producción en sus elementos constitutivos y ante todo, en hacerlo sin tomar en cuenta para nada la mano humana—, creó la ciencia moderna de la aplicación tecnológica. La industria moderna nunca considera ni trata como definitiva la forma existente de un proceso de producción. Su base técnica por consiguiente es revolucionaria, mientras todas las formas de producción anteriores fueron esencialmente conservadoras.

La maquinaria promueve finalmente, el ensanchamiento de los mercados extranjeros e introduce una nueva división internacional del trabajo. La baratura de los productos hechos a máquina y los sistemas revolucionados del transporte y la comunicación, resultan mecanismos ideales para lograr lo primero; mediante ello sujeta simultáneamente los mercados conquistados convirtiéndolos en productores de la materia prima que necesita.

La nueva división internacional del trabajo consiste, inicialmente, en que una parte del globo terrestre se convierte en campo de producción agrícola por excelencia para la otra parte que desarrolla la producción industrial. Este nuevo esquema va acompañado por profundas transformaciones técnicas y sociales en la agricultura.[21]

Es así que la razón fundamental por la cual la Revolución Industrial comenzó en occidente, fue que durante los 300 años anteriores se había concentrado allí el capital monetario y oro en cantidades enormes, como resultado de un saqueo

[19] *Idem*, p. 528.

[20] *Idem*, p. 593.

[21] Mandel, Ernest, ob. cit., p. 60.

sistemático del resto del mundo por medio de las conquistas y el comercio coloniales. Ello condujo a la concentración del capital en algunos puntos del mundo: las áreas predominantes de Europa Occidental y un poco después Norteamérica; ello les permitió desarrollar todo el acervo científico y tecnológico mediante el cual impusieron sus condiciones y ahondaron la dependencia preexistente durante el coloniaje. (Cuadro 1)

La segunda RCT comienza a finales del siglo XIX. Aquí se parte de la incorporación del petróleo y la electricidad para introducir el motor eléctrico y de combustión interna en el sistema económico.

Esta segunda RCT se fundamenta propiamente en el mayor dominio tecnológico progresivo que se va ejerciendo sobre la utilización del petróleo y la energía eléctrica y su aplicación al proceso de producción maquinizada. En esta fase, la producción se caracteriza por una mayor automatización de los procesos, con ello perfecciona y ejerce un mayor control sobre el desarrollo y la aplicación de la ciencia, el proceso productivo y las relaciones sociales de producción. De hecho el proceso de producción aparece como un mecanismo más complejo que necesita acrecentar constantemente las inversiones que permitan el desarrollo de la investigación y poder recomponer así el capital fijo; esta segunda RCT empieza a enfrentar señaladamente, y en lapsos cada vez más breves, el problema de la obsolescencia tecnológica.

Este es el periodo en que el modo de producción capitalista pone en marcha regular, sistemas de fuerzas productivas capaces de asociar íntimamente la extracción de plusvalor absoluto y plusvalor relativo. Su fundamento es el principio mecánico que incorpora en su funcionamiento las características cualitativas de los trabajos concretos previamente asumidos por la destreza de los obreros. En lugar de dirigir los instrumentos, los trabajadores se convierten en apéndices de la máquina, la mecanización reduce el trabajo a un ciclo de gestos repetidos caracterizados exclusivamente por su duración y rendimiento.[22]

Es en el desarrollo de ésta segunda RCT cuando se impone el *fordismo* y el *taylorismo* como modelos organizativos del proceso de trabajo colectivo.[23] El *taylorismo* tiende a acelerar la cadencia de los ciclos de movimiento en los puestos de trabajo. Esta cadencia se manifiesta a través de principios generales de organización del trabajo que reducen aún más el grado de

[22] Aglietta, Michael, ob. cit., p. 90.

[23] *Idem*, pp. 91-94.

autonomía de los trabajadores y los somete a vigilancia y control permanente en la ejecución de la norma de rendimiento.

El *fordismo* supera al *taylorismo* en tanto designa un conjunto de importantes transformaciones del proceso de trabajo, íntimamente ligadas a las condiciones de existencia del trabajo asalariado, lo cual origina la formación de una norma social de consumo y tiende a institucionalizar la lucha económica de las clases en la negociación colectiva. Es el principio de una articulación del proceso de producción, y el modo de consumo, que instaura la producción en masa, clave de la universalización del trabajo asalariado.

Por otra parte, la colectivización de la producción empieza a adquirir un nuevo significado; ya que se estructura de tal forma que puede ser compatible en la descentralización geográfica de las unidades de ejecución (fabricación y ensamblaje). Esto trae consigo una profunda modificación en las relaciones interindustriales que sustituyen mercancías de elevado valor e importante contenido electromecánico, por mercancías de bajo valor y contenido electrónico.

La clase capitalista se beneficia, en un sentido, gracias a la mayor flexibilidad que se establece en la instauración de las unidades de producción, ya que con ello puede disociar las grandes concentraciones obreras y crear un clima apto para dilucidar la convergencia de las luchas desarrolladas en los lugares de producción. También le permite llevar el proceso de internacionalización del capital aún más lejos y aprovechar las ventajas comparativas que le ofrece una región u otra.

Asimismo, el desarrollo de la industria electrónica, cuyos métodos de producción pueden no ser complejos, tenderá a disminuir el valor del capital constante, y por tanto, a reducir la composición orgánica del capital; con ello le quedará a la clase capitalista asegurarse lo esencial: la dominación total de los centros de programación, la elaboración de métodos y tratamiento de métodos y la sumisión total del personal altamente especializado que los hace funcionar.[24]

La tercera RCT, sobre la cual abundaremos adelante, se origina entre mediados de los años cuarenta y principios de los sesenta.* Su principio fundamental parte de la automatización de

[24] Aglietta, Michael. Ob. cit., pp. 104-105.

* Aunque se considera que este periodo corresponde a la fase de investigación experimental, ya que la adopción de la tecnología generada en la electrónica e inteligencia artificial y con ello el uso de máquinas más complejas, ocurre propiamente entre la década de los sesenta y los ochenta.

los procesos de trabajo; el antecedente técnico inmediato es la economía de armamentos que alcanzó su fase de consolidación al concluir la Segunda Guerra Mundial y que ante la finalización del conflicto bélico debió trasladar sus secretos a otras esferas de la economía; sobre todo por la inviabilidad sociopolítica de que ocurra una tercera conflagración mundial.

Esta tercera RCT que hoy día comienza su consolidación en el proceso económico y social, es al mismo tiempo el punto de partida de una nueva revolución industrial, comenzó básicamente con el conocimiento de la desintegración de los átomos de uranio y, junto con la teoría de la relatividad, introduce grandes transformaciones en las ciencias naturales, proceso que se va extendiendo también a las ciencias sociales, la cultura y el arte, donde tiende a imponerse el enfoque biologicista para interpretar la realidad.

Asimismo, se rige bajo el principio general de los procesos automáticos y continuos de producción, completamente emancipados del contacto directo de las manos humanas.

La sola compulsión por construir calculadoras automáticas bajo derivación directa de principios cibernéticos, responde a la idea de acumular información con la velocidad del relámpago y poder extraer conclusiones para la toma de decisiones. La capacidad de generar información es uno de los grandes factores que justifican la aplicación acelerada de la tecnología generada por la tercera RCT. Así, los procesos[25] que definen a esta revolución son los siguientes:

a) Transferencia de piezas entre procesos de producción sucesivos basados en aparatos automáticos, por ejemplo la industria de automóviles de Detroit.
b) Procesos de flujo continuo, basados en el control automático del mismo y de su calidad, por ejemplo la industria química, refinerías de petróleo, servicios públicos de gas y electricidad, etcétera.
c) Procesos controlados por computadora en cualquier planta manufacturera.
d) Diversas combinaciones de los sistemas anteriores; por ejemplo la superimposición de computadoras a la semindustrialización estilo Detroit que creó complejos de máquinas-herramienta de control numérico. La combinación de procesos de flujo continuo con las computadoras casi ha logrado crear unidades de producción completamente automáticas en

[25] Mandel, Ernest. Ob. cit., p. 190.

las refinerías de petróleo y servicios públicos como la electricidad, el teléfono, etcétera.

La aplicación a escala industrial de esta nueva tecnología comenzó en aquellas esferas de la industria química donde la fuerza impulsora decisiva es el abaratamiento del capital constante circulante.[26]

Los postulados que impulsa la tercera RCT contienen una avanzada producción de máquinas a gran escala y requieren la aplicación directa del conocimiento teórico. En este último caso convierte a la ciencia en una fuerza productiva directa al servicio de la sociedad y paralelamente influye en todos los componentes del desarrollo capitalista: ciencia, ingeniería y producción. Es la incorporación más consolidada del proceso de investigación científica a la producción y al desarrollo social.

Otra característica importante de esta nueva RCT es que está cambiando radicalmente a la economía en su conjunto y no sólo a empresas individuales como antes. Además, los niveles de crecimiento económico y tecnológico dependen directamente del progreso de la ciencia y somete a los países subdesarrollados a una mayor dependencia en todos los planos de la economía y de su vida cotidiana.

Actualmente es aceptado el hecho que la automatización, fundamento del proceso de producción como producto de unión de la computadora electrónica y los dispositivos automáticos que incrementan la productividad entre 20 y 30 veces, es el epítome de la tercera RCT y que la ingeniería de la energía constituye su esencia. También es asociada con el desarrollo de materiales sintéticos novedosos y la creación de una segunda naturaleza artificial que será llamada a remplazar el presente ambiente "imperfecto" del hombre donde la tecnología es su principal símbolo.[27]

Así, la tercera RCT parece abocada a trastocar de manera radical los esquemas clásicos del desarrollo económico, social, político e incluso ideológico al interior del modo de producción capitalista.

El nuevo desarrollo se caracteriza, en un sentido, por el agotamiento del viejo modelo clásico de industrialización que maduró después de la Segunda Guerra Mundial, y en el otro, por la ingerencia de un nuevo "modelo biológico de economía" impulsado por la informática, la robótica, la biogenética, la microe-

[26] *Ibid.*, p. 189.

[27] Kosolopov, V. Ob. cit., p. 17.

lectrónica, la fusión nuclear, las telecomunicaciones y la conquista espacial. Nos enfrentamos al cambio de una economía de energía por una de información que transformará radicalmente a la humanidad.[28]

Las dos primeras RCT modificaron los procesos mecánicos de producción y la organización de la energía. Ahora lo que se inicia es un nuevo modelo de producción que sustituye el consumo de grandes volúmenes de energéticos por información. La actividad predominante es el procesamiento de información y no la producción industrial.

En la etapa industrial que aún se encuentra vigente, el hombre podía usar su poder de procesamiento de información para diseñar máquinas que aumentaran enormemente su capacidad física. En la nueva era, las máquinas son las que procesan la información, no para aumentar la energía física humana, sino para incrementar el procesamiento de la información humana. Esta situación revoluciona todos los procesos de producción existentes; la energía utilizada se canaliza para manipular símbolos en lugar de objetos físicos, el consumo de energía y materiales puede reducirse arbitrariamente utilizando repeticiones físicas de símbolos cada vez más pequeños en las máquinas de información.[29]

Lo anterior también involucra una recomposición de las empresas y de todos los elementos que conforman la economía capitalista. En esta nueva era resulta teóricamente posible mantener un crecimiento económico ilimitado, aún cuando llegásemos a un crecimiento cero en lo que se refiere a insumos como la energía y las materias primas.* De cualquier manera, las fuentes de energía que tienden a impulsar la producción no son ya exclusivamente la electricidad, el petróleo, el vapor, el carbón, etcétera, sino la información. La base del crecimiento de las empresas, sobre todo las del sector terciario, es más que nunca el conocimiento científico,[30] sustituyendo así a la electricidad.

Como es de esperarse las fuerzas productivas se desarrollan hacia la cibernetización, con ello la mano de obra se traslada hacia

[28] Esteinou, Javier. "La nueva Revolución Industrial y su repercusión cultural" *Ciencia y Desarrollo* núm. 70, CONACYT, México, 1986, p. 59.

[29] *Idem*, p. 60.

* Ello resulta también técnicamente resoluble ya que la tercera RCT se caracteriza justamente por la búsqueda de materias primas alternativas a las hoy existentes, además de que pretende de ellas una mayor eficiencia, rendimiento y adecuación a los nuevos procesos. Este también es el caso de la energía que ya tiene sustitutos importantes como el biogas o el aprovechamiento de la biomasa generados ambos en el campo de la biotecnología.

[30] *Idem*, p. 61.

el sector servicios en condiciones limitadas de puestos. Por ello la automatización y cibernetización desplazan definitivamente al personal que maneja las máquinas, agudizando más que nunca el problema del empleo.

El dinamismo del capital ya no proviene de los fatigados sectores primarios y secundarios de la economía, sino del terciario. Este último se ha convertido en la base material de la revolución tecnológica, cuya tendencia a la simplificación de los procesos complejos de automatización y manejo de información, tienen el fin de reducir los costos de operación de las empresas a través del incremento de la productividad del trabajo comandado por el capital.[31]

El papel de la ciencia y la tecnología en el capitalismo contemporáneo

Uno de los grandes debates que giran en torno a la tercera RCT, es aquel que cuestiona los efectos reales que está causando en la estructura productiva, hacia quiénes se está induciendo y bajo qué condiciones están adoptando el cambio técnico los países dependientes, ya que en ello radica el continuar con los mismos roles de marginación históricamente establecidos.

Algunos de estos roles se consolidaron desde que ocurrió la Primera Revolución Industrial; a partir de ésta los países centrales aprovecharon los 300 años previos de coloniaje y saqueo sistemático de recursos, para posteriormente iniciar una reconquista de mercados sólo que ahora basados en el control del proceso productivo mundial.

Sin embargo, es a partir de la misma colonia que el desarrollo tecnológico de los países pobres fue orientado sistemáticamente hacia la extracción de recursos naturales, debido al papel que cumplían en la división internacional del trabajo y en la expansión del sistema capitalista.

Por ello surgió una paulatina dependencia científica y tecnológica cuya explicación es histórica, y así se deprimió todo posible desarrollo industrial independiente. Un ejemplo claro de lo anterior es que las técnicas de producción empleadas fueron casi en su totalidad importadas, la base tecnológica que se implantó era ajena al medio en que se desarrollaban las actividades productivas. Se adquirió una capa superficial de conocimiento

[31] *Ibid.*

técnico, desconectada de la realidad física y social, que dependía del exterior para su mantenimiento y renovación.[32]

Inicialmente la dependencia se generaba en una división internacional del trabajo conforme a la cual, los centros dominantes se reservaban para sí aquellas actividades económicas que concentraban el progreso técnico. En una siguiente fase, la dependencia se mantuvo mediante el control de la asimilación de los nuevos procesos tecnológicos vía instalación de actividades productivas en el seno de las economías dependientes, siempre bajo el control de grupos integrados con las economías dominantes.

En la segunda mitad del siglo XX, el cambio técnico se introdujo a partir de agentes cada vez más concentrados en un número reducido de países y a través de unidades económicas trasnacionales dominantes. Las expresiones más claras de este proceso son: una mayor interconexión entre los intereses de la defensa nacional y los intereses industriales de las grandes potencias, el cual fue denominado "complejo militar industrial", a este se añadió durante el decenio de los setenta la industria aeroespacial. También, contiene los intereses de investigación y desarrollo de las grandes empresas trasnacionales que ha dado en denominarse sistema global industrial. Ambas manifestaciones muestran que la velocidad y orientación del cambio tecnológico actual son determinadas, en gran medida, por intereses que poco o nada tienen que ver con las metas y aspiraciones de los países subdesarrollados, y que el grado de concentración es tal, que un número limitado de empresarios o funcionarios gubernamentales de países desarrollados pueden ejercer una influencia decisiva a escala mundial sobre la naturaleza del avance tecnológico.[33]

Más recientemente el proceso de industrialización al que intentan incorporarse algunos países subdesarrollados, ha permitido la importación masiva de bienes de capital proveniente de los países industrializados. Estos bienes son orientados a la reorganización de la producción capitalista de materias primas. La diferencia cuantitativa tanto en la acumulación de capital, como en el nivel de productividad entre unos y otros, se transformó repentinamente en una diferencia cualitativa que ha hecho a los países subdesarrollados, además de dependientes, atrasados.

Lo anterior demuestra que en el contexto del capitalismo contemporáneo, el desarrollo de la ciencia y su aplicación tecnológica no es neutro, sino que tiene su propia historia y han

[32] R. Sagasti, Francisco. *Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano*, Lecturas del FCE, núm. 42. Edit. FCE, México, 1981, p. 22.

[33] *Idem*, p. 125

dependido muy directamente de la presión que la economía ejerce sobre ellas.

Sin embargo, el proceso de producción de conocimiento y su apropiación de la naturaleza rebasa los límites estrechos de la lógica del modo de producción capitalista y pone bajo el dominio del hombre, fuerzas productivas que ese modo de producción no puede ignorar ni suprimir. Al mismo tiempo genera fuerzas sociales y políticas que el capitalismo no puede determinar.[34]

Esto último no impide reconocer bajo cualquier circunstancia, que la reproducción de la tecnología está sujeta al desarrollo de la ciencia, y que ésta se encuentra inmersa en una estrategia empresarial ofensiva cuyo objetivo es el control absoluto del campo tecnológico; por ello amplía sus objetivos hacia el control de la producción del conocimiento científico y sobre todo al de su aplicación comercial.

Como la producción del conocimiento científico depende cada vez más de grandes inversiones en investigación y desarrollo, la estrategia empresarial monopólica tiende a abarcar incluso las fuentes principales de financiamiento y producción de conocimiento tales como el Estado y las universidades.[35] En estas condiciones el Estado cumple un papel fundamental como programador, financiador y organizador de cuadros para desarrollar la ciencia que le impone la lógica de la acumulación, sobre todo en ramas donde el capital no puede dar cuenta directamente de la misma por su alto costo y riesgo.

Por otra parte, la investigación científica, ya como fuerza productiva directa lleva a sustituir tanto la mano de obra como el capital. Por ejemplo, el desarrollo de nuevas materias primas sintéticas permite sustituir grandes complejos de hornos y maquinaria por refinería y flexibles máquinas funcionales que operan con moldes sencillos. La sustitución de materias primas naturales por sintéticas rompe también radicalmente con gastos en medios de producción en algunas ramas, por ejemplo fertilizantes en la agricultura. La bioquímica y la biogenética abren nuevos caminos en la industrialización de la agricultura, la industria alimentaria, la medicina y otras actividades que más bien habían tenido un desarrollo no controlado científicamente.

Todo esto refleja una relación cada vez más directa entre la inversión en investigación y desarrollo y la baja radical en los

[34] Dos Santos, Theotonio. "La Revolución Científico Técnica", Facultad de Economía, UNAM. México, 1982 (*mimeo*).

[35] Dos Santos, Theotonio. Ob. cit.

costos de producción, como medida para contener la tendencia decreciente de la tasa de ganancia.

Después de todo, como señala Marx, el principio de la gran industria —esto es, el de disolver en sí y para sí todo proceso de producción en sus elementos constitutivos y, ante todo, en hacerlo sin tener en cuenta para nada la mano humana—, creó la ciencia modernísima de la tecnología.

La tendencia modernizante de la producción ha hecho más evidente el papel que juega la ciencia y la tecnología en el proceso de desarrollo, por esta razón,

> la era de la tercera revolución tecnológica es, necesariamente, una época en la que tiene lugar una fusión sin precedente de la ciencia, la tecnología y la producción. La ciencia podrá convertirse verdaderamente en una fuerza productiva directa. En una producción crecientemente automatizada ya no hay lugar para trabajadores no calificados o de oficina. La transformación masiva y generalizada del trabajo manual en trabajo intelectual se hace posible, social y económicamente esencial en virtud de la automatización.[36]

La aplicación capitalista del conocimiento científico

Los procesos automatizados aplicados a la producción, comienzan a generar un replanteamiento de la aplicación del conocimiento científico en todos los sectores industriales y más recientemente, incluso a la propia agricultura. Con el proceso de automatización surgido en 1950, la ciencia deja de ser un elemento auxiliar del sistema productivo para convertirse en parte de él. La actividad productiva pasa a ser una rama aplicada a la actividad científica.[37]

Esta tendencia comienza a manifestarse en forma clara a partir de la posguerra, donde por efecto de la aplicación del conocimiento que bajó significativamente el valor de la fuerza de trabajo por producto, colateralmente se requirió menor proporción de gastos en capital fijo y menor utilización de materias primas.

Respecto a este último factor fue notoria la sustitución de metales pesados por nuevos materiales sintéticos o más

[36] Mandel, Ernest. Ob. cit., p. 212.

[37] Dos Santos, Theotonio. Ob. cit.

livianos. Sin embargo, aumentaron significativamente los gastos en rubros como la energía, combustibles, comunicación, servicios de transporte, comercio y administrativos que por ende, le dieron dinamismo al sector terciario.

La producción automatizada puede tener antecedentes muy remotos, pero sólo con el desarrollo del capitalismo y concretamente con el avance de la electrónica y el análisis de las redes de comunicación, se hizo posible la implantación de una gran variedad de máquinas autocorregibles y autoprogramables capaces de realizar automáticamente una serie de operaciones lógicas. Esto trae consigo cambios más generales en el proceso de producción, tales como el rediseño de productos y procesos que permiten crear bienes más integrados; además hace necesario el análisis de procesos en términos de funciones, es decir, implica una revalorización de toda la operación productiva.

La automatización viene a sustituir el trabajo humano por la información que determina el qué hacer y cómo hacerlo.

De cualquier manera es importante aclarar que el proceso de automatización no se impone ni se impondrá de un "solo golpe", dada la propia naturaleza contradictoria del capital en la que conviven empresas automatizadas, semiautomatizadas y no automatizadas. Particularmente en estas últimas habrá una importante resistencia a incorporar la automatización después de cierto límite. Las formas de esta resistencia incluyen el uso de mano de obra barata en las ramas semiautomatizadas de la industria (como el trabajo femenino y juvenil en la industria de textiles, alimentos y bebidas) que amplían el umbral de rentabilidad antes de introducir sistemas plenamente automatizados.

De acuerdo a Grossman,[38] la automatización es la sustitución del cerebro humano por versátiles máquinas que procesan información. El resultado concreto es que el hombre además de no tener que ayudar a la máquina como durante la Revolución Industrial, se separa casi completamente de todas las fases de producción que requieren de su intervención directa.

La aplicación de la automatización al proceso productivo no puede vislumbrarse fuera de la lógica empresarial, la cual involucra el abaratamiento del costo de producción mediante la dualidad trabajo empleado e insumos utilizados. Así, además de la posibilidad de economizar trabajo humano a través de la automatización, contempla también los cambios en los materiales utilizados, en las técnicas de gestión, en la educación de la fuerza de trabajo, en la creación de una base material para la

[38] Citado en Dos Santos, Theotonio. Ob. cit.

investigación y el desarrollo de productos, y, en el avance de nuevas áreas de la ciencia sobre todo de aquellas destinadas al bienestar humano y a la disminución de sobrecargas de trabajo físico.

Sin embargo, como aclara Mandel[39] en la práctica la aplicación del proceso de automatización implica una contradicción fundamental entre el desarrollo social y el económico. Por un lado representa el desarrollo perfeccionado de las fuerzas productivas materiales que podrían liberar potencialmente a la humanidad de la obligación de realizar un trabajo mecánico, repetitivo, aburrido y enajenante; y por el otro significa una nueva amenaza para el empleo, una nueva intensificación de la ansiedad, la inseguridad, el retorno al desempleo masivo crónico, las pérdidas periódicas en el consumo y en el ingreso y la pauperización intelectual y moral.

Bajo las condiciones que el sistema capitalista impone, el primer aspecto prácticamente no se considera sino como algo aleatorio, en situación concreta es el estrato poblacional de mayores ingresos quien puede tener acceso a dichos bienes y ampliar así sus condiciones de bienestar. Esto no puede operar desde otra lógica, ya que lo que en el fondo subyace es una competencia entendida entre las empresas que tratan, a toda costa, de mantener su hegemonía a través de la incorporación de tecnología cada vez más sofisticada que siempre estará en proporción directa con los gastos que se destinen a investigación y desarrollo.

El criterio para adoptar una nueva tecnología no resulta tan sencillo como aparenta. Por ello se han establecido reglas entendidas entre los capitalistas con el fin de mantener el control sobre un proceso. Las reglas más definidas[40] son las siguientes:

1) Que la tecnología por adoptar se difunda lo más rápido posible para mantener su ventaja relativa. Se debe dominar el conocimiento en su mismo origen, ya que lo interesante para los productores de materias primas o maquinaria es vender su producto.

2) Que baje el costo de la maquinaria y las materias primas que él compra, de manera que pueda contrarrestar la tendencia a la baja de la tasa de ganancia que resulta del cambio en la composición orgánica del capital.

[39] Ob. cit., p. 213.

[40] Dos Santos, Theotonio. Ob. cit.

3) Que le permita disminuir la participación del capital variable en la producción aumentando en consecuencia, el monto del capital sobre el trabajador.

Desde el punto de vista simplista, podría pensarse que para fabricar un nuevo producto necesariamente se requiere la adopción de nuevos paquetes tecnológicos. Sin embargo, no siempre se requiere cambiar la maquinaria e instalaciones sino de buscar readecuaciones, así el costo puede ser relativamente bajo y resulta más fácil que incorporar nuevos procesos. Los nuevos procesos sí pueden afectar el aparato productivo y tienen efectos más profundos sobre el crecimiento económico y las condiciones de producción, sobre todo porque busca una mayor productividad del trabajo.

Otro factor importante en la aplicación del conocimiento científico para la transformación del proceso productivo es la invención;[41] ésta se da en el momento que se crea un bien de consumo final o una técnica de producción que no eran obvias para el nivel de conocimientos existentes hasta entonces. El surgimiento de una invención no garantiza su aplicación, ya sea por su irrelevancia en el plano de la utilidad social o por la falta de interés económico para llevarla a efecto. El interés económico en aplicar una invención depende de la relación entre su costo de producción, las inversiones anteriores a la que sustituye y el nuevo mercado que deberá atender.

El siguiente paso de la invención es la innovación. La innovación no es un movimiento automático, más bien está condicionado por factores económicos muy precisos que varían según las condiciones de las empresas y que pueden o no facilitar la aplicación práctica de ésta.

Las innovaciones se clasifican en primarias, secundarias y terciarias. Las primarias son aquellas que afectan una amplia gama de ramas y sectores económicos cuyos efectos son radicalmente innovadores; las secundarias complementan a las primarias ya sea porque perfeccionen su valor comercial, o porque se apliquen a nuevas industrias, ramas o sectores los principios nuevos que traen consigo las innovaciones primarias. Las innovaciones terciarias son simples perfeccionamientos de productos o procesos ya existentes.

También existen las falsas innovaciones; éstas representan cambios superficiales en la presentación de los productos antiguos provocados por el desuso de un modelo anterior, ello se acompaña

[41] *Ibid.*

de campañas publicitarias masivas que obligan al consumidor a la sustitución del modelo antiguo por uno nuevo. Las empresas se dedican también a la diferenciación de productos tratando de dar un carácter exclusivo a su marca a través de varios recursos de presentación, envase, etcétera. La creación de esas falsas innovaciones absorbe la mayor parte de los gastos y sofoca iniciativas realmente innovadoras.

En la adopción de la nueva tecnología intervienen los cambios cíclicos que caracterizan al desarrollo del capital, y, sobre todo, son producto de la conformación monopólica que van teniendo las empresas. Las firmas innovadoras pueden utilizar su ventaja relativa e introducir nuevas tecnologías tanto en su mercado nacional como en los mercados del exterior. Muchas veces puede optar por la estrategia de difundir la tecnología nueva en el exterior antes de complementar el ciclo de difusión interna. La empresa puede así conquistar nuevos mercados con ventajas económicas evidentes e incluso, volver a competir en su mercado original con productos importados de sus filiales en el exterior donde puede producir a menor costo. La difusión internacional de tecnología tiende cada vez más a transformarse en un fenómeno propio de la gran empresa capitalista, acentuando el proceso de internacionalización del capital y acelerando la expansión de las corporaciones multinacionales.[42]

Al apropiarse del conocimiento y sus resultados, la gran empresa busca regular la introducción de esos resultados en el proceso productivo (innovación). Esta regulación será tanto más eficiente cuanto mayor sea el grado de monopolización que la empresa tiene sobre el mercado. La empresa buscará, en algunos casos, retardar al máximo posible la innovación y difusión hasta asegurar la obsolescencia física de sus máquinas e instalaciones anteriores, para no desvalorizar así, los desembolsos de capital que había realizado en esas instalaciones, aunque dependerá del posible adelanto de otras empresas.

Aquellos países que por su posición subordinada en la economía capitalista internacional, y dadas sus condiciones de dependencia histórica en el desarrollo de la ciencia, se ven imposibilitados para crear nuevas tecnologías, tienen que restringir esas aspiraciones a la difusión de tecnologías ya adoptadas en el exterior. Aunque esto no debería impedir que pudieran crear tecnologías intermedias o de acuerdo a sus propias posibilidades de desarrollo.

El desafío es desarrollar una tecnología apropiada cuyas

[42] Dos Santos, Theotonio. Ob. cit.

premisas básicas deben ser la creación de un empleo mucho más amplio y productivo, así como la producción masiva de bienes y servicios necesarios para satisfacer las demandas crecientes del Tercer Mundo, los cuales no pueden concebirse sin buscar la congruencia entre un bajo costo y la conservación de los recursos naturales.

La Tercera Revolución Tecnológica en la fase actual del capitalismo

El proceso de consolidación de la Tercera RCT ocurre en una de las más profundas crisis que ha tocado sortear el capitalismo. Sin embargo, esta crisis es parte de la ruptura del equilibrio económico, es decir, tiene correspondencia con el desarrollo desigual como la esencia misma del capital en la medida que éste se basa en la competencia, o en la existencia de muchos capitales. La competencia se expresa en la búsqueda de ganancias extraordinarias superiores a la media y ello conduce a los diversos esfuerzos por revolucionar la tecnología, lograr costos de producción más bajos que los competidores y obtener esas ganancias extraordinarias junto con una mayor composición orgánica del capital que aumente la tasa de plusvalía.

En este contexto es donde debemos explicar el surgimiento de la actual RCT, la cual a través de las consideradas "tecnologías de punta" se expresa de manera incontenible en sectores como la microelectrónica, las telecomunicaciones, la biotecnología y la cibernética. Aunque todavía no involucra a todos los sectores productivos, es posible que lo haga en un lapso mucho más breve a las que le antecedieron.

Un intento de interpretar el proceso de consolidación de esta RCT lo establece Mandel, quien la ubica en la emergencia de lo que considera el capitalismo tardío. A partir de éste se explica la competencia intensificada entre las grandes empresa y entre éstas y los sectores no monopolizados de la industria. Dicha competencia continúa mientras las empresas y las ramas de la producción totalmente automatizadas representen todavía una pequeña minoría, y mientras las empresas y ramas semiautomatizadas no reduzcan sustancialmente el número de horas-hombre trabajadas y con ello la cantidad de trabajo gastado en la industria siga aumentando.

Dentro del capitalismo tardío, las diferencias regionales e internacionales en los niveles de productividad no son ya la fuente principal para la realización de ganancias extraordinarias. El papel lo asumen actualmente las diferencias tecnológicas entre

los sectores y las empresas. Por tal razón se desarrolla una presión permanente por acelerar la innovación, pues la extinción de otras fuentes de ganancia extraordinaria conduce inevitablemente a una constante búsqueda de rentas tecnológicas* que sólo pueden obtenerse mediante la renovación permanente.

La nueva RCT correspondería a un nuevo "ciclo industrial"** que explica el rasgo característico del modo de producción capitalista en el que cada nuevo ciclo*** de reproducción ampliada se inicia con nueva maquinaria y es consecuente con el ascenso, la caída y la revitalización de la tasa de ganancia, al tiempo que determina los movimientos sucesivos del proceso de acumulación.

Los ciclos más representativos en el desarrollo del capitalismo y su fundamento tecnológico serían los siguientes: [43]

1) Desde finales del siglo XVII hasta la crisis de 1847. Se caracteriza básicamente por la ampliación gradual de la manufactura manual o la manufactura impulsada por el vapor, a la mayoría de las ramas importantes de la industria y de los países industriales.
2) Principios de 1847 hasta la última década del siglo XIX. Surgimiento y expansión de la maquinaria con motor de vapor. Esta fue la onda larga de la Primera Revolución Tecnológica.
3) Fines del siglo XIX hasta la Segunda Guerra Mundial. Aplicación generalizada de los motores de combustión interna y eléctricos en todas las ramas de la industria.

* Rentas tecnológicas serían las ganancias extraordinarias derivadas de una monopolización del progreso técnico, es decir, del descubrimiento e invenciones que reducen el precio de costo de las mercancías, pero que no pueden (por lo menos a mediano plazo) generalizarse a toda una rama dada de la industria ni ser aplicados por todos los competidores debido a la estructura del capital monopolista mismo: dificultades de entrada, magnitud de la inversión mínima, control de patentes, arreglo de los carteles, etcétera.

** De acuerdo con Mandel, el ciclo industrial consiste en la aceleración y desaceleración sucesivas de la acumulación.

*** La articulación de ciclos conforma las "ondas largas" que sin embargo, no se manifiesta en forma mecánica, sino que funciona a través de la articulación de ciclos clásicos. En un periodo de expansión. Los periodos de auge cíclicos serán más largos e intensivos y las crisis cíclicas de sobre producción serán más cortas y superficiales. Inversamente, en las fases de onda larga, en las que la tendencia al estancamiento prevalece, los periodos de auge serán menos febriles y más breves, mientras que los periodos de crisis ciclicas serán, por contraste, más largos y profundos. La onda larga sólo es concebible como resultado de esas fluctuaciones cíclicas y nunca como una superposición metafísica sobre ellos.

[43] Mandel, Ernest. Ob. cit., pp. 117-118.

4) El largo periodo que empezó en norteamérica en 1940 y en otros países imperialistas entre 1945 y 1948. Establece el control generalizado de las máquinas por medio de aparatos electrónicos. Es la onda larga de la tercera RCT.

La Tercera Revolución Tecnológica introduce además de los bienes de consumo industriales producidos por máquinas (desde principios del siglo XIX) y las máquinas hechas por máquinas (desde mediados del siglo XIX), la producción de alimentos y materias primas también elaborados por máquinas. El capitalismo tardío, como lo denomina Mandel, lejos de representar a una sociedad postindustrial, aparece como el periodo en que todas las ramas de la economía están completamente industrializadas por primera vez en la historia. A ello podría añadirse la creciente mecanización en la esfera de la circulación y de la superestructura en general.

Si bien pareciera que la tercera RCT sólo se expresa en la recomposición del proceso productivo, lo cierto es que introduce cambios en casi todas las esferas de la producción ya que así se justifica la implantación de las nuevas modalidades tecnológicas. Así, los objetivos fundamentales de la Tercera Revolución Tecnológica en este nuevo ciclo del capitalismo[44] contemporáneo podrían quedar englobados en la síntesis siguiente:

1) Aceleración cualitativa del incremento de la composición orgánica del capital, es decir, el desplazamiento del trabajo vivo por el muerto.
2) Una transferencia de la fuerza de trabajo viva todavía involucrada en el proceso de producción del tratamiento directo de las materias primas a funciones de preparación o supervisión.
3) Un cambio radical en la preparación entre las dos funciones de la mercancía fuerza de trabajo en las empresas automatizadas.
4) Un cambio radical de proporción entre la creación de plusvalía dentro de la misma empresa y la apropiación de plusvalía producida en otras empresas totalmente automatizadas.
5) Un cambio de proporción entre los costos de construcción y los gastos y desembolsos de capital, en la compra de nuevas máquinas para la estructura del capital fijo, y por tanto, en las inversiones industriales.

[44] *Idem*, pp. 193-194.

6) Un acortamiento del periodo de producción, logrado por medio de una producción continua y una aceleración radical en el trabajo de preparación o instalación.
7) Una compulsión por acelerar la innovación tecnológica y un brusco aumento en los costos de investigación y desarrollo.
8) Un periodo de vida más corto del capital fijo, en especial de las máquinas. Una compulsión creciente por introducir la planeación exacta de la producción dentro de cada empresa y la programación general de la economía en su conjunto.
9) Una más alta composición orgánica del capital que conduce a un aumento en la parte del capital constante en el valor medio de las mercancías.
10) Intensificación de todas las contradicciones del modo de producción capitalista, por ejemplo, entre la creciente socialización del trabajo y la apropiación privada que lleva paulatinamente a conflictos sociales y a la conformación de un nuevo tipo de Estado.

Un ejemplo claro de los efectos futuros que inducirá la Tercera RCT lo constituye la industria electrónica, en tanto se le considera el centro de las mutaciones[45] que ocurren a nivel mundial. Dichas mutaciones son provocadas por los circuitos integrados que, mediante la expansión del progreso técnico por toda la industria electrónica, crean interconexiones tecnológicas entre diferentes ramas de esa industria. Estas constituyen el complejo microelectrónico, el cual es un conjunto de actividades articuladas cuyo propósito es lograr la producción de un cierto bien que igualmente comprende los componentes electrónicos.*

Como consecuencia del desarrollo en circuitos integrados dentro de la microprocesadora, el BIT electrónico o la unidad básica de información es utilizada para trasmitir, procesar, almacenar y manipular información basada en una señal digital uniforme.[46] Esto es verdaderamente revolucionario porque proporciona un "lenguaje universal" que se utiliza para tratar y manipular información en forma completa exacta y veloz. Esto propicia

[45] Rojas, Lucía. "Cambios estructurales en la industria electrónica mundial en la Era Teleinformática", (Gabriel Rodríguez, comp.), *Folders* edic-ILET. Buenos Aires 1985, p. 149.

* Básicamente semiconductores fabricados a partir del silicio que superan la fase inicial de los transistores y pasan del uso militar al civil. Los semiconductores son dispositivos altamente integrados y entre ellos destacan los microprocesadores, indispensables en la generación de memorias.

[46] F. Roda, Juan. "Microelectrónica: su impacto y sus implicaciones para países en desarrollo" (*Ibid.*), p. 177 y ss.

una internacionalización de los servicios congruente con las necesidades que impone la internacionalización del capital.

El dinamismo de la industria electrónica ha sido tan inusitado que, de acuerdo con algunos cálculos, en 1990 será el sector de mayor tamaño en el mundo, sobrepasado por el sector petrolero y automotriz.

La introducción de las microcomputadoras a todas las esferas de la economía, ha planteado un problema que se establece a partir de la contradicción entre la inevitable necesidad de introducir sistemas de microcomputación para satisfacer la demanda tecnológica que el desarrollo impone, y el creciente desempleo que ello genera.*[47]

Japón escapa al problema del desempleo porque los factores de administración y trabajo han respondido favorablemente al ajustar la colocación de mano de obra entre empresas relacionadas. Así, las empresas japonesas han promovido positivamente la tecnología basada en la microcomputación creando nuevos productos, aumentando la producción y exportación y, consecuentemente, generando nuevos empleos.

Sin embargo, han provocado un efecto desfavorable hacia las economías del extranjero. Este fenómeno es ya conocido como "exportación del desempleo". En países europeos la

* Por ejemplo, según cálculos de Schwenber, la industria microelectrónica en Japón ha producido los siguientes efectos en el empleo:

1) La introducción de máquinas de control numérico y de robots para soldar en el departamento de fabricación de aparatos automáticos, ha reducido la fuerza laboral desde un tercio hasta un quinto del número que existía antes de que se introdujera.

2) La introducción de instrumentos para el control de procesos ha disminuido el número de operarios a un quinto, en tanto que la especialización en la sección de mediciones ha quedado obsoleta.

3) La introducción de instrumentos para análisis y los aparatos de verificación y medición, han disminuido la cantidad de aparatos a un décimo.

4) La introducción de máquinas de oficina generales ha reducido el horario de trabajo, acortado el plazo de entrega, ha hecho indeseable la presencia de operarios copistas, disminuído el número de mecanógrafas debido a la eliminación de procedimientos mecanografiados y reducido el número de operarios de *telex*.

5) La introducción de *office automation* y otras máquinas comerciales ha reducido el número de empleados de oficina en un 30 por ciento. Sin embargo, hay una nueva demanda de personal que se haga cargo de los locales comerciales.

[47] Schwenber, Herman. "El desarrollo tecnológico y su efecto sobre el empleo. Un modelo de análisis sobre la informatización", (Gabriel Rodríguez, comp.), p. 257.

fuerza laboral sobrante, provocada por la introducción de esta tecnología, se ve obligada a asumir la cesantía, lo cual genera un grave problema social. De cualquier manera, esto no hace sino comprobar la fuerza que tiene hoy en día la monopolización y la forma en que opera el nuevo proceso de acumulación, aun entre países que teóricamente pertenecen al bloque de los industrializados.

La división internacional de las fuerzas productivas, que hasta hace poco tiempo se manejaba como una mera tendencia incierta, con la tercera RCT es ya un hecho evidente que ha originado también la división de los sectores productivos de acuerdo con las ventajas sociales (mano de obra barata) y geográficas (disponibilidad de recursos) que ofrezcan una región u otra.

Los sectores que continúan empleando el trabajo humano en forma abundante para procesos de producción no cibernetizada, son conocidos como ramas industriales intensivas en mano de obra, por ejemplo, las industrias de la confección, cerámica, calzado, juguetes, muebles y productos de madera, trabajos de armaduría mecánica y electrónica y algunas agroindustrias. Estos son ejemplos típicos de industrias que se han implantado en el lejano Oriente y que comienzan a expandirse en México. Esto contribuye al desequilibrio que se genera en Europa y EUA dentro del circuito empleo-consumo.

Estas industrias se desplazan hacia la periferia atraídas por una mano de obra barata que las hará más competitivas en los mercados de consumo masivo de los países desarrollados. Los sectores industriales avanzados, a saber, aquellos que emplean personal altamente calificado para manipular información, no emigran ni emigrarán al mundo periférico, pues corresponden, por lo general, a las actividades intensivas en capital y los trabajadores especializados que requieren se producen en forma abundante en países desarrollados mediante sistemas educacionales de alto nivel y esquemas de entrenamiento subsidiados por los gobiernos.[48]

El Estado frente al nuevo desarrollo internacional del capital

Como las dos que le precedieron, la tercera RCT necesita una readecuación en toda la superestructura y más concretamente en el orden jurídico político. Esto se debe a que induce transformaciones profundas, además de lo económico, en casi todo el orden de la vida social e incluso cultural. Ante ello

[48] *Idem*, p. 318.

el capital necesita un nuevo tipo de Estado que regule las contradicciones de clase (como al estilo keynesiano por ejemplo), y además participe activamente en la eliminación de todo obstáculo a una economía en expansión para la cual las fronteras formales representan un estorbo.

En este nuevo proceso de recomposición el capital trata de romper las barreras históricas del Estado nacional y, consecuentemente, de la programación económica nacional para imponer así por la vía de una nueva estructura jurídico política, una especie de "economía sin fronteras" que no encuentre obstáculos reguladores de ningún tipo.

En el mismo sentido, representa un intento aunque sea parcial por superar los límites de la propiedad y la apropiación privadas impuestas al desarrollo ulterior de las fuerzas productivas. Ambos son intentos, de acuerdo a la interpretación marxista, por trascender sus propios límites dentro del modo de producción capitalista mismo y lograr entrar así a una nueva centralización.

La especialización y la "racionalización" del control sobre el capital, concomitante con la centralización del capital en escala nacional, promueve inversiones directas en el extranjero a un grado que permite a los capitales especializarse cada vez más en la esfera de la actividad reproductiva pura y, con ello, tratar de que las preferencias por nuevas inversiones sean determinadas con criterios y objetivos independientes de consideraciones nacionales o internacionales.[49]

Esto último es lo que justifica, de acuerdo a las necesidades del capital, un nuevo tipo de Estado, particularmente en aquellos países subdesarrollados considerados estratégicos para la libre marcha de la internacionalización del capital y de las fuerzas productivas. En éstos es donde, debido a factores sociopolíticos (agitaciones revolucionarias) y económicos (sustitución de procesos primitivos por industriales para producir materias primas) ha venido ocurriendo una disminución relativa de las exportaciones de capitales provenientes de países industrializados.

Esta recomposición internacional del capital deja progresivamente sin efecto aquellos modelos económicos que permitían al Estado ejercer un doble papel en el control social: por una parte cumplir con su función reguladora de las contradicciones de clase, y por la otra, participar activamente en la economía, incluso contribuyendo a reactivarla vía obras públicas para beneficio social como fue el caso del Estado benefactor inspirado en las teorías keynesianas posteriores a la Gran Depresión.

[49] Mandel, Ernest. Ob. cit., p. 315

Para satisfacer las nuevas necesidades del capital, se propicia una crisis definitiva del modelo keynesiano, mismo que había representado una revolución en el pensamiento económico y una profunda reforma que revitalizó y reactivó el capitalismo después de la Gran Depresión. El estructuralismo "cepalino" que promovió y encauzó la industrialización sustitutiva en América Latina es ya una rebelión interrumpida.[50]

Bajo este supuesto, el Estado que ahora requiere el capital debe ser congruente con un modelo neoliberal de la economía donde se le permita desarrollar hasta sus últimas consecuencias las tesis monetarias de Friedman, ya que ello garantiza implementar la "economía sin fronteras" e implantar la nueva revolución tecnológica en congruencia con los supuestos de la internacionalización del capital y de las fuerzas productivas.

El propósito de lo que acertadamente se ha denominado "contrarrevolución monetarista"[51] es desmantelar la estructura de la intervención estatal, o sea el método keynesiano de política económica que vino a desmitificar el postulado de la "mano invisible" como reguladora del mercado.

La nueva corriente monetarista se inscribe en un proyecto neoliberal de la economía que encubre todo un programa ideológico político. Contrario a la idea liberal clásica, esta corriente económica no pretende borrar completamente las funciones del Estado sino readecuarlo a los intereses del capital.

Así se pasa del liberalismo económico clásico del *Laissez-Faire* al liberalismo político espurio de la escuela pública. Es el ataque más abierto y frontal contra el intervencionismo estatal y las conquistas sociales logradas. También desacredita al Estado planificador y promotor del desarrollo que surge de la rebelión estructuralista.

El supuesto de la corriente monetarista es que los diversos agentes económicos tienen expectativas racionales gracias a su experiencia y a su conocimiento de las distintas expectativas macroeconómicas y de su costo en inflación, desempleo, etcétera. Así, todos se ajustan de manera instantánea y automática a cualquier desequilibrio provocado por acciones de política económica.

La consecuencia que ha traído la política económica es que, aun en el corto plazo, no hay efectos compensadores entre inflación y desempleo; por tanto el Estado no tiene nada positivo

[50] Villarreal, René. "Monetarismo e ideología. De la mano invisible a la mano militar". En: *Comercio Exterior*, vol. 32, núm. 10, México, 1982, p. 1059.

[51] Las ideas que sustentan este apartado proceden de Villarreal. Ob. cit.

que hacer para tratar de reactivar el ciclo económico, ya que ante una política monetaria y fiscal expansionista, los diversos agentes económicos se apoderarán instantáneamente de la economía provocando inflación.

Consecuentemente, las recomendaciones del modelo monetarista son el libre mercado, el libre comercio internacional y la eliminación del Estado en su papel de agente económico, éste debe concretarse a cumplir de manera automática y no discrecional la "ley" monetarista y de presupuesto equilibrado. Se propone eliminar al Estado keynesiano en su papel de regulador, benefactor y recaudador de impuestos.

El programa de Friedman busca no sólo afianzar el mercado libre y la participación del Estado en la vida económica, sino impulsar, simultáneamente, el proyecto tecnocrático que pretende someter a las libres fuerzas del mercado toda la vida económica, política y social.

En su lucha contra el Estado keynesiano, los monetaristas emprenden una ofensiva clara y abierta en ambas direcciones: a la clase trabajadora la manda a combatir contra el "Estado protector" de los grandes monopolios que impide el desarrollo del modelo competitivo "socialmente justo"; a la clase capitalista la convoca a luchar contra el Estado benefactor, regulador e inversionista que perpetúa la pobreza (a pesar del gasto social), obstaculiza la capacidad innovadora empresarial (por exceso de regulación) y provoca inflación (por exceso de gasto público).

En síntesis, las tesis monetaristas implican, más que la desaparición del Estado, su privatización. Intenta que éste cambie sus funciones para convertirse en un Estado autoritario que permita reprimir y controlar a los grupos marginados del mercado; ello permitirá desarrollar el proyecto de la tercera RCT y consecuentemente la recomposición del capital en el avance de la economía sin fronteras.

El papel de la agricultura frente a la recomposición del capital

Al igual que todos los sectores de la producción, la agricultura está llamada a sufrir profundas modificaciones en el contexto de la tercera RCT que lleva a la implantación de nuevas modalidades para sostener el ritmo de acumulación. De hecho a cada revolución industrial ha correspondido históricamente una revolución agrícola: por tal razón la generalización y aplicación de los conocimientos ocurre en forma casi paralela a la primera.

De acuerdo a señalamientos de Marx, es en la esfera de la agricultura donde la gran industria opera de manera más revolucionaria, en tanto liquida el baluarte de la vieja sociedad sustituyendo al campesino por asalariado. Más claramente, los métodos de explotación rutinarios e irracionales se ven remplazados por la aplicación de la ciencia y la tecnología.

En la primera gran Revolución Industrial comenzaron a introducirse formas más mecanizadas de producción y de riego controlado, y aunque tenía un escaso desarrollo técnico, de cualquier manera introdujeron un cambio cualitativo en las relaciones de producción en el campo. Esta revolución, con algunos cambios en los instrumentos del trabajo agrícola, desplazó a gran cantidad de campesinos y junto a las disputas que comenzaron a liberarse por la posesión de la tierra; obligó a éstos a emigrar a las ciudades industriales sujetos a las condiciones que la nueva Revolución Tecnológica imponía. Se empieza a gestar un proceso de proletarización simultáneo tanto en el medio rural como en el urbano.

En la segunda RCT los cambios tecnológicos fueron aún más, ya que introdujo una mayor mecanización de la producción agrícola en todas las fases generando indirectamente un mayor desempleo en el agro, el cual la industria ya no pudo absorber en su totalidad. Así se creó un ejército industrial de reserva masivo que debió emplearse en actividades del sector terciario o en otros meramente marginales.

Hasta ese momento, la división internacional del trabajo agrícola, si bien tendía a ahondar la dependencia de países subdesarrollados hacia industrializados, principalmente en el renglón de los insumos, estaba en equilibrio histórico lógico, ya que los primeros cumplían la función de proveer materias primas baratas a los segundos. Aunque debe reconocerse que por efecto de las primeras manifestaciones de la internacionalización del capital, los países subdesarrollados comenzaron a importar volúmenes crecientes de productos agrícolas para satisfacer sus propias demandas alimentarias y pecuarias.

La segunda RCT agrícola que vive su último periodo y del cual sus manifestaciones todavía predominan, se caracteriza por imponer desde los países industrializados una tecnología conformada en "paquetes" que sujetan el desarrollo agrícola regional en todos los eslabones productivos y comerciales. Así, los países subdesarrollados tienen que aceptar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos desarrollados en un contexto que les es, ecológica y socialmente, ajeno y que introduce una descomposición de sus esquemas agrícolas tradicionales. En el plano socioeconómico incitan a una mayor concentración de la

tierra y privilegian la intensificación de capital por unidad de tierra, dejando a millones de campesinos marginados totalmente de la producción del comercio. La aplicación de estos paquetes tecnológicos también ha degenerado en lo que se conoce como "erosión genética" que lleva a un empobrecimiento gradual del universo vegetal, con ello los países subdesarrollados, si bien propietarios originales de sus recursos genéticos pasan a depender de las importaciones de su propio germoplasma.

Sin embargo, las transformaciones que tiende a manifestar la agricultura en el contexto de la tercera RCT resultan radicalmente diferentes. Además de conservar, para los países subdesarrollados los efectos negativos de las dos primeras, tiende a marginarlos del contexto internacional de la producción de materias primas que mantienen pero de manera cada vez más marginal. Asimismo los induce a depender todavía más de la tecnología extranjera, basada ahora en el mecanismo de la transmisión de genes a partir de la ingeniería genética y biotecnologías para producir sus alimentos, o bien dejándoles aquéllas actividades que de acuerdo a los criterios de rentabilidad no les interesa asumir a países industrializados.

En realidad las transformaciones que empiezan a registrarse en la agricultura se iniciaron en los años treinta y se reafirmaron en los cuarenta de este siglo. Dichas transformaciones están relacionadas con la penetración masiva del capital en la producción de materias primas que, tal y como había ocurrido en las dos últimas décadas del siglo pasado, indujo cambios significativos en la tecnología empleada, en la organización del trabajo y en las relaciones de producción.

Los nuevos conocimientos generados por la tercera RCT en el campo de la agricultura refuerzan la tendencia a emplear materias primas con mayor eficiencia por los países y empresas generadoras del avance tecnológico. Además, la sustitución progresiva de materiales naturales por sintéticos está acarreando repercusiones económicas serias para los países del Tercer Mundo, principalmente porque sus economías dependen en gran medida de la exportación de productos primarios.

Esta nueva modalidad implícita en el proceso de internacionalización del capital hacia la agricultura, obliga indistintamente a los países industrializados y subdesarrollados, sobre todo a los últimos, a readecuar su tecnología agrícola al ritmo del desarrollo industrial. Esto implica sin ninguna duda, la eliminación definitiva de las ancestrales técnicas de producción y las formas rurales de vida. En este proceso vienen participando de manera activa los diferentes Estados nacionales que, junto con las empresas tras-

nacionales han terminado con el aislamiento de los campesinos del resto de la sociedad sujetándolos aún más a los intereses del capital.

Bajo tales condiciones, la agricultura tiende a convertirse en una industria en sí misma, y si bien inscrita dentro de las leyes de la internacionalización del capital, observa su propia autonomía inter y extrasectorial, es decir, ya no sólo como proveedores de alimentos y materias primas para el desarrollo industrial, sino como un negocio autónomo o interconectado con otras industrias que refuerzan la concentración del capital en unos cuantos complejos.

Todo esto ocurre en momentos en que la agricultura manifiesta una crisis evidente como resultado de enormes excedentes que deprimen los precios y cuyo origen es, una producción excesiva de cereales acompañada de crecientes subsidios a las exportaciones por países industrializados. En términos reales, los precios de un gran número de productos agrícolas se encuentran en niveles comparativamente tan bajos que no se habían observado desde la Gran Depresión.

Lo anterior ha llevado a una guerra internacional de precios entre los principales países productores, fundamentalmente de granos y cereales. En esto desembocan los progresos que se observan en el campo científico-tecnológico (control de plagas, plantas de mayor rendimiento y mejor adaptadas, utilización eficiente del nitrógeno, etcétera), logrados fundamentalmente por el avance de la biotecnología y la ingeniería genética que, aunque no ha llegado a su plenitud de desarrollo ni liberado sus resultados principales, ya inciden en los altos volúmenes de producción logrados.

De cualquier manera esta guerra de precios agrícolas y con ello el control definitivo de la agricultura internacional la ganarán, tarde o temprano, aquellos países que logren controlar en su totalidad, el desarrollo científico y tecnológico, del cual los países industrializados ya tienen un largo camino recorrido y que se pone de manifiesto en la utilización de la ciencia como fuerza productiva más aplicada en este caso a la agricultura.

CAPÍTULO II

TENDENCIAS DEL DESARROLLO AGRÍCOLA EN EL MARCO DE LA TERCERA REVOLUCIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

La tecnología agrícola en el proceso de internacionalización del capital

Un elemento que ha provocado las modificaciones tecnológicas* más importantes en la agricultura capitalista lo constituye, además del interés por satisfacer las crecientes demandas alimentarias e industriales, la tendencia a mantener el control del mercado mundial por la vía de incrementar el rendimiento de los cultivos.

El cumplimiento de la premisa anterior es la que ha determinado los criterios para guiar la expansión de la tecnología agrícola aplicada, y es en torno a ella que se vienen conformando empresas cada vez más integradas a través de las cuales se

* Hasta la fecha se han registrado tres fases de las modificaciones tecnológicas en la agricultura capitalista, la primera fue el paso de la energía animal a la mecánica, ocurrió en las primeras cuatro décadas de este siglo en países desarrollados y todavía no termina en los subdesarrollados. La segunda consistió en la creación y amplia utilización de pesticidas, semillas mejoradas y otros agentes químicos agrícolas después de la Segunda Guerra Mundial. La tercera es el mejoramiento genético científico de las plantas. En ésta los investigadores han utilizado diversas técnicas; actualmente emplean la ingeniería genética para crear plantas que crecen con mayor rapidez y poseen mejores defensas contra enfermedades, insectos e inclemencias del tiempo. Debido a que las manipulaciones genéticas se realizan a partir de células de las plantas y por consiguiente pueden controlarse fácilmente, no provocan la oposición que hubiera suscitado la liberación de microbios modificados como son las bacterias del medio ambiente.

ejerce un control determinante en las diferentes fases del proceso agroindustrial.

La preocupación por mejorar las características de los cultivos y perfeccionar los instrumentos de trabajo agrícola no es de aparición reciente. Históricamente han conformado un rasgo fundamental en el desarrollo social y económico, y contribuyen al desarrollo tecnológico del ramo. Los conocimientos sistematizados a través de la experiencia acumulada se habían trasmitido generación tras generación, sin perder de vista el equilibrio graduado con las posibilidades ecológicas y sociales.

Sin embargo, a partir de los años cuarenta del presente siglo, empezó a gestarse un nuevo estilo de desarrollo tecnológico en la agricultura que rompió casi abruptamente con los esquemas tradicionales que habían pervivido durante muchas generaciones de productores agrícolas. La nueva tecnología resaltó inicialmente por la aplicación de energía y una amplia gama de insumos que aumentaron considerablemente los costos de operación total; con ello se polarizó ampliamente la estructura de productores en el agro. Esta nueva tecnología que se introdujo a nivel mundial (donde había condiciones para hacerlo), con diferenciaciones regionales mínimas, vino a concordar con la extensión del proyecto de internacionalización del capital* hacia la agricultura que permanece hasta nuestros días, aunque con nuevos matices, propios de la readecuación de las empresas.

De cualquier manera, es importante diferenciar los momentos en que se impone la tecnología moderna a nivel mundial. Durante los años cuarenta, paralelo al inicio de la tercera RCT, ocurre una "subrevolución" genética en la agricultura, (primera fase de la modernización agrícola), que mediante la aplicación de técnicas

* Este concepto se refiere a la tendencia muy marcada después de los años sesenta a que una parte creciente de la producción industrial de los países desarrollados se efectúa fuera de sus fronteras nacionales. Esta dislocación tiene dos características esenciales: en primer lugar que la desterritorialización de las actividades manufactureras se efectúan generalmente hacia las economías menos desarrolladas; la segunda característica es que el desplazamiento de las actividades industriales corresponde evidentemente a una extensión de la industrialización hacia los países receptores pero bajo el control de las economías de origen. (Charles A. Michelet. *Le capitalisme mondial*. Presses Universitaires de France. Paris, 1976). Citado en: Arroyo, Gonzalo. *Agricultura y Alimentos en América Latina*. ICI, UNAM, México, 1985.

La agricultura en lo particular también pasa por un proceso de readecuación; en algunas ramas los países subdesarrollados pueden volcarse al exterior pero ocupando una postura marginal en el comercio agrícola internacional. Los productos estratégicos normalmente quedan en manos del capital extranjero, ya sea exportándolo desde las metrópolis o mediante la imposición de los avances a la agricultura local.

de polinización cruzada, actualmente consideradas tradicionales, incrementa sustancialmente el rendimiento de los cultivos, y con ello, el agro se convierte en un factor básico de apoyo al desarrollo industrial, particularmente en países subdesarrollados donde apenas aparecía éste como incipiente.

La revolución genética aplicada a los vegetales acarreó efectos de diversa índole tanto en el aspecto productivo como en el plano social. Al comprobarse el mayor rendimiento de las nuevas variedades mejoradas,* obtenidas mediante un proceso científico financiado básicamente por capital trasnacional, inmediatamente sobrevino la apropiación privada de los recursos vegetales primitivos (germoplasma), ya que ello permitía crear variedades comercializables. Se inicia así una lucha por el control del mercado de semillas. La comercialización de las semillas mejoradas incitó a la reactivación de otras ramas de apoyo a la producción agrícola sobre todo maquinaria, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etcétera, que en conjunto conformaron el denominado "paquete tecnológico" a través del cual se rompió, en buena medida, con las técnicas tradicionales y se sujetó al campesino a los intereses comerciales de las empresas.

La situación anteriormente expuesta obedece a que, como más adelante ampliaremos, las nuevas variedades pensadas para su explotación mercantil, solo pueden alcanzar resultados óptimos bajo condiciones técnicas precisas y presentes al mismo tiempo (suelos planos, agua abundante, fertilización adecuada, etcétera) que junto a la limitante biológica de ser reproducibles sólo en la primera generación, convierten al campesino en un sujeto cautivo cada ciclo agrícola.

Además, la nueva tecnología, introdujo arduas disputas por la tierra y el agua, situación que alentó en forma determinante la concentración privada y una mayor intensidad de capital por hectárea que marginó a los productores de menores ingresos.

La tecnología moderna de esta primera fase, impuso por sí misma una nueva división del trabajo agrícola y modificó los esquemas productivos en su conjunto. El cambio más sustancial se registró en los países subdesarrollados, en tanto receptores pasivos de la tecnología, particularmente en renglones como el empleo cuya restricción vino a provocar una mayor pauperización campesina.

Actualmente, la recomposición del capital en general, junto al

* El descubrimiento de las nuevas variedades inaugura lo que se conoce como "Revolución Verde" de amplia difusión en México, éstas conforman junto a la maquinaria agrícola y otros insumos, el paquete tecnológico a partir del cual gira la modernización agrícola en su primera fase.

mayor desarrollo científico tecnológico, ha estado conformando una nueva modernización tecnológica de la agricultura, la producción alimentaria y las materias primas, por demás transformadas estas últimas con la utilización progresiva de sustitutos sintéticos.

Al igual que la fase anterior, la nueva tecnología va encaminada a apoyar un nuevo proyecto de reconversión industrial, aunque ahora la agricultura conserva un mayor grado de autonomía respecto de la industria y no necesariamente transfiere ganancias a ésta, ya que prácticamente elimina a la agricultura de subsistencia en donde se basaba la extracción.

La tecnología reciente, si bien todavía no generalizada, parte de un desarrollo científico superior. No obstante que retoma en alguna forma los aportes empíricos de la primera fase, lo hace de manera controlada mediante el conocimiento de los mecanismos de trasmisión de la herencia en los vegetales, de lo cual se encarga la ingeniería genética.

Dichas modificaciones también se basan en la transformación total o parcial de algunos insumos, por ejemplo la sustitución de herbicidas químicos por biológicos. En el plano económico, ya que al conseguir grandes excedentes de productos agrícolas, existe la posibilidad de que sobresaturen los mercados, como ya ha estado ocurriendo, y que con ello los países industrializados pierdan definitivamente el control internacional del comercio.

Como ya hemos referido, la implantación inicial de tecnología moderna estuvo alentada por el proceso de industrialización que se gestó en algunos países subdesarrollados, pero además recibió un fuerte impulso del exterior; esta fase correspondió con la expansión de las empresas trasnacionales.

En ese lapso, la política económica adoptada contemplaba garantizar la disponibilidad de alimentos baratos para atenuar un posible descontento por bajos salarios entre la fuerza de trabajo. Tal medida provocó en el corto plazo, una aguda contracción de la producción regional por el desestímulo de precios, que se convirtió en una crisis estructural de sus agriculturas y repercutió en un fuerte déficit de granos y cereales. Esto expresa, en algún sentido, la consolidación real de la internacionalización del trabajo agrícola, ya que con tales cambios, los países industrializados se convirtieron en exportadores netos de granos básicos, dejando a los subdesarrollados el cultivo de productos tropicales y la producción de carne magra. El cambio en el patrón de cultivos ha desembocado en una grave dependencia agroalimentaria y tecnológica creciente y riesgosa que amenaza hasta la propia soberanía de los países involucrados.

El ahondamiento de la dependencia señalada, ocurre paradójicamente en una era de grandes excedentes alimentarios, ya que estos excedentes tienen una localización selectiva* y son congruentes con una industrialización también selectiva[1] que se convierte en el único medio de capitalismo metropolitano para expander en forma duradera, estable y estructural sus mercados especialmente en bienes de tecnología avanzada. De cualquier manera, liberan aquella tecnología que no entra en contradicción alguna con el interés de continuar dominando el mercado internacional y consolidar el proyecto de reconversión del capital en la agricultura.

La tecnología de la segunda fase supone una alteración profunda en las estructuras nacionales de producción, en el plano de cada categoría de países y en la búsqueda de nuevas especializaciones en el plano internacional. Es así que las formas tradicionales de dependencia agroexportadora, característica de los países subdesarrollados, se enfrentan a dificultades cada vez mayores y en la mayoría de casos retroceden.[2] La inestabilidad o las restricciones de los mercados internacionales, las bajas de los precios y el deterioro en los términos de intercambio son factores que determinan la declinación de la agricultura tradicional al tiempo que orillaron, los últimos decenios, a que los precios de las materias primas prácticamente se hayan estancado. Por ello, los países industrializados buscan que el control de las tecnologías de punta, como la biotecnología, sea el nuevo elemento que permita afianzar y recomponer su dominio, sólo que ahora éste puede ir demasiado lejos.

El estancamiento de la producción agroexportadora puede orillar a los países subdesarrollados a continuar en su papel de receptores pasivos de la tecnología que se genera en las metrópolis y repetir el error que se originó al adoptar la tecnología de la primera fase. Sólo que ahora ésta se adoptaría bajo condiciones de mayor presión que la anterior, en tanto que, como resultado de la crisis financiera en la cual se ve maniatado el capital extranjero, la industrialización se convierte en la única vía posible que permitiría a la periferia ampliar sus propios mercados para recibir la tecnología vanguardista del centro y

* Con excepción de Argentina que empieza a perder competitividad en forma acelerada a nivel mundial, los principales productores de granos y cereales en el mundo son países industrializados.

[1] Vergopoulos, Kostas. "La agricultura periférica en el Nuevo Orden Internacional". *El Día*, Suplemento "El Gallo Ilustrado", México, mayo 17 de 1981, p. 2.

[2] *Idem*.

garantizar el acceso a una nueva división internacional de la producción, en situación de complementariedad con los países industrializados. En este caso la tecnología agrícola empezará a liberarse de manera cada vez más racionada y marginal, incluso puede ocurrir que los países industrializados no requieran ya de importar las mismas materias primas de antaño y que, en cambio, obliguen a los subdesarrollados a cultivar sólo aquéllos productos susceptibles de representar ventajas en términos de reducción del costo de producción, aunque sujetos al control de los grandes consorcios internacionales.

Lo que en esencia prevalece con la nueva modalidad tecnológica de la agricultura, es reducir los costos de producción aumentando simultáneamente la oferta de los productos alimentarios; esta condición se considera fundamental también para reducir los costos de funcionamiento de la industria y resolver los problemas derivados de la crisis y la creciente insuficiencia de divisas por exportaciones.[3] Los países subdesarrollados se encuentran en un "callejón sin salida" para quienes no parecen vislumbrar otro camino que adoptar la nueva tecnología ya que, por otra parte, debido a las presiones demográficas y de desigualdad social están obligados a cumplir con un proyecto de autosuficiencia alimentaria que, junto a la obtención de divisas, constituyen dos aspectos centrales para la toma de decisiones en el campo de las nuevas especializaciones industriales. Estos dos proyectos aparecen en el terreno operativo como mutuamente excluyentes.

La nueva tecnología propicia que la agricultura no se considere ya sólo como un sector abocado a productos básicos que necesitan una transformación industrial ajena, sino que sus funciones cambian a las de un sector de base que produce los alimentos necesarios al interior de los nuevos espacios urbanos. Esto define las características de una nueva industria alimentaria con mayor automatización de sus procesos, por lo cual los insumos utilizados requieren de características acordes con ese proceso, por ejemplo obtener un tomate de cáscara tierna que permita facilitar la obtención de pastas.

Sin embargo, dado el escaso y desarticulado desarrollo tecnológico en los países subdesarrollados, su agricultura e industria alimentaria difícilmente podrán tener un desarrollo autónomo en lo futuro, salvo que surgiera un compromiso político de sus gobiernos por impulsar su propia investigación a partir de las características específicas de la región, ante lo cual necesariamente habría de pensarse en una tecnología alternativa

[3] Vergopoulos. Ob. cit., p. 4.

acorde con la capacidad financiera, el nivel científico y las características ecológicas actuales de la región.

Esta posibilidad se dificulta por el alto grado de integración de la economía mundial y el alto grado de avance técnico que ya registran los países desarrollados. Por ejemplo, la nueva tecnología en la agricultura estadunidense involucra incluso nuevos productos: plaguicidas químicos, fármacos medicinales, computadoras que miden automáticamente la humedad y riegan los campos, etcétera. Otra parte se traduce en nuevos procesos, como la capacidad de usar una computadora, de tomar mejores decisiones económicas y de aplicar la combinación óptima de prácticas de cultivo.[4]

Cultivos importantes modificados genéticamente resistirán plagas y enfermedades, crecerán en tierras salinas y bajo climas adversos y producirán su propio fertilizante. Además, las computadoras y la electrónica volverán más eficiente la administración del negocio agrícola.

La revolución tecnológica estadunidense, que invariablemente marca la pauta a nivel mundial, inició después de la Segunda Guerra Mundial una pronunciada disminución del empleo en las granjas.[5] La sustitución de animales de tiro por el tractor empezó en los años treinta y quedó prácticamente consumada en 1960 liberando a prácticamente el 20 por ciento de los cultivos del trabajo humano directo. La mecanización permitió que entre 1930 y 1980 la extensión de tierras cultivadas por cada trabajador se quintuplicara. En el mismo periodo, la cantidad de capital invertido por trabajador aumentó más de 15 veces en términos nominales y la productividad total (la producción por unidad de insumos combinados) se duplicó con creces debido a la adopción de nuevas tecnologías como las semillas híbridas, la alimentación mejorada para el ganado y la prevención de enfermedades. También les permitió consolidar su hegemonía en el mercado mundial de productos agrícolas. En el periodo 1981-1982 la agricultura norteamericana llegó a cubrir el 59.5 por ciento de las exportaciones mundiales, aunque entre 1984-1985 descendieron al 51.9 por ciento y para 1986 se esperaba una caída hasta el 40 por ciento (Cuadro 2).

Los excedentes alimentarios sin embargo, provocan hoy en día efectos adversos en la tasa de ganancia y llevan a una compe-

[4] "Nuevas tecnologías y productividad agrícola". Oficina de Evaluación tecnológica de Estados Unidos de América. *Contextos* año 4, núm. 71, México, 1986, p. 42.

[5] *Idem*, p. 56.

tencia cada vez más encarnizada entre los principales productores mundiales de cereales. Por tal razón se hace necesario incrementar el control tecnológico, proyecto que por demás ya se encuentra muy adelantado.

Se dice que la era de la abundancia ha traído grandes quebrantos a los agricultores de Estados Unidos de América y de otros países que dependen de las exportaciones agrícolas, incluyendo algunos subdesarrollados como Argentina (Cuadro 2). Aunque se opina que esto se debe más a problemas de distribución de alimentos y al lento crecimiento económico de los países en desarrollo, que a una producción abundante propiamente.[6]

Sea cual fuere la causal de mayor peso, lo cierto es que las características del agricultor norteamericano en la nueva era tecnológica, difieren radicalmente de su "imagen clásica", ahora es con frecuencia un economista agrícola e igualmente un planificador financiero armado de computadoras y otros equipo de alta tecnología.[7]

A través de la tecnología es como trata de resolver la agricultura norteamericana su propia crisis y salir avante de la dura competencia que disputa con Argentina, Australia y Canadá, entre otros, la cual ni los masivos subsidios gubernamentales han podido resolver, (Cuadro 2). La nueva tecnología aceleraría a su vez la recomposición de su mercado externo tanto de productos agrícolas como de insumos y equipo para la agricultura que, apoyados fundamentalmente por el mayor desarrollo que poseen en biogenética, puede ejercer un dominio determinante a futuro si el resto de los países, sobre todo subdesarrollados, no son capaces de buscar alternativas a su propio desenvolvimiento agrícola.

La revolución agrícola actual, inscrita en la restructuración internacional del capital, implica una revolución tecnológica, administrativa e intensiva en el uso de capital. Esta es la era del administrador agrícola profesional, el agente viajero que vende computadoras agrícolas (*software* aplicado a la agricultura) y, en poco tiempo, tal vez tractores a control remoto. Esto induce inevitablemente a una mayor concentración de la tierra en función de las mayores inversiones requeridas para abatir el costo de producción. En Estados Unidos de América los agricultores que logran pervivir están creciendo más y combinando asimismo la naturaleza intrínseca de la agricultura. Las granjas tradicionales

[6] Schneider, Keith. "Los avances científicos llevan hacia una era de excedentes alimentarios en el mundo". *Contextos*, año 4, núm. 71, México, 1986, p. 39.

[7] Zaslow, Deffrey. "La recesión en la agricultura estimula su restructuración". *Contextos*, año 3, núm. 52, México, 1985, p. 3.

medianas desaparecen a un ritmo semejante al de la era de la depresión.[8]

La eliminación del patrón tradicional de granja norteamericana, antecede a lo que progresivamente ocurriría, de aplicarse el mismo patrón tecnológico, en los países subdesarrollados, sobre todo con los reductos que sobreviven del minifundio. La agricultura norteamericana obedece a los efectos generados por el avance de la nueva tecnología y la incapacidad financiera de los agricultores medianos para enfrentar los excesivos costos de producción que representa este tipo específico de tecnología y administración. La tendencia de esta tecnología y administración, orientada por la especialización de la empresa y la región agrícola se impone, con una tendencia hacia el predominio de las grandes extensiones con mayor intensidad de capital, incluso en forma más arrolladora que en el ciclo inmediato anterior conformado por la Revolución Verde.

En la actualidad, cerca del 12 por ciento de los agricultores estadunidenses representan el 63 por ciento de las ventas agrícolas. Los más grandes cuyas granjas superan en ventas los 250 mil dólares, aumentaron en un 54 por ciento de 1978 a 1982.[9] De cualquier manera, estos han tenido que sobrevivir bajo el sistema de subsidio, mismo que representó 4 mil millones de dólares en 1980, 20 mil en 1983 y se estimaba un monto aproximado de 30 mil millones en 1986. Esto demuestra que ante un mercado internacional incierto resultan viables como productores, pero no como empresas eficientes.

La competencia creciente lleva implícito un cambio de criterio en la adopción de tecnología. Los fabricantes de equipo de línea antigua ven sistemáticamente reducida su demanda por el ansia creciente de incorporar los adelantos científicos más recientes.

Por ello prosperan nuevos negocios agrícolas: revistas especializadas, información computarizada de precios, mercado de productos básicos, etcétera (Cuadro 3). También emergen nuevas empresas que antes no tenían una vinculación tradicional directa con la agricultura, pero que están inscritas en algún campo específico de las "tecnologías punta" de la tercera RCT, como las telecomunicaciones. Así, la empresa aeroespacial *Mc. Donnel Douglas Corp.*, ha presentado una secadora de grano de microondas cuya fabricación la autorizó una empresa de Carolina del Norte, la *TRW Inc.* quien desarrolla sistemas de control de equipo

[8] *Idem.*

[9] *Idem*, p. 4.

agrícola que permitirán a un agricultor, entre otras cosas, manejar un tractor que se encuentra en un campo distante, sentado ante una computadora. *Raven Industries Inc.* trabajó sobre un 'monitor de pérdida de grano', dispositivo electrónico para trilladoras, que mide el grano que se desperdicia.[10]

La presencia de la tercera RCT en la agricultura tiende a expandirse aceleradamente; un estudio pronostica que para 1990 el 30 por ciento de los agricultores norteamericanos tendrán computadora, es decir, del 3 al 5 por ciento más de los que ya las poseen.[11] Esto obliga a empresas tradicionalmente vinculadas con la agricultura a diversificar sus actividades en aras de sobrevivir en el mercado. *Pioneer Hi Breed International Inc.*, la productora más importante de semillas para siembra a nivel mundial, planea su expansión en ventas de computadoras a las áreas rurales; dada la gran influencia que tiene esta empresa en países subdesarrollados es posible que, cuando lo considere rentable y estratégico, comience a exportar tecnología atrasada de este tipo a sus zonas de control.

El control absoluto de la nueva tecnología cumplirá así una función determinante en la recuperación de la agricultura de los países industrializados (sobre todo EUA). En la actualidad con los mercados de exportación devastados por la recesión y la nueva competencia (sobre todo de Argentina urgida de divisas para enfrentar la crisis y solventar su deuda), los agricultores estadunidenses pagan un alto costo: precios deprimidos como consecuencia de la sobreproducción, compromisos bancarios que no pueden cumplir, pérdidas abrumadoras de valor neto debido a valores declinantes de los terrenos y de la maquinaria, la capa superior de la tierra destruida por la erosión debido a la exportación que indujo a la sobreexplotación sin responsabilizarse de la conservación, insolvencia, etcétera,[12] situación que podría agudizarse todavía más dado lo insostenible de la política de subsidios* que el gobierno

[10] Schneider. Ob. cit., p. 5.

[11] *Idem.*

[12] Sinclair, Word. "Leyes agrícolas siembran la crisis". *Contextos*, año 3, núm. 52. México, 1985.

* La investigación subsidiada federalmente implica una contradicción, por una parte promueve los avances que impulsan la producción y por la otra, paulatinamente expulsa al agricultor de la tierra para dar paso al empresario agrícola. Cálculos recientes del Departamento de Agricultura muestran que han aumentado los gastos de producción de los agricultores en un 64 por ciento desde 1977, mientras que los precios de los productos agrícolas se elevaron sólo un 37 por ciento. La relación precio/costo ha sido inferior a uno cada mes desde enero de 1981, según dichos cálculos. De hecho los subsidios del

norteamericano ha venido implementando como apoyo a la producción y a las exportaciones agrícolas y que no se ocupa de la conservación ni de tierras ni de aguas.

La empresa trasnacional y la conformación clásica de los complejos agroalimentarios: el caso de las semillas mejoradas

La internacionalización del capital tiene su expresión concreta en las empresas trasnacionales (ET). La expansión de estas empresas responde a varios sectores: capitales de diverso origen, tecnologías generadas en otras áreas, mano de obra local barata, ventajas arancelarias. A través de todos ellos, diferentes fases segmentadas se combinan para participar en un proceso productivo global que tiene como destino el conjunto del mercado mundial.[13]

En el sector agroindustrial la expansión de las ET encuentra mayores limitaciones que en otras ramas industriales debido, fundamentalmente, a las características peculiares de la producción agrícola y alimentaria. De cualquier manera, dichos obstáculos se han depurado a tal grado, que hoy en día existe un mayor intercambio y transferencia internacional de tecnología hacia las filiales de ET y consecuentemente hacia los países económicamente dominados. La transferencia e intercambio se han convertido en mecanismos ideales a través de los cuales se impone a nivel mundial la tecnología generada por países industrializados. No obstante, con la extensión evidente de la tercera RCT hacia la agricultura, los diferentes Estados nacionales parecen mostrar una mayor sensibilización por contener la dependencia ancestral que existe en el renglón tecnológico y es por esa razón que se preocupan por formar grupos académicos que busquen soluciones concretas.

La penetración de las ET específicamente en el ámbito latinoamericano ha sido en los eslabones[14] 1, 3 y 4 de la cadena

Deparamento de Agricultura forman la única fuente de ingreso neto de los agricultores estadunidenses.

[13] Arroyo, Gonzalo. *et al. Agricultura y alimentos en América Latina, el poder de las trasnacionales*, ICI, UNAM, México, 1985, p. 15.

[14] De acuerdo con Arroyo, la cadena agroindustrial está conformada por cuatro eslabones principales: 1) Contiene la producción de insumos y equipos agroindustriales (máquina, semillas, abonos, insecticidas, herbicidas, productos farmacéuticos y otros); 2) Producción agrícola y forestal (y en menor grado pesquera); 3) Procesamiento agroindustrial de los productos (agroindustria alimentaria, aunque también textil, bebidas) y 4) Distribución de los productos

agroindustrial.[15] Ello les ha permitido imponer las modificaciones tecnológicas que, según sus intereses, requiere la agricultura. La forma específica de controlar estos eslabones, y consecuentemente los diferentes complejos agroalimentarios que se forman alrededor de ellos, es a través de su inserción en servicios como el crédito, la asistencia técnica y la asistencia tecnológica. Además, influyen en las políticas económicas nacionales más globales (precios agrícolas, subsidios, importaciones y exportaciones) y en las políticas de cooperación de ciertos países AID, *Public Law* 480, *Banco Mundial*, FMI, etcétera).

Una razón por la cual no participan en el eslabón 2 es que éste constituye la fase más rigurosa de la producción agroalimentaria, ya que involucra factores tanto de orden natural (escasez de lluvias), como de orden político (conflictos legales por la tierra, rebeliones campesinas, etcétera). No obstante, el dominio que ejercen en el eslabón 1 a través del cual determinan las modificaciones tecnológicas de la agricultura, les permite convertir a la producción agrícola en un sector siempre subordinado a la cadena agroindustrial. Sobre todo a partir de las semillas mejoradas a través de cuyo control sujetan hasta a los sectores más informales de la agricultura capitalista como el agricultor de subsistencia.

El desenvolvimiento histórico de las ET en América Latina se conforma en tres periodos[16] que reflejan la penetración, expansión y recomposición del capital y su incidencia en la división internacional del trabajo agrícola.

El primer periodo comprende desde fines del siglo pasado hasta la Segunda Guerra Mundial; este lapso se caracteriza por la existencia de una organización centralizada del sistema agroalimentario mundial donde las ET se dedicaban a la explotación directa de la tierra, y el control de la transformación de productos agrícolas. La explotación de las materias primas se localizaba fundamentalmente en África, Asia y América Latina para su transformación y distribución local en países desarrollados. El propósito que se buscaba en este periodo era ampliar las fronteras agrícolas para abastecer los mercados de las economías avanzadas, dado que su propio desarrollo junto a la especificidad de la división in-

elaborados hasta el consumidor final (servicios de almacenamiento y transporte, comercialización a granel y en detalle, consumo organizado, etcétera).

[15] Arroyo. Ob. cit., p. 17.

[16] Véase al respecto Arroyo, Gonzalo. Ob. cit., pp. 23–26; también Suárez, Blanca y Vigorito, Raúl. "Capital Extranjero y complejos alimentarios en América Latina". *Problemas del Desarrollo* 47/48, IIEc-UNAM, México 1982, pp. 152-157.

ternacional del trabajo, habían presionado al déficit de productos básicos como la carne y los cereales.

La agricultura capitalista de la periferia, que todavía observaba una incorporación de tecnología externa incipiente, llegaba por la vía de su articulación directa con el ciclo de capital productivo de los países centrales. Existía un sistema alimentario básico conformado en torno a las economías avanzadas y sin vinculación aparente con el circuito de consumo interno. Paralelamente,el consumo regional de la periferia se satisfacía con la producción de los grupos campesinos de subsistencia y prácticamente no se registraban modificaciones en los hábitos alimentarios. El comercio exterior era el mecanismo de ajuste entre la producción básica de la periferia y la industrialización y consumo de bienes agrícolas del centro.

El segundo periodo abarca desde finales de la Segunda Guerra Mundial hasta fines de los años sesenta. Durante este lapso aparecen varias ET nuevas, orientadas a los mercados de países desarrollados que todavía no se saturaban de Europa y Japón.

Buena parte de las inversiones agroindustriales se dirigían hacia países de América Latina cuyos mercados en constante expansión ofrecían mayores posibilidades de desarrollo agrícola; las ET se extienden hacia la fabricación de alimentos diferenciados y destinados a mercados de altos ingresos. Es ahí donde de hecho se observa una mayor transferencia de tecnología hacia la periferia; también se consolida la tendencia a controlar la agricultura regional por medio de la supervisión científica y tecnológica que ejerce el centro. En este periodo las ET prácticamente abandonan las actividades productivas directas en la agricultura (eslabón 2 de la cadena agroindustrial).

Los métodos intensivos de producción y de alto empleo de insumos, sustituyen a las prácticas extensivas características del primer periodo. Con estas prácticas y la ayuda del subsidio a la agricultura (sobre todo en los países periféricos), se gesta la nueva organización agroindustrial que tiene como centro a los sistemas productores de proteínas.

Este proceso, generalizado en el ámbito internacional, se manifiesta por la tendencia a la extensión de un mismo patrón agroalimentario. Las ET se comparten los mercados y con ello ocurre una descentralización del ciclo del capital. Paralelamente se propaga una misma forma de producir y consumir; algunos sistemas alimentarios desaparecen, otros se transforman y surgen además nuevos encadenamientos productivos. Esto mismo sucede con las actividades de las empresas. La antigua ET, principalmente co-

mercial, sustituida o eclipsada por la gran corporación productora trasnacional. La economía agrícola central se trasnacionaliza en la producción de insumos, en el procesamiento agrícola y en la creación de pautas de consumo. La agricultura se encadena más fuertemente al ciclo del capital productivo, ahora trasnacional.

Las ET producen ahora los mismos tipos de alimentos con igual organización en los diferentes países. Las ET sincronizan la circulación internacional del capital productivo repitiendo el mismo procedimiento entre los países. El comercio regulado por las ventajas comparativas tiende a declinar. El mismo sistema agroalimentario se reproduce en espacios de acumulación que tienen diferentes relaciones de distribución entre agricultura e industria.

El tercer periodo inicia en los años setenta y abarca hasta nuestros días. Las ET consolidan definitivamente su posición hegemónica, aunque no incrementan considerablemente las inversiones directas en la agroindustria alimentaria, buscan la diversificación* de las inversiones locales y frecuentemente recurren al crédito interno y al apoyo del Estado para diversificar sus operaciones. En los últimos cinco años tienden a participar más decisivamente el primer eslabón de la cadena agroindustrial, particularmente en las tecnologías de punta como la biotecnología y la ingeniería genética, lo cual responde al proyecto de reforzar su control en la agricultura, acelerando el desplazamiento de los

* Recientemente las ET han optado por establecer convenios tripartitas, mismos que se suscriben entre una o más empresas foráneas que transforman alimentos, los agricultores de la región o del país que se trate y el gobierno respectivo. En algunos casos son contratos de producción en los que el gobierno proporciona crédito a insumos a los agricultores. En otros sin embargo, son convenios donde los agricultores pueden compartir las acciones de la planta industrial. Un ejemplo de esta modalidad es el proyecto de la Chontalpa, México; en el cual participan la *Nestlé*, miembros de los ejidos de la localidad y el gobierno.

Las responsabilidades de los agricultores en los convenios tripartitas son los mismos que en el régimen contractual clásico (ejemplo, empacadoras del Bajío), pero los riesgos y responsabilidades de las empresas varían considerablemente, lo común es que las empresas traten de que los gobiernos o entidades públicas se hagan responsables de las inversiones en infraestructura (desmontes de tierras, sistemas de riego, caminos, etcétera) en tanto que ellos aportan el capital de trabajo. Esta última erogación, igual que en el régimen contractual, toma la forma de anticipos de materias primas e insumos, mientras que los bancos oficiales suministran a menudo los préstamos necesarios para la agricultura. Sin embargo algunas empresas como la *Anderson Clayton*, *Ralston Purina* y *Bunge & Born*, han optado por las compras en el mercado abierto y es posible que esta modalidad desplace a futuro al régimen contractual (véase al respecto Oman, Charles y Rama, Ruth. "Las nuevas formas de inversión internacional en la agricultura norteamericana". En: *Comercio Exterior*, vol. 36, núm. 10, México, 1986, pp. 981-984).

países subdesarrollados como productores de materias primas y limitando aún más, mediante el control genético, la independencia de estos países para producir sus propios alimentos.

De esta manera, los complejos agroalimentarios controlados por ET incrementan su participación en la producción y comercialización de la nueva tecnología, a través de ella conforman nuevos complejos o afianzan los ya existentes, aunque el objetivo principal parece girar en torno a reforzar el carácter empresarial de la agricultura.

En la recomposición de los complejos, el núcleo de poder de las ET se traslada a la producción e importación de insumos para los mercados internos y el procesamiento industrial. La característica de estos complejos es precisamente la interposición de etapas sucesivas entre la agricultura y el consumidor; en la agricultura es la sustitución constante de una material por otro aparentemente de mayor efectividad productiva, con lo cual los ritmos de obsolescencia tecnológica son cada vez más breves.

Existe una jerarquización entre los complejos agroalimentarios, actualmente el centro de la agroindustria es la producción de proteínas con nuevos productos (sorgo, soya, girasol, cártamo, etcétera) y nuevos mecanismos, ejemplo de mayor sofisticación en el reprocesamiento de materias primas. La ganadería extensiva ha sido sustituida por la producción intensiva de aves, cerdos, carne de res y leche; igual situación pasa en el pasto natural y la pradera eliminados por los alimentos balanceados. El destino de los granos está cambiando también, ya no es más el consumo directo, sino la industria para el consumo humano diferenciado o para la alimentación animal. Esto mismo ocurre con los insumos utilizados por la agricultura tendientes a intensificar el capital sobre el trabajo; por ello la maquinaria se expande y readecúa hasta las condiciones más adversas del terreno y se sustituyen casi definitivamente las semillas criollas de polinización cruzada por nuevos materiales híbridos, situación, ésta última, que se verá reforzada por el dominio que ya ejercen las ET en campos estratégicos de la biogenética.

La industria de semillas mejoradas, que a la par forma parte integrante del complejo agroindustrial de insumos para la agricultura, y que en mucho define los esquemas de producción, ha tenido dos fases definidas. La primera que sustentó a la Revolución Verde y aún no concluye, se le conoce como fase tradicional o empírica; en ésta la base técnica es la polinización cruzada y en mucho se orienta más por la intuición que por el dominio científico de sus procesos para lograr variedades de alto rendimiento.

De cualquier manera ha contribuido al incremento en el rendimiento de los cultivos, aunque también se le acusa de haber iniciado el deterioro genético que sufren actualmente las principales especies. La segunda fase se fundamenta en los avances logrados por la biotecnología y la ingeniería genética. Esta parte de un conocimiento científico más avanzado que se basa en los mecanismos de transmisión de la herencia en vegetales; de esta manera puede introducir un carácter deseable a la planta en mucho menor tiempo y en condiciones ecológicas más controladas, sin embargo, su desarrollo en la mayoría de los casos aún no pasa la fase experimental. De cualquier manera, debe reconocerse que esta segunda fase parte del conocimiento generado por la primera; aunque en el renglón económico, también hereda los mecanismos anteriores de control que ejercen las empresas en la privatización de los recursos genéticos, la difusión y la comercialización de los resultados conseguidos en las investigaciones financiadas por el Estado a través de centros académicos.

Así, las perspectivas que estarán guiando la nueva recomposición tecnológica de la agricultura debemos explicarlas con base en los mecanismos de expansión que caracterizó a la primera fase.

La conformación de las semillas como industria,* parte de los trabajos de investigación genética que realizaron inicialmente los países industrializados con el germoplasma proveniente de países subdesarrollados. Este tipo de investigación la desarrollaban básicamente organismos públicos financiados por el Estado, aunque también el capital privado participaba de manera indirecta con algunos gastos.

Desde el momento en que la demanda por el uso de semillas mejoradas creció, las empresas privadas tomaron el control de la industria y relegaron a los organismos públicos del proceso de mejoramiento genético. Con esta base, el capital privado terminó por definir las líneas de desarrollo global para adecuar la industria a sus intereses.

Mediante el control de esta industria, las empresas definieron el rol que jugarían a futuro los países subdesarrollados en el esquema de producción agrícola global. Por una parte les asignaron la función de proveedores de germoplasma para el desarrollo de nuevas experimentaciones y por la otra, la de acatar un nuevo esquema capitalista en sus agriculturas controlado

* Las ideas fundamentales de la industria de semillas mejoradas fueron extraídas del trabajo: "La semilla primer eslabón de la cadena agroindustrial". Torres, Felipe. *Cuadernos de Investigación*, IIEc–UNAM. México, 1987.

desde el exterior a través de la semilla, en tanto primer eslabón de la cadena agroindustrial.

La industria de semillas mejoradas se consolidó al finalizar la década de los sesenta del presente siglo. Al principio no requirió de grandes inversiones financieras ni sofisticadas técnicas para la prueba de cruzas; esto se debe a que los objetivos inmediatos de los fitomejoradores no se encaminaban propiamente a controlar el mercado mundial del insumo.

En sus inicios la industria se constituía por un gran número de pequeñas empresas de tipo familiar, las cuales pronto fueron absorbidas por corporaciones sin ningún nexo anterior con el negocio de las semillas.

Estas pequeñas empresas se ubicaban en los Estados Unidos de América y algunos países europeos, sobresalían las ahora trasnacionales como *Dekalb* y *Pionner*, pero todavía sin elevados niveles de integración. Posteriormente ocurrió una transformación profunda al interior de la industria dado que se incorporaron empresas no solo tradicionalmente vinculadas a la agricultura como *Cargill* o *Continental Grain*, sino otras del ramo agroquímico y farmacéutico.

Inicialmente las grandes empresas se dedicaron sólo al comercio, ello les permitió configurar un amplio mercado mundial en tanto que difundían la semilla integrada al paquete tecnológico, sin embargo, pronto trascendieron la mera etapa comercial y se incorporaron a la actividad productiva de la industria.

En su proceso de expansión, las empresas encontraron en los gobiernos nacionales a los impulsores más importantes de las semillas comerciales, con lo cual se privatizaron los recursos vegetales, patrimonio universal, y se limitó el intercambio libre de germoplasma. Los programas agrícolas implementados en los países subdesarrollados beneficiaron a ET, en tanto procesadoras de la tecnología.

A medida que los programas agrícolas gubernamentales difundieron variedades mejoradas y abrieron nuevos mercados, se demostró la superioridad en rendimiento de éstas e implícitamente la eliminación de los patrones históricos en el intercambio informal de germoplasma, característico sobre todo entre los campesinos de autosubsistencia.

Al adoptar la idea de difundir variedades mejoradas, las fundaciones internacionales, gobiernos y científicos occidentales supusieron que los países subdesarrollados sólo necesitaban aplicar las prácticas agrícolas del mundo industrializado para lograr su autosuficiencia alimentaria. Esta idea fue tan remarcada en la planificación agrícola, que la mayoría de los gobiernos no se

dieron cuenta en aquel momento, que contribuían a desarrollar estrategias para ajustar el tejido social a los objetivos científicos y a la comercialización de variedades mejoradas.[17]

La investigación y las patentes fueron, al igual que hoy en día, los elementos centrales que sustentaron el control de esta industria. Paralelo a su desarrollo, se multiplicaron las instituciones científicas que contribuyeron a moldear el nuevo esquema agrícola mundial. En 1940 surgieron asociaciones internacionales como la *Rockefeller* quien apoyó la fundación del CIMMYT (Comisión Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo) a la cual se unió posteriormente la *Ford*; ambas crearon el IRRI (Instituto Internacional para el Mejoramiento del Arroz) en Filipinas. Cuando los éxitos aumentaron y las posibilidades de inversión también, se incorporó la fundación *Kellogg* y desde ese momento transfirieron la responsabilidad de la investigación en semillas mejoradas a las Naciones Unidas.

Paralelamente, Robert Mc Namara del Banco Mundial fundó el CGIAR para que asociaciones y gobiernos nacionales aportaran fondos a la investigación genética, aunque el control real nunca escapó a las fundaciones internacionales ni a las empresas.[18]

Los centros de capacitación y el personal altamente calificado que se formaba en los programas del CIMMYT e IRRI, lograron incrementos reales a la producción y también apoyo financiero subsecuente para crear otros centros bajo auspicios del CGIAR. De esta manera las empresas transfirieron la carga financiera de la investigación a los gobiernos.

El establecimiento posterior de leyes patentarias sirvió para afianzar la estructura jurídico política necesaria y para que el capital no encuentre obstáculos tanto en la expansión de la industria como el registro privado de las variedades.

El crecimiento hasta ahora observado en la industria de semillas mejoradas se debe a la importancia comercial adquirida por éstas en el contexto de la tecnología agrícola aplicada. Los elevados rendimientos de las nuevas semillas permitieron obtener cosechas abundantes en condiciones óptimas, pero el costo de producción por hectárea aumentó desproporcionadamente y pauperizó aún más al campesino pobre.

[17] Mooney, Pat. *Semillas de la tierra, ¿un recurso público o privado?* Inter Press (Ottawa) para el Canadian Council for Internation y la International Coalition for Development Action (Londres). Canadá, 1981, p. 43.

[18] *Idem*, p. 41.

Las ET fueron quienes definieron la estructura mundial de la industria tal como actualmente se mantiene; a sus masivas inversiones en manipulación genética se debe al dinámico crecimiento de este ramo agrícola en las dos últimas décadas.

La presencia de ET en el negocio de las semillas obedece al proceso de internacionalización del capital, que introdujo cambios profundos en las formas de producción y en la división internacional del trabajo agrícola.

El núcleo de dominio de las ET (posesión de materiales originales) se localiza en sus matrices de países industrializados y a través de las semillas inducen al uso del paquete tecnológico hacia los subdesarrollados conformando nuevos patrones agrícolas.

Las semillas mejoradas representan para la ET algo parecido a la "punta de una lanza", que sirve para subordinar la agricultura de los países subdesarrollados al uso de tecnologías modernas, creadas en el exterior y bajo otro contexto socioeconómico.

Si bien resulta cierto que las leyes internas de cada país en materia de semillas puedan influir en la postura adoptada localmente por las ET, es casi seguro que su forma inicial de penetración sea comercializando semillas desde su país de origen. Cuando logran ampliar el mercado, participan en la producción interna directa empleando materiales básicos provenientes de las matrices y presionan para obtener permisos de experimentación con variedades locales.

Al concluir la etapa anterior las ET seleccionan los cultivos que más conviene explotar y auxiliadas por eficientes redes comerciales, marginan a las empresas que operan con capital local. El control de materiales básicos internos les permite crear, a su vez, nuevas variedades para exportarlas a otros países demandantes, al tiempo que acrecientan el acervo de sus matrices y su dominio sobre una línea específica.

Cuando inician sus actividades en los países donde penetran, las ET se interesan por adquirir empresas pequeñas conformadas localmente, para poder ampliarse sobre la base de un espacio comercial ya desarrollado.

El dinamismo de esta industria obedece en mucho a la incorporación paulatina de empresas provenientes de giros industriales distintos a las semillas; sobre ellos destacan los agroquímicos cuya participación es cada vez más creciente. De las 30 empresas agroquímicas más importantes en el mundo, la mayor parte son también productoras de semillas.

Lo anterior puede quedar explicado en el hecho de que este nuevo giro industrial permite a las compañías agroquímicas diversificar sus actividades sin riesgo de verse frenadas. En la

industria de semillas eliminan la posibilidad de que los gobiernos o grupos ecologistas denuncien la nocividad ambiental de sus productos químicos.

Así pues, en el selecto grupo industrial que conforma la industria de semillas dominan empresas provenientes del ramo químico farmacéutico; hay excepciones como ITT, *Anderson Clayton* y *Cargill*, pero las más importantes son *Ciba Geigy*, *Sandoz*, *Pfitzer*, *Upjohn*, *Monsanto* y *Royal Dutch and Shell*,[19] cuyo crecimiento comenzó con la autorización otorgada para patentar variedades vegetales.

El uso de agroquímicos es hasta hoy en día determinante en la agricultura moderna, actualmente no podría prescindirse de su uso en tanto sólo ellos garantizan la resistencia, aunque sea temporal, de los híbridos a las plagas y enfermedades; ello explica la vinculación de las ET de este ramo a las semillas.

Agroquímicos y semillas mejoradas tienen como ámbito comercial a los países subdesarrollados, sobre todo en regiones donde se cultiva algodón, maíz, arroz, trigo y frutas. Este espacio resulta más seguro para las ET ya que la agricultura está fuertemente apoyada por subvenciones gubernamentales, en aras de incrementar la productividad y reactivar la agricultura de exportación.

El desarrollo científico tecnológico en la conformación de una nueva agricultura

Resulta evidente constatar hoy en día la forma en que el desarrollo de la tercera RCT incide en la conformación de una nueva agricultura. Esta responde a la reorientación de las funciones del sector en apoyo al proyecto internacional de reconversión industrial. En este sentido, la nueva fase del desarrollo agrícola no mantendría mayores diferencias con respecto al papel clásico que le ha correspondido ocupar en el desarrollo del capitalismo.

Donde indiscutiblemente subyacen diferencias claras con respecto a fases anteriores del desarrollo agrícola, es en las características que hoy adopta la aplicación del conocimiento científico, ya que viene a provocar modificaciones sustanciales en la especialización productiva; en las características de las plantas y la transformación de sus productos; en los insumos utilizados en el proceso productivo; en las modalidades del consumo y, dada la

[19] Mooney. Ob. cit., p. 62.

nueva composición orgánica del capital intrasectorial, hasta en la transferencia del valor de la agricultura a la industria.

Sin embargo, lo problemático de estos cambios radica, no en su naturaleza misma, sino en el ahondamiento de las diferencias científicas y tecnológicas entre países industrializados y subdesarrollados, ya que el núcleo de poder de esta nueva agricultura se encuentra en el desarrollo secular de la ciencia y la infraestructura creada para la aplicación de nuevas experimentaciones; amén de una mayor concentración de los recursos genéticos, proceso, este último, que tiene largo tiempo de haberse iniciado en los países industrializados, saqueando los centros originales de diversidad ubicados en el Tercer Mundo.

Esta nueva agricultura acarrea paralelamente una diferenciación sustancial en el coeficiente de productividad de los países, lo cual se ha logrado gracias a la complementariedad que existe entre el avance tecnológico de la agricultura y los avances registrados en otras esferas de las tecnologías punta como la microelectrónica y la cibernética; con ello tienden a desplazar a los países subdesarrollados como proveedores de materias primas alimentarias y no alimentarias y determinan de hecho, la orientación del patrón agrícola de estos últimos.

Gracias al aprovechamiento integral del avance científico generado en otras ramas de la producción, la agricultura tiende a abandonar su fase de mecanización actual, por la automatización de todo el proceso productivo en forma casi similar a la industria.

Dado el deterioro sistemático que han sufrido los recursos vegetales y el rompimiento gradual de los ecosistemas, derivado de la explotación intensiva e irracional y la aplicación indiscriminada de métodos artificiales en la fase anterior, esta nueva fase pone un mayor énfasis en el equilibrio biológico y en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y su regeneración.

Lo anterior implicará una recomposición de los sectores industriales que conforman la agricultura; así, algunos se reforzarán, otros desaparecerán y se crearán nuevos. Por ejemplo, la industria de fertilizantes químicos perderá importancia progresiva por los avances registrados en la fijación biológica del nitrógeno en las plantas; igual situación puede ocurrir con la industria de insecticidas, ya que son casi un hecho los alcances que puede tener la manipulación genética para que la planta genere su propio herbicida. En cambio se reforzarán sectores como la computación aplicada a la agricultura con lo cual se lograría la automatización total del proceso de producción agrícola.

Todos estos avances generarán efectos profundos en la estructura de propiedad de la tierra, en la fuerza de trabajo y

pueden acarrear una mayor pauperización de las condiciones de vida del campesinado, si es que las reglas del juego que se han establecido para la liberación del conocimiento científico, no cambian de orientación en los objetivos que se han propuesto para mantener el nivel ascendente de la tasa de ganancia. Por otra parte, la incorporación del avance científico es ineludible en función del incremento mundial de las demandas alimentarias y la necesidad que existe hoy en día por preservar el equilibrio ecológico que se pondría en peligro más acentuado con la ampliación de la frontera agrícola.

En tanto proceso no consolidado, la segunda fase de modernización agrícola enfrenta dificultades serias para su generalización, estas dificultades estriban justamente en que obstaculiza la lógica de acumulación, y tiene repercusiones importantes en la competencia por controlar los mercados mundiales de granos y cereales. Ello se ve reflejado en la tendencia a la baja de los precios donde, al menos en el caso norteamericano, los gobiernos han tenido que intervenir directamente por la vía de los subsidios* a fin de mantener la competitividad internacional de sus productos; esta situación, sin embargo, mantendrá una corta durabilidad ya que representa un fuerte déficit para el erario público que no puede mantenerse con una economía de crisis. De cualquier manera, la competencia por los mercados se resolverá en favor de quien logre afianzarse en la carrera tecnológica y consiga a través de ella sujetar a los demás países productores.

Al respecto, algunos ejemplos comienzan a manifestarse en forma abundante, los genetistas especializados en el desarrollo del maíz han comenzado a utilizar técnicas de cultivo de tejidos. Mediante ellas someten a las células de las semillas tiernas al efecto de agentes tóxicos como los herbicidas; si una de las células sufre mutaciones y se vuelve resistente al herbicida continuará reproduciéndose y podrá producir plantas que generarán nuevas semillas o granos con estas mismas características de resistencia. En plantas como el tomate se han logrado introducir genes de bacterias que producen una proteína tóxica para los insectos, la técnica consiste en la implantación del gene deseado en la célula de la planta; las hojas de la planta

* En 1986 se calculaba en los Estados Unidos de América, que el gobierno canalizaría alrededor de 30 mil millones de dólares en subsidios de apoyo a los agricultores, es decir, 7 veces más de lo que gastó en 1981, cuando las ventas totales de exportación llegaron a una cifra record de 44 mil millones de dólares y los agricultores vendieron más de 160 millones de toneladas métricas al extranjero (Schneider, Keith, ob. cit.)

producen la proteína y los insectos que se alimentan de ella mueren.[20]

En el plano de la aplicación comercial, las variedades de maíz desarrolladas para que resistan el frío y maduren tres semanas antes que los híbridos normales, han permitido a los agricultores argentinos el cultivo de grandes campos de maíz más próximos al Polo Sur. Estas mismas variedades lograron que la superficie maicera de América del Norte se ampliara 400 Km. más hacia el norte, los agricultores que sembraron más en la parte central del oeste de EUA, obtuvieron en 1986 una cosecha 5 veces el promedio obtenido por hectárea en la década de 1930.[21]

Los ejemplos recientes de la productividad lograda con la nueva tecnología agrícola abundan, los agricultores británicos comenzaron a cultivar a partir de 1979 una nueva variedad de cebada invernal que ya en 1983 produjo un millón de toneladas métricas, cantidad igual al 2.1 por ciento de la producción total de cebada en Europa. En los países de la Comunidad Económica Europea recientemente se empezó a sembrar una nueva variedad de trigo invernal, la cual ha producido cosechas que son 20 por ciento mayores que antes. En los mismos Estados Unidos de América, diversas compañías han producido nuevas variedades de trigo híbrido que alcanza un rendimiento superior al 30 por ciento sobre los híbridos normales.

La expansión de la nueva agricultura, junto a las preocupaciones recientes de los países subdesarrollados por lograr la autosuficiencia alimentaria ha llevado a una depresión del comercio internacional; éste tuvo una de sus mayores bajas en 1985 cuando se redujo en 38.5 millones de toneladas métricas, es decir el 18 por ciento según cálculos del Departamento de Agricultura de EUA, sin embargo, hubo 320 millones de toneladas métricas de granos excedentarios, la cantidad más alta registrada en toda la historia. De no haberse llevado a cabo programas de reducción de tierras durante los últimos 5 años en EUA, los excedentes mundiales habrían alcanzado más de 600 millones de toneladas métricas.[22]

En función de su articulación al proyecto internacional de reconversión industrial, la agricultura deberá readecuarse a los nuevos procesos de producción que requerirán menos materia prima y menos energéticos. Se explotarán en mayor

[20] Schneider, Keith. "Los avances científicos llevan hacia una era de excedentes alimentarios en el mundo". En: *Contextos*, año 4, núm. 71, México, 1986, p. 39.

[21] *Idem*, p. 40.

[22] *idem*.

grado los recursos internos de los países industrializados y mejorarán las técnicas de reciclado. En consecuencia, no sólo las exportaciones manufactureras de los países subdesarrollados se verán amenazados, también ocurrirá lo mismo con los productos del sector primario.[23]

Ante ello, el dilema que enfrentan actualmente los países subdesarrollados es vislumbrar la forma más adecuada de insertarse al desarrollo tecnológico de la nueva agricultura debido al atraso científico evidente, su necesidad de mantenerse en alguna forma dentro del mercado de materias primas y la urgencia de satisfacer las propias demandas regionales de productos agrícolas.

Con base en lo anterior, deberán abocarse al desarrollo inmediato de por lo menos una línea de la nueva tecnología agrícola de acuerdo a las posibilidades de sus propios recursos científicos, naturales y financieros a efecto de mantener una competitividad parcial en el campo de las nuevas especializaciones, previendo las necesidades futuras del consumo y recursos para satisfacer, sobre todo, las crecientes demandas alimentarias mundiales, paradójicamente enfrentados a una competencia que no por eso permite el abaratamiento de los precios agrícolas.

A la fecha han surgido algunos intentos por prever esas necesidades para con base en ello proyectar el desarrollo futuro de la agricultura mundial, a efecto de no acentuar los desequilibrios irremediables venideros. Uno de estos intentos fue elaborado por la FAO[24] sobre la base de un modelo prospectivo[25] aplicado a 90 países del orbe.

Este organismo tiene en cuenta que los alcances de la tercera RCT en la agricultura podrían ser considerablemente

[23] Junne, Geral. "Nuevas tecnologías, una amenaza para las exportaciones de los países en desarrollo". En: *Revolución Tecnológica y Empleo: efectos sobre la división internacional del trabajo.* STPS-PNUD-OIT, México, 1986, p. 46.

[24] FAO. "Agricultura horizonte 2000". Colección FAO: *Desarrollo económico y social*, Roma, 1981.

[25] Las prospectivas se basan en tres modelos: 1) Modelo tendencial basado en la extrapolación de las tendencias pasadas en cuanto a la producción y el consumo de productos agrícolas; 2) Modelo A (optimista) se sustenta en la hipótesis de que los países en desarrollo alcancen los objetivos de crecimiento económico general establecido en la nueva Estrategia Internacional de Desarrollo (EID) y mejoren su rendimiento agrícola; 3) Modelo B de crecimiento medio se basa en el supuesto de que se consigan tasas de crecimiento más modestas en la agricultura y en la economía en general.

El modelo A tiene en cuenta que el crecimiento de acuerdo a la EID será de 7.0 por ciento para los países desarrollados como conjunto, 7.2 para los de ingresos medianos y 6.4 por ciento para los de ingresos más bajos. Las del modelo B son: 5.7, 5.9 y 5.1 por ciento respectivamente.

más poderosos que los precedentes. Las primeras afectaron principalmente a los países desarrollados, tal vez el 40 por ciento de la tierra cultivable del mundo y la cuarta parte de la población mundial. La Revolución Genética de las plantas afecta al 90 por ciento de la tierra y a 4.5 mil millones de personas. Las semillas son mejores, más fáciles de desarrollar y los agricultores tienen pocos problemas para utilizarlas.

En el renglón de la producción* sus fuentes principales serían: el aumento de la superficie cultivable, el incremento de la producción que se cosecha cada año y, sobre todo, el aumento notable del rendimiento de cada unidad de tierra cosechada mediante la intensificación de la producción. El 15 por ciento de la producción se logra mediante la intensificación de cultivos, el cual se elevará del 79 en 1980 a 86 por ciento en el año 2000. El aumento del modelo B alcanza un 80 por ciento.

Un aspecto importante de este análisis es la prospección de los costos, ya que ello conformará la nueva tipología de productores. El promedio de cada nueva hectárea será de 424 dólares (a precios de 1975) difiriendo 50 dólares en sabana y 1 000 cuando se desboca monte higrofítico. El costo de construcción de los sistemas de riego oscila desde 3 000 dólares por ha., cuando se trata de controlar las inundaciones, hasta 7 000 para un sistema completo de rociadores.

La tasa media en la aplicación de fertilizantes de países subdesarrollados se estimaba en 24 kg/ha de tierra cultivable en 1980; mientras que los países desarrollados aplicaron 155 kg/ha en 1980; se calcula que hacia el año 2000 aumentará su uso en 8.5 y 7.5 por ciento.

Por otra parte, se proyecta que en el año 2000 podrá cubrirse el 60 por ciento de las necesidades totales de semillas mejoradas, sin embargo, será indispensable que la investigación contemple orientaciones más amplias y se corrijan gradualmente los inconvenientes de la Revolución Verde. Por ello deberán producirse variedades que requieran menos insumos, que los utilicen más eficientemente, así como ampliar la investigación en plantas hasta ahora descuidadas como el mijo y las leguminosas, entre otras. También

* En el modelo A el objetivo es mejorar las tendencias de la autosuficiencia en alimentos básicos y aumentar los suministros para la exportación. Los límites principales son los recursos de tierra y agua, de inversión, los aumentos optimistas pero razonables de la productividad (rendimiento) y los obstáculos comerciales (de exportación). El modelo B explora una trayectoria de crecimiento en la que los países, aun mejorando la producción tendencial, no consiguen el desarrollo propuesto en el modelo B.

deberán tener resistencia innata a plagas y ser más eficaces en la aplicación de insumos, aprovechamiento del agua, etcétera.

El modelo A plantea la duplicación de la producción agrícola, el modelo B gira en torno a un aumento del 30 por ciento. Ambos proyectos dependen de que se logre una gran transformación en la agricultura en los países subdesarrollados (casi una Revolución Agrícola), que entraña la modernización tecnológica y se basa, sobre todo, en el aumento masivo de los insumos (bastante más del doble de las inversiones anuales y no menos del triple de los insumos corrientes solo que respecta al modelo A). Situación que en los países subdesarrollados dependería tentativamente de las importaciones, lo cual resulta doblemente complicado en un periodo de crisis.

En el año 2000 la contribución de la maquinaria será de 50 por ciento en América Latina y 1/3 en el Cercano Oriente. El crecimiento anual alcanzaría el 6.6 por ciento (tan solo en tractores se proyecta un crecimiento del 9.5 por ciento anual). El uso de animales disminuirá del 25 en 1980 al 18 por ciento en el año 2000; la fuerza de trabajo disminuye del 67 al 63 por ciento.

El consumo total de energía debe elevarse a 36 millones de toneladas en el año 2000 de acuerdo al modelo A, el modelo B requiere 6.9 por ciento de aumento en petróleo. Los fertilizantes representan prácticamente el 60 por ciento del aumento total de energía en ambos modelos, el segundo lugar corresponde a maquinaria.

Un aspecto importante para alcanzar los resultados en el incremento a la producción es el de la investigación; aquí se presenta un problema de desventaja, ya que alrededor del 80 por ciento de ella tiene lugar en países desarrollados. En los países subdesarrollados la investigación recibía durante 1980, alrededor del 0.5 por ciento de los ingresos agrícolas, o sea menos de un tercio de la proporción correspondiente en países desarrollados. Para apoyar el crecimiento de la producción del modelo A el gasto en investigación tendría que aumentar 8 por ciento anual hasta 1990, año en que sumará un total de 1 600 millones de dólares (de 1975) es decir, aproximadamente un 0.6 por ciento del PIB agrícola. El criterio de la investigación deberá ser prestar mayor atención a las necesidades de las tierras de secano en las zonas donde existen problemas de suelo y clima, y a los cultivos de subsistencia como las leguminosas, raíces y cereales secundarios; al igual que frutas y hortalizas que pueden atenuar el desequilibrio existente entre la alimentación y las praderas y pastos para ganado.

En el renglón de inversiones, entre 1980 y el año 2000 se estima un monto total de 1 billón 690 mil millones de dólares (de 1975) para lograr elevar la producción a razón de 3.7 por ciento anual. Para el modelo B tal cifra es de 1 billón 386 mil millones de dólares. Alrededor del 41 por ciento de estas cifras se invertirá en el Lejano Oriente, 36 en América Latina, 11 en África. El 28 por ciento de la inversión es para tractores y equipo y 20 por ciento para riego; la mayor parte de ella se concentraría en el Lejano Oriente.

Bajo las consideraciones anteriores, los países subdesarrollados no tienen otra alternativa que la de incrementar su infraestructura en la investigación sobre granos, cereales y productos tropicales en general, proteger más sus recursos naturales y dar prioridad a convenios intra regionales para optimizar recursos financieros y técnicos ante el embate de las tecnologías externas.

La biotecnología moderna y la producción agroalimentaria

La biotecnología se ha venido desarrollando conforme al aporte sistemático de varias ramas de las ciencias naturales (fundamentalmente la química y la biología); sin embargo, debido a su reciente incursión las ciencias sociales encuentran dificultades para analizarla, recrearla y vislumbrar con mayor claridad su impacto en los diferentes planos de la sociedad. Algunas de estas dificultades estriban a partir de su propia conceptualización,* la inter-

* De hecho cada uno de los países y organismos con mayor avance en el desarrollo de la biotencología tienen su propia definición, y aunque no varían en lo esencial, si denotan la orientación que cada uno pretende darle. Así, las más importantes definiciones serían las siguientes: en su sentido amplio, la biotecnología engloba los procesos industriales basados en sistemas biológicos que involucran microorganismos naturales con microorganismos que han sido modificados por ingeniería genética (Australia). Es la aplicación de organismos biológicos, sistemas de proceso para manufacturar o dar servicio a las industrias. Involucra la utilización de un proceso biológico sea microbiano, planta o célula animal o sus constituyentes para proporcionar bienes o servicios (Canadá). Es el uso integrado de la bioquímica, microbiología y ciencias de la ingeniería a fin de lograr una aplicación tecnológica industrial de las capacidades de los microorganismos en el cultivo de tejidos y sus partes (Federación Europea de Biotecnología). La biotecnología tiene que ver con la introducción de métodos biológicos dentro del marco de procesos técnicos y producción industrial. Involucra la aplicación de la microbiología y la bioquímica junto con la técnica química y el proceso de ingeniería (República Federal Alemana). Consiste en la explotación industrial del potencial de los microorganismos de células animales y plantas y organismos subcelulares (Francia). Aplicación de la bioquímica, la biología, la microbiología y la ingeniería química al proceso industrial y de productos –incluyendo aquí productos para el cuidado de la salud, la energía,

pretación de sus propias técnicas específicas, el estado de desarrollo en que se encuentra, los niveles de aplicación y la factibilidad de costos. En lo que si parece existir claridad respecto a su ubicación en la dinámica de la tercera RCT como una de las tecnologías punta, a través de la cual se alterará indudablemente el desarrollo actual de la agricultura y modificará sustancialmente los patrones convencionales de producción alimentaria.

En tanto la biotecnología constituye el soporte actual del desarrollo científico de la agricultura y el procesamiento de las materias primas de origen agrícola, y representará, sin dudar el arma de control de las más poderosas trasnacionales relacionadas con la producción de insumos, resulta indispensable conocer su naturaleza y las principales modificaciones que inducirá en la conformación de un nuevo esquema tecnológico basado en la modernización.

A la fecha, la biotecnología no ha logrado expandirse suficientemente en cada uno de los eslabones que conforman la producción agroalimentaria; por tal razón observa dos polos[26] diferenciados de desarrollo, mismos que no obstante partir de principios técnicos similares mantienen un criterio distinto en lo que se refiere a la aplicación de la ciencia y a la incorporación del avance tecnológico mas reciente. Mientras que en uno de ellos persiste una fuerte carga empírica para el mejoramiento de la producción, el otro contiene los avances más espectaculares que a la fecha ha logrado la ciencia.

El primero de los polos mencionados forma parte de una corriente de opinión científica integrada básicamente por algunos grupos científicos de países subdesarrollados; a éstos preocupa la escasez de recursos financieros regionales para instrumentar proyectos que requieren costosas inversiones en un campo que está sujeto a muchos riesgos. También considera el peligro evidente que representa la adopción de tecnologías extranjeras

la agricultura y el medio ambiente. (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada). Es una tecnología que utiliza fenómenos biológicos para copiar y manufacturar varios tipos se de sustancias celulares (Japón). Es la ciencia de los procesos de producción que se basa en la acción de los microorganismos y sus componentes activos y en los procesos de producción que involucran el uso de células y tejidos de organismos más complejos. La tecnología médica y los métodos de agricultura tradicional no se consideran de manera general como biotecnología (Países Bajos). Es la aplicación de principios científicos y de ingeniería al procesamiento de materiales por agentes biológicos para proporcionar bienes y servicios (OCDE). Es la aplicación de organismos biológicos, sistemas o procesos para manufacturar o dar servicio a las industrias (Reino Unido).

[26] Limón, Jorge. "La biotecnología ¿un arma del futuro?". *Ciencia y Desarrollo*. Año IX, núm. 49. CONACYT, México, 1983, p. 3.

para el ahondamiento de la dependencia científico tecnológica, y por ende económica. Este polo propone la generalización de las denominadas "tecnologías intermedias", abocadas al rescate y readecuación de los conocimientos empíricos primitivos, mismos que pueden ser absorbidos sin grandes dificultades por los grupos de productores más pobres. Dicha postura es muy cuestionada por otro sector más fuerte de la comunidad científica internacional, tanto de países industrializados como subdesarrollados, debido a que consideran que perpetúa el "analfabetismo tecnológico" y no resuelve el problema del bajo nivel de productividad considerado un "cuello de botella" desde tiempo atrás.

El segundo polo, a menudo vinculado a las esferas de la toma de decisión política, es el que finalmente gana terreno y se va imponiendo en la nueva conformación agroindustrial. Tal éxito se debe a que, al contrario del primero, refuerza los intereses del capital en la producción agroalimentaria en tanto parte de procesos tecnológicamente refinados, intensivos en capital y energía, altamente dependientes del desarrollo de la ciencia como fuerza productiva y extremadamente sensible a las economías de escala.

Un tercer polo propone la adopción de tecnologías coherentes con la posibilidad de lograr el "equilibrio tecnológico" a través del cual puedan generalizarse procesos simples fundamentados en los grandes avances científicos. Concretamente, la propuesta se orienta a la intensificación del conocimiento ya generado que lleve eventualmente a la autogestión tecnológica. Sin embargo, este planteamiento tiene una base de sustentación muy endeble debido a que la generalización del conocimiento en la nueva agricultura no parte de un desarrollo homogéneo, sino que está fuertemente concentrado por el capital trasnacional cuyo propósito es un mayor control del mercado internacional por la vía del dominio tecnológico.

De cualquier manera, antes de analizar los impactos futuros que puede acarrear la biotecnología en la producción agrícola y en la organización social en tanto componente de la tercera RCT, conviene ubicar sus orígenes.

La aparición de la biotecnología está asociada a uno de los primeros casos de selección genética de plantas ocurrido en Egipto 6000 años aC.[27] Se le vincula, asimismo, con las primeras culturas desarrolladas, quienes preparaban una especie de cerveza ácida denominada *boozah* lograda a partir de la

[27] Montiel, Fernando. "Ingeniería Genética: Antecedentes y perspectivas futuras". En: *Foro Universitario*, núm. 62, época 11. México 1986, p. 19.

molienda y amasado de cebada germinada. Esta masa era sometida a un proceso de fermentación al final del cual se obtenía la cerveza.

Durante los siguientes mil años se desarrollaron procedimientos para obtener vino y pan mediante la inoculación de masa fresca ya fermentada.* Así, más bien por efecto del azar que de una planeación cuidadosa de por medio, se inició una cuidadosa selección genética de las levaduras, microorganismos responsables de la fermentación de la cebada, el mosto de la uva y de la masa de trigo para obtener la cerveza, el vino y el pan.

De esta manera, el hombre llevaba a cabo el proceso de selección sin que existiera un conocimiento sistematizado de cómo se expresaban y conservaban las características de los seres vivos, ni cómo se trasmitían a sus descendientes. A pesar de realizar casi cotidianamente la selección de características deseables, era incapaz de modificar controladamente dichos caracteres.

Sin embargo, a partir de 1860 la biotecnología comenzó un desarrollo científico sorprendente gracias a los descubrimientos logrados por Mendel[28] sobre las leyes de la herencia, a ellas siguieron en 1911 las investigaciones de Johansen sobre los genes. Durante 1940 se descubrió que cada gene codifica una proteína y que está constituído por ácidos nucleicos. También se logró determinar que la información genética se trasmite a través del DNA (ácido desoxirribonucleico).

En 1953, Watson y Krik llegaron a la conclusión de que el DNA es una molécula de tipo doble hélice compuesta por dos bandas entrelazadas entre si alrededor de un eje común, de manera aproximada a una escalera de caracol. Las bases nitrogenadas se encuentran orientadas hacia el centro de la molécula mientras que los azúcares y ácidos fosfáticos se localizan en la periferia actuando como armazón o estabilizadores de dicha molécula. Al separarse una banda de la otra en virtud de su complementariedad, cada banda sirve de molde para la nueva banda, siendo el resultado dos dobles hélices.

* El término fermentación se refiere a todo proceso por el cual la materia orgánica (en general de naturaleza vegetal) se transforma en productos específicos por la actividad controlada de cepas de microorganismos selectos. Pasteur demostró que la fermentación es un proceso que guarda relación con "lo vivo" y no con la química pura, concepto de gran importancia que iniciaba una nueva época y permitía en particular interpretar las patogenias de origen microbiano (Véase al respecto Douzo Pierre. *Las biotecnologías*. FCE México, 1986, pág. 9 y ss).

[28] Montiel. Ob. cit. pp. 21-23.

A partir de lo anterior se conforma lo que se conoce como biotecnología moderna y crece el interés por realizar experimentaciones con el afán de darles una orientación comercial a los resultados; ya para 1973 se introdujeron a una célula moléculas recombinantes creadas artificialmente. En 1974 se logró que un gene de una especie bacteriana funcionara de manera aparentemente normal en una especie diferente; así se produjeron moléculas como *insulina* e *interferón*.

Desde ese momento la biotecnología ha logrado avances cada vez más espectaculares a través de tres vertientes fundamentales: la ingeniería genética, la tecnología enzimática y la ingeniería bioquímica.[29] De tal manera que se conformó con el uso integrado de la bioquímica, la microbiología y la ingeniería (Cuadro 4) con el fin de lograr la aplicación tecnológica (industrial) de las capacidades de los microorganismos, y de las células y sus partes cultivadas en tejidos.[30]

Las ramas de aplicación potencial que puede tener esta ciencia son aún indeterminadas, pero el mayor desarrollo* actual lo tienen los medicamentos y salud (antibióticos, hormonas, derivadas de la inmunología, vitaminas y reactivos de análisis biológicos y diagnósticos); alimentación humana y animal (alimentos y bebidas fermentadas, proteínas alimenticias, almidón y productos edulcolorantes y aminoácidos); agricultura y ganadería (biotecnología e industria de las semillas, biopesticidas y mejoramiento genético de los animales) enzimas y productos químicos intermedios (solventes y productos químicos de base, biopolímeros); y biotecnologías en el terreno de la energía, del ambiente y de las materias primas (combustibles sustitutivos, procedimientos biológicos de lucha contra la contaminación, biolixivación y recuperación de metales).

La base científica de la biotecnología moderna es la ingeniería genética; se basa en la manipulación del material genético de organismos vivientes para lograr que adquieran nuevas funciones. Junto a la ingeniería genética se está desarrollando aceleradamente la tecnología de enzimas, proteínas que aumentan la velocidad de las reacciones químicas y permiten que los organismos vivientes lleven a cabo sus reacciones con la presión atmosférica

[29] Limón, Jorge. Ob. cit.

[30] Definición correspondiente a la Federación Europea de Biotecnología, la cual resulta a nuestro juicio la más amplia por considerar la biconversión desarrollo científico-aplicación industrial independientemente del sector al cual vaya dirigida tal aplicación.

* Debido a la delimitación que establece el presente trabajo, sólo nos concretaremos a la agricultura y en menor medida a los alimentos.

y la temperatura ambiente corporal. A diferencia de los procesos tradicionales (como la elaboración de queso, vino, pan y cerveza), la tecnología o bioquímica enzimática ha determinado la metodología para el aislamiento y purificación de las enzimas.[31] Sin embargo, el control científico de las enzimas se ha logrado gracias a la existencia de una ingeniería de procesos como lo es la ingeniería bioquímica, la cual contribuye al desarrollo de la Revolución Tecnológica con el uso de los microprocesadores, sistemas más avanzados de control y de análisis en tiempo real.

Los procesos tradicionales de fermentación son el fundamento de la microbiología industrial desarrollada por Pasteur a mediados del siglo pasado. Con estos descubrimientos se generaron diversos procesos industriales de fermentación[32] que, sin embargo, no fueron tan significativos como los que se lograron durante el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial.

Ante la necesidad apremiante de producir antibióticos que requería la guerra, se consiguió desarrollar un proceso industrial más rápido y eficiente que, los comunmente utilizados, con ello surgió la técnica del cultivo sumergido aeróbico en tanques agitados. Ello estimuló el surgimiento de la ingeniería bioquímica, pues se hizo evidente la necesidad y las posibilidades de aplicar los principios tecnológicos de ingeniería a la fermentación y combinarlos con el conocimiento biológico.

Las áreas que mayor desarrollo han tenido en los últimos años son la proteína microbiana (también denominada unicelular o biomasa) y la tecnología enzimática. La primera surgió como respuesta a la gran demanda y necesidad de producir alimentos baratos y en gran escala, y al encontrarse que las características microbianas (corto tiempo de duplicación, alto contenido proteico y no dependencia de las condiciones climatológicas, presentan grandes ventajas con respecto a otras fuentes de proteína).

La tecnología enzimática ha recibido un gran impulso debido a que sus posibilidades de aplicación en el área médica y de alimentos son muy prometedoras. La técnica enzimática básica son las fermentaciones. Para que una fermentación se realice es necesario cumplir los siguientes requisitos: tener un microorganismo de características idóneas para su proceso y producto particular, proveer un medio cultivo adecuado que contenga todos los nutrientes esenciales en proporciones y cantidades requeridas y establecer y controlar las condiciones

[31] Limón, Jorge. Ob. cit. p. 4.

[32] Síntesis extraída de Quintero, Rodolfo. *Ingeniería bioquímica, teoría y aplicaciones*, Edit. Alhambra mexicana. México, 1981, pp. 16-23.

fisicoquímicas necesarias para el desarrollo de la fermentación. Como resultado se obtendrá una cantidad de microorganismos mayor a la inicial y diversos productos (antibióticos, esteroides, enzimas, ácidos orgánicos, etcétera).

El proceso de fermentación comprende no sólo las reacciones bioquímicas efectuadas por microorganismos y enzimas, también considera las características físicas y de operación del recipiente para fermentar y las operaciones que se efectúan antes y después de la fermentación. El proceso distingue tres áreas principales: laboratorio, fermentación y extracción.

Los procesos que actualmente se desarrollan con el fin de producir proteína unicelular para la alimentación humana, se basan en el crecimiento de levaduras en melazas. Para la alimentación animal el proceso tiene una variación relativa, ya que las levaduras y bacterias se crian en hidrocarburos, principalmente metano.[33]

Una de las mayores motivaciones que existen para la producción de proteína unicelular, es el hecho de que las fuentes de proteína convencional posiblemente no alcancen a cubrir totalmente en lo futuro la demanda generada, razón por la cual debe recurrirse a fuentes no convencionales como la presente.[34]

El término proteína unicelular significa la producción de alimentos proteicos derivados de microorganismos unicelulares crecidos en cultivos sumergidos en diversas fuentes y desperdicios. También se le conoce como proteína microbiana, biomasa o SCP (*Single Cell Protein*). La producción de proteína unicelular presenta las siguientes ventajas:

a) Los microorganismos no dependen de las condiciones agrícolas o del clima, sino que son cultivados en grandes fermentadores;
b) los tiempos de duplicación de la masa son cortos;
c) la posibilidad de experimentación genética para mejorar el contenido proteico puede efectuarse en corto tiempo, y
d) la producción no está limitada por superficie o por luz solar.

Otras características importantes son la eficiencia de conversión y el mejoramiento proteico de los alimentos. Por ejemplo,

[33] Limón, Jorge. Ob. cit., p. 5.

[34] La síntesis de proteína unicelular fue extraída de Quintero, Rodolfo. Ob. cit. pp. 173-179. También de De la Torre, Mayra. "Aprovechamiento de residuos agrícolas y esquilmos agroindustriales", en *Prospectiva de la biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, compilador). Fundación Barros Sierra, CONACYT.

si tomamos una hectárea de maíz que produce 4 000 kg de grano para alimentar ganado vacuno, producirían 85 kg de proteína; en cambio este mismo volumen de carbohidratos contenidos en el grano procesador por fermentación lograrían 360 kg de proteína.

Existen 3 componentes principales para la producción de proteína unicelular: el microorganismo, el sustrato y las condiciones y procesos de fermentación desarrollados. Los sustratos más comunmente utilizados para la producción de biomasa pueden ser de naturaleza renovable o no renovable (Cuadro 4). Los recursos no renovables son por lo común derivados del petróleo y han sido los más ampliamente utilizados. Los recursos renovables, por ejemplo la melaza, se vienen utilizando también pero presentan dificultades tecnológicas y económicas muy grandes; la incorporación de la celulosa es considerada ampliamente pero no existe hasta hoy una respuesta económica atractiva. Lo que se vislumbra a futuro es una mayor utilización de los desperdicios de origen industrial y agrícola (Cuadro 5).

Los parámetros establecidos para seleccionar un sustrato son: el precio, disponibilidad y abundancia, toxicidad, eficiencia de conversión y pretratamiento del sustrato. Una vez que el microorganismo y sustrato han sido seleccionados, es necesario encontrar las condiciones de operación más adecuadas que optimicen el sistema. En todos los casos se procura que el proceso sea continuo para lograr una productividad mayor (Cuadro 5).

Todos estos procesos representan sin duda la extensión de la tercera RCT a la producción alimentaria, donde se evidencia una sustitución paulatina de materias primas convencionales e induce modificaciones sustanciales en el proceso productivo intersectorial. Este nuevo proceso requerirá un reacomodo de la planta industrial al adoptar fermentadores y otros implementos tecnológicos tendientes a inducir simultáneamente una mayor automatización de la producción, menos en determinadas fases. De cualquier manera, estos cambios no podrán ocurrir si no se acompañan de modificaciones determinantes en la producción agrícola, a partir de la cual se expresarán finalmente los cambios más trascendentales tanto en la tecnología como en el empleo, y hasta en la producción y el consumo alimentario.

Biotecnología y agricultura ¿por qué la ingeniería genética?

El soporte en que se basa la biotecnología moderna para el nuevo desarrollo biológico de la agricultura lo constituye la ingeniería genética de plantas. El avance logrado hasta

ahora por esta metodología explica la necesidad de incrementar el rendimiento de los cultivos para satisfacer las crecientes demandas alimentarias e industriales, restaurar el deterioro ecológico que propició la aplicación indiscriminada de insumos químicos a la agricultura y, contener la erosión genética resultante de la utilización masiva de híbridos que rompieron con el principio de diversidad de las especies. Todos estos efectos adversos se han acentuado en las casi cuatro décadas que tiene de implementada la primera fase de la modernización tecnológica a nivel mundial.

Aun cuando el propósito central de la nueva tecnología creada con la ingeniería genética sea recomponer el control capitalista de la agricultura a partir de introducir modificaciones sustanciales en la división internacional del trabajo agrícola, resulta evidente que gracias al énfasis puesto en lo biológico, al menos contribuirá a resguardar, en cierta medida, algunos recursos naturales que ya están en peligro de extinción.

La ingeniería genética tendrá una relevancia especial en el logro de las metas productivas esperadas para satisfacer la demanda mundial de alimentos, estas podrán conseguirse ahora en condiciones que permitirán resguardar el equilibrio con todo y que se amplíe la frontera agrícola. No obstante, los mayores coeficientes de productividad serán los que finalmente inclinen el dominio del mercado agrícola internacional hacia países altamente industrializados dado su mayor adelanto en la carrera tecnológica. Esta situación habrá de extenderse también al comercio mundial de cereales que se afianzará en manos de las principales empresas trasnacionales, graneleras y que podrán canalizar el uso de los productos agrícolas según sus intereses.

La ingeniería genética aplicada a la agricultura,* está confor-

* La manipulación de genes llevada a su máximo desarrollo por la ingeniería genética se está aplicando prácticamente en todos aquellos aspectos que tienen relación con el factor biológico. Por ejemplo, en la ganadería ha logrado un éxito tan sorprendente que gracias a esta metodología se producen actualmente en el estado de Texas, EUA, variedades de toros cebú de proporciones casi iguales a los de un elefante. También ofrece la alternativa de crear microvacas como las desarrolladas por la FMVZ de la UNAM en México, mismas que permiten lograr similares niveles de rendimiento comparativo en carne y leche respecto a las especies normales; además de que eliminan prácticamente los problemas que ha presentado la ganadería extensiva por el uso del espacio y los recursos agrícolas. En el caso de la especie humana, si bien complicada por involucrar aspectos éticos y legales, la manipulación genética permite establecer tanto el sexo como algunas otras características del futuro ciudadano. La técnica resulta sencilla de aplicar: basta separar por métodos de centrifugación, electroforesis u otro sistema similar, los espermatozoides que portan los cromosomas Y (que generan a los niños), de los que contienen los cromosomas X (que hacen que el sexo sea femenino). De esta

mada por todo un sistema científico dedicado a la transformación de células vegetales superiores. Dicha transformación se alcanza mediante un proceso de manipulación inducido por el hombre para desarrollar aquellas características genéticas que representen mayores ventajas en las plantas, sean estas de crecimiento, rendimiento o defensa de agentes patógenos. El progreso de esta rama comenzó con la sistematización de hallazgos que se habían conseguido en diversos tipos de plantas dicotiledoneas, las cuales desarrollan un tumor ocasional en la región del tallo localizado solo arriba del nivel del suelo.[35]

La presencia del tumor señalado obedece a la presencia de un fragmento del DNA, de un plásmido denominado T_1 (*tumorinducing*). El plásmido es resistente a la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* y además de generar la transformación morfológica de las células vegetales, frecuentemente induce en ellas la producción de un grupo de sustancias llamadas opinas (derivados simples de aminoácidos y cetoácidos), compuestos no sintetizados por células normales y que son utilizados como fuente de carbono y nitrógeno por *Agrobacterium*.

Agrobacterium posee en forma natural un sistema muy efectivo de ingeniería genética sin recurrir aparentemente a remover la pared celular, de transferir un segmento específico del DNA (T_1 DNA) y transformar así la célula receptora trasmitiéndole la información requerida. Este sistema es el que permite modificar las características biológicas de las plantas, dependiendo de la finalidad a la cual se les pretende canalizar. Sin embargo, en tanto sólo ha representado el punto de partida para introducir modificaciones más complejas, presenta, frente a otras técnicas más evolucionadas pero menos trascendentes, algunas desventajas en tiempo y riesgos.

La ingeniería genética está ayudando al desarrollo de algunas técnicas que presentan la posibilidad de transferir DNA directamente a los protoplastos sin la intervención de *Agrobacterium*, lo cual ya se consiguió en plantas como el tabaco.

La ingeniería genética está rompiendo a pasos cada vez más acelerados con las barreras que en otro tiempo impidieron los cruces entre especies diferentes.* En la década pasada se

manera se ha entrado a una "revolución de la concepción" que ya está presente en las clínicas.

[35] Información directa proporcionada por el Dr. Luis Herrera Estrella, IPN, CINVESTAV, Unidad Irapuato, México, marzo de 1986.

* Con las técnicas de fitomejoramiento tradicional a partir de polinización cruzada, resulta prácticamente imposible obtener resultados positivos en el apareamiento de plantas de diferente especie, ya que la fecundación se realiza

encontró la manera de diseñar microbios[36] capaces de ejecutar tareas específicas, mediante el trasplante de genes extraídos de otros organismos.

La ingeniería genética es un conjunto de metodologías que permiten trasplantar genes de un sistema vivo a otro, para generar organismos con nuevas propiedades y funciones.[37] Uno de los objetivos de la ingeniería genética de plantas es introducir características que se expresen en el tejido deseado, en el tiempo apropiado y que preferentemente sean trasmitidos a través de la semilla, lo cual ya tiene ciertos avances.[38]

En este sentido, la ingeniería genética recurre necesariamente a la interconexión de técnicas que ya tienen cierto desarrollo en la agricultura, con los cuales resulta complementaria en algunos casos. Por ejemplo, lograr caracteres deseados en las plantas, es función de la ingeniería genética, mientras que el cultivo de tejidos se abocará a multiplicarlas. En este caso también recurre al fitomejoramiento tradicional el cual proporciona información agronómica sobre los cultivos.

Otro procedimiento que aportará grandes avances en el desarrollo de las plantas es el DNA recombinante. Las técnicas *in vitro* para manipular el DNA permiten purificar, caracterizar y aún sintetizar algunos de sus segmentos específicos; de este modo hacen posible la modificación genética dirigida de las plantas.[39]

Para lograr la transferencia del DNA a la planta, éste debe introducirse de tal forma que la información genética pueda expresarse; en este proceso, el DNA debe pasar a través de todos los sistemas de vigilancia hasta llegar al núcleo. Existen varias estrategias de transferencia: microinyección directa a núcleos, de células o protoplastos haploides y diploides, y uso de vectores que contienen DNA o plásmidos bacteriales como vectores.

Una gran proeza de la ingeniería genética será la de lograr la delicada combinación de numerosos genes, cada uno con efectos de pequeña magnitud; esta es una meta que el fitomejorador

a través del polen entre una variedad macho y otra hembra donde el cruzamiento no está controlado ni basado en el conocimiento del código genético como es el caso de la ingeniería genética.

[36] Cooke, Robert. "La nueva agricultura, aplicaciones de la ingeniería genética". En: *Información Científica y Tecnológica*, núm. 76, vol. 5. CONACYT, México, 1983.

[37] "Ingeniería Genética ¿Jitopapa?" En: *Información Científica y Tecnológica*, vol. 1, núm. 8/31, CONACYT. México, 1979.

[38] Paredes, Octavio y Gwynith, Hany. "La Ingeniería Genética de Plantas: una alternativa para la producción", en (Rodolfo Quintero, comp.) Ob. cit.

[39] Roca, Williams, *Ob. cit.* p. 159 y ss.

no ha logrado con métodos tradicionales. Conseguido ello se podrá manipular la tolerancia a metales pesados y a la salinidad, así como la resistencia a herbicidas, patotoxinas y virus.

Con el uso del DNA recombinante, logrado con las nuevas técnicas de corte y empalme por medio de enzimas, los científicos pueden unir cualquier gene seleccionado a ciertos genes portadores. Estos genes enlazados de DNA recombinante se transportan al interior de una célula huésped, la que virtualmente adopta como propia al nuevo gene.

El objetivo de la mayoría de los experimentos actuales es trasplantar genes de animales o plantas a las bacterias. Estas células manejables y microscópicas proliferan rápidamente con una ración de alimento sencillo y barato. Una bacteria produce miles de millones de copias de si mismas y su DNA, incluyendo el gene trasplantado que se produce a la misma velocidad.[40]

La ingeniería genética también involucra el desarrollo de técnicas para la fijación de nitrógeno, privilegio concedido sólo a algunas bacterias y algas sencillas. Ningún organismo superior ha sido capaz de desarrollar este atributo aunque algunos lo logran indirectamente formando asociaciones simbióticas con bacterias que fijan nitrógeno. Todos estos organismos utilizan una enzima en común que es la nitrogenesa y la función de la ingeniería genética en este renglón es aprender cómo funciona, cómo se regula y qué características distinguen a los organismos que los poseen. Sin embargo, la manipulación de genes responsables de la fijación del nitrógeno es una tarea a largo plazo debido a la compleja regulación genética del proceso.

En la transformación de características genéticas, la función de protoplastos (células desprovistas de pared celular) procedentes de tejidos de distintas plantas, son adecuados para este propósito. Estas células pueden ser modificadas por los siguientes métodos: a) fusión de protoplastos de especies diferentes; b) fusión de membranas artificiales que contengan moléculas con información genética; c) introducción de organelos con información genética propia (como cloroplastos y mitocondrias), y por último, d) la transformación de protoplastos.

Mediante la utilización de metabolitos secundarios útiles, la ingeniería genética plantea el aprovechamiento total de la planta y no sólo los frutos o granos. A partir de la biconversión, se puede lograr la aplicación de la biomasa vegetal en fracciones de celulosa u otros compuestos.

[40] "Ingeniería Genética ¿Jitopapa?". Ob. cit.

Algunos productos posibles mediante esta técnica son: proteína microbial, solventes y químicos. La extracción de ciertos compuestos, por ejemplo, pigmentos, alcaloides, fármacos, sustancias antimicrobiales, insecticidas, etcétera que ocurren naturalmente en plantas tropicales nativas y tienen la posibilidad de explotarse a gran escala.[41]

Los metabolitos secundarios[42] son compuestos derivados de manera biosintética de los primeros, pero su distribución en el reino vegetal es más limitada. No tiene función aparente en el metabolismo primario; sin embargo, con frecuencia ejercen funciones de tipo ecológico; atraen diversos agentes de polinización, intervienen en la adecuación de la planta a inclemencias del medio externo y sirven como defensas químicas contra microorganismos, insectos, predadores y aun contra otras plantas que pueden ser nocivas. Se acumulan en las plantas en menor cantidad que los primarios y, como tienden a sintetizarse en células especializadas y en distintas etapas de desarrollo, su extracción y purificación se dificulta. Los metabolitos secundarios son muy importantes en la actualidad debido a que tienen un gran uso en la industria farmacéutica, ya sea como saborizantes, fragancias o plaguicidas.

El cultivo de células y tejidos[43] representa la ruta por la cual deben atravesar casi todas las formas de manipulación genética en transición desde el laboratorio hasta el campo a través de la propagación clonal *in vitro*.

En función de la operatividad mostrada, el cultivo de tejidos se ha convertido en una técnica esencial para la regeneración de plantas, misma que puede ocurrir por vías no adventicias (proliferación de yemas auxiliares a partir del cultivo de meristemas o ápices caulinares), o bien por vías adventicias (diferenciación de órganos tomados directamente de porciones de las plantas cultivadas *in vitro*, de masas celulares o callos inducidos a partir de segmentos de la planta. También puede emplearse la embriogénesis de células somáticas que ofrecen la posibilidad de producir "semillas artificiales" mediante la encapsulación de los embriones en "geles".

[41] Roca, Williams. Ob. cit.

[42] Paredes, Octavio. "La Biotecnología de Plantas: una herramienta estratégica en los programas alimentarios en México". En: *Ciencia y Desarrollo* núm. 68, año XII, CONACYT. México. 1986, pp. 27-28.

[43] La mayoría de estos conceptos fueron extraídos de Roca, Williams. "Biotecnología: oportunidades para la investigación en América Latina". *Memorias del fortalecimiento de la Investigación Agrícola en América Latina y el Caribe*. CIMMYT, México, 1984.

El cultivo de tejidos se basa en la posibilidad de aislar células en cualquier parte de una planta y mantenerla en medios sintéticos con sales minerales y hormonas, de tal modo que cuando las células se dividen forman primero una masa de tejidos amorfos (callos) que posteriormente darán lugar a tallos y raíces y tal vez a una planta completa. En teoría, las manipulaciones genéticas provocadas accidentalmente en estas células en cultivo podrían ser trasmitidas a las células hijas y la nueva planta tendría otras características genéticas.

La técnica presenta una gran efectividad en el combate a enfermedades de prácticamente todos los patógenos, aunque resulta más útil para la eliminación de virus y viroides que se propagan vegetativamente. También se puede utilizar para rehabilitar variedades que han perdido vigor y rendimiento (especialmente en papa, fresa, yuca y frutales).

Otra de las grandes ventajas es que al lograr clones libres de enfermedades, éstos se usan para el intercambio más seguro de germoplasma mediante técnicas *in vitro* y así se eliminan los riesgos de diseminación de plagas. Igualmente, permite conservar colecciones de germoplasma *in vitro* y reducir los costos de mantenimiento en el campo.

Sin embargo, una de sus mayores ventajas radica quizá, en la disminución del tiempo requerido para obtener una variedad con determinadas características deseadas; la inducción del callo por medio del embrión híbrido seguido de la regeneración de plantas, es una vía para la producción rápida de plantas híbridas.

A través de haploida puede lograr homocigósis rápidas, incorporar y fijar rápidamente genes nuevos después de la recombinación sexual o posterior a la mutagénesis; aumentar la eficacia de la selección y minimizar la retención de material genético nocivo, al mismo tiempo que presenta la posibilidad de producir semilla original F_1 en variedades logradas mediante polinización cruzada y heterocigota.

A través de la técnica de variación somaclonal logra generar una elevada variabilidad útil en los cultivos adoptados sin necesidad de hibridación, esto puede ayudar a incrementar la nitrogestión de genes en cruzamientos amplios, aunque la gran dificultad actual de este último procedimiento estriba en que el cultivo todavía no puede ser controlado.

El cultivo de tejidos permite, asimismo, aislar y seleccionar mutantes para generar cambios agronómicos útiles. El aislamiento de mutantes ofrece la ventaja de una selección elevada con un número muy grande de plántulas. También presenta la opción, vía fusión de protoplastos, de obtener cruzamientos am-

plios muy difíciles de manejar por el fitomejoramiento tradicional, sobre todo cuando existe incompatibilidad sexual que impide el cruzamiento.

Uno de los métodos mejor conocidos en el cultivo de células y tejidos vegetales es la micropropagación.[44] Esta consiste en la multiplicación asexual *in vitro* a partir de un explante (meristemo, ápice, callo, células en suspensión, polen, etcétera), mediante la inducción de la embriogénesis u organogénesis.

La micropropagación es la metodología fundamental y esencial del cultivo de tejidos vegetales, ya que casi todas las áreas requieren micropropagación para lograr sus objetivos y tener un valor aplicativo. Las clonas somáticas obtenidas en experimentos de fitomejoramiento, lo mismo que las células o meristemos almacenados a bajas temperaturas, tienen que recurrir a la micropropagación para obtener cantidades adecuadas de plantas indispensables en estudios agronómicos o de explotación comercial.

La propagación rápida y masiva de brotes caulinares puede aplicarse bajo diferentes circunstancias: a) ejemplares únicos que presentan alguna característica sobresaliente; b) plantas cuyo ciclo reproductivo sea demasiado largo, por ejemplo árboles maderables; y c) plantas con valor comercial como las especies ornamentales. En estos casos, la propagación asexual tiene además la ventaja de preservar las características genéticas especiales de la planta propagada sin mezclarlas con el genoma de otro progenitor como ocurrirá en la reproducción sexual.

A pesar de las ventajas reales y potenciales que representa el cultivo de tejidos, su limitado avance en la regeneración de plantas económicamente importantes restringe actualmente la utilización masiva de esta biotecnología. si bien ya se logra aplicar a variedades consideradas recalcitrantes como árboles maderables, mango, caucho, coníferas, palmas, atcétera; su uso y desarrollo continua siendo limitado.

Uno de los mayores atributos del cultivo de tejidos parece residir en que garantiza la desaparición de enfermedades aun en

[44] La mayor parte de la explicación de estos conceptos fueron tomados de los trabajos siguientes: Roberts, Manuel. "El cultivo de tejidos vegetales en México". En: *Prospectivas de la Biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, comp.). Fundación Barros Sierra. CONACYT. México 1985, además de información directa proporcionada por el propio autor en el CICY, Mérida, Yucatán, México. Diciembre de 1985. Bengochea, Teresa y Dodds, John. "Uso del Cultivo de Tejidos para almacenar material genético de plantas". En: *Ciencia y Desarrollo* núm. 51, año IX, México, 1983. Villalobos, Víctor, *et al* "Aplicaciones del Cultivo de Tejidos en Especies Forestales". En: *Ciencia y Desarrollo*, núm. 51, año IX, México, 1983.

aquellas plantas que previamente presentan alguna de ellas.* La técnica es válida para combatir toda clase de patógenos, pero resulta particularmente eficaz para eliminar virus de las plantas que se propagan vegetativamente, con ello permite aumentar considerablemente su potencial productivo.

El cultivo de tejidos puede ser utilizado para rehabilitar variedades que pierden vigor germinativo con el paso del tiempo, por ejemplo papa, fresa, frutas, yuca, etcétera. Para algunos de estos cultivos que se producen en forma asexual, la técnica permite incluso producir semilla artificial sin poner en peligro la desaparición de las especies ni convertirlas en altamente suceptibles al ataque de plagas.

En el caso de los árboles maderables esta técnica cobra una relevancia especial, ya que en la actualidad una eficiente explotación forestal no debe incluir variedades de poca calidad ni de crecimiento lento y heterogéneo debido a que nuestras necesidades exigen el mejoramiento genético de árboles superiores, con madera de buena calidad, troncos uniformes, rápido crecimiento, ciclos cortos, alto rendimiento del tronco con relación a la biomasa, resistencia a las plagas y enfermedades de árboles que puedan adaptarse a distintos climas y a variaciones ambientales (como la contaminación), que respondan eficientemente a las prácticas silvícolas y que sean capaces de fijar su propio nitrógeno ya que la fertilización artificial es económicamente incosteable.[45]

Por otra parte, el cultivo de tejidos ayuda a conservar colecciones de germoplasma *in vitro* y reducir el costo de mantenimiento en el banco; asimismo, permite la constante reproducción para mantener los niveles de germinación; evita riesgos de pérdidas por ataque de plagas y atenúa los problemas de cambios climáticos o calidad deficiente del suelo. También se pueden lograr cruzamientos amplios mediante la inducción de callos para conseguir homocigócis rápidas y eliminar el problema de suelos infértiles y altamente nocivos por salinidad.

Las técnicas *in vitro* hacen posible la selección de mutantes que propician cambios agronómicos útiles, de esta manera se logran recuperar una cantidad muy elevada de plantas fértiles en un callo determinado, lo cual llevaría mucho tiempo con la tecnología convencional.

* Algunas de estas ideas se encuentran discutidas en el proyecto "Aportes de la biotecnología a la Seguridad Alimentaria" que coordina la Dra. Dinah Rodríguez para el IIEc, UNAM, CONACYT.

[45] Villalobos. Ob. cit.

Las técnicas de propagación clonal por medio del cultivo de tejidos fueron las primeras en adaptarse dentro de la biotecnología, ello ha facilitado que esta técnica se vaya incorporando rápidamente a los bancos de germoplasma particularmente en cultivos de propagación vegetativa.

En cuanto al potencial de rendimiento, la biotecnología ofrece algunas estrategias para transferir genes de especies silvestres a embriones híbridos a través del cultivo de anteras. El cultivo de anteras logra en el laboratorio un producto final semejante al obtenido en el campo con ahorro del tiempo y costos. Con ello pronto será posible seleccionar en el laboratorio variantes celulares que pueden explotarse en plantas con nuevos atributos, sin necesidad de probar miles de cruzas para mantener el potencial de rendimiento de las plantas que se cultivan actualmente.

Uno de los inconvenientes principales del cultivo de tejidos es que aún no logra la metodología para controlar granos y cereales de importancia económica que podrían despertar el interés de las empresas privadas. Las inversiones que hasta hoy en día han realizado las empresas con la aplicación de esta tecnología, corresponden a vegetales con rentabilidad inmediata como ornamentales, agaves, frutales y algunas variedades recalcitrantes. Aunque más bien el escaso interés de las empresas por aplicar en sus programas el cultivo de tejidos, quedaría explicado en el hecho de que todavía no encuentran la fórmula precisa para apropiarse de los descubrimientos, patentarlos y continuar con el control del mercado. Mientras tanto, dejan a los organismos públicos y las universidades el papel de continuar perfeccionando sus resultados experimentales.

Con la aplicación futura de cultivo de tejidos se repite de hecho el esquema característico de la tecnología convencional: las compañías de investigación básica tienen intereses comerciales y la mayor parte de los descubrimientos están orientados a mercados muy desarrollados. Además, los cultivos que pretenden transformar en general no son básicos para la alimentación. En el mismo sentido, sólo apoyan el desarrollo de metodologías que les permita controlar la producción de igual manera como lo han hecho con los híbridos de la Revolución Verde; esto ocurre por ejemplo, en aquéllas empresas que se abocan a desarrollar semilla híbrida con esterilidad citoplasmática o a la formulación de marcadores moleculares para proteger nuevas variedades patentadas.

En países industrializados como Estados Unidos de América, Inglaterra, Japón, Alemania y Suiza, existen no menos de 500

compañías (Cuadro 8) dedicadas a la investigación básica (*Biogen. Genetech, Genexl*, etcétera) dentro de las cuales destacan las multinacionales *Monsanto* y *Dupont*. Sólo en Estados Unidos de América hay 35 empresas que hasta 1982 mantenían inversiones de 3 mil millones de dólares destinados al desarrollo de la biotecnología en sus programas de investigación.

La nueva investigación en biotecnología se lleva a cabo paralelamente en compañías y universidades, aunque éstas últimas con financiamiento privado. De esta manera, las universidades y centros científicos estatales continúan financiando el desarrollo de las empresas, ya que éstos últimos se rigen con criterios académicos, más que por comerciales.

En el sentido estríctamente económico podemos apuntar que la investigación que se realiza con las nuevas tecnologías, determinará el futuro equilibrio mundial de la oferta y la demanda de insumos agrícolas. También regulará la intensidad de las presiones que representan los cada vez más disminuídos recursos vegetales del planeta, ante lo cual, la biotecnología a través del cultivo de tejidos acompañado de la ingeniería genética ofrece alternativas viables.

La biotecnología tiene ante sí el reto de resolver el problema de la productividad en tierras cada vez menos fértiles y con especies de características agronómicas disminuidas; también tiene la disyuntiva de contrarrestar la apertura de nuevas áreas agrícolas para poder resolver el desequilibrio ecológico. Ante ello, debemos analizar con cuidado las posibles repercusiones sociales que genera en sus destinatarios finales a efecto de no caer en los errores clásicos que se manifiestan con la aplicación de tecnologías intensivas en capital.

Aparentemente a diferencia de la tecnología convencional, la biotencología no exige el mismo grado de sustitución de mano de obra por capital y puede ser altamente transferible incluso, hacia estratos campesinos económicamente desfavorecidos.

Aun cuando represente un gran inconveniente el hecho de que por el momento no exista tecnología para granos que puede competir con las técnicas tradicionales de mejoramiento, es importante considerar que la biotecnología ha desarrollado ya las condiciones para aplicarse a otros productos que, a pesar de no ser básicos, pueden resolver escalonadamente los problemas de disminución de variedades que se tienen en la agricultura. Esto resulta importante en un momento que la polinización cruzada parece haber agotado sus posibilidades para conservar la diversidad vegetal y el rendimiento de los cultivos.

El cultivo de tejidos es maleable y puede utilizarse tanto para mantener la variabilidad, como para obtener plantas nuevas y de esta manera multiplicarlas masivamente una vez que se obtuvieron las características deseables. Todo lo anterior en un periodo relativamente corto, ya que tiene la particularidad de acortar los ciclos a través de la micropropagación. Aquí cabe preguntarse cuál es el costo de esta tecnología en países como México.

Se conoce que la cinetina (principal insumo empleado para formular la suspensión requerida en la propagación) resulta costosa y no se produce internamente. Esto lleva a plantear que además de buscar el mejoramiento de los vegetales mediante esta tecnología, debe buscarse la manera de resolver el problema de los implementos que se utilizan para la investigación básica con el objeto de no generar dependencia futura.

Actualmente la ingeniería genética sólo puede manipular un gene, pero a futuro podrá jugar con varios a fin de diseñar la variabilidad de acuerdo con las necesidades. Esto permitirá en un momento dado aprovechar las ventajas de la especificidad adaptándola al entorno económico, social y ambiental. En este caso los países subdesarrollados no necesitarían violentar sus estructuras, como ocurrió con la Revolución Verde, para recuperar la autosuficiencia alimentaria.

Las ventajas de la ingeniería genética pueden ser aprovechadas tanto por los países industrializados como por los subdesarrollados, lo cual resulta una espada de "doble filo". Por ejemplo, un país cuyas condiciones climáticas no son favorables para producir café, puede desarrollar la planta resistente al frío y ya no depender de las importaciones provenientes de países tropicales.

De no otorgar la importancia debida a la investigación en ingeniería genética es posible una mayor vulnerabilidad alimentaria, y no tanto por abocarse a la investigación misma, sino por el desarrollo tan amplio que ésta tiene en países industrializados, ante lo cual, cada vez resultará más difícil a los subdesarrollados colocar sus productos en el mercado internacional.

Finalmente, es fundamental que tecnologías potenciales tan importantes como son el cultivo de tejidos y la ingeniería genética, planteen sus objetivos desde una perspectiva nacionalista, tanto en el plano social como en el económico, ya que pueden ser la base para romper la dependencia agroalimentaria con respecto a los países industrializados, en lugar de que a futuro sean utilizadas por éstos como un arma que acentúe la brecha del dominio tecnológico en materia agrícola, principalmente hacia países como el nuestro.

La nueva agricultura que impulsa actualmente la biotecnología, mantiene una tendencia natural a requerir "menos de cualquier cosa para lograr el mismo efecto". Este determinismo tecnológico conlleva irremediablemente a que el esquema conformado por la división internacional del trabajo agrícola, incorpore nuevos matices donde la capacidad científica y financiera de cada país se convierte en los elementos centrales.

Así se conciben procesos cada vez más complejos que requieren de grandes inversiones en tiempo y gastos; y cuyo propósito final es abaratar los costos de producción, automatizar el proceso y depender lo menos posible de la fuerza de trabajo humana. En el caso de los países industrializados, con el desarrollo de la biotecnología, tratan además de eliminar progresivamente la compra externa de materias primas convencionales.

En este sentido, la aplicación de la biotecnología contribuirá paulatinamente a lo que algunos observadores denominan la "desmaterialización de la producción", al desarrollo de nuevos sustitutos y a un mejor aprovechamiento de los recursos que poseen los países industrializados,[46] tanto naturales como tecnológicos y financieros.

Debido a que la biotecnología puede incidir prácticamente en toda la cadena agroindustrial, observa una gran inclinación inicial hacia la producción de sustitutos sintéticos que puedan utilizarse en la fabricación de alimentos. En este caso, la biotecnología emplea procesos tales como: biosíntesis de saborizantes derivados de bacterias y levaduras, biosíntesis de gomas por bacterias, hidrólisis enzimática de almidones de origen diverso, hidrólisis enzimática de proteínas, biosíntesis de ácidos orgánicos, entre otros. Así se obtiene una gran diversidad de productos: saborizantes de caldos y productos cárnicos, saborizantes complementarios del glutamato, espesante en jaleas y conservas, péptido edulcolorante, azúcar reductor para dar color y textura, agentes espesantes, sustitutivos de peptonas de carne, jarabes derivados de almidones, estabilizador de emulsiones, saborizante y conservador de jugos, conservador y saborizante de lácteos, conservador de alimentos.[47]

Igualmente, gracias a la obtención de nuevas variedades

[46] Junne, Gerd. "Nuevas Tecnologías: una amenaza para las exportaciones de los países en desarrollo". En: *Revolución Tecnológica y Empleo*. STPS / PNUD / OIT. México, 1986, p. 55.

[47] Viniegra, Gustavo. "La Biotecnología en la Industria Agroalimentaria". En: (Rodolfo Quintero comp.) Ob. cit. pp. 117-120.

de plantas es posible conseguir más alimentos sin incrementar la superficie cultivada. Paralelamente, las nuevas plantas van a necesitar menos fertilizantes, herbicidas y plaguicidas; y después de la cosecha, con el desarrollo de las técnicas de conservación,* habrá menos desperdicios (véase Cuadro 6). El efecto será todavía mayor en la medida que comiencen a liberarse los nuevos descubrimientos, mismos que ocurrirán en tiempos relativamente breves (Cuadro 7).

Un factor importante que seguramente contribuirá a desestabilizar el mercado internacional de las materias primas naturales estriba en que, con los avances biotecnológicos, las plantas pueden ser aprovechadas de manera más completa. En el caso del maíz, por ejemplo, se logra aprovechar no solo el grano, sino también el olote y el rastrojo. La paja del trigo es un componente potencial importante en la formulación del alimentos ricos en proteínas para la alimentación animal. El rastrojo de algodón ofrece la posibilidad de convertirse en glucosa, la cual tiene usos medicinales, agroindustriales y también como sustrato en los procesos de fermentación mediante bacterias.

En la industria alimentaria, un producto de la biotecnología 200 veces más dulce que el azúcar, el aspartamo,** puede utili-

* En la conservación de granos comienzan a desarrollarse diversas técnicas basadas en el conocimiento biológico de las principales plagas de almacén, cuyo propósito es eliminar las formulaciones de origen químico que incrementan la resistencia genética de los insectos y afectan la salud humana; entre estas técnicas destacan las siguientes: control biológico de plagas, formulación de insecticidas microbianos, purificación de estandares para la medición de aflatoxinas, plantas resistentes a plagas de insectos y hongos, atmósferas controladas, radiación ionizante y rayo láser.

** El aspartamo es un producto cristalino que se obtienen de la unión química de dos aminoácidos naturales, la fenilatanina y el ácido aspártico, ambos se sintetizan por enzimas inmovilizadas a partir de productos petroquímicos, es decir, a partir del uso de procesos biotecnológicos se puede producir un edulcolorante 180 veces más dulce que la sacarosa, utilizando materias primas de origen no agrícola. Este producto es controlado por una sola empresa a nivel internacional, *Searle*. Ha tenido gran aceptación en el mercado norteamericano por varias razones: no es cancerígeno a diferencia de la sacarina y de los ciclamatos, está aprobado por la *Food and Drug Administration* (FDA), es muy bajo en calorías y por tanto útil en un país donde los hábitos de consumo han llevado a la ingenstión excesiva de almidones y azúcares. Más recientemente las empresas refresqueras los han aceptado para sus productos dietéticos. También se ha creado, al mismo tiempo, el jarabe fructuosado de maíz que constituye en este momento no sólo la opción más competitiva que existe para la sacarosa (de remolacha o caña de azúcar) sino que la introducción de esta innovación a nivel industrial coloca "frente a frente" a los agricultores tradicionales del tercer mundo con un sector no menos tradicional: la producción de maíz donde EUA y Canadá juegan un rol central (véase Quintero y González. *Revolución Tecnológica y Empleo*. SPTS/PNUD/OIT. México 1986, pp. 65-66.)

zarse en pequeñas porciones para sustituir grandes cantidades de azúcar como edulcolorante. Con todo, existe la tendencia a concentrar la producción en las estructuras moleculares que generan el efecto deseado, entre otros, aportar proteínas, endulzar y reducir al máximo la producción "superflua". En resumen, se requerirá un volumen menor de la producción total para mantener el mismo valor de uso.[48]

Lo anterior permite mayores ventajas a los países industrializados, ya que pueden presionar a una baja de precios o la sustitucción completa de productos tropicales como la caña de azúcar, las frutas y verduras, el cacao, el café e incluso la carne (Cuadro 6) y con ello deprimir completamente el mercado externo de los países subdesarrollados. Además, gracias a sus mayores márgenes de productividad, los países industrializados consiguen grandes excedentes en cereales (sobre todo maíz y trigo), que no encuentran colocación en el mercado, y ante lo cual, su reutilización a partir de técnicas biotecnológicas puede representar una alternativa para mantener la tendencia alcista de los precios.

Otro efecto adverso para el mercado futuro de las materias primas es que, a través de la biotecnología, éstas adquieren una mayor facilidad de intercambio, es decir, un mismo productos puede ser fabricado independientemente de las características del insumo empleado, los mismos productos finales se consiguen a partir del petróleo, la caña de azúcar, el maíz, la paja, la madera, la leche e icluso los desperdicios caseros. También pueden surgir otros nuevos conforme se amplie el uso de las alternativas señaladas, lo cual transforma incluso la estructura misma de los sistemas agroindustriales.

A pesar de que la mayor parte de las técnicas empleadas por la biotecnología no están suficientemente difundidas, éstas ya comienzan a modificar la estructura internacional del mercado. Un ejemplo importante es la sustitución de azúcar por fructuosa de maíz, aunque también puede obtenerse de papa y yuca.

En EUA[49] cerca de 1.8 millones de toneladas de azúcar de importación se sustituyeron por miel de maíz en 1981, mientras que en Japón la cifra llegó a 400 mil toneladas. Ello ha provocado un desquiciamiento en el mercado mundial del azúcar, los precios están en el nivel más bajo desde la Segunda Guerra Mundial y ya no alcanzan a cubrir los costos de producción. El azúcar casi no constituye actualmente una fuente de divisas. En Filipinas el ingreso por exportaciones de este producto disminuyó de 657

[48] Junne. Ob. cit., p. 56.

[49] Junne. Ob. cit., p. 56.

millones de dólares en 1980, a 316 en 1983, para 1984 se esperaban solo 93 millones. Esta situación se hace todavía más desalentadora si se considera que alrededor de 50 millones de habitantes en países subdesarrollados dependen de la producción azucarera y de 15 a 20 millones de las exportaciones.

Otro cultivo que podría encontrar sustitutos más baratos es la soya.[50] Si la producción de proteína unicelular a partir de metanol se abaratara, gran parte de las exportaciones de soya podrían verse afectadas. Durante la década pasada sucedía lo contrario; los productos de la soya resultaban tan baratos que un buen número de empresas de países industrializados habían detenido el desarrollo de la producción de proteínas unicelulares porque los precios no permitían que la operación fuera rentable. Actualmente, en la Unión Soviética se produce más de 1 millón de toneladas de proteínas unicelulares.

La influencia fundamental de la biotecnología ocurre, sin embargo, en la "estabilización" del cambiante esquema internacional del trabajo agrícola, con lo cual, los países industrializados aumentan, como ya mencionamos, su ventaja gracias a la sobreproducción que conlleva a una rentabilidad baja para el agricultor. La biotecnología aparece entonces como una "tabla de salvación" para las grandes empresas trasnacionales y también para los Estados de los países industrializados. El bloqueo que experimenta el modelo agroalimentario occidental se agrava no sólo debido al alza de las tasas de interés que arruinan a los productores agrícolas endeudados, sino también por los altos precios de los insumos, en particular los energéticos y las maquinarias. La biotecnología vendría entonces a reducir los costos de producción de los alimentos mediante un ahorro de energía y una valorización de la biomasa. Con el mejoramiento de la productividad agrícola y agroindustrial se podría entrar en una nueva fase de acumulación. Es así como la perciben las grandes firmas químicas, petroquímicas y farmacéuticas que invierten en el desarrollo de la biotecnología o que surten con capital de riesgo a pequeñas empresas innovadoras, sobre todo en los Estados Unidos.[51]

Los países desarrollados son quienes llevan definitivamente la delantera en el desarrollo global de la biotecnología, (Cuadros 8

[50] *Idem*, p. 57.

[51] Arroyo, Gonzalo. "El desarrollo de la Biotecnología: desafíos para la agricultura y la agroindustria". En: *Revolución Tecnología y Empleo*. STPS/PNUD/OIT. México, 1986, pp. 36-37.

y 9) sobre todo en lo que se refiere a insumos impulsores[52] como son la microelectrónica, los nuevos materiales, la robótica, la computación, el CAD-CAM (*Computer Aided Desing-Computer Aided Manufacture*).

En este sentido se entremezclan los avances logrados en otras áreas que conforman las tecnologías punta para impulsar el desarrollo en alguna de ellas en particular. Un aspecto importante de la tecnología de la información hoy en día es la bioinformática; las aplicaciones de los microprocesadores ocurren en las máquinas sintetizadoras de DNA; por computación y aplicación de la robótica se producen nucleótidos de alta pureza y su síntesis en genes de secuencia preestablecida el CAD-CAM es un instrumento invaluable para el diseño y producción de enzimas y productos farmacéuticos.

La biotecnología observa un dinamismo casi similar al de las otras tecnologías punta, por esta razón tiende a acelerar la obsolecencia del conocimiento y las grandes empresas se convierten en el centro de esta dinamismo. Por ejemplo, la empresa *Genetech* de ingeniería genética[53] establece un récord en la bolsa de valores de *Wall Street*, incrementando en tan sólo 20 minutos el valor de sus acciones de 35 a 89 dólares; Cetus establece a través de *Winston Bril*, que la mayor potencialidad de beneficio para el hombre se encuentra en los hongos y no en las bacterias; en 1982 se comercializa el primer sintetizador y ya para 1984 es pieza de museo del MIT en Boston; en el año de 1981 la empresa *Dupont* asigna una partida de 120 millones de dólares para la investigaciones sobre biotecnología; empresas petroleras, químicas y farmacéuticas (Cuadros 9 y 10) como *Standar Oil*, *Shell Oil*, *Dow Chemicals*, *Monsanto*, *Briston Myers*, *Eli Lilly*, *Hoechst*, *Hoffman-La Roche*, participan como principales accionistas en el área de biotecnología.

El desarrollo industrial de la biotecnología a nivel mundial (Véase Cuadro 10) se ha concentrado en Estados Unidos y Japón.[54] Los países de Europa Occidental no progresan en la misma proporción,[55] porque sus empresas no se han comprometido con ímpetu de nuevos desarrollos biotecnológicos;

[52] Funes, Guillermo. "Biotecnología y Sociedad". En *Revolución Tecnológica y Empleo*. STPS/PNUD/OIT. México, 1986, p. 19.

[53] *Idem*, pp. 19-20

[54] Quintero, Rodolfo. "Situación de la Biotecnología Internacional: Presente y Futuro". En: *Perspectiva de la Biotecnología en México* (Quintero, comp.) CONACYT-Fundación Barros Sierra. México, 1985, p. 479.

[55] Funes. Ob. cit., p. 20.

sin embargo, Gran Bretaña tiene mayores posibilidades de competir en esta área, seguida por Alemania y Suiza. Los países subdesarrollados tienen muy escasas posibilidades de incidir a nivel mundial, por lo cual sólo serán receptores pasivos de la nueva tecnología agroalimentaria. Salvo Argentina, Brasil y México, que gracias a su mayor infraestructura y la atención que han puesto en algunos rubros, pueden resistir en alguna medida los embates de las empresas trasnacionales. El punto de defensa más importante de los países subdesarrollados estriba en la posesión de germoplasma del cual son proveedores en aproximadamente 90 y 95 por ciento de las 50 principales variedades base de la producción agrícola mundial.

La concentración del avance biotecnológico tiene relación con la hegemonía económica de los países. Se calcula que a finales de 1984 existían en Estados Unidos de América más de 250 empresas dedicadas exclusivamente a procesos biotecnológicos, y alrededor de 450 que tienen grupos, (Cuadros 9 y 10) contratos e intereses específicos en la biotecnología. Dentro de este segundo grupo se distinguen las grandes compañías químicas, petroleras y mineras; destacan los laboratorios que recientemente inauguraron las empresas *Monsanto* y *Du Pont*, con inversiones de 150 y 85 millones de dólares.[56]

La lucha por controlar la nueva agricultura a través de la biotecnología no sólo ocurre en el campo propiamente tecnológico, sino también en el económico y aun en el jurídico. Un ejemplo de lo último es la batalla que ocurre en los Estados Unidos para que se permita otorgar patentes a quienes logren identificar y aislar genes tal como se hizo a partir de 1970 con las variedades vegetales;[57] sin embargo esto presenta tales controversias que ha requerido incluso de la intervención del Parlamento, sobre todo porque resulta complicado apreciar formas diferentes de lograr el mismo resultado.

En Francia, la ley del 2 de agosto de 1968, modificada en 1978, que se refiere a las patentes, reconoce explícitamente la posibilidad de patentar procedimientos microbiológicos y productos contenidos a partir de ellos. El microorganismo se considera como un producto al igual que todo producto químico.

Sin embargo, los microorganismos que se han descubierto en la naturaleza como tales no constituyen una innovación y no se pueden patentar. Cuando un invento guarda relación con

[56] Quintero. Ob. cit., p. 480.

[57] George, Susan. "Biobussines: life sale". Citada por Arroyo, Gonzálo. Ob. cit., p. 38.

la utilización de un microorganismo al cual el público no tiene acceso, es necesario que la descripción de la solicitud de patente se complete con el depósito de este microorganismo en una colección de cepas. Aún así, la reglamentación de las patentes no parece estar adaptada todavía en forma perfecta a todas las características de la biología; esto explica la renuncia de numerosos industriales que prefieren no patentar invenciones en las cuales entran en juego microorganismos y más bien optan por el secreto.»[58]

El potencial de la biotecnología propicia una competencia intensa por la hegemonía,[59] en la cual participan las compañías químico farmacéuticas, las petroleras y los del área de alimentos. Las empresas han creado sus propios grupos de investigación o financian algunos proyectos. En este último caso, las universidades ocupan un papel relevante y existe una estrecha relación entre ellas y el sector industrial, incluso se ha pensado simplificar los trámites de transferencia hacia la industria de tecnologías desarrolladas por las universidades. Los centros académicos concentran en México casi el 100 por ciento de la investigación.

Las empresas trasnacionales desempeñan un papel decisivo en la consolidación de la biotecnología, de las 732 compañías que tuvieron actividades en biotecnología durante 1982, 432 estaban situadas en EUA. De ellas, 78 correspondían al grupo de las 500 empresas más grandes de ese país en las áreas química, farmacéutica energética, de alimentos y bebidas. También en Japón existe un buen número. Generalmente se expanden a través de contratos y convenios de investigación con universidades, coinversiones con universidades y empresas biotecnológicas, compra de acciones o empresas. Así, en poco más de una década, han presentado algunos cambios en lo referente a su consolidación y desarrollo. A finales de los ochenta en Estados Unidos sólo habrán quedado de 40 a 50 empresas en todos los campos de la biotecnología, y de éstas entre 5 y 10 habrán logrado integrar desde investigación básica hasta producción y comercialización.[60]

[58] Douzou. Ob. cit., p. 98.

[59] Quintero. Ob. cit., p. 491.

[60] *Idem*, pp. 487-491.

CAPÍTULO III

HACIA UNA SEGUNDA FASE DE LA MODERNIZACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO

Los antecedentes inmediatos: el desarrollo industrial y la política económica adoptada

Un factor relevante del desarrollo capitalista en México lo constituye su estrecha vinculación al exterior. Este factor ha permeado en forma importante la definición de los criterios de la política económica a nivel interno, también determina la estructuración sectorial de la economía nacional.

Dadas las condiciones de dependencia generadas a partir del hecho anterior, existen obstáculos para lograr un desarrollo independiente y autocentrado tanto en el plano tecnológico como en el financiero. Además, por efecto de esto último la economía nacional se encuentra sujeta irremediablemente a las fuerzas externas y gracias a ello, el capital internacional no encuentra prácticamente ningún obstáculo en su proceso de expansión interno.

La sujeción externa de la economía mexicana mantiene un carácter histórico, no obstante, la expresión más acabada de lo anterior se ubica a partir de la Segunda Guerra Mundial. El movimiento bélico creó condiciones para el fomento industrial; aunque al término de la guerra y por efecto de la expansión económica norteamericana, la demanda de los países subdesarrollados, México entre ellos, se orientó al mercado de EUA, lo cual desestimuló el crecimiento industrial interno y aumentó el déficit comercial.

Sin embargo, el gobierno mexicano implementó medidas de protección a la industria frente a la competencia externa. A fines de los años cuarenta se da cabida al uso del permiso previo de importación como instrumento proteccionista. Esta medida aisló al mercado interno de la competencia, salvaguardándolo para los productores nacionales, lo cual resultó efectivo para soportar el embate de la entrada libre de importaciones.[1]

De cualquier manera, la necesidad por importar se convirtió en una presión incontenible con todo y las protestas de industriales. Las compras se combinaron con el retroceso de las exportaciones al contraerse las necesidades bélicas norteamericanas y terminar la reconstrucción; estos sucesos propiciaron casi la ruina del país. Las devaluaciones de 1947 y 1948 pusieron al descubierto la existencia de una política que además de "equivocada" y "frívola", suponía una carga adicional a la miseria del pueblo. La protección industrial se elevó pero había claras evidencias de estancamiento.[2]

La década de los cuarenta se denomina de "desarrollo extensivo", de acumulación de capital.[3] En este periodo, el desarrollo del capitalismo y la construcción del mercado interno se efectuaron sobre la base de la absorción (o eliminación) de la poducción doméstico-artesanal campesina y la proletarización de la fuerza de trabajo procedente del campo. El proceso de industrialización de esta década giró en torno a un conjunto de bienes de fabricación sencilla, en su mayoría orientados a conformar la canasta salarial básica (textiles, alimentos, implementos para la vivienda, etcétera).

Durante esta etapa, el papel del Estado mexicano fue determinante. Para lograr cumplir con su papel de promotor del desarrollo incrementó el gasto orientándolo a crear obras de infraestructura económica y social, y al desarrollo de sectores estratégicos. De esta manera, comienza una participación creciente de las inversiones públicas destinadas al desarrollo industrial.

La orientación de esta política económica generó un doble efecto. En primer lugar al poner en práctica una estrategia de crecimiento económico que garantizara condiciones de rentabilidad para la inversión privada, se incentivó una dinámica industrial

[1] Huerta, Arturo. *Economía mexicana más allá del milagro*. Edit. Ediciones de Cultura Popular, IIEc, UNAM. México, 1986, pp. 20-21.

[2] De la Peña, Sergio. "Estado, desarrollo económico y proletariado". En: *Comercio Exterior*. México, 1975, p. 1353.

[3] Rivera, Miguel Angel. *Crisis y Reorganización del Capitalismo Mexicano 1960/1985*. Edit. ERA. México, 1986, pp. 21-23.

con las economías capitalistas desarrolladas, relegando con ello la atención a sectores que presentaban menor rentabilidad y escasas perspectivas de crecimiento. En segundo lugar, al plantearse como objetivo de industrialización a toda costa y sobre todo, al permitir y estimular que dicho proceso fuera comandado por el sector privado de la economía, no parecen haberse considerado otros aspectos de gran relevancia: las caractarísticas futuras que el proceso asumiría en lo referente a la estructura productiva, a los grados de integración inter e intrasectoriales, a los grados de vinculación tecnológica y comercial con el exterior, a los niveles de generación de empleo, así como a la satisfacción de necesidades mínimas de vida.[4]

Asimismo, no sólo modificó la estructura ocupacional de la fuerza de trabajo y del producto nacional, también generó un proceso acelerado de sustitución de importaciones, reduciendo la participación de las mismas en el producto nacional desde un nivel superior al 20 por ciento en las primeras décadas del periodo, hasta un nivel del 10 por ciento en sus últimos años.[5]

La política económica adoptada en este periodo contribuyó a evitar mayores desequilibrios comerciales externos, debido a que además de avanzar en la sustitución de importaciones, posibilitó una utilización más racional de las divisas para financiar la compra de bienes de producción que no se elaboraban internamente.

De cualquier manera, como apuntan algunos observadores, bastaron 2 años de la siguiente década para dilapidar los recursos que se habían acumulado durante el conflicto bélico como resultado de las fuertes exportaciones y la imposibilidad de importar.

En el caso específico de la agricultura, esta parece haberse mostrado capaz de cumplir eficazmente con los requisitos del desarrollo industrial, tanto en lo que respecta a la oferta de alimentos, materias primas, transferencia de capital y mano de obra; como en lo relativo al aprovisionamiento de divisas indispensables para continuar el proceso de sustitución de importaciones. La capacidad del sector para utilizar nuevos insumos e incorporar los avances técnicos, así como la flexibilidad en materia de cultivos, reflejan el predominio que comienza a gestar un sistema moderno y dinámico de producción agrícola.

[4] Huerta. Ob. cit., pp. 21, 27 y 28.

[5] Cordera, Rolando. "Estado y desarrollo en el capitalismo tardío y subordinado". Revista *Investigación Económica* núm. 123. Facultad de Economía, UNAM, México, 1971, p. 465.

Debido a la recuperación y expansión de la economía norteamericana, así como por la incapacidad interna para generar un desarrollo autocentrado en el ramo de bienes de capital, la década de los cincuenta, se caracteriza por sostener un crecimiento económico débil (5.5 por ciento promedio anual) e irregular (la minería, agricultura y construcción retrocedieron en tres de los diez años).

Por efecto de las presiones del capital externo y el más bajo crecimiento respecto al periodo inmediato anterior; esta década estuvo acompañada de una lucha constante por modernizar el sistema productivo, financiero, mercantil y administrativo. Dicho intento encontró al inicio diversos obstáculos, propiciados particularmente por la pesada dependencia de las importaciones, la estrechez del mercado interno debido a las relaciones de producción prevalecientes y la escasez de dinero para extender e intensificar la explotación capitalista.

Durante los años cincuenta se agotaron las posibilidades de industrialización liviana y de sustitución "fácil" de importaciones. La composición orgánica del capital había descendido a tal grado que hizo descender la rentabilidad del capital.[6]

La década de los sesenta se caracteriza por un auge inusitado de la economía mexicana en su conjunto, a tal grado que ha sido denominada como el "milagro mexicano". La participación del Estado junto con la deuda pública, el auge del mercado norteamericano y los salarios bajos y retenidos fueron determinantes en este periodo.

La política económica implementada tomó cuerpo a partir de 1963 al amparo de un crecimiento medio anual superior al 7 por ciento (incluso en 1964 alcanzó la cifra del 10 por ciento). Tal crecimiento fue notorio tanto en ritmo como regularidad, la industria manufacturera se mantuvo como el sector de punta. Esta industria registró un crecimiento sistemáticamente más elevado, aunque siempre bajo el impulso de la inversión extranjera.

El motor de la acumulación pasó a depender del abatimiento de los costos de reproducción del capital, tanto en los medios de producción como en los medios de vida. Los sistemas maquinizados de la gran industria se impusieron sobre la producción de base manual. Tan sólo las industrias pesadas como la química o la metalurgia eran 3.2 veces superiores a la media de toda la industria durante los años 1966 y 1967. La industria productora de medios de producción empezó a imponerse a expensas de la industrua de bienes de consumo no duradero.[7]

[6] Rivera, Miguel Angel. Ob. cit., p. 23.

[7] *Idem.*

La nueva orientación de la política económica llevó a que el Estado mexicano lograra un nivel de gestión y control sobre el proceso de acumulación de capital superior al de la fase anterior y se beneficiara con la abundancia del capital internacional de préstamo. Desde el punto de vista financiero se logró un desarrollo del crédito acorde con la fase de acumulación intensiva, ya que el ahorro privado fluctuaba, a fines de los sesenta, entre el 16 y 18 por ciento del PIB, nivel que resultaba suficiente para financiar con recursos internos un 80 por ciento del crecimiento contratándose sólo un 20 por ciento de financiamiento externo.[8]

El esquema de política económica seguido obligó al Estado a participar tanto directa como indirectamente en la economía. El acelerado programa de obras públicas en los años sesenta y la rápida expansión de la industria petrolera, petroquímica básica y eléctrica durante este lapso, constituyen un claro ejemplo del alto grado de enlazamiento que existía entre la expansión del aparato productivo estatal y la vasta gama de empresas cuyo crecimiento y existencia dependían del sector público.

La participación y el control del Estado en la economía, así como el repentino auge de ésta, se debió en gran medida al control ejercido sobre los sindicatos, a través de ello se logró una eficiente contención salarial cuyo pretexto central fue la estabilidad de precios y el crecimiento económico.

El régimen de bajos salarios se apoyó en una oferta de productos agrícolas relativamente dinámica, que a su vez estuvo basado en una verdadera expoliación del campesinado que producía alimentos básicos para el consumo interno. Junto a ello, la oferta abundante de mano de obra permitió generalizar la explotación del trabajo en las ramas industriales menos tecnificadas, particularmente en aquellas que producen bienes salario. Todo lo anterior se traducía en altas tasas de explotación y elevadas ganancias, en especial para el sector monopolista que combinaba tecnología avanzada con salarios relativamente bajos. El desarrollo y la estabilidad junto con la paz social se combinaron exitosamente con la sobreexplotación y la dependencia.[9]

El financiamiento a la industrialización por la agricultura provocó una pauperización de grandes dimensiones en el medio rural. En 1963 un porcentaje superior a la mitad de la población ocupada en actividades agropecuarias percibía menos de una cuarta parte del ingreso generado en el sector; los ingresos

[8] Rivera. Ob. cit., p. 45.

[9] Cordera. Ob. cit., p. 498.

individuales equivalían a $ 125.00 mensuales. En 1960, el 52 por ciento de la población rural mayor de seis años era analfabeta; el 51 por ciento no comía pan de trigo, carne, pescado o huevos; el 23 por ciento andaba descalzo y el IMSS sólo abarcaba a 900 mil agricultores, la mayoría localizados en distritos de riego que no necesariamente representan la parte más desprotegida del país.

En el plano económico un efecto importante de las condiciones en que se fincó este periodo, fue la agudización de las tendencias del desarrollo desigual; sobre todo entre aquellas ramas de mayor composición orgánica del capital como la industria y la producción primaria. Por tal razón, la desigualdad sectorial y regional en México, adquirió amplitud social constituyéndose en un obstáculo para la acumulación de capital. Dados los nieles que había alcanzado la monopolización de la producción y el extraordinario control logrado por un puñado de grandes empresas que generaban el grueso de la producción y la formación de capital, las entidades productivas menores tendían a ser arrastradas al ciclo fundamental de valorización de las grandes industrias. Por ello, la inversión privada que venía evolucionando a un ritmo casi febril desde 1963, se desaceleró visiblemente en 1967 y 1968, abriendo el camino a la crisis de 1971.[10]

A partir de ese momento la pequeña empresa que había sido la figura protagónica del auge en los años cuarenta, se vio relegada a un papel marginal en la producción social, en tanto que grandes empresas o grupos integrados de inversionistas (con participación simultánea en el comercio, la banca, la agricultura y la industria) comandaban ya el proceso social de producción. Se crea una interdependencia entre las nuevas tendencias de la producción y la estructura del capital.

La agricultura vuelta a su realidad después del efecto que provocó el cambio tecnológico logrado con la Revolución Verde a principios de los años sesenta, entró en una fase de estancamiento que se inició en 1966 y prosiguió hasta 1974 (Cuadro 14). La mitad de ese lapso fue de franco retroceso, por lo que la producción apenas creció 0.6 por ciento. Las causas centrales de este desaliento, se originan en la renuncia del capital privado nacional y externo a invertir bajo condiciones de inseguridad y menor utilidad que en otros sectores, al igual que en la errónea política gubernamental para orientar el crédito, distribución, precios e inversiones.

La situación anterior se complicó todavía más si consideramos que a partir de la reconversión capitalista de la agricultura

[10] Rivera. Ob. cit., pp. 47 y 52.

mexicana alentada por la Revolución Verde, se agudizó la concentración de la tierra rebasando cualquier límite previsto. Paralelamente había ocurrido una descapitalización progresiva de buena parte de los campesinos minifundistas que producían alimentos básicos y a quienes, en buena medida, se debía el éxito del desarrollo industrial.

En 1960 cerca de 24 mil predios no ejidales disponían de más de 100 millones de hectáreas; de ellos, 3 800 poseían cerca de 71 millones. Alrededor de 900 mil predios (con superficie promedio de 2 hectáreas) disponían de sólo el 1 por ciento de la superficie no ejidal explotada. El 0.6 por ciento de los predios (ejidales y no ejidales) comprendían el 30 por ciento de la superficie del país; en tanto que un 50 por ciento del total de los predios abarcaba 12 por ciento de esta misma superficie. En igual sentido, de los 54 537 tractores que existían a nivel nacional, 43 501 estaban en posesión de los grandes propietarios y el resto en los ejidos. Como efecto de la concentración de la tierra y la descapitalización de algunos sectores campesinos, aumentó la proletarización rural, pasando el número de obreros agrícolas de 1 millón 430 mil en 1950 a 3 millones 270 mil en 1960.

La situación anterior pudo haber significado un fuerte obstáculo en el proceso expansivo del capital; sin embargo, la pacificación rural relativa que había producido el reparto masivo de la tierra en los años treinta, acompañado por la emigración rural masiva como efecto del proceso de industrialización, derivó en un rápido y dinámico desarrollo del sector capitalista de la agricultura dinamizando la oferta de alimentos y materias primas, y contribuyendo a la expulsión de mano de obra hacia las ciudades, además de que también fortalecía y diversificaba a las exportaciones.

Este proceso se vio acompañado decisivamente por la política agraria y de fomento del Estado, quien para emprenderlo contaba con la casi total subordinación de la principal organización campesina, la CNC, creada por Lázaro Cárdenas.

La década de los setenta se caracteriza por tres hechos fundamentales que vinieron a inyectar un nuevo matiz al desarrollo económico en México. Estos hechos van desde las medidas implementadas para enfrentar la agudización de la crisis económica, el despegue de un endeudamiento creciente y la vinculación más profunda y desventajosa que se estableció con el capital internacional.

En efecto, la crisis desencadenada entre 1973 y 1975 provocó fuerte inestabilidad económica cuyos antecedentes más inmediatos pueden ubicarse en dos niveles: en primer lugar, se esta-

blece un corte en el ciclo de prosperidad logrado coyunturalmente con la posguerra; y segundo, derivado de lo anterior, dio inicio un periodo de crecimiento inestable y menos elevado que se tradujo en marcadas fluctuaciones de la tasa de acumulación de capital, un importante desempleo y una notoria intensificación de las presiones inflacionarias.[11]

La agudización del conjunto de estos factores obligó a un cambio de fase en el desarrollo del capitalismo mexicano. Este cambio tiene estrecha relación con la nueva estructura que imponía la economía mundial y se acompañó de un amplio proceso de internacionalización y configuración de nuevos centros dinámicos en la periferia –sobre todo de América Latina, Medio Oriente y Asia Oriental– que se había gestado desde mediados de los sesenta. Así, países como México pasaron de una débil integración característica de los años cuarenta y cincuenta a otra de amplio aprovechamiento de las oportunidades que ofrecían la nueva división del trabajo, la disponibilidad de capital dinero en el mercado internacional y el auge petrolero. De este modo se incorporó exitosamente a la onda expansiva del capital internacional recientemente abierta.[12]

Desde los años sesenta nuestro país se había convertido en gran importador de capitales. Esto permitió superar en buena parte las dificultades iniciales que planteaba la transición hacia la nueva fase de acumulación. Las dificultades surgidas fueron superadas con créditos externos; por tal razón, en esta década el proceso de endeudamiento se intensificó aún más, sobre todo por el giro de la política general del Estado mexicano hacia el keynesianismo, al igual que un mayor grado de participación y control del proceso social de reproducción.

A fines de la década, cuando ocurrieron restricciones al crédito, éstas prácticamente no afectaron el proceso de endeudamiento público ya que las exportaciones petroleras se constituyeron en un gran aval para mayores empréstitos. Gracias al petróleo, entre 1979 y 1980 el país encabezó la lista de deudores más confiables para préstamos bancarios.

El gran despliegue de las exportaciones petroleras desequilibró al resto de las exportaciones mexicanas y tendió a chocar con las de origen industrial. Esto se debe a que las ventas de petróleo se apoyaron en factores ligados a la dotación natural de recursos no reproducibles, situación que lleva a un encarecimiento de posibilidades técnico productivas para sustituir una gama de pro-

[11] Rivera. Ob. cit., pp. 57-58.

[12] Rivera. Ob. cit., p. 55.

ductos por otra y lograr adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado mundial.[13]

En el mismo sentido, la política de endeudamiento contribuyó a una creciente dependencia del Estado respecto al exterior para llevar a cabo su función estratégica dentro del proceso de desarrollo. El endeudamiento retroalimentó, de hecho, el proceso de dependencia financiera provocando además que la tasa de crecimiento de la economía se fincara en función cada vez más directa del crédito externo.

Durante esta década, y sobre todo a partir de la crisis 1976-1977, la intervención del Estado tiende a concentrarse en la aplicación de políticas que priorizan el libre juego de las fuerzas del mercado, entre ellas sobresalen las siguientes: liberalización de precios y del comercio exterior; disminución de subvenciones y subsidios y reestructuración de las empresas públicas, es decir, el cierre de las más ineficientes y cambios en los criterios de operación de las que permanecieron. Tales modificaciones fueron inscritas en lo que se denominó "alianza para la producción",* estrategia encaminada a incentivar la inversión e impulsar la modernización del aparato productivo. Esto mismo ocurre en la presente década con la puesta en marcha del llamado "Pacto de Solidaridad" que refuerza el libre juego del mercado.

Este nuevo giro en la política económica corresponde a la necesidad de "corregir" los desequilibrios internos del crecimiento y readecuar el desarrollo de la economía local a las necesidades del proyecto capitalista internacional.

Sólo en el contexto anterior podemos explicarnos que el extraordinario auge vivido por la economía mexicana a finales de la década pasada, se viera interrumpido abruptamente por la crisis de 1982. Así, la reorganización del capitalismo mexicano surge como consecuencia necesaria del fracaso observado en la política de expansionismo económico basado en el déficit fiscal y la contratación de grandes deudas que llevaron a

[13] *Idem*, pp. 66-67.

* Esta política partió de un cuestionamiento a los criterios con que estaba estructurado el aparato productivo hasta ese momento. En el caso de la agricultura, sobresale la evaluación que se hizo respecto a su baja productividad, así como las posibles consecuencias futuras que tendría de continuar con las las mismas formas de organización en el campo. Los resultados de esta evaluación culminaron con la *Ley de Fomento Agropecuario*, misma que permite la libre asociación entre el sector privado y los ejidatarios en la producción de alimentos. Esto trae como consecuencia la eliminación progresiva de las formas de producción emanadas de la Revolución Mexicana. Implícitamente otorga mayor impulso a la capitalización del campo y crea condiciones rentables para incentivar la inversión.

retrasar el crecimiento de la productividad y erosionar la tasa de plusvalía. Por ello, adquieren prioridad fundamental los objetivos encaminados a elevar los estándares de competitividad en relación al mercado internacional,[14] lo cual sólo puede conseguirse, de acuerdo con la lógica estatal, saneando las finanzas públicas, reduciendo el déficit y racionalizando la disponibilidad y uso de divisas.

La devaluación monetaria de 1982, fue el detonante que puso al descubierto una crisis cíclica que había comenzado a gestarse desde el mismo periodo de auge inmediato anterior. Lo primero que se cuestionó al generalizarse esta crisis fue el carácter del Estado como regulador de la actividad económica, particularmente en la política seguida respecto al gasto público y los subsidios.

Aunque el auge petrolero había conseguido un importante crecimiento de la capacidad productiva del capital (principalmente de sectores como el petroquímico) no logró generar un evance de la capacidad industrial hacia el mercado mundial. El "*boom*" petrolero concluyó por obstaculizar esa vía y allanar el terreno para una crisis de grandes proporciones. Igualmente la capacidad del gasto y endeudamiento público tendían a agotarse, terminando así las posibilidades de sostener el nivel artificialmente elevado de la tasa de ganancia.[15]

El detonante más claro de la crisis de 1982, estriba en la menor entrada de divisas por exportación de petróleo y la falta de capacidad exportadora no petrolera que permitiera pagar el servicio de la deuda. Esto generó expectativas pesimistas sobre la actividad económica que desencadenaron actitudes especulativas y fugas de capital. La drástica reducción de la demanda que ello originaba y las escasas posibilidades de revertir el proceso en el corto y en el mediano plazos, orillaron a que las opciones de inversión estuvieran en la especulación. Paralelamente, el déficit comercial externo llevó al país a una cadena de endeudamiento permanente, tanto para financiar ese déficit, como para cubrir el pago creciente del servicio de la deuda.[16]

La política económica se orientó entonces a frenar la salida de capitales y a evitar la profundización de los desajustes financieros en la balanza de pagos y en el presupuesto fiscal. Entre las medidas más importantes de esta política "emergente" está la decisión del gobierno federal de devaluar la moneda y retirar

[14] Rivera. Ob. cit., p. 111.

[15] *Idem*, p. 113.

[16] Huerta. Ob. cit., pp. 101-105.

al Banco de México del Mercado de Cambios; la reducción del gasto público y la modificación de precios y tarifas en bienes y servicios; mayores facilidades para depositar en México y evitar fugas de capitales; reducción de montos mínimos y plazos para dichos depósitos; adopción de una política flexible en tasas de interés para fomentar el ahorro interno; estímulos fiscales y apoyo financiero a la producción manufacturera; y, reducciones arancelarias a las importaciones de materias primas y de bienes de capital.[17]

Sin embargo, esta poítica mostró de inmediato su inviabilidad al aumentar las tasas de interés, la devaluación constante de la moneda y la poca efectividad de las otras medidas para evitar la fuga de capitales. Debido a ello, el gobierno procedió a aplicar el control generalizado de cambios y nacionalizar la banca, también pidió una moratoria para el pago de amortizaciones a la deuda externa. Para reasegurar créditos recurrió al Fondo Monetario Internacional que a su vez impuso condiciones al gobierno a través de una carta de intención obligándolo a: a) racionalizar el gasto público; b) aumentar y reestructurar sus ingresos a través de medidas tributarias y de eliminación de subsidios vía revisión de los precios y tarifas de las empresas paraestatales; c) restringir el déficit público como proporción al PIB, y d) colocar topes al endeudamiento externo.[18]

Lo que en esencia está presente en este proceso, es la modernización y ampliación de la capacidad industrial, principalmente en el sector de medios de producción. Por esta razón se formula una estrategia de exportación industrial asentada sobre una fuerte competitividad internacional y basada en tecnología moderna para sostener a largo plazo la participación creciente de la industria mexicana en el mercado mundial.

En esta idea de modernización subyace la incorporación creciente de nuevas tecnologías, la cual concuerda a la vez con la internacionalización de la economía y su tendencia a favorecer las ramas más internacionalizadas y dinámicas, por ejemplo, la metalmecánica, la química y la petroquímica. Las ramas industriales de punta, al igual que las grandes empresas de otras ramas imponen al resto de la industria una mayor internacionalización del proceso productivo.

La mayoría de las actividades tienen que incorporar tecnologías capaces de responder a las adecuaciones que exige dicha dinámica.[19]

[17] *Idem*, p. 113.

[18] Huerta. Ob. cit., p. 115.

[19] *Idem*, pp. 32-33.

La interrelación tecnológica desfavorable con el exterior determina, en gran medida, las características productivas y su marcado predominio dentro del sector industrial. Dichas características se expresan en procesos productivos intensivos en capital y de contenido importado, con alto grado de monopolio y escasa relación inter e intrasectorial. El crecimiento de ciertas ramas impone al resto de la industria una mayor internacionalización de los procesos productivos, debido a que la relación inter industrial exige que las ramas ligadas a ella internamente, incorporen métodos de producción capaces de responder a sus requerimientos.

Los fuertes lazos de dependencia tecnológica que se establecen, configuran un proceso interminable de sustitución de importaciones, dados los desarrollos tecnológicos casi permanentes y el gran número de encadenamientos productivos que se derivan. De ahí que la dinámica industrial, por su interrelación tecnológica con los países desarrollados y con el tipo de productos que condujeron ese dinamismo, es acompañado de altas tasas de crecimiento de importaciones, evidenciando lo inagotable de dicho proceso de sustitución.[20]

Este nuevo modelo pretende, por otra parte, propiciar cambios en la estructura para encarecer la situación actual. Intenta lograr un crecimiento más equilibrado, de tal forma que cada sector de la economía satisfaga los requerimientos del otro y así evitar la escasez de productos, la inflación y atenuar presiones sobre el sector externo. Así se explicaría, por ejemplo, el hecho de que periódicamente se revisen a últimas fechas los precios de garantía de algunos productos agrícolas para incentivar su producción, la liberalización de los precios y la revisión de productos que están sujetos a control, a fin de evitar la llamada "economía ficción" que desestimula la producción.[21]

De cualquier manera, el mayor grado de monopolio del sector industrial frente al agrícola, nulifica la política de revisión permanente de los precios de garantía encaminados a aumentar la producción y a proteger los ingresos de los agricutores, ya que todo aumento de estos precios repercute en mayores precios en el sector industrial, sin lograrse los propósitos de incentivar la producción agrícola.

Si se privilegia la rentabilidad para impulsar la producción de granos básicos, siempre habrá otros productos (dentro y fuera del sector) más rentables que incentiven la orientación de

[20] Huerta. Ob. cit., pp. 37-47.

[21] *Idem*, p. 137.

las inversiones. La corrección de los desajustes intersectoriales existentes casi al inicio del capitalismo, sería el verdadero sentido de la nueva incorporación tecnológica a la agricultura nacional e internacional misma que muy pronto entrará en su segunda fase y que, dadas las necesidades existentes a nivel interno, difícilmente podría eludirse independientemente de las transformaciones adversas que genere en la estructura social y agrícola.

La internacionalización del capital y su correlación con la crisis de la agricultura mexicana

Diversas investigaciones sobre la estructuración y desarrollo de la agricultura mexicana han demostrado su contribución indiscutible al proceso de industrialización del país, ya sea en forma directa o indirecta vía transferencia de excedentes de un sector a otro.

Por tal razón, la agricultura representa, sin lugar a dudas, un sector fundamental de las diferentes políticas económicas que se adoptan internamente, en tanto transfiere, directa e indirectamente, el excedente requerido por el desarrollo industrial en capital y trabajo.

Bajo tales condiciones, la modernización general del país ha estado aparejada históricamente a la modernización de su agricultura, aunque esta última no se muestra todavía capaz de generar un efecto distributivo favorable a la gran masa campesina. Una tendencia interesante de la dualidad señalada, estriba en que según la economía nacional se inserte en los procesos de internacionalización del capital también lo hace, aunque con sus matices particulares, la agricultura.

Una idea aproximada al concepto de internacionalización del capital en la agricultura mexicana, es aquella que involucra los procesos de modernización en la producción de alimentos y otros productos agrícolas, incluyendo a las innovaciones tecnológicas agrícolas, mejoras organizativas y de gestión económica de los predios rurales y a los nuevos mecanismos de integración de las unidades agrícolas con la fase de comercialización o procesamiento de las materias primas agrícolas que empiezan a difundirse en el país desde inicios de los sesenta.[22]

Dicha modernización no ha implicado, forzosamente, un proceso homogéneo en todas las ramas ni en cada uno de

[22] Rama, Ruth. "Algunos efectos de la internacionalización de la agricultura sobre la crisis agrícola en México". División de Estudios de Posgrado. Facultad de Economía, UNAM. México, 1983 (*mimeo*).

los eslabones que forman la cadena agroindustrial, ya que ésta puede presentarse en las fases de procesamiento, distribución al menudeo y consumo de alimentos sin que abarque la producción primaria; no abstante, la tendencia más clara parece girar hacia una modernización más acentuada de esta fecha sin que el capital extranjero intervenga de manera directa, al menos en su forma ortodoxa.

En la modernización de la agricultura mexicana coparticipan el capital nacional y trasnacional, además del Estado. El papel de este último es determinante debido a su participación en la transferencia desde y hacia la agricultura, en la política de precios agrícolas* y en la regulación productiva y comercial de productos agrícolas básicos, cumpliendo en el último renglón con los siguientes objetivos: a) mantener el equilibrio entre oferta y demanda, b) garantizar el abasto a los grandes centros urbanos del país; y c) regular la cantidad y precio de los productos agrícolas básicos dentro del mercado nacional.

Esta política favoreció la expansión de la industria principalmente durante el periodo conocido como Desarrollo Estabilizador. Durante este periodo el propósito básico consistió en controlar los costos de producción para moderar las presiones de la clase trabajadora por demandas de incremento salarial vía precios bajos a los alimentos de consumo popular.

De cualquier manera, a partir del condicionamiento que tuvo este modelo a los factores externo, es la inversión extranjera directa quien ejerce el liderazgo en las principales ramas alimenta-

* Ante la evidencia de que los precios de garantía han actuado como un elemento descapitalizador del agro, cuyos efectos son resentidos fundamentalmente por los pequeños productores desde el inicio de esta década, los precios de garantía se convierten en el hilo conductor de buena parte de las luchas campesinas en el país. Aunque este conflicto siempre ha estado presente, lo distintivo de estos movimientos frente a los de la década anterior es el carácter globalizador de sus demandas. En la medida que la lucha por los precios agrícolas es una disputa por el excedente generado en el medio rural, lo que en el fondo está en cuestión es la inserción específica del sector agrícola en el proceso general de acumulación.

El sistema de precios de garantía fue implantado a principios de la década de los cincuenta como un mecanismo regulador de ciertos precios agrícolas que buscaban garantizar un ingreso mínimo al esfuerzo campesino y utilizarlos como instrumento estatal para orientar la producción agrícola. Durante cerca de 20 años los precios de garantía se mantuvieron congelados; hasta 1973 se convirtieron en el instrumento predilecto del Estado para ejercer la regulación tanto en la producción rural como en el proceso de transferencias intersectoriales. Lo que persigue ahora la política gubernamental es garantizar el manejo, por parte del Estado, del excedente generado en el medio rural, puesto al servicio del financiamiento en una nueva etapa en el proceso de industrialización subsidiado. (Véase: Gordillo, Gustavo. "¿Precios de garantía?" *La Jornada*, diciembre 1 de 1986.)

rias. Esto le ha permitido inducir una "occidentalización" de los patrones agrícola y de consumo, al igual que su inserción indudable al proceso de internacionalización.

La internacionalización del capital en el sistema alimentario consistiría tendencialmente en una "actualización histórica", mediante la cual se viene difundiendo en el país la revolución tecnológica y organizativa que ocurre inicialmente en los sistemas alimentarios de los países desarrollados capitalistas; particularmente en los EUA. En este proceso intervienen de manera determinante tanto factores internos de acumulación de capital como el progreso gradual de las técnicas y la organización de la producción.[23]

La internacionalización de la agricultura mexicana ha representado, particularmente desde mediados de los sesenta, grandes costos en el plano social y estructural. La insistencia de convertirla en un factor central de apoyo a la industrialización, violenta su propia lógica intersectorial, provoca un desestímulo a la inversión en el renglón agropecuario, más en el renglón campesino que en el empresarial, y representa el factor principal que explica la crisis padecida por el sector desde hace dos décadas.

Así, la crisis agrícola se explica tanto en su lógica de organización interna, como en su condicionamiento al capital internacional. Este último al no encontrar mecanismos nacionales de contención suficientemente fortalecidos, ha podido orientar la estructura del agro de manera favorable a sus intereses.

El procedimiento más claro para explicar la crisis de la agricultura mexicana y su inserción al proceso de internacionalización, se consigue analizando el comportamiento cíclico que mantuvo la agricultura en el periodo 1946-1966.* (Cuadro 14).

Así, se observa que durante este periodo el sector agropecuario estuvo eficazmente organizado para proveer de alimentos baratos (sobre todo al medio urbano) y así mantener bajos los costos industriales de la fuerza de trabajo; generar excedentes exportables para captar divisas e impulsar la industrialización sustitutiva. Durante este lapso los flujos entre la agricultura y el resto de la economía resultaron adversos a la primera. El sector transfería

[23] Rama, Ruth. Ob. cit.

* Para este apartado, salvo que se mencione explícitamente, las cifras e ideas centrales que manejamos provienen de los siguientes trabajos: 1) SARH, ONU, CEPAL. "El desarrollo agropecuario de México. Pasado y perspectivas", tomos I, II y III. 2) Rama, Ruth. Ob. cit. 3) Rello, Fernando. "La crisis agroalimentaria", *Cuarto Seminario de Economía Agrícola.* IIEC. UNAM, México, 1984 (*mimeo* y, 4) Torres, Felipe. "La problemática alimentaria y la situación nutricional en México", en *Temas Demográficos*, Dinah Rodríguez (coord.) ENTS. UNAM. México, 1987.

recursos a la economía urbana por la vía de precios bajos y rezagados respecto a los bienes manufacturados. Los flujos financieros le eran desfavorables en términos netos.

Si bien este esquema se mostró eficaz para alcanzar los objetivos de la política económica, lo cierto es que no pudo sostener su efectividad por mucho tiempo, sobre todo si consideramos las presiones que ejercían los precios internacionales sobre los precios de los productos nacionales, agudizados todavía más a partir del auge agrícola exportador de Estados Unidos.

Mientras que durante el periodo 1964-1966 la producción agrícola mexicana creció a una tasa acumulativa anual de 7.3 por ciento y la producción *per cápita* a razón de 4.0 por ciento, en el lapso de 1964-1966 a 1976-1978, el crecimiento de la producción del sector se limitó a 1.8 por ciento y la producción por persona disminuyó al 1.8 por ciento anual. La superfice cosechada se incrementó en el primer periodo de 6.6 millones a 14.9 millones de hectáreas, mientras que en el lapso crítico, posterior la frontera agrícola, aumentó de 14.9 a 15.1 millones de hectáreas. (Cuadro 14).

Para resolver el creciente déficit, presionado además por la demanda interna familiar e industrial, se empezó a recurrir a las importaciones. Así, este rubro que había aumentado muy lentamente desde inicios de los años cincuenta, se acelera notablemente a partir de 1966 y sobre todo en 1969. Entre 1966 y principios de esta década, la tasa acumulativa de las importaciones fue de 17.5 por ciento. Tan sólo en 1980, las importaciones aportaron el 31 por ciento del consumo interno de trigo, 30 de maíz y 25 por ciento en frijol. Salvo en algunos productos volcados al mercado externo como frutas, legumbres y café, las exportaciones muestran un estancamiento desde mediados de los sesenta en adelante.

Otro factor que explica las causas de la crísis agrícola, es que a partir de 1966 se manifiestan en forma simultánea dos hechos racionalmente excluyentes: por una parte la población creció a un ritmo de 3.4 por ciento anual, y por otra, la producción no superó el 2 por ciento al año. Esta situación provocó que la disponibilidad de productos agrícolas se desplomara en 1.4 por ciento (Cuadro 14). A partir de aquí, la agricultura se declaró impotente para satisfacer los requerimientos del consumo, particularmente entre los grupos más pobres; de esta manera se agudizó la dependencia externa en alimentos.

Paulatinamente se fue conformando un nuevo modelo para producir alimentos que reflejaba las prácticas seguidas por las empresas alimentarias monopólicas y las políticas gubernamentales

que provocaron simultáneamente riqueza y miseria, sobrealimentación y desnutrición y una mayor polarización del consumo general.

Además de los efectos provocados por la política interna, en el desplome de la producción agrícola nacional intervienen dos factores más con estrecha vinculación a la internacionalización de la agricultura mexicana; uno de ellos es el impulso concedido a los productos de exportación más dinámicos, el otro lo representa la ganaderización que ha llevado a la expansión de cultivos forrajeros para alimentación animal.

En el caso de los sistemas comerciales impulsados bajo el esquema de ventajas comparativas, en un lapso en que los precios internacionales de los principales productos básicos eran inferiores a los nacionales de garantía, se evidencia una clara orientación al mercado internacional; por ende, adoptan nuevas formas organizativas, tecnología usada, agentes económicos involucrados y la misma complementariedad con el país comprador (como es el caso de la producción de frutas y hortalizas de invierno para el mercado norteamericano, o la crianza de becerros en pie para su engorda posterior en ese país) implican una mayor integración con el mercado mundial.

Si bien la demanda externa se mantuvo en estos sectores, los niveles alcanzados durante el auge, finalmente disminuyeron mientras se fue incrementando la demanda interna. De esta manera, la internacionalización de la agricultura mexicana no ocurre necesariamente en desmedro del mercado interno. Decaen las exportaciones de productos agropecuarios pero se fortalece el mercado interno apuntalado por los estratos de ingresos medios y altos.

Dada la internacionalización del sistema agroalimentario en su conjunto, la industria alimentaria se conformó con nuevos productos que condicionaron a su vez la estructura agrícola. El déficit de la producción primaria ha sido aprovechado por las grandes compañías procesadoras de alimentos, principalmente trasnacionales que, ayudadas por una eficiente red distribuidora, penetran hasta las regiones más apartadas. Los productos que comercializan estas empresas tienen características diferentes a los que originalmente conformaban la dieta nacional, en tanto su conformación básica son los azúcares y harinas en un segundo procesamiento.

Por otra parte, si bien los siguientes agroexportadores están integrados a los agentes económicos norteamericanos, este modelo llevó paulatinamente hacia un desajuste estructural de la agricultura generando los efectos siguientes: a) reducción de

la importancia relativa de la agricultura de exportación como proveedora de divisas, b) disminución de la participación global de las exportaciones en la producción agropecuaria y en la superficie cosechada, y c) menor dinamismo de la producción orientada al mercado mundial que la destinada al consumo interno desde mediados de los sesenta.

Así, la idea de que la crisis de la agricultura mexicana deviene de su vocación exportadora queda inmediatamente anulada, ya que el comportamiento de las cifras indica una contracción en el volumen de los productos exportados y un crecimiento nulo de éstos durante el periodo de crisis.

Por efecto de la reorientación más creciente hacia el mercado nacional, la lógica de la crisis agrícola hay que buscarla, como algunos analistas apuntan, en su desarrollo interno, en la influencia significativa de los factores externos y enmarcada en un sistema agroalimentario internacional.

Aunque debe reconocerse que en algunos casos puede existir un desplazamiento de cultivos básicos por los de exportación, sobre todo en áreas de riego, no podemos atribuir la crisis de la producción de granos a la generalización de este fenómeno. Inclusive la internacionalización de algunos sistemas agroexportadores en el sentido de una mayor participación de los agentes económicos internacionales no parece haber implicado un vuelco masivo hacia la agricultura internacional que afectase negativamente a los producción de alimentos para el mercado interno; sobre todo en el caso del maíz que se produce básicamente en áreas temporaleras.

La crisis de la agricultura mexicana se circunscribe específicamente a un grupo de 17 productos, incluyendo a los cuatro básicos (arroz, maíz, frijol y trigo), que crecieron a tasas inferiores al 3.4 por ciento observado por el crecimiento demográfico entre 1964-1966 y 1976-1978. Este grupo conformó el 78.6 por ciento del volumen físico de la producción agrícola entre 1964-1966 y el 61.2 por ciento en 1976-1978 (Véase Cuadro 14).

El desestímulo registrado en el cultivo de básicos obedece a criterios de rentabilidad; en este caso, los precios de garantía favorables al sorgo y a las oleaginosas, que son los más dinámicos en términos de comercialización y superficie cosechada, orillan al abandono de los básicos; política que además corresponde a la decisión de mantener a bajo precio los bienes-salario.

Por otra parte, en un mercado industrial necesitado de insumos debido a la ampliación de la demanda de poductos pecuarios (carne, leche y huevos) en las capas medias y altas, resulta explicable que las empresas procesadoras de alimentos balanceados y aceites estuviesen dispuestas desde un principio a pagar precios

superiores al de garantía. Por ello, los precios medios del sorgo y las nuevas oleaginosas resultaron con frecuencia superiores a los fijados por el gobierno, lo cual desalentó indirectamente el cultivo de básicos.

No puede pasarse por alto el hecho de que la crisis agroalimentaria es de grandes dimensiones, pero ello no significa que sea generalizada. Junto al sector productor de granos básicos, con crecimientos porcentuales inferiores al demográfico, coexiste un sector minoritario dinámico y expansivo dedicado al cultivo de forrajes, nuevas oleaginosas (cártamo y soya), frutas y legumbres y productos animales (representados por la ganadería extensiva).

El rápido crecimiento de varios de los cultivos dinámicos se expresa fundamentalmente en la expansión de su superficie cosechada. Este fenómeno afecta sobre todo al cultivo de básicos en tierras temporaleras. Por ejemplo, el aumento en la producción de cártamo y soya obedece principalmente al incremento de la superficie cosechada, ya que los rendimientos fueron comparables desde un principio a los obtenidos en Estados Unidos; el sorgo observa prácticamente la misma situación (Véase Cuadro 15).

La superficie cosechada de granos básicos disminuyó en 1.4 millones de hectáreas entre 1964-1966 y 1976-1978. Esta disminución equivale prácticamente al aumento de hectáreas cosechadas con cultivos forrajeros y oleaginosas.

Este fenómeno se manifestó principalmente en las áreas de temporal, aunque si bien es cierto que en los distritos de riego* aumentaron los cultivos forrajeros, también se observa un incremento básico.

El dinamismo cobrado por cultivos forrajeros y oleaginosas se explica en función de que los nuevos complejos agroalimentarios crearon necesidades de productos antes no presentes de manera generalizada en el patrón nacional de consumo. Dichos complejos se formaron fundamentalmente con capital trasnacional; por ejemplo, la avicultura moderna estructurada con base en aves genéticamente seleccionadas y que sustituyeron a las criollas en

* Entre 1936 y 1976 casi la totalidad de la inversión pública se destinó al riego, tan solo en 1975 ocupó el 77 por ciento. Sin embargo, el déficit en la producción de básicos obligó al Estado a revitalizar las zonas de temporal mediante el "riesgo compartido" sin que se resolviera realmente el déficit. En cuarenta años la superficie cultivada aumentó 2.5 veces, mientras que la superficie abierta al riego dio un salto aproximado de 8 veces, los mayores rendimientos corresponden a los de orientación comercial. El rendimiento del trigo se incrementó de 750 Kgs por ha. en 1940, a 3.8 toneladas en 1980; el sorgo pasó de 1 500 Kg en 1960 a 3.0 toneladas en 1980. En cultivos básicos el incremento apenas si fue notorio, el maíz ascendió de 600 a 1 800 Kg y el frijol de 225 a 550 Kg.

la producción de pollo y huevo, estimularon el rápido crecimiento de la industria de alimentos balanceados.

La nueva avicultura absorbe el 68 por ciento de la producción de alimentos balanceados y la porcicultura el 18 por ciento. De esta manera se alienta la expansión del sorgo y la soya, sus principales insumos.

La producción nacional de sorgo creció al 18 por ciento de 1960 a 1978; sin embargo, las importaciones representaron a partir de 1973 entre 10 y 18 por ciento del consumo. La producción interna de soya fue también espectacular, pero aún así existe una brecha en aumento entre la demanda y la oferta interna que se satisface con voluminosas importaciones.

Entre los nuevos productos, en el sentido de que antes no estaban presentes de manera generalizada en el país (frutas, legumbres, sorgo, soya, pollo y huevo, parte de la producción láctea y porcina) la expansión modernizante del capital cubre todos los eslabones de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo, revolucionándola completamente.

Algunos de estos nuevos productos, sobre todo los diferenciados por marcas registradas y que pasan por un segundo procesamiento industrial, no se caracterizan por un valor nutricional adecuado. Resultan atractivos en sabor, presentación y texturas. Destacan de manera importante los pastelillos, refrescos, pastas, pan de caja, etcétera, que prácticamente han desplazado aquellos que hasta hace apenas 20 años fueron aceptados en la dieta popular; por ejemplo, quelites, pulque, gusanos, insectos, calabaza e incluso frijoles.

Las empresas trasnacionales y demás agroindustrias modernas nacionales que operan en los sistemas agroindustriales, inciden en la producción primaria según el producto a través de contratos por intermediación conjunta de organismos estatales de comercialización y crédito para la producción agrícola. La internacionalización de estos nuevos sistemas agroindustriales ha implicado un desplazamiento de cultivos para consumo humano, pero no a través de un proceso desintegrador de la economía campesina, ya que tienen una localización específica.

El proceso modernizador de la agricultura en México ocurrió en regiones típicas de la agricultura comercial (en el Norte y en el Bajío), donde los agentes económicos están dispuestos a sustituír cultivos como respuesta a una mayor rentabilidad, canales de comercialización adecuados, crédito oficial y demanda más dinámica por parte de la industria. El proceso también operó en algunos sectores campesinos que recibieron un fuerte apoyo ofi-

cial y orientaron su producción hacia algunas agroindustrias exportadoras como es el caso de frutas y legumbres.

Además de la incorporación de nuevos sistemas, la internacionalización también ha involucrado a otros sistemas que ya mantenían su propia dinámica interna y externa; sin embargo, los cambios sólo se registran en las fases de transformación, distribución y consumo, mientras permanecen incambiadas las estructuras productivas, la tecnología primaria de las materias primas y su primer procesamiento industrial. Este es el caso de algunos sistemas agroindustriales tradicionales como la carne de res, tabaco, sacarígenos, café y cacao.

El eslabón de enlace entre las empresas industriales y la agricultura que les suministra materia prima, está conformado por diversos organismos paraestatales (INMECAFE, TABAMEX, etcétera), uniones de productores y empresas públicas. Estas instituciones intermediarias se encargan de la comercialización del producto y de la primera transformación de la materia prima (molienda de la caña, fermentación del cacao, desmucilaginado del café). Sin embargo, la base productiva contiene esencialmente una agricultura atrasada y la mayoría de los productores tienen escasa capacidad de ahorro, lo cual frena cualquier intento de modernización agropecuaria. Aunque es indudable que ocurre un proceso de diferenciación campesina del cual emerge un grupo muy significativo de agricultores medios capaces de hacer uso de las tecnologías más modernas.

La intención original de apoyar estos sistemas correspondía a la idea de promover una especialización exportadora en productos donde el país tuviera ventajas comparativas. Sin embargo, la desarmonía interna entre las altas tasas de la demanda industrial y la baja oferta de las materias primas se resolvió desviando al mercado interno parte de lo que antes se exportaba. Estos sistemas que habían sido de mercado preferencial, pasaban a convertir al mercado interno en el eje de su crecimiento.

A raíz de la crisis internacional de alimentos ocurrida entre 1972-1973 cuando los precios mundiales de los granos ya eran superiores a los prevalecientes en México, se produjo un nuevo viraje en la política nacional de precios agrícolas. Desde esa fecha comenzaron a incrementarse los precios de garantía de los granos básicos y se han puesto en marcha diferentes programas (SAM, PRONAL, PRONADRI) cuyo objetivo básico es recuperar la autosuficiencia alimentaria.

La política de precios de garantía se reactiva, pero subyace la idea de que éstos equivalen al salario del campesino sin considerar que incluye los costos de producción.[24]

Así, lo que en verdad viene a ser el equivalente al salario en el caso del productor campesino, es la diferencia entre el precio de garantía por tonelada producida en una hectárea, menos el costo de producción de esa misma hectárea.

Aunque puede argumentarse que en los últimos años los precios de garantía han estado por encima de la tasa de inflación, ello no ha repercutido en el bienestar campesino. La utilidad neta, por tanto, tiende a decrecer principalmente porque dentro del costo de producción, los costos financieros (intereses del crédito rural) se han incrementado y escaseado junto a los insumos administrados por el Estado; tampoco refleja el costo de la mano de obra porque el jornalero agrícola es pagado por abajo del mínimo, y el trabajo familiar no es imputado al costo de producción. Por ello, lo que se vislumbra es un conjunto de mecanismos articulados alrededor del propósito de despojar a la economía campesina, vía mercado financiero, del excedente que genera de productos y de trabajo.

Lo anterior no hace sino poner en entredicho la antigua función de la economía campesina dentro del modelo generado de desarrollo. Los alimentos básicos tienden a producirse en mayor proporción por la agricultura de riego identificada con el esquema capitalista. El trigo y arroz devienen de la agricultura de riego en 96 y 75 por ciento, asi como la cuarta parte del frijol; o sea los alimentos campesinos.

A la larga —aunque en un proceso lento—, la agricultura campesina productora de bienes básicos parece perder su antigua condición de proveedora de alimentos baratos para la fuerza de trabajo industrial. "Esta función pasará a ser desempeñada cada vez más por los [*farmers*] estadunidenses, la agricultura capitalista doméstica y las agroindustrias. En ausencia de una opción política en favor de la economía campesina productora de básicos, ésta tenderá a convertirse en una agricultura de indigentes produciendo para indigentes encerrada en un circuito cerrado y relativamente menos articulada económicamente que antes dentro del modelo de desarrollo global cuyo motor es la industria".

[24] Gordillo. Ob. cit.

Como ya hemos referido, el auge que caracterizó al desarrollo industrial durante el periodo conocido como Desarrollo Estabilizador, estuvo acompañado por un auge de magnitud similar en el sector agrícola. Pero a diferencia del subsector manufacturero, privó toda la industrialización, la agricultura sí incorporó, aunque diferenciadamente, los últimos avances tecnológicos que se estaban generando a nivel mundial. Esto tuvo sus repercusiones en los niveles de productividad alcanzados, gracias a ello en algunos cultivos importantes se lograron rendimientos hasta 5 ó 6 veces superior a los convencionales. Sólo así pudo satisfacerse la creciente demanda interna, sobre todo la urbana, y además obtener divisas adicionales.

De manera simultánea a la incorporación tecnológica, tiende a manifestarse una clara diferenciación entre los productores del agro que involucra también a las zonas agrícolas más dinámicas del país. La agricultura empezó a incorporar procesos capitalistas irreversibles de producción semejantes a los industriales, intensificando el capital sobre el trabajo y conformando lo que actualmente se conoce como agricultura comercial.

Con ello empiezan a surgir ramas de la agricultura enteramente nuevas, dedicadas fundamentalmente a la comercialización de insumos y a la importación de maquinaria agrícola. El proceso de producción en su conjunto se fue estructurando con base en "paquetes tecnológicos" compuestos por maquinaria, semillas mejoradas, fertilizantes, herbicidas e insecticidas.

En función de que estos insumos requerían para su éxito de condiciones económicas óptimas, el Estado desarrolló grandes obras de infraestructura hidráulica y con ello indujo a una nueva estructuración en la propiedad de la tierra, conformada ahora por grandes concentraciones denominadas "neolatifundios" disfrazados, aunque éstos no tuvieran una base legal que los sustentara.

Debido a que la agricultura mexicana nunca antes se había distinguido por incorporar una mecanización amplia, ni por utilizar insumnos artificiales de mercado a su proceso productivo, es a partir de esta incorporación generalizada que consideramos la modernización agrícola en su primera fase.

Si nos atenemos a una periodización mecánica esta modernización estaría inserta dentro de la Segunda Revolución Científica y Tecnológica. Su carácter distintivo es el mejoramiento de las variedades y el alto consumo de energía, además de la mecanización en grado creciente.

En el sentido más general del término, la modernización indica simplemente un proceso de reorganización dentro de grupos o sociedades dedicadas (directa o indirecta, voluntaria o involuntariamente) al esfuerzo de incrementar el dominio sobre el medio ambiente físico recurriendo a nuevos instrumentos y métodos, y en particular los relacionados en los últimos siglos con la Revolución Industrial en Europa y Estados Unidos. La modernización puede conducir tanto al "subdesarrollo" o a un "no desarrollo" como al desarrollo, lo que ocasionaría un deterioro relativo y uno absoluto en el bienestar de grandes masas de población;[25] esto último parece ser lo que distingue a la primera fase de la modernización agrícola en México.

En el proceso de modernización agrícola en México se manifiestan dos posturas claramente diferenciadas, ambas corresponden a intereses completamente distintos. Una de ellas ha mostrado mayor inclinación hacia la "occidentalización" de la agricultura mediante la incorporación de tecnología importada y su intereses básico es lograr rendimientos inmediatos, independientemente de los efectos económicos y sociales que pueda causar en el agro nacional; representa la orientación capitalista de la agricultura. La otra, si bien consciente del mejoramiento agrícola, más bien considera que este debe lograrse en equilibrio con el medio ecológico y social, y no necesariamente debe estar basado en la adopción de métodos artificiales, ni privilegiar la intensificación del capital sobre el trabajo; representa la orientación nacionalista.

Ambas posturas liberaron importantes disputas políticas al tratar de imponer los criterios que deberían guiar esta primera fase de modernización agrícola en México. Finalmente se impuso la vía capitalista, aunque su difusión fue localizada y no tuvo todo el éxito esperado, entre otros factores, porque no encontró los niveles de capitalización adecuados y chocó con elementos de tipo cultural que aún hoy día tienen importancia en el agro nacional. Esto último ha llevado, sin embargo, a deprimir cualquier tipo de mejoramiento autóctono; así la economía campesina es receptora tarde o temprano, si bien marginalmente, de la tecnología moderna.

Así, durante los últimos 50 años el crecimiento de la producción agrícola nacional ha estado estrechamente vinculada a la aplicación de los más recientes avances tecnológicos. Sin embargo, una importante proporción de productores, especialmente de la agricultura de temporal, permanecen fuera del desarrollo

[25] Hewit de Alcántara, Cinthya. *La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970*. Siglo XXI Editores (3a. edición) México, 1982, p. 11.

tecnológico. a causa de esas desigualdades, la actividad agrícola en general, presenta todavía rendimientos relativamente bajos.[26]

En este proceso de inducción tecnológica el Estado ha desempeñado un importante papel en las áreas de investigación y extensión agropecuaria.

En el sector agrícola la investigación empezó, de acuerdo a versiones oficiales, entre 1907 y 1908, con la fundación de las estaciones experimentales de San Jacinto (D.F), Tabasco, San Luis Potosí y Oaxaca. En 1933 la Secretaría de Agricultura y Fomento creó el Departamento de Campos Experimentales que en 1947 se transformó en Instituto de Investigaciones Agrícolas; hacia 1943 se creó la Oficina de Estudios Especiales.[27]

Debido a problemas conceptuales sobre la investigación agrícola, ambos organismos se fusionaron en 1960 dando lugar al actual Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). No obstante, la Oficina de Estudios Especiales prácticamente conservó sus funciones originales al crearse en nuestro país el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), a donde fueron trasladados sus ideas y su personal.

Otra vinculación clara del Estado a la inducción tecnológica es que a través de la fundación de los bancos de Crédito Ejidal y de Crédito Agrícola, comenzó a ligar el crédito al uso del paquete tecnológico resultado de las investigaciones hechas por la Oficina de Estudios Especiales. Este sistema de inducción tecnológica fue aprovechado por grandes empresas de comercialización estadounidenses.

A partir de 1953 se implanta una asistencia técnica específica para los Distritos de Riego mediante la organización de los Comités Directivos. Esta nueva estructura permitió el desarrollo del apoyo institucional en materia de crédito, abastecimiento de insumos, comercialización y extensión agrícola favoreciendo el éxito productivo de una agricultura cuya tecnificación no consideraba restricciones ecológicas y económicas casi de ningún tipo.

Gran parte de la investigación agrícola se ha concentrado en buscar las técnicas apropiadas para riego, aunque éste representa sólo alrededor del 50 por ciento de la producción agrícola.

Además, el 94 por ciento de los centros de investigación del país pertenecen al gobierno federal. incluyendo organismos descentralizados y centros de enseñanza superior. Esta situación

[26] SARH, ONU, CEPAL. *El desarrollo Agropecuario de México, pasado y perspectivas.* tomo XI. México, 1982.

[27] SARH, ONU, CEPAL, ob. cit.

no se presenta en otras esferas de la producción donde existe evidentemente una mayor participación del sector privado.

Con todo y que no podemos desconocer los primeros intentos de incorporación tecnológica ocurridos a principios de siglo, las verdaderas bases de la modernización agrícola en su primera fase ocurrieron durante el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas.

Cárdenas comienza por ubicar al agro como un sector prioritario, compuesto por comunidades campesinas con acceso a la tierra, al crédito y a los servicios sociales. Nunca antes ni después el campo recibió tanto apoyo, se incrementó el gasto público para la construcción de obras de regadío y carreteras y se consolida el marco institucional apropiado para la expansión de la reforma agraria.

Las explotaciones agrícolas privadas bajaron de 5.2 millones de hectáreas cultivables en 1930 a 3 millones en 1940. Las tierras ejidales aumentaron de 800 mil hectáreas a 3.5 millones. El sector de la reforma agraria que antes de Lázaro Cárdenas había estado muy mal dotado, llegó así a comprender un importante grupo de nuevos agricultores, que tenían tierras de riego en algunas de las mejores zonas del país con acceso al crédito, a la maquinaria agrícola y la ayuda técnica. Sin embargo, la mayoría de los ejidatarios de México vivía todavía en un nivel casi de subsistencia (el 87 por ciento aún en 1950) pero el 13 por ciento restante aportaba un creciente volumen de bienes al mercado nacional.[28]

Es bajo este contexto que empieza a promoverse la investigación destinada a mejorar tecnológicamente la producción agrícola para consumo interno, a diferencia de las primeras experiencias realizadas a principios de siglo que priorizaban la agricultura comercial de exportación.[29]

La investigación durante el gobierno de Lázaro Cardenas tiende a conciliar interese productivos y sociales. Se buscó desarrollar tecnologías basadas en los conocimientos técnicos adquiridos por la práctica campesina cotidiana. Se le dio gran impulso al mejoramiento de semillas, buscando que fuera congruente con una tecnología que utilizara pocos insumos de acuerdo a los riesgos de la agricultura mexicana, el nivel de conocimiento de los productores y la disponibilidad financiera. Ello permitiría aumentos moderados de productividad pero en amplios grupos de productores.

Esta orientación política varía sustancialmente a partir del gobierno de Avila Camacho y en forma más aguda durante el

[28] Hewit de Alcántara, Cinthya. Ob. cit.

[29] SARH, ONU, CEPAL. Ob. cit.

periodo del presidente Miguel Alemán, bajo el lema "primero hay que crear riqueza para después distribuirla".

Desde 1940 comienza por privilegiarse la obtención de rápidos y fáciles incrementos en el rendimiento, antes de considerar otros aspectos relacionados con las condiciones de funcionamiento de las explotaciones campesinas. Se aprovecha la organización institucional creada por el presidente Lázaro Cárdenas para apoyar una tecnología basada en la intensificación del capital.* Este proceso se realiza en el contexto de un modelo de desarrollo industrial que exigía del sector agropecuario su apoyo a través de diversas aportaciones (flujos financieros, alimentos baratos, materias primas, atcétera). Esto trae una nueva conformación de la agricultura más acorde con el proceso expansivo del capital internacional en tanto tiende también a producir para el mercado externo e importa la mayor parte de los insumos y de la maquinaria requerida por la mecanización.

Este nuevo criterio implicó una selección natural de aquellos productores que respondieran dinámicamente a los nuevos incrementos de productividad, y pudieran absorber los costos financieros que implicaba la adopción del paquete tecnológico. Estos productores se concentraron preferentemente en las áreas de riego, ya que disponían de mayores recursos, conocimientos técnicos, gran apoyo en asistencia técnica y una fluída articulación de los mercados de bienes.

Bajo este criterio de mejoramiento de la productividad fue como se estableció la ya referida Oficina de Estudios Especiales bajo un convenio entre la Secretaría de Agricultura y Fomento y la Fundación Rockefeller, su objetivo principal era, además de la experimentación con variedades vegetales locales, adaptar tecnologías en uso de semillas, fertilizantes y riego que habían tenido éxito en Estados Unidos. Esta oficina comenzó sus trabajos

* El concepto de intensificación adquiere una connotación distinta en la agricultura que en otros sectores de la economía, principalmente si se adopta la explicación ecológica. De esta manera, la intensificación se basaría en el ordenamiento de los seres vivos y los recursos con el propósito de realzar algunas de sus características. Pero ese reordenamiento implica que también crecen las exigencias hacia el medio ambiente, al grado en que es muy difícil que los recursos naturales que sirven de sustento material proporcionen por sí mismos los elementos requeridos. Entonces se vuelve indispensable acopiar de otras partes esos elementos y concentrarlos en un pequeño espacio y proceso productivo; esto exige un enorme uso de energía. Aunque también acarrea consecuencias que la mayoría de las veces van en detrimento de los recursos, el medio ambiente y la sociedad (Véase Montañez, Carlos. "El estilo tecnológico y la dependencia en la agricultura mexicana". En: *Problemas del Desarrollo* núm. 59. IIEc. UNAM, México, 1985.

con maíz y trigo pero a partir de 1949 incorporó otros productos como frijol, papa, hortalizas, sorgo, cereales y leguminosas forrajeras, y desde 1956 integró la actividad ganadera.

En forma paralela, aunque con menos recursos, funcionaba también la antigua Dirección de Campos Experimentales que mantuvo su orientación en la búsqueda de tecnologías apropiadas para el sector campesino ejidal. Si bien se transformó en Instituto de Investigaciones agrícolas durante 1947, su influencia resultó minimizada por el programa de la Oficina de Estudios Especiales que siempre tuvo mayores recursos y contó con una orientación más acorde al modelo de desarrollo global del país. Los resultados de esta última se asociaron al éxito en rendimiento y productividad logrados durante la década de los cincuenta y parte de los sesenta con la restructuración tecnológica denominada Revolución Verde. Este cambio tecnológico de orientaciones netamente capitalistas representa la consolidación de la primera fase de modernización en el agro mexicano.

La Revolución Verde y sus efectos

La Revolución Verde, inaugurada por el agrónomo norteamericano Norman Bourlaug con el descubrimiento de nuevas variedades sintéticas de semillas mejoradas fue, junto con el uso integrado del paquete tecnológico, lo que permeó la modernización de la agricultura mexicana en su primera fase. Aunque posteriormente tuvo difusión mundial, es en México donde ocurren las primeras experimentaciones genéticas de los cultivos diseñados para una restructuración tecnológica del agro.

En conjunto, la Revolución Verde es la introducción de un "paquete" determinado de prácticas e insumos (con la utilización de semillas mejoradas, la aplicación de fertilizantes químicos y herbicidas y la cuidadosa dotación de agua) necesario para explotar el potencial de rendimiento de que se dotó mediante el mejoramiento genético a nuevas variedades de granos alimenticios.[30]

En un sentido más aplio, se concibe a la Revolución Verde como una estrategia capitalista cuyos propósitos iniciales de elevar los bajos rendimientos en la agricultura de subsistencia y solucionar la amenaza mundial del hambre, fueron rápidamente eliminados convirtiéndola en una vía para difundir los nuevos

[30] Hewit de Alcántara Ob. cit., p. 13.

insumos contenidos en el paquete tecnológico. Las semillas híbridas fueron el puntal de dichas modificaciones.[31]

El nuevo esquema de producción agrícola que se conformó con la Revolución Verde, suponía que la agronomía y la tecnología podían trasplantarse sin adaptación a la naturaleza y a las circunsatancias de los productores locales. Por esta razón, buena parte de las investigaciones que realizaba la Oficina de Estudios Especiales sólo podía aplicarse a las mejores zonas agrícolas comerciales de México.

La Revolución Verde introdujo la tecnología que sirvió de base para conformar la industria de semillas, fertilizantes y maquinaria agrícola en México. El efecto más inmediato que acarreó esta tecnología fue que trastocó las bases económicas y sociales que sustentaban una agricultura ineficiente en términos capitalistas, pero útil para garantizar el abasto interno de alimentos básicos.

La Revolución Verde introdujo la modernización del agro mexicano y los híbridos constituyeron el insumo central, los demás componentes del paquete tecnológico se diseñaron tomando en cuenta el óptimo rendimiento de las semillas.

La tecnología impuesta correspondió a un proyecto agrícola controlado desde el exterior por empresas privadas, gobiernos y organismos e inducido a través de programas de ayuda a los países pobres.

La nueva tecnología polarizó aún más la estructura de clases en el campo, ya que evidenció lo inoperante que resultaba para el interés capitalista la forma de tenencia de la tierra emanada de la Revolución de 1910. Esta tecnología sólo permitió la permanencia de agricultores con capital suficiente para absorber los costos que representaba el nuevo corte industrial de la producción agrícola.

La Revolución Verde se convirtió en sinónimo de una ruta de desarrollo con uso intensivo de capital, abierta sólo para aquellos agricultores que controlaban recursos suficientes (tierra y agua) para hacer factible una inversión en los nuevos insumos relativamente costosos. Los agricultores minifundistas que vivían casi a nivel de subsistencia, quedaron enteramente relegados de la Revolución Verde, pues no llenaban los requisitos para participar en ella.

A raíz del dominio por el capital internacional sobre la estructura de la agricultura mexicana, en las políticas agrícolas subsecuentes se relegó al Estado la función de atender sólo

[31] Torres, Felipe. "La Semilla: Primer eslabón de la cadena agroindustrial". IIEc-UNAM. México, 1987, p. 59 y ss.

aspectos de infraestructura (sistemas de riego, ampliación de la frontera agrícola, etcétera), así como controlar la lucha de clases en el campo. Ello permitió difundir el uso de híbridos a mayor escala y ampliar el mercado de insumos industriales, a grado tal que en la actualidad no existe predio en México, así sea bajo las peores condiciones de temporal, que no emplee algunos de los insumos que introdujo la Revolución Verde. Los campesino son a la vez clientes cautivos de las semillas y los fertilizantes cada ciclo agrícola de siembra.

Las condiciones bajo las cuales un reducido número de agricultores del sector ejidal se incorporó a la Revolución Verde, significó la transferencia forzada de recursos (tierra y capital) del ejido al sector privado y del presupuesto federal a los negociantes privados.*

Al igual que en la creación de infraestructura básica, el apoyo estatal se reflejó también en la política crediticia. El gobierno facilitaba por esta vía la adquisición de maquinaria importada a precios relativamente bajos en los últimos años de los cuarenta y los primeros de los cincuenta. Este programa estaba orientado hacia la mecanización en gran escala, la cual era abosorbida fundamentalmente por el cultivo del trigo que se desplazaba del Bajío hacia el Noroeste de la República.

En 1940 la principal zona productora de trigo en México, donde se cosechaba el 43 por ciento de la producción total anual, era la región central de México y principalmente el Bajío; el Noroeste sólo producía el 17 por ciento. Para 1950 el Noroeste representaba el 30 por ciento de la superficie triguera y el 38 por ciento del total cosechado. En 1960 las cifras habían alcanzado el 38.5 por ciento de la superficie y el 46.5 de la producción; en 1964 la misma región tenía el 54.5 por ciento de la superficie triguera nacional y el 71.5 por ciento de la cosecha.[32]

La canalización del crédito estuvo muy diferenciado, a excepción de 1936 y 1937 cuando el Banco Ejidal invirtió grandes sumas en equipo para los ejidos colectivos, la mayor parte

* Según datos de Cinthya Hewit, mientras las más de 200 mil hectáreas abiertas al riego durante la administración cardenista fueron entregadas a trabajadores rurales y parvifundistas, las que entraron en producción después de 1940 (aproximadamente 118 millones hasta 1963) en general fueron vendidas como propiedad privada a las familias de políticos y comerciantes prominentes, así como a empleados de organismos federales. Muchos de aquellos personajes eran ya grandes terratenientes que aumentaron ilegalmente sus propiedades registrando compras que excedían las 100 hectáreas irrigadas a nombre de otras personas.

[32] Hewit. Ob. cit., p. 45.

del crédito oficial se concedió (principalmente a través del Banco Agrícola fundado, por Alemán) a pequeñas empresas que producían una cantidad anual de productos agrícolas comerciales sin incrementar su capacidad productiva a largo plazo.

Durante los años de mayor apertura, el Banco Ejidal ofreció sólo el 20 por ciento de su cartera en créditos a largo plazo; la cantidad resultaba ínfima para las necesidades del sector de la reforma agraria.

La insuficiencia de cobertura lograda por esta política crediticia oficial para con los ejidatarios y pequeños propietarios, se reflejó en la baja tasa relativa de recuperación de crédito alcanzado tanto por el Banco Agrícola como por el Ejidal. Esta situación prevalece hoy en día, aunque con una reducción más drástica de los créditos otorgados por el BANRURAL.

El apoyo oficial a la mecanización observó un crecimiento acelerado durante la Revolución Verde. En los 5 años que duró la Segunda Guerra Mundial, México importó unos 9 mil tractores de EUA a un costo aproximado de 60 millones de pesos. Esta cantidad o más se gastó en promedio cada año durante el periodo de Miguel Alemán. En la década 1940-1950, el gasto total de maquinaria importada y aperos pasó de 600 millones de pesos, casi seis veces el valor estimado de toda la maquinaria y herramientas que había en el país en 1940. Entre 1962 y 1969 el número de tractores en distritos de riego aumentó un 40 por ciento, el de combinados un 58 y el de cosechadora 129 por ciento lo que indica un mayor interés por comprar maquinaria de tipo muy moderna.

El éxito de la Revolución Verde se reflejó indiscutiblemente en un aumento a la productividad, no obstante que se catalogue a éste como un productivismo irracional; entre 1942 y 1945 la tasa anual fue de 3.6 por ciento; en los 7 años anteriores, incluyendo al proyecto de Cárdenas que sólo había alcanzado el 5.2 por ciento. Cuando el agro empezó a sentir de lleno el impacto de la inversión oficial en irrigación, la producción agrícola creció a una tasa promedio anual de 6.9 por ciento entre 1945 y 1956.

La mecanización alentada por la Revolución Verde generó, sin embargo, un deterioro irreversible del empleo agrícola. Entre 1940 y 1950, la elevadísima tasa de mecanización de las grandes explotaciones privadas fue acompañada de un rápido aumento de trabajadores agrícolas (necesarios para instalar vastas empresas nuevas en tierras recientemente irrigadas); pero en la década siguiente la maquinaria remplazó a los jornaleros agrícolas y el incremento en las oportunidades de empleo pasó casi a cero. Las tierras ejidales tuvieron un crecimiento más equilibrado y

proporcionaron más empleo al tiempo que se mecanizaban entre 1950 y 1960.[33]

Este decrecimiento en el empleo agrícola se explica un tanto en el hecho de que aproximadamente el 16 por ciento de los trabajadores rurales de México abandonaron el campo durante los primeros años de la década de los cuarenta para ocuparse en actividades industriales, ello creó una escasez relativa de mano de obra que alentó a muchos agricultores grandes a pensar en la mecanización, por demás necesaria a partir de la especialización* productiva que fue generando la Revolución Verde.

Una de las industrias que prácticamente nacieron con la Revolución Verde es la de los fertilizantes. Esta industria incrementó su producción entre 1950 y 1975 de 4 mil toneladas de NPK a más de 700 mil. No obstante, este crecimiento resultó deficitario en función de las elevadas demandas registradas. Los incrementos de la demanda se debieron a la ampliación constante de la frontera agrícola, pero sobre todo a la incorporación de tierras de riego. También fue determinante la difusión de nuevas tecnologías por parte de los organismos de asistencia técnica.

El consumo interno de fertilizantes se cubrió al principio casi totalmente con importaciones, sin embargo, el Estado fue monopolizando paulatinamente este renglón, a tal grado que actualmente cubre el 90 por ciento de la oferta nacional. La intervención estatal se debió fundamentalmente a la falta de integración de esta industria, la cual no sólo creaba desequilibrios dada su incapacidad para satisfacer una demanda en permanente crecimiento, sino que obligaba a importar crecientes volúmenes, cuando internamente se cuentan con los recursos naturales para su elaboración. De esta manera se creó en 1976 la empresa paraestatal FERTIMEX.

FERTIMEX cuenta con 37 plantas agrupadas en 11 unidades industriales, su capacidad instalada en fertilizantes asciende a 2.6 millones de toneladas anuales; actualmente forma parte de las ramas que toca la reconversión industrial.

[33] Hewit. Ob. cit., p. 77.

* La especialización es indisoluble de la intensificación. Al destacar una determinada característica o uso de un ser vivo (planta o animal) o de un recurso, todas las demás se convierten en secundarias o en obstáculos que deben ser controlados o eliminados; estos elementos lo mismo pueden ser parte intrínseca del ser vivo o del recurso, o formar parte de su entorno. La respuesta será, según el caso de que se trate, homogeneizar genéticamente, eliminar la convivencia de especies asociadas etcétera. Al final de cuentas se trata de maximizar un resultado, aunque mejor sería decir, sobreexplotar un rasgo, característica o elemento (véase Montañez, ob. cit.).

FERTIMEX participa también en la producción de plaguicidas y controla aproximadamente el 15 por ciento del mercado nacional de insecticidas. En los últimos años ha sido notable el incremento en la producción de plaguicidas; en 1976 FERTIMEX tenía una capacidad instalada de 16.9 millones.

Otro de los insumos clave introducidos por la Revolución Verde es el de las semillas mejoradas. La producción de este insumo tuvo una expansión notable a partir de 1960. Aquí participa el Estado a través de PRONASE en productos tales como frijol, maíz, ajonjolí y algunas hortalizas; aunque esta industria mantiene una estructura trasnacionalizada y son las empresas extranjeras quienes finalmente determinan la orientación de la oferta interna en semillas.

La Revolución Verde y el nuevo esquema agrícola

La modernización agrícola en su primera fase a través de la Revolución Verde, acarreó efectos positivos y negativos al interior del agro en México. Los negativos estriban en la mayor concentración de la tierra que acarrearon una polarización de los productores, disminución del empleo agrícola y un impacto ecológico desfavorable por la erosión genética en la superficie sembrada. Los positivos se resumen en un mayor incremento a la productividad que permitió generar excedentes agrícolas importantes para el desarrollo del país.

El incremento en el volumen de producción obedeció a tres factores fundamentales:* a) cambios en las áreas cultivadas, b) modificaciones en los rendimientos unitarios por hectáreas, y c) cambios en la composición de los cultivos.

Como en la mayoría de los países subdesarrollados el cambio en las áreas cultivadas se expresa en una ampliación de la frontera agrícola. El incremento en los rendimientos por hectárea obedece a la adopción de innovaciones tecnológicas que se expresan en el uso de simientes de calidad superior, prácticas de fertilización, control de enfermedades, mejor manejo de suelos e incorporación de maquinaria. El cambio en las áreas cultivadas es importante considerar ya que ha requerido del uso más intensivo de la tierra, mayor capital, incrementos en la mano de obra (en ciertas fases) e insumos (Cuadro 16).

* Este apartado fue preparado fundamentalmente con información proveniente de: SARH, ONU, CEPAL. *El desarrollo agropecuario de México, pasado y perspectivas*. "La oferta de productos agropecuarios", tomo III. México, 1982.

El desequilibrio generado por la incorporación de estos factores, junto con otros elementos correspondientes a la política económica y a los efectos generados por la internacionalización del capital, es lo que ha permeado tanto el auge como la crisis de la producción agrícola en México.

Para explicar el periodo de auge se toma como referencia el bienio 1964-1966 y para el de crisis 1976-1978. El subperiodo de auge se caracteriza por un rápido crecimiento de la producción (7.1 por ciento anual), los aumentos se originaron en proporciones más o menos similares al incremento de la superficie y en los rendimientos. En el subperiodo de crisis la producción creció sólo el 2.0 por ciento anual. Las áreas cultivadas disminuyeron 12 por ciento, también decrecieron los rendimientos por hectárea aunque, cabe señalar, los cultivos intensivos aumentaron en alrededor de 340 mil hectáreas.

En los distritos de riego el crecimiento de la producción fue de 10.3 por ciento durante el periodo de auge. Sin embargo, el mejoramiento tecnológico y la ampliación del área se vieron afectados por la composición de los cultivos.

Además, el uso extensivo del suelo tuvo efectos negativos en la tasa de crecimiento de la producción. En el subperiodo de crisis, la producción sólo crece 2.8 por ciento anual. Las innovaciones tecnológicas que participaban con el 6.6 por ciento anual bajaron al 1.9 por ciento. Otras causas que provocaron esta situación es la inadecuada atención de los distritos, el bajo aprovechamiento del agua, etcétera (Cuadro 17).

Los resultados obtenidos en las áreas de temporal responden a la ampliación de las áreas cosechadas (60 por ciento) y al mejoramiento de los rendimientos (40 por ciento). En los distritos de riego los volúmenes obtenidos en granos se debieron tanto a la incorporación de mayores áreas como al incremento en la productividad derivado del aporte de la tecnología. a partir de 1966 las áreas de temporal generaron sólo el 28 por ciento de la superficie cosechada en granos; en cambio los distritos de riego aportaron el 72 por ciento, derivado del incremento a las áreas y a los mayores rendimientos (Cuadro 18).

Así, la incorporación tecnológica ha tenido un impacto favorable en la producción y es ella la que ha permitido amortiguar un mayor desplome en los volúmenes de los principales productos agrícolas. Por ejemplo, en maíz las áreas cosechadas disminuyeron en cerca de 600 mil hectáreas; esto se debe al incremento de los rendimientos que la producción logró en alrededor de 604 mil toneladas. El incremento de 170 mil toneladas registrado en los distritos de riego se originó por los mayores rendimientos.

Para el caso del frijol, la producción se cuadruplicó en el periodo de auge al pasar de 182 mil a 921 mil toneladas, el 93 por ciento del aumento se originó en tierras temporaleras, debido básicamente a la ampliación de las áreas sembradas que fueron responsables del 72 por ciento de las cosechas. En 1978 la producción anual fue inferior a la anterior en poco más de 100 mil toneladas. Esta caída se origina en las tierras de temporal y se explica por una contracción de las superficies que anula el incremento de los rendimientos.

El trigo fue el cultivo que mayor impulso recibió con la Revolución Verde, además, tradicionalmente ha estado asociado a los distritos de riego. En el periodo de auge se elevó de 413 mil a 2 millones de toneladas; esto se debió a una mayor participación compartida entre ampliación de áreas y más altos rendimientos. Las 400 mil toneladas que se obtuvieron en áreas de temporal se debieron exclusivamente a mayores rendimientos ya que las superifices cosechadas bajaron ligeramente. En el periodo de crisis la producción aumentó 870 mil toneladas localizadas fundamentalmente en distritos de riego, donde los aportes por productividad fueron ligeramente mayores que los correspondientes a la ampliación de áreas (Cuadro 11).

El cultivo de arroz muestra un proceso parecido al trigo, en el periodo de auge alrededor del 84 por ciento de los incrementos se originaron en distritos de riego, correspondiendo el 75 por ciento de dicho aumento a la ampliación del área. En los años siguientes los distritos de riego concentraron el mayor nivel de incremento (cerca del 90 por ciento) debido, por un lado, al proceso de innovación tecnológica que elevó los rendimientos por hectárea, y por otro, a un mayor incremento de las áreas.

Las nuevas oleaginosas (fundamentalmente cártamo y soya) registraron durante el periodo de crisis las tasas anuales más altas de crecimiento (11.7 por ciento el cártamo y 15.1 por ciento la soya). En 1976-1978 representaron en conjunto algo más de 570 mil hectáreas cultivadas. En ambos casos, más del 80 por ciento de los mayores volúmenes cosechados durante 1964-1966 y 1976-1978 se originaron en los distritos de riego. Sin embargo, en la expansión productiva de la soya participaron, por un lado, la ampliación del area que explica el 80 por ciento del aumento y por otro, los mayores rendimientos que determinan el 20 por ciento restante. El crecimiento del cártamo se debió a la ampliación de la superficie sembrada.

Durante el periodo de auge la producción media de la fibra de algodón aumentó de 102 mil a 555 mil toneladas. Las tres cuartas partes del aumento se entienden por el incremento en

los rendimientos y un cuarto por la ampliación de las áreas cosechadas. Los rendimientos pasaron de 280 a 720 Kgs. La crisis del algodón se originó básicamente por las condiciones adversas del mercado internacional; a ello se debe que la producción haya caído un 40 por ciento. Como los rendimientos continuaron mejorando, tanto en los distritos de riego como en los de temporal, hubo una reducción proporcionalmente mayor de áreas que de producción.

El sorgo es un cultivo que nace con la Revolución Verde y a partir de las necesidades impuestas por un esquema de producción internacionalizado. Al principio de los sesenta se sembraron cerca de 120 mil hectáreas que produjeron cerca de 300 mil toneladas. En 1978 la producción alcanzó 4.2 millones de toneladas obtenidas en 1.35 millones de hectáreas. Este grano es uno de los pocos cultivos que alcanzó altas tasas de crecimiento en el periodo de crisis (13.7 por ciento anual).

El sorgo se cultiva tanto en tierras de riego como de temporal. Sin embargo, la producción de las áreas temporaleras fue mucho más importante ya que contribuyeron con el 63.4 por ciento del crecimiento, del cual, 81 por ciento se debió a la ampliación de las siembras. El incremento en los distritos de riego deviene en un 35 por ciento, a los más altos niveles de producción (Cuadro 15).

De esta manera tenemos que la producción global de alimentos creció a una tasa del 6.8 por ciento durante el perido de auge. Cerca de las dos terceras partes de este mayor volumen en las cosechas se debió a las nuevas áreas incorporadas a la producción y el tercero restante a los mayores rendimientos que se iban generando como resultado de la incorporación de innovaciones tecnológicas.

Después de 1966 la producción de alimentos creció a una tasa del 2.2 por ciento anual y el volumen físico de los alimentos aumentó sólo un 30 por ciento. En este decremento la superficie, los rendimientos y la composición de los cultivos jugaron un papel completamente diferente a los años anteriores. Por una parte se cosecharon alrededor de 400 mil hectáreas, las mismas que en 1964-1966. No obstante la disminución de las áreas, se registró un incremento por los mayores rendimientos unitarios y por un cambio en la composición de los cultivos, este último factor originó más del 65 por ciento del incremento neto (Cuadro 16).

A pesar de la crisis el proceso de innovación tecnológica siguió presente, y no obstante que decreció su dinámica en comparación con los años precedentes, fue responsable en

un 69.5 por ciento de los escasos resultados alcanzados durante este periodo (Cuadro 16).

Lo que parece evidente ahora es que, si se pretende recuperar la autosuficiencia alimentaria, la agricultura deberá alcanzar un crecimiento aproximado al abtenido durante el periodo de auge. Dado que la tecnología desarrollada para la primera fase muestra signos inequívocos de agotamiento, lo que parece obligado, desde la lógica de la política agrícola impuesta hasta ahora, es una nueva readecuación de esta tecnología, así como la incorporación de otra más desarrollada y acorde con el proceso de automatización que observan otros sectores de la economía. Esta readecuación llevará sin duda, en el corto y mediano plazos, a una segunda fase de la modernización agrícola en México, donde parece evidente que de no tomarse medidas precautorias, acarreará efectos más arrasadores en la estructura social de la producción agrícola.

La segunda fase de la modernización agrícola, algunos elementos explicativos

La proyección de una segunda fase de modernización agrícola ocurre en forma simultánea "a la necesidad obligada" de modernizar el conjunto de la economía. Esta idea se viene madurando a partir del proyecto estatal de reconversión industrial.

El desarrollo del proyecto referido implica que la agricultura deberá readecuarse, en términos de productividad y eficiencia, tanto a las demandas internas que exige la nueva fase de acumulación, como al nuevo reto que plantea la división internacional del trabajo agrícola, ante la restricción de los mercados para las materias primas y productos naturales provenientes de países subdesarrollados que inyectan una nueva dinámica al comercio.

Lo que subyace en el fondo de esta segunda modernización agrícola, es el rompimiento gradual con viejos esquemas tecnológicos que impedirían colocar los nuevos adelantos generados en países desarrollados.

Por ello, si se piensa nuevamente en la agricultura como una fuente segura para satisfacer el consumo interno, en una rama atractiva para captar inversión extranjera directa y en un sector dinámico para obtener divisas y ayudar así al financiamiento del nuevo proyecto económico, ésta deberá incorporar, necesariamente, los últimos adelantos científicos y tecnológicos que ocurren a nivel mundial, lo cual contribuye a revitalizar los flujos internacionales de los insumos agrícolas modernos.

La segunda modernización agrícola no puede concebirse

fuera de lo que ahora se denomina Revolución de los Genes. Así, el cambio tecnológico deberá basarse en los descubrimientos genéticos que paulatinamente vayan liberando la biotecnología y la ingeniería genética a través de metodologías como el cultivo de tejidos, la micropropagación, la recombinación del DNA, las fermentaciones, la fusión de protoplastos, etcétera. Además del desarrollo que paulatinamente observen los bienes de capital como el manejo computarizado de los tractores integrados con sembradora, las técnicas de maduración simultánea, los fertilizantes e insecticidas biológicos, etcétera, así como toda la tecnología de la comunicación generada por los satélites para la localización de áreas sembradas.

La base que anima esta segunda modernización agrícola es de aparición relativamente reciente, la Revolución Biológica se logró por primera vez en el mundo a partir de 1971 al introducir en una bacteria un gene humano y hacer que funcione como propio (Capítulo II). La capacidad de intercambiar información genética entre seres vivos de forma selectiva y específica ha permitido visualizar, y en algunos casos realizar, cambios muy importantes en los sistemas productivos y en la generación de nuevos productos, muchos de ellos desconocidos y que parecían inalcanzables. La aplicación de nuevas técnicas biotecnológicas a plantas tendrá un efecto sustancial en la agricultura y en la industria de insumos tales como semillas, fertilizantes y agroquímicos.[34]

La nueva Revolución Genética adoptará una connotación distinta a la que observó la manipulación empírica de los vegetales a base de polinización cruzada. Esta técnica imperó durante la Revolución Verde y se convirtió de hecho, en el sustento tecnológico de la primera modernización que sólo afectó dos rubros fundamentales: rendimientos por cultivo y costos de producción con sus efectos colaterales.

A través de la biotecnología, se proyecta que la segunda fase afectará rubros más amplios[35] como son: la superficie destinada al cultivo (temporal y riego): el rendimiento anual de los cultivos, el precio por cultivo y el costo de producción (mano de obra, maquinaria, fertilizantes, semillas, agroquímicos). Se piensa además, que habrá un giro de la producción hacia nuevos cultivos, apareciendo simultáneamente la bioindustria agrícola. Por ello, la

[34] Quintero, Rodolfo. "La agricultura y el cambio tecnológico: desarrollo y dependencia". *Sexto Seminario de Economía Agrícola*. IIEc-UNAM. México, 1986, (*mimeo*).

[35] *Idem*.

transformación tecnológica de la agricultura será total. De esta manera, "su aplicación se convierte en un desafío ya que puede ser un área de oportunidades y beneficios o bien de riesgos y calamidades". Esto puede acarrear efectos positivos o negativos, dependiendo de la forma en que se capitalicen las oportunidades, en la estructura agrícola y agraria nacional de mayor envergadura que la primera fase.

Es un hecho ampliamente demostrado que la primera modernización agrícola partió de un supuesto fundamentalmente productivista, cuya preocupación central se orientaba a difundir el paquete tecnológico en el agro. De esta manera, los esfuerzos institucionales* y de investigación se canalizaron en forma mecánica a incrementar los rendimientos por hectárea en tierras que cumplían determinados requisitos agronómicos.

Estos cambios tecnológicos de localización geográfica específica, que indujeron a una reconversión capitalista de la agricultura, no fueron acompañados de una mística política que eliminara, o en todo caso previniera, efectos adversos tales como: la descomposición (dado el proceso de concentración de la tierra y la introducción de insumos ajenos a la ecología local) de los esquemas agrícolas autóctonos basados en la diversidad genética; el deterioro ecológico generado por la utilización indiscriminada de compuestos químicos; el agotamiento del suelo (Cuadro 19).

La erosión genética propiciada por la uniformidad de los cultivos y la pauperización de los pequeños productores, fue resultado de la política de financiamiento selectivo al campo; la adopción de las ventajas comparativas y la política errática de precios agrícolas. Estos elementos políticos y tecnológicos contribuyeron en conjunto a la crisis del campo y a un ahondamiento en la dependencia externa de alimentos que no ha sido posible resolver.

Mediante una valorización adecuada de los efectos señalados, la segunda modernización deberá finalmente aceptarse, pero con el cuidado de los factores que en alguna medida impidieron el éxito global de la primera.

En otro sentido, pesa sobre sí la gran responsabilidad de satisfacer las crecientes demandas internas de productos agrícolas para consumo humano e industrial, mantener altos niveles de competitividad internacional y considerar el posible desempleo de amplios grupos campesinos.

* Ante el nuevo proyecto de Estado neoliberal, resultaría muy difícil que las instituciones gubernamentales, con sus actuales características, pudieran reorientar el desarrollo agrícola vía subsidios a la producción, como lo hicieron en el pasado. La obtención de los nuevos insumos quedaría más bien al libre juego del mercado.

Además de ello, deberá sortear obstáculos que competen directamente a la política agrícola y a la planeación estatal. Este es el caso del incremento demográfico; la predominancia de los asentamientos urbanos sobre los rurales; la proyección del nuevo modelo de desarrollo industrial; el agotamiento progresivo de los recursos naturales (debilitamiento del suelo y escasez de mantos freáticos) por el doble efecto del crecimiento poblacional y el uso irracional del suelo en algunas regiones agrícolas; la baja disponibilidad de tierras aptas para el cultivo, (Cuadro 19), el deterioro ecológico por la posible ampliación de la frontera agrícola, la escasez de divisas para el financiamiento al campo, etcétera.

Los nuevos cambios tecnológicos que se vislumbran para la agricultura no sólo repercutirán al interior del propio sector, sino que abarcarán prácticamente todas las esferas de la economía. Por tal razón, la agricultura jugará un papel determinante o sufrirá una situación limitante dentro de los avances que registre el proyecto de reconversión industrial interno.

Dichos cambios se inscriben en la restructuración global del capitalismo que requiere automatizar el proceso de producción industrial y agrícola, combatir la obsolecencia tecnológica y modernizar la planta productiva (Véanse capítulos I y II). Ello nos arrastra inevitablemente hacia nuevas formas de organización y especialización internacional del trabajo, donde los grandes consorcios tienden a adquirir un control rápido y determinante. Esto a diferencia de la Revolución Verde donde su incorporación fue más bien lenta y sin arriesgar en la fase de investigación y desarrollo.

Con la instauración de la Revolución de los Genes, se pretenden desarrollar líneas genéticas con mejor desempeño y estabilidad en cualquier tipo de suelo (salinos, erosionado o arcilloso), bajo dieferentes climas y sometidas al *stress* más adverso. Independientemente de que se adopte la tecnología requerida para que las plantas incrementen su rendimiento, incorporen su propio fertilizante biológico, acorten los ciclos actuales de maduración y hasta pueden autogenerar plaguicidas bajo la determinación previa de la ecología de las principales plagas.

Bajo la explotación de estas nuevas características, se espera que los rendimientos en algunos cultivos importantes aumente entre 2 y 4 veces, aunque dependiendo de la técnica utilizada, este puede multiplicarse hasta por 100.

El precio de los alimentos se encrementará en forma proporcional a la diferenciación y especificidad de las características ve-

getales, lo mismo que introducirá una redefinición del patrón de consumo. Por ejemplo, a partir de los resultados logrados en tomate con mayor contenido de sólidos, apio con menos fibra, cebolla con aroma y sabor menos picante, es como se está determinando el nuevo precio de estas hortalizas donde el parámetro de calidad resulta determinante.[36]

El costo de producción estará ahora determinado por el precio de los bienes de capital, pero sobre todo por el incremento que sufran los insumos, donde las semillas, al igual que durante la primera fase, serán el elemento que permeará el desarrollo de la nueva tecnología.

En tanto que existe una seguridad absoluta sobre un incremento sustancial a la productividad de las semillas, es evidente que ahora más que nunca, ocurrirá un proceso de obsolecencia más acelerado de las variedades, por demás acorde a los ritmos de obsolecencia tecnológica que se registran en otras esferas de las tecnologías punta como la microelectrónica y la cibernética.

En este último proceso de obsolescencia acelerada, los insumos agrícolas de origen petroquímico serán desplazados por productos obtenidos mediante la vía biológica a través de dos fuentes principales: a) nuevos productos de origen natural como biofertilizantes (fijación de nitrógeno) y plaguicidas (insecticidas, fungicidas y herbicidas) y b) vegetales productores de sus propios bióxidas. La industria de agroquímicos sufrirá una amplia transformación y por tratarse de nuevos productos es probable que el control continúe, como hasta ahora, en manos de unas cuantas empresas trasnacionales. Salvo que con la inclusión de la industria de fertilizantes en el proyecto de reconversión, este efecto se atenúe en nuestro país.

Estos elementos nos llevan a considerar que estamos ante el umbral de una agricultura cuyos procesos serán similares a la industria, con mayor automatización (incluso computarizada en algunas de sus etapas) y sin ningún vínculo con los esquemas de producción tradicionales que aún perviven. Provocará inicialmente un conflicto por la tierra de grandes dimensiones, posteriormente significará una eliminación casi definitiva de los pequeños productores, aunque acompañada de un incremento a la ocupación en zonas determinadas en las primeras etapas de la incorporación tecnológica.

Es un hecho conocido que el conocimiento tecnológico se incorpora casi siempre en forma tardía a los países subdesarrollados, o más bien, cuando la corporación conocedora del secreto

[36] Quintero. Ob. cit.

lo considera comercialmente oportuno. En esta segunda fase de la modernización agrícola, donde los grandes avances logrados por la ingeniería genética serán el pivote central, se observa claramente, a pesar de una infraestructura en investigación interna aceptable, que ya nos encontramos en desventaja frente a los países industrializados aún en procesos que todavía no se generalizan.

Como ya apuntamos, los líderes tecnológicos en la biotecnología agrícola son, sin lugar a dudas, las empresas trasnacionales (principalmente de origen químico) que ya controlaban el mercado de los insumos. Aunque debe reconocerse que existen otras de reciente creación, su influencia es tan grande que aún la investigación de corte académico esta siendo definida por ellas (Capítulo II).

Hay estimaciones que ubican la plena comercialización de las nuevas variedades en los años noventa; este plazo es relativamente corto comparado con el tiempo que requiere el mejoramiento convencional. La capacidad de manipular genes y de poder reproducirlos masivamente *in vitro*, está creando un nuevo tipo de bioindustrias que producirán compuestos de alto valor agregado para mercados específicos.[37] Esto tendrá efectos sociales significativos, vistos en función de una mayor estratificación del consumo, si no se implementa paralelamente una política económica efectiva que eleve la capacidad adquisitiva de la población y redistribuya el ingreso en forma menos desequilibrada.

Especial atención requieren los productos de exportación que serán afectados en el corto y mediano plazos con la aparición de variedades mejoradas en características específicas. Se puede pronosticar que habrá descenso en el volumen de exportaciones y que el precio disminuirá en términos absolutos.

La tendencia anterior resulta de la tendencia observada por los países industrializados a utilizar sustitutos naturales de algunos productos agrícolas. Los productos que mayor "peligro" tienen de ser desplazados son café, caña de azúcar, cacao, algodón y tabaco. La posible pérdida del mercado exige un mejoramiento tecnológico más allá de todo determinismo, ya que por otra parte se debe pensar en el incremento a la utilización de mano de obra por producto agrícola y en el uso alternativo de éstos para satisfacer las demandas alimentarias, particularmente de los compuestos secundarios para reutilizarse mediante tecnología enzimática.

La aplicación actual de la biotecnología a la agricultura es el

[37] Quintero. Ob. cit.

resultado de un proyecto a largo plazo que se fijaron los principales países industrializados con base en grandes inversiones que apoyaron la investigación genética básica. Algunos proyectos ya se encuentran en la fase de aplicación.

A través de una evaluación rigurosa, estos proyectos deberán ser adoptados a nivel interno, en conciliación o complementariedad con los proyectos locales, ya que de otra manera correríamos el riesgo ineludible de abrir más la brecha tecnológica que nos llevará en el corto plazo, a perder el mercado de los productos agrícolas que tradicionalmente exportamos.

Sin embargo, en la incorporación del cambio tecnológico no debemos dejar a un lado la "memoria histórica" que recoge la adversidad de las disputas políticas por imponer un determinado proyecto sin ningún nexo con las prioridades nacionales. En este caso, lo que se impone es recoger los avances externos, fortalecer la investigación interna y fomentar la especialización por lo menos en alguno de los productos estratégicos, como el maíz, y mantener la competitividad en los productos tradicionales de exportación, además de la autosuficiencia local.

La idea anterior podrá impulsarse sin perder de vista y sin caer obligadamente en un fatalismo descontextuado del momento histórico actual que, dado el alto grado de monopolización que registra la investigación genética, la incorporación de los avances científicos y tecnológicos a la agricultura mexicana ocurrirán de acuerdo al reacomodo del capital internacional que puede generar efectos internos tales como: a) mayor dependencia tecnológica externa, especialmente en investigación sobre manipulación genética; b) mayor diferenciación entre los grupos de productores; c) aplicación definitiva del proceso industrial a la agricultura; d) menos competitividad y mayor desplazamiento de algunos productos agrícolas nacionales en el mercado internacional y; e) mayor desempleo agrícola y una pauperización creciente de las condiciones de vida en el campo.

No obstante que la tendencia natural sea que las condiciones externas vayan a permear la segunda modernización agrícola en México, de quedarse nuestro país a la zaga en la incorporación de estos descubrimientos científicos y tecnológicos, de acuerdo al incremento demográfico, el agotamiento de los rendimientos con la tecnología convencional y los propios límites físicos de la frontera agícola, es probable que la demanda supere a la oferta en el corto plazo y esta última tienda a complicarse por las nuevas formas que podría adoptar la estructura del consumo interno en función de la influencia internacional y la estratificación por monto de ingreso.

Si bien existe una corriente de opinión nacionalista cuyo planteamiento es que la modernización agrícola debería ocurrir bajo el interés de conciliar las tecnologías autóctonas surgidas de la base campesina, la recuperación del equilibrio ecológico y la capacidad de financiamiento de los pequeños productores; en el momento actual aparece muy cuestionable la viabilidad de este proyecto.

Este cuestionamiento obedece a que en nuestros días, más bien subyace la idea por desaparecer el minifundio que, de acuerdo al nuevo proyecto capitalista, impide elevar la productividad y la tasa de ganancia, además de que no permite realizar las inversiones que exige la nueva agricultura. La modernización del ejido planteada para el sexenio, no hará sino inventariar a los productores que todavía tienen capacidad para permanecer en la nueva estructura agrícola proyectada.

Por ello, es claro que bajo las condiciones actuales tal propuesta resultaría defícil de emprender, ya que recuperar dichos esquemas tecnológicos implicaría un proceso excesivamente prolongado y se verían rebasados en seguida en la dinámica internacional de productividad que finalmente moldearía el mercado y la estructura de los precios.

Aunque esta idea podría traer grandes beneficios a largo plazo, en tanto significa intensificar la fuerza de trabajo, es claro que en el momento actual, resultaría claramente irreconciliable con el proyecto de reconversión industrial que busca combatir la obsolecencia tecnológica, incrementar la productividad y obtener mayor competitividad en los mercados internacionales dando preferencia al proceso de automatización para disminuir la ocupación.

La vía que en todo caso aparece como realizable, es formular dos proyectos simultáneos. Uno de ellos buscaría la aplicación y mejoramiento de la tecnología autóctona en regiones donde se compruebe la inviabilidad de realizar grandes inversiones, o que la irrupción abrupta de la nueva tecnología pudiera acarrear efectos sociales más graves. Este sería el caso de tierras erosionadas, con sequía prolongada y alta pendiente. El otro buscaría acelerar la investigación interna, aplicando simultáneamente los nuevos descubrimientos con énfasis en la especialización tanto en la producción primaria como en la transformación de los productos agrícolas. La especialización por productos se buscaría teniendo en cuanta la menos dependencia posible del exterior.

Estos grupos prioritarios susceptibles de aplicar el criterio de especialización serían de acuerdo con Quintero[38] los siguientes:

1. Maíz, frijol y trigo. Sus objetivos serían ampliar la frontera agrícola y aumentar el rendimiento; elevar la ocupación en el sector; obtener mayor disponibilidad de alimentos para consumo humano y disminuir importaciones.
2. Sorgo, soya y oleaginosas. Perseguiría aumentar los rendimientos y obtener variedades de mejor calidad; incrementar la disponibilidad de alimentos (humano y animal) y de insumos para industria, y disminuir las importaciones.
3. Jitomate, hortalizas, legumbres y pino. Su propósito sería obtener y mantener el mercado de exportación. La inclusión del pino se refiere a eliminar importaciones de madera, la tala de nuestros bosques y el consecuente impacto negativo en la agricultura.
4. Café y azúcar. Trataría de encontrar usos alternos de estas materias primas, además de evitar el desempleo entre los grupos productores de caña y café.

Con todo y que la entrada a una segunda fase de modernización agrícola es ciertamente inaplazable, no debe caerse en un entusiasmo excesivo[39] frente a las nuevas tecnologías. Esto podría llevar a tomar decisiones equivocadas de graves consecuencias para el desarrollo de la agricultura y la industria alimentaria, dentro de una perspectiva de autosuficiencia y mayor automatización de la economía. La compra de *biotécnicas* en un afán de imitación para no "quedarse atrás" es una tentación tanto más grande cuanto que la mayoría de los científicos y tecnólogos de la región han sido formados en el extranjero y que los empresarios, afectados por una economía internacional y por lo tanto en reestructuración, siguen de hecho el liderazgo de los grandes consorcios internacionales.

Por otra parte, la "táctica del avestruz", no tomar decisiones, no elaborar políticas para enfrentar el desafío de la biotecnología, que como todas las tecnologías no es nuestra pero impone la ley de quienes la dominan, debe quedar relegada. Se trata de un arma de doble filo y existen muchas razones para que productores, empresarios, científicos y tecnólogos, y por supuesto

[38] Quintero. Ob. cit.

[39] En adelante, las ideas fueron tomadas de Arroyo, Gonzalo. "El desarrollo de la biotecnología: desafíos para la agricultura y la industria". *Breviarios de la investigación*. UAM-Xochimilco, México, 1985.

los gobiernos regionales, acepten el desafío que puede llevar a obtener beneficios potenciales provenientes de la adopción de las invenciones y no se limiten a "sufrir" la dominación de tecnología impuesta desde el exterior.

La sobreproducción de alimentos en los países industrializados ha ocasionado la baja de los precios de las materias primas exportadas por países subdesarrollados. La apllicación de la biotecnología en ellos incrementaría la productividad, lo cual aliviaría de manera notable el hambre, sobre todo si se pone en práctica una nueva estrategia de desarrollo más central en el mercado interno y en la autosuficiencia alimentaria.

Junto a este efecto beneficioso se producirían grandes cambios en el uso de la tierra, sustitución de ciertos productos por otros, incorporación de nuevas tierras a la agricultura en regiones áridas o con salinidad, desplazamiento del empleo de una región a otra, oportunidad para crear nuevas agroindustrias en el campo, etcétera.

Es decir, la biotecnología producirá efectos disruptivos en la medida que modificará el uso tradicional de la tierra, desplazará poblaciones, suprimirá y también creará empleos, cambiará los precios relativos de los productos en el mercado y traerá múltiples consecuencias de carácter social y político.

Todas las consideraciones anteriores, nos llevan a prospectar las necesidades internas futuras que deberán afrontarse en materia de alimentos y productos agrícolas. Para ello se hace necesario un inventario retrospectivo y prospectivo de los recursos existentes que nos llevarían a ubicar la forma en que se podrían salvar los efectos adversos, sin dejar insatisfechas las demandas ni quedar a la zaga en la dinámica que exige el nuevo desarrollo agrícola internacional.

En este sentido, concebimos la segunda modernización agrícola como la incorporación de la mipulación genética al desarrollo de cultivos con nuevas propiedades; su función básica es aumentar sus rendimientos y cualidades organolépticas. Su desarrollo atañe asimismo, a la modificación de los bienes de capital (computadoras, tractores, sembradoras, cosechadoras, etcétera) abarcando todo el proceso productivo; integra un mayor ahondamiento en la especialización por producto, una mayor diferenciación de productores y una intensificación más fuerte del capital sobre el trabajo; en suma, es la aplicación del proceso industrial a la agricultura.

El primer aumento estructural que debe ubicarse con la segunda modernización agrícola, es el giro que adoptaría la acumulación de capital en factores como el incremento a la productividad, la creación de infraestructura básica, la satisfacción de las demandas internas y los medios tendientes a lograr que la agricultura cumpla con el rol asignado por el desarrollo económico.

Hasta hoy en día, la acumulación de capital se ha orientado, preferentemente, al aumento en la productividad de la mano de obra colocando en segundo término al incremento de la productividad del suelo; ha puesto mayor acento en la mecanización de las labores agrícolas y ha postergado la ampliación de las superficies de los cultivos. La escasa inversión en obras de riego ha incidido en la pérdida de dinamismo de la producción agrícola en función de su importancia para la expansión.[40]

Lo que la nueva agricultura parece exigir entonces, es una mayor inversión tanto para el desarrollo de las obras de riego, la ampliación de las áreas temporaleras y un incremento sustancial a los rendimientos por unidad de tierra, este lo evidencian los datos prospectivos que manejaremos más adelante.

Dado que a partir de la crisis agrícola la escasa rentabilidad general que ofrece el campo ha llevado también a una disminución tendencial de las inversiones del sector y, consecuentemente, a la dependencia externa en alimentos, resulta necesario reactivar los renglones prioritarios de la producción a efecto de prevenir un posible desequilibrio entre la oferta y la demanda externa e interna, no sin antes buscar satisfacer el consumo total tanto en cantidad como en calidad.

Ante el crecimiento progresivo de la demanda generada por el consumo humano, animal e industrial y su posible desequilibrio con la oferta interna, se han venido elaborando una serie de prospecciones que si bien no siempre llevan a vislumbrar los hechos reales en su dimensión exacta, al menos constituyen una indicación válida que ayuda a comprender el comportamiento futuro de la estructura agrícola.

Las prospecciones acerca de la demanda y la oferta de productos agrícolas que más se apegan al caso mexicano, fueron elaborados por un equipo de la SARH con base en las condiciones

[40] Aguilera, Manuel. "Crisis agrícola. Perspectivas y alternativas". *Problemas del Desarrollo* núm. 61, IIEc, UNAM. México, 1985, p. 162.

que ocurrieron en el pasado,[41] tanto en el periodo de auge como de crisis reflejado en la agricultura.

Si bien este equipo no consideró de manera específica la participación de la biotecnología en las tasas de crecimiento esperado, deja sentir la importancia que tendrán las biotécnicas en el incremento de los rendimientos por superficie cosechada para superar expectativas desalentadoras. Un elemento adicional que lleva a vislumbrar la confianza implícita en la biotecnología, es la importancia asignada a las áreas de temporal como susceptibles de mayor crecimiento en relación al riego. Tomando en cuenta las características actuales del suelo (Cuadro 19), no sería posible consumar este último hecho sin la incorporación de la biotecnología.

Lo anterior se ve reforzado por la idea de romper con el incremento único a la productividad de la mano de obra y buscar la tendencia contraria, es decir, mayor rendimiento del suelo.

Para sistematizar los elementos centrales que habrán de incidir en una nueva estructura agrícola, las prospecciones de la SARH toman en cuenta una serie de estimaciones homogéneas a todos los cultivos, con excepción del maíz y frijol, principalmente en lo que se refiere a superficie, rendimientos y producción.

A partir de la prognósis, el estudio cuantifica la producción agropecuaria que resultaría si continuaran a futuro las condiciones del pasado (periodo de auge y crisis agrícola); esto pone en evidencia importantes déficits para algunos productos. También elabora las proyecciones de la producción requerida con base en la disponibilidad futura de los recursos naturales y tecnológicos tomando en cuenta las necesidades de la demanda; esto pone de nueva cuenta la evidencia anterior en algunos productos que deberán cubrirse irremediablemente mediante importaciones.

Las proyecciones de la demanda interna futura, determinan que en el año 2000 el sector agropecuario deberá abastecer los suministros requeridos por una población de 100 a 110 millones de habitantes, (Cuadro 12), predominantemente urbana y con mejores niveles de ingreso, lo que implica un crecimiento en la demanda y posibles cambios en la composición del consumo.

Los alimentos para consumo humano representan el mayor componente de la demanda interna. De ellos se desprende en gran parte, la demanda de semillas, y de alimentos para ganado como satisfactores colaterales del consumo humano. Sólo la demanda de materias primas para manufacturas no alimenticias (3.5 por

[41] SARH, ONU, CEPAL. *Perspectivas de la demanda y la oferta de productos agropecuarios*, tomo XIII. México, 1982.

ciento de la demanda interna total) se encuentra desligada de los alimentos.

Las proyecciones fueron establecidas con base en tres hipótesis (crecimiento bajo, medio y alto) ligadas al manejo de variables: población, producto interno bruto y distribución del ingreso; así se ubican los rangos de movimiento de la demanda (Cuadro 20).

Los análisis pormenorizados se apoyan en una alternativa hipotética de crecimiento moderado de la población (2 por ciento anual) y del producto interno bruto (5.2 por ciento anual), asociado a un proceso de redistribución del ingreso mediante el cual el 45 por ciento de la población de menor ingreso que actualmente percibe el 17 por ciento del ingreso nacional pasaría a recibir el 25 por ciento en el año 2000. Evalúa también la situación nutricional de la población de bajos ingresos con y sin redistribución del ingreso. Este factor podría, sin embargo, observar un efecto contrario si persisten las condiciones actuales en la distribución del ingreso* (Cuadros 25 y 26).

Estructuración de la demanda

La estructuración de la demanda observa, de acuerdo a las proyecciones, un giro que se inclina hacia la preferencia por productos de origen pecuario; ello viene a reducir tendencialmente el consumo humano directo de granos y cereales y a su vez provoca el efecto indeseado de expander la frontera agrícola para satisfacer el consumo animal.**

La demanda de cereales*** para consumo humano se mantiene notablemente invariable hasta el año 2000 (entre 16 y 16.7 millones de toneladas con una población de 104 millones de habitantes) cualesquiera que sean las alternativas y la distribución del ingreso consideradas. Se advierten variaciones para cada

* Las cifras que aquí se retoman para analizar el renglón nutricional corresponden a la postura hipotética moderada que plantea una mejoría del consumo en base a la redistribución más equitativa del ingreso.

** Como ya aclaramos, las prospecciones se realizaron con base en el desarrollo tecnológico (que consecuentemente influía en los rendimientos) existente hasta el perido 1976-1978. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes podrían atenuar la tendencia a la sobreutilización de espacios agrícolas para la alimentación animal, sobre todo por los descubrimientos logrados para el aprovechamiento de esquilmos y el reciclado de excretas animales.

*** Para ubicar los rangos de movimiento en la demanda, el estudio toma como base la hipótesis moderada que corresponde a crecimientos moderados de la población y del ingreso con redistribución del ingreso.

grano por separado (maíz, trigo y arroz) pero no en la suma de los tres. La redistribución del ingreso que produciría un aumento considerable en el consumo alimentario de las familias de bajos ingresos, tiene un impacto reducido en el incremento de la demanda global (4.5 a 6 por ciento para la mayoría de los productos), con excepción de la carne de aves (12 por ciento) y la demanda de frijol y maíz cuya reducción alcanza 1 y 3 por ciento respectivamente (Cuadros 20 y 24).

Los cambios esperados en la composición de la demanda de alimentos (Cuadros 20 y 24) se traducen en tasas anuales de crecimiento ligeramente inferiores a los de la población en el caso del maíz y frijol (Cuadros 13 y 24) pero dos veces más elevados para los productos pecuarios y las frutas.

La diferencia en el ritmo de incremento de la demanda que se observa entre productos agrícolas y pecuarios (Cuadro 24) cuando se consideran únicamente los alimentos para consumo humano, desaparece el nivel de la demanda total debido al fuerte aumento de la demanda de granos y pastas oleaginosas para la alimentación del ganado.

Como resultado del incremento al consumo animal, la demanda de cereales, que en la actualidad es un 60 por ciento del consumo humano, en el año 2000 se destinará principalmente a la alimentación del ganado (57 por ciento del total, o sea 24 millones de toneladas), lo cual significará sin embargo, un crecimiento en el consumo humano indirecto de productos agrícolas.

Lo anterior provoca que a futuro, las dificultades para satisfacer la demanda interna no deriven del incremento demográfico sino de la evolución que registra la estructura del consumo. En el mediano y largo plazos, el desafío para la agricultura mexicana no radicará en la producción de maíz y frijol para consumo humano, sino en la de cereales para la alimentación animal. Los alimentos para consumo humano directo provendrían entonces vía avances logrados en fermentaciones; aunque la producción de proteína unicelular atenuaría el efecto del consumo animal sobre los cereales.

El posible efecto de la distribución moderada se refleja en una reducción del 3 por ciento en la demanda del maíz y frijol y un aumento en la demanda de productos pecuarios de 11 a 15 por ciento. Los demás productos (trigo, arroz, aceites, azúcar y hortalizas) experimentan un incremento en su demanda global de un 5 a 9 por ciento (Cuadro 21).

La demanda global de alimentos* crece a una tasa cercana al 4 por ciento durante el periodo 1976-1990 y de 3.2 por ciento en la década siguiente. El ritmo es sensiblemente menor cuando se considera el periodo de 1980-1990 en lugar de 1976-1990, como resultado del crecimiento económico que se previó para 1980-1985 (Cuadros 20 y 22).

La evolución de la estructura de la demanda global de alimentos se caracteriza por una reducción en la importancia del maíz y del frijol, y un aumento de las frutas y los productos pecuarios, con excepción de la manteca. Los demás productos agrícolas mantienen su participación en la demanda total. El maíz y el frijol representaban 15 por ciento del volumen físico de la demanda de alimentos en 1976-1977 pero desciende a 9 por ciento en el año 2000 (Cuadro 22).

El maíz y el frijol son los dos únicos productos en los cuales la demanda de las familias de bajos ingresos, representan alrededor del 50 por ciento de la demanda global tanto en 1976-1977 como en el año 2000.

Para los demás productos, la demanda de la población de bajos ingresos en 1976-1977 representa entre el 30 y 35 por ciento de la demanda global en el caso del arroz, trigo y azúcar; entre el 24 y 28 por ciento para aceites, hortalizas, productos lácteos y huevo, y el 18 por ciento para carne y frutas.

La demanda proveniente de la población agrícola observa una disminución que se explica en el cambio de composición de la población. La población agrícola representa 39 por ciento de la población total en 1976-1977, pero solamente 27 por ciento en el año 2000 (Cuadro 13). La proporción de la demanda global que le corresponde baja en las mismas proporciones únicamente para maíz y frijol, mientras que para los demás productos agrícolas y pecuarios la reducción es del orden del 3 al 6 por ciento (Cuadro 23). El aumento de los ingresos en la población agrícola resulta en un mayor crecimiento de la demanda por persona que en la no agrícola, debido a que aquélla tiene un nivel de ingreso medio más bajo y, en consecuencia, coeficientes de elasticidad de ingreso más elevados (Cuadro 23).

* De los 24 productos para los cuales se invirtió la relación consumo-ingreso, 22 pertenecen a los alimentos; éstos representan el 98.0 por ciento de la demanda de alimentos en el año base. Con el agregado de 5 productos de menos importancia, las proyecciones cubren el 99.7 por ciento de la demanda de alimentos (Véase estructura de productos en el Anexo).

En el renglón del consumo se maneja un supuesto diametralmente contradictorio con la tendencia actual, marcada sobre todo por el deterioro del ingreso; de cualquier manera el pronóstico del consumo alimentario se cumpliría si el ritmo de los precios no aumentara su brecha existente en relación al salario (Cuadro 26).

El promedio del consumo nacional mantiene una disminución en cereales pero aumento en productos de origen pecuario. Específicamente disminuye el consumo de maíz y frijol, sube moderadamente el trigo, los aceites y el azúcar, se observan fuertes aumentos de los productos pecuarios y de las frutas. Es posible esperar que la dieta mexicana en el año 2000, alcance niveles nutricionales adecuados con o sin redistribución del ingreso.

Se estima que las dietas de las familias con bajos ingresos correspondientes a la región denominada como *Resto del País*, es decir fuera de la región Norte, alcanzaría una disponibilidad de calorías y proteínas a los niveles recomendados, únicamente adoptando la alternativa de redistribución del ingreso. Se estima que de un 4 a un 5 por ciento de la población total quedaría debajo de estos niveles y sin una redistribución significativa del ingreso. Esta proporción podría ubicarse entre un 14 y un 17 por ciento (Cuadro 25b).

De cualquier manera, estas proyecciones no dejan de considerar sólo el plano deseable, ya que el crecimiento de la demanda global de alimentos será superior al crecimiento de la población, y se complica más por el hecho de que históricamente las deficiencias nutricionales del país han estado asociadas, más que a problemas de producción, a una distribución inequitativa e injusta.

La disminución en el consumo de cereales se debe únicamente al maíz, el cual baja su consumo por persona en 20 kg entre 1976-1977 y el año 2000. Como medida compensatoria, aumenta el de trigo en 12 kgs y el arroz en 2 kg; el de frijol se reduce en 1 kg; las grasas suben de 12 en 1976-1977 a 15 kgs en el año 2000.

El costo total del consumo alimentario aumenta 32 por ciento entre 1980 y 2000, la proporción mayor corresponde a los productos pecuarios (77 por ciento). El costo de los cereales casi no cambia, pero su participación en el costo total baja de 16 a 22 por ciento. Es decir, casi dos tercios del valor de la dieta en el año 2000 se constituye por los productos pecuarios (Cuadro 26).

Los aumentos en el aporte energético y proteínico de la dieta quedan muy inferiores al incremento en el costo (12 por ciento para las calorías y 15 por ciento para las proteínas entre 1976-1977

y 2000). La evolución de la composición proteica, de las cuales 45 por ciento serían de origen pecuario en el año 2000, permiten asegurar a la dieta una calidad adecuada (Cuadro 25a). Esto sin considerar los avances que podrían lograrse con la utilización de productos no convencionales como fuente alternativa de proteínas.

El maíz sigue siendo el principal proveedor de nutrientes aunque su participación se reduce, del 36 al 27 por ciento tanto en calorías como en proteínas. Los aumentos que se perciben en calorías provienen del azúcar, trigo, aceites, carne y productos lácteos. El incremento al consumo aparente de proteínas se debe únicamente a los productos pecuarios, quedando los de origen agrícola notablemente estables. Las grasas crecen más rápidamente que las calorías y proteínas (Cuadro 25a).

Sin embargo, se observa una baja disponibilidad de calorías y proteínas en las familias no agrícolas de bajos ingresos del resto del país. En 1980 el nivel energético de estas familias se limita a 2 150 calorías y queda inferior en 300 calorías al de la población agrícola de la misma región. En el norte, también la población agrícola sobrepasa a la no agrícola pero solamente en 100 calorías (Cuadro 25b).

Considerando la evolución futura de la dieta en familias de bajos ingresos, se nota todavía en el año 2000, un déficit de calorías en las familias no agrícolas del resto del país en el caso de un crecimiento económico sin redistribución del ingreso.

Todos los subgrupos de población de bajos ingresos tenían en 1980 un consumo aparente de proteínas inferior al nivel recomendado (71 gramos según el Instituto Nacional de la Nutrición). Con el crecimiento del ingreso previsto para el año 2000, los niveles que alcanzarían serían adecuados para toda la población con o sin distribución del ingreso, fuera de la población no agrícola del resto del país, mismo que alcanzará niveles satisfactorios únicamente en el caso de existir redistribución del ingreso (Cuadro 25b).

Un crecimiento económico sin redistribución podría dejar entre el 14 y el 17 por ciento de la población total del país por debajo de sus necesidades nutricionales, es decir, entre 15 y 18 millones de personas: con redistribución del ingreso, la proporción se reduciría al 4 o 5 por ciento. La mayoría de la población subalimentada se encontraría entre las familias no agrícolas del resto del país debido al elevado crecimiento demográfico de este grupo. El segundo grupo se encontraría entre las familias agrícolas de la misma región.

De acuerdo a los resultados señalados por la prognósis, las tasas anuales de crecimiento de las superficies cosechadas durante el periodo 1976-2000 serán de 2.6 por ciento en los distritos de riego, 1.1 en el temporal y 1.6 por ciento para ambos. En el año 2000 el maíz seguirá ocupando más del 50 por ciento de las tierras de temporal (Cuadro 31). Los otros cultivos de mayor importancia en el temporal serían el frijol (13 por ciento de las tierras), el sorgo 10, y las frutas 6 por ciento. En el riego, el cultivo más importante sería el sorgo (20 por ciento de las tierras) seguido por el maíz 18 por ciento, el trigo 16, el cártamo 13, el algodón 8 y la soya 6 por ciento (Cuadro 31).

El crecimiento de la producción total agrícola (2.6 por ciento anual durante el periodo) excede a la población. Sin embargo resulta inferior a la demanda total (Cuadro 31). Los déficit más notorios conciernen al trigo, las oleaginosas, la caña de azúcar y el sorgo. Se anticipan también déficit en la producción de leche, huevo y carne de res. La producción pronosticada supera la demanda interna en el caso del frijol, las hortalizas, frutas, café y henequén (Cuadro 31).

Se estima que para el año 2000 la superficie cosechada se incrementaría en 5 millones de hectáreas, de las cuales 2.8 millones corresponderían al riego. La superficie cosechada alcanzaría 21.7 millones de hectáreas en el año 2000, lo que implica una superficie sembrada del orden de 26 millones de hectáreas tomando en cuenta las pérdidas de cultivo por siniestramiento.

Los rendimientos obtenidos en los distritos de riego son ya elevados dado el adelanto tecnológico existente en estas áreas. Las diferencias entre rendimientos actuales y potenciales (calculando con base en tecnología convencional) son reducidas, razón por la cual no se anticipan incrementos importantes de estas áreas hasta el año 2000 (Cuadro 30) durante el cual ya podría haberse incorporado la nueva tecnología.

Las mayores posibilidades de aumentar los rendimientos se encuentran en la agricultura de temporal donde se puede esperar la incorporación de las técnicas y prácticas actualmente disponibles en un número creciente de explotaciones agropecuarias.

La producción en general, conforme a las tendencias actuales, observa un déficit desfavorable el cual se recrudece en el caso de los cereales. El déficit de cereales alcanza un tercio de la demanda total en el año 2000 y se eleva a 12 millones de toneladas para alimentación animal y 1.9 millones de toneladas de trigo para

consumo humano. La producción de maíz cubre ampliamente la demanda para consumo humano (Cuadro 27).

De acuerdo a la estructura que observaba la producción agrícola en 1977, se estima que la superficie cosechada total del país pasará de 16.7 millones de hectáreas en 1977 a 21.7 millones en el año 2000, esto representa un incremento neto de 5.1 millones de hectáreas. El área de riego crecerá de 4.5 millones de hectáreas a 7.3 millones y la de temporal de 12.22 a 14.5 millones de hectáreas. Mientras que las superficies bajo riego deberán experimentar un incremento anual de 2.1 por ciento y un crecimiento total de 62.8 por ciento. Las de temporal aumentarán sólo 0.7 por ciento con un aumento total de 18.2 por ciento (Cuadros 28 y 33).

No obstante el aumento de las áreas de riego y de temporal en las regiones del Sur y Península de Yucatán, serán las regiones del Norte y Centro las que dominen a nivel nacional (Cuadro 28) en cuanto a incremento de la superficie cosechada.

Cabe aclarar sin embargo, que estas proyecciones se realizan bajo el supuesto de una buena orientación en la asignación de los recursos naturales y que las áreas a incorporarse por entidad federativa presentan las mismas características de las que actualmente están en uso. Sin embargo, no se contemplan los efectos que podría generar la demanda y las relaciones de precios internos e internacionales sobre la orientación de la producción nacional.

El factor rendimientos es lo que mayor atención ocupa respecto al incremento de la producción; el mejoramiento. al cultivo de maíz, frijol y sorgo de temporal, están asociados a una mayor tecnificación, aplicación de fertilizantes e incrementos de rendimientos. Asimismo, se estimó que la superficie no fertilizada disminuirá en un 50 por ciento en 1990 y en un 75 por ciento al año 2000 (Cuadros 30, 31 y 32), la cual podrá incluso adoptar otra vía distinta a la convencional.

Las mayores posibilidades de aumento a la producción por mejores rendimientos corresponden a la agricultura de temporal, especialmente a los cultivos de maíz, frijol, cártamo, soya y caña de azúcar (Cuadros 29 y 33).

Los incrementos productivos del arroz y la caña de azúcar provienen de la incorporación de áreas tropicales a la frontera agrícola. Los aumentos en la producción de soya son consecuencia del incremento al cultivo en las áreas regadas del norte. El maíz y frijol son favorecidos por la expansión general de la frontera agrícola en las diferentes regiones y por la posibilidad de tener incrementos en los rendimientos superiores al resto

de los productos. El trigo, algodón, jitomate, soya y arroz continúan siendo predominantemente cultivos de riego. Maíz, frijol y café continúan cultivándose predominantemente en áreas de temporal, aunque también se incrementa su producción en áreas bajo riego (Cuadro 31).

La tasa de 2.6 por ciento anual correspondiente al aumento de la producción agrícola proyectada entre 1977 y 2000, resulta superior al 1.8 por ciento registrado durante el periodo de crisis (1964-1966 y 1976-1978). El mayor incremento se debería a un aumento acelerado de 3.3 por ciento entre 1977-1990 y a un ritmo de 1.7 por ciento entre 1990 y 2000, cuando la frontera agrícola de temporal resulte agotada.

La región Norte aparece como la principal productora agrícola ya que aporta el 42.8 por ciento en 1977, disminuyendo ligeramente en 1990 (38.9 por ciento) y elevándose nuevamente en el año 2000 (40.3 por ciento). La importancia productiva agrícola de la región Norte se debe a su estructura de riego, que aporta el porcentaje más elevado de la producción física total en el periodo. La región Centro, por el contrario, disminuye su importancia ya que del 34.4 por ciento del total producido en 1977 baja a 28 por ciento en 1990 y 26.7 por ciento en el año 2000. En la región Sur tanto el riego como el temporal aumentarán su frontera: de 21.9 por ciento en 1977 alcanzará 31.8 en 1990 y 31.5 por ciento en el año 2000 (Cuadro 28).

El nivel tecnológico

La tecnología representa sin duda, un renglón fundamental para lograr la satisfacción de las demandas futuras, para el posible cumplimiento de las metas productivas anteriormente proyectadas y el esperado equilibrio agricultura-industria dentro del nuevo proyecto económico.

El desarrollo tecnológico interno (real y potencial) constituye entonces el termómetro que marcará el avance o retroceso de la agricultura mexicana en el panorama internacional, sobre todo a partir de la incorporación de técnicas desarrolladas por la biotecnología, que no obstante la ampliación proyectada de la frontera agrícola, su incorporación eficiente atenuaría los efectos ecológicos presentados durante la fase pasada.

En tanto que la preocupación tecnológica de la primera modernización fue lograr mejores niveles de productividad, resulta claro que de continuar con un proceso de mecanización sin sentido histórico, como el señalado en el pasado, los efectos sociales podrían ser ahora de magnitudes considerables.

Esto último porque a diferencia de la fase anterior, la biotecnología lejos de ahondar los efectos ecológicos adversos, más bien pretende restaurarlos y dar un nuevo giro al uso del suelo y los recursos naturales; lo que no evita un proceso disruptivo del proceso de trabajo agrícola que trasladaría los defectos de un esquema agrícola capitalista de escala ampliada a lugares donde nunca antes se había problematizado la vinculación con la economía de mercado.

La mecanización, en tanto fase previa a la automatización ha sido conceptualizada como el conjunto de cambios tecnológicos en la agricultura y, por tanto, constituye el motor principal de la tendencia secular que permite a un número cada vez menor de agricultores alimentar a una población en constante crecimiento.[42]

Sin embargo, si el proceso de mecanización, que requiere al desarrollo previo de una tecnología muchas veces no concordante con una estructura social dada, se generaliza bajo condiciones no apropiadas a la evolución de una estructura socioeconómica predeterminada, es obvio que en el corto plazo los incrementos pensados para la producción pueden producirse y desencadenar una serie de efectos no contemplados en el esquema agrícola global.

Estos efectos pueden estar relacionados con un abuso desmedido e imprevisto de la tecnología, que a su vez tiende a generar retrasos o fallas en la producción; por ejemplo en el caso de una tractorización sin planeación y capacitación previa que atrase el barbecho del terreno donde antes de su utilización había podido labrarse con tracción tradicional.*

La tractorización, vista en el conjunto del proceso productivo,

[42] Link. Therry. "La mecanización de la agricultura de temporal ¿cuál sociedad elegir? En: *Comercio Exterior*. Vol. 35, núm. 2. México, 1985.

* La organización de los productores nacionales, gestado por las nuevas políticas agroalimentarias estatales, y que constituyen el "segundo aire del agrarismo mexicano", tiene el inconveniente, habida cuenta de su carácter parcial, de fraccionar artificialmente los procesos de trabajo agrícola en detrimento de la globalidad y la continuidad de la agricultura campesina, contribuyendo con ello a debilitarla. Dichas formas de organización que han sido impuestas casi siempre por encima de las estructuras sociales tradicionales, impide toda estabilidad y trae efectos sociales contrarios a los previstos. No es raro que un tractor destinado a la colectividad, lo alquile un particular e incluso lo monopolice; también ocurre que los agricultores se ven obligados a ceder sus tierras y derechos al miembro más influyente. La mecanización parcial produce una expulsión de casi la cuarta parte de la fuerza de trabajo que se emplea normalmente en la agricultura tradicional, proporción que se eleva a cerca del 60 por ciento cuando la mecanización es total. (Link, ob. cit.)

provoca por si sola un conjunto de efectos que antes de su incorporación no estaban presentes: presiona sobre los administradores para que proporcionen mantenimiento y organización en el empleo del equipo, afecta la distribución del ingreso y reduce la participación directa de las familias en las actividades agrícolas.

En otro sentido, involucra directamente a la economía del país. ya que dadas las condiciones de dependencia en que se incorpora, plantea la subordinación implícita a una tecnología controlada desde el extranjero, así como a las decisiones políticas de otras naciones. Ya sea importados o manufacturados en el país por empresas trasnacionales, el empleo no planeado de tractores hace que el delicado proceso agrícola quede convertido en "rehén" de decisiones sobre piezas de repuesto, cambios de modelo, incrementos de precio, atcétera, fuera del control nacional.

Es indudable que el tractor acarrea una revolución en la organización del trabajo agrícola porque introduce nuevos imperativos técnicos, agroquímicos y de uso del tiempo, modifica la estructura de los costos (Cuadro 14), lo que a su vez impulsa el desarrollo de los cultivos comerciales y el uso de insumos susceptibles de aumentar los rendimientos unitarios. Más que un simple componente tecnológico, se trata de un elemento estructurante, esencial en un modelo de desarrollo agrícola que modificará de manera permanente y profunda la organización social campesina. Alrededor de este factor de producción, tiende a organizarse y desarrollarse el suelo, las estructuras, las técnicas biológicas y genéticas y el uso del espacio y del medio.[43]

La tractorización de la agricultura mexicana ha tenido un proceso acelerado, medido en incorporación de unidades. Este hecho se ubica como especialmente importante en función de que indica el nivel de incorporación tecnológica y las condiciones de ésta. También señala las tendencias de las readecuaciones técnicas que habrán de realizarse en otros departamentos del proceso productivo con la implantación de la segunda modernización, al tiempo que establece los efectos colaterales de la Revolución de los Genes en función de la capacidad tecnológica actual y futura lograda en el campo de la biotecnología, tanto por su capacidad técnica y financiera, como por los posibles obstáculos políticos para su aplicación.

Después de un rápido crecimiento de 1950 a 1970 (7.2 por ciento anual), la existencia nacional de tractores se estabiliza para luego expandirse rápidamente desde 1975 (a una tasa anual de 8.6

[43] Link, Therry. Ob. cit.

por ciento de 1974 a 1981, contra 1.8 por ciento de 1970 a 1974). Este último periodo que corresponde a la puesta en práctica de la política sustitutiva de importaciones en el área de bienes de capital, coincide al mismo tiempo con la reorientación progresiva de las políticas agrícolas para favorecer la agricultura de temporal.

Así, de acuerdo a las tendencias del proceso de mecanización habrá, según cálculos de NAFINSA: 365 700 tractores en 1990 (8.6 por ciento anual) y la demanda interna será de 48 000 unidades (7.3 por ciento anual de 1981 a 1990). Es de esperarse que este proceso impacte de manera todavía más significativa en la estructura del agro, en caso de adoptarse la vía de una tractorización computarizada que daría pauta a la automatización completa de la producción agrícola.

Dado que la demanda nacional de tractores está cubierta fundamentalmente por empresas trasnacionales (en 1980, 96 por ciento de la producción estaba en manos de estas empresas y de ella 34 por ciento correspondía a Ford Motor Co.; 33 a Massey Fergusson, 12.2 a John Deere y 16.6 por ciento a International Hasvester) resultaría doblemente problemático para el desarrollo interno, si las tecnologías por incorporarse a la agricultura provinieran en su totalidad del extranjero, sin que existiera la más mínima protección local tanto en investigación básica como en desarrollo.

La investigación y el desarrollo de la biotecnología en México, contrario a lo que podría ocurrir con el desarrollo de la tecnología en general, observa un adelanto que si bien no podría ser considerado ni lejanamente similar al que guardan los países industrializados, por lo menos tiende a establecer lineas estratégicas en el renglón agrícola que podrían atenuar, parcialmente, el efecto de la dependencia externa, además sería congruente con la baja disponibilidad de recursos naturales como el agua (Cuadro 34). Sin embargo, actualmente enfrenta obstáculos para su desarrollo que se ubican en la esfera de la aplicación; por lo que, en la voluntad política y empresarial que se establezca para sortear estos obstáculos, estribará la verdadera riqueza de los beneficios que aporte a futuro.

Las consideraciones centrales que deben hacerse en torno al avance de la biotecnología en México, como un proceso acorde al marco de indepenedencia tecnológica nacional, son la disponibilidad de recursos humanos apropiados en calidad y cantidad; recursos económicos adecuados y disponibles; estructuras de organización que permitan canalizar las dos primeras hacia la consecución de los objetivos prioritarios nacionales. Además de su factibilidad de costos en relación a la tecnología convencional en uso.

Respecto a los recursos humanos aún no existe el suficiente personal especializado en México que pueda impulsar la biotecnología (Cuadro 38). Este rubro deberá impulsarse, al igual que la formación de administradores en biotecnología, los cuales deben manejar: funciones críticas de los recursos humanos en el proceso de innovación; la comunicación de las organizaciones tecnológicas; estructuras opcionales en la organización de la investigación y desarrollo; selección y administración de proyectos de investigación y desarrollo; interrelación entre la mercadotecnia y la innovación tecnológica, etcétera.[44]

Las posibles fuentes de financiamiento que deben considerarse en el desarrollo biotecnológico son: recursos destinados por el gobierno federal a los centros de investigación; una cantidad insignificante que dedica el sector biotecnológico al desarrollo dentro de sus instalaciones; créditos otorgados por el CONACYT y fondos de fomento, además de recursos destinados por el sector privado y algunas instituciones internacionales (ONU, UNIDO, etcétera) para el desarrollo tecnológico en centros nacionales de investigación. Mientras el sector productivo y la iniciativa privada no participen más activamente en el apoyo económico a la generación de nuevas tecnologías y adaptación y mejoramiento a las adquiridas en el exterior, no habrá posibilidades de alcanzar la autodeterminación tecnológica. También es necesario que el gobierno establezca estímulos que vayan más allá de un sexenio.[45]

Una vía factible para nuestro país en el campo de la biotecnología, sería optar por el mejoramiento de la biotecnología tradicional, ya que no existen grandes diferencias entre el nivel nacional y el internacional. En ambos niveles existen mercados satisfechos de gran magnitud con tasas de crecimiento relativamente bajos pero estables, donde las proporciones que guardan los diferentes tipos de productos del mercado nacional son similares a los que éstos ocupan en el mercado internacional (Cuadro 35). En general se trata de industrias con pocas diferencias científicas y tecnológicas en cuanto a procesos y productos, pero no así en cuanto a bienes de capital, en los cuales existen diferencias con respecto a países industrializados. A nivel nacional la investigación y desarrollo de este tipo de tecnología biológica es débil. Sin embargo, recientemente algunas industrias de bebidas fermentadas han mostrado interés en un acercamiento con grupos de investigación en las universidades.[46]

[44] Sánchez, S. Alberto. "El Desarrollo Biotecnológico en México", (Quintero, comp.) pp. 134-135.

[45] *Idem.*

La nueva biotecnología se circunscribe casi totalmente a la investigación, la cual se realiza en instituciones de educación superior. Los proyectos que desarrollan son de carácter básico y se enfocan a la manipulación genética de células o microorganismos sin buscar una vinculación con proyectos biotecnológicos integrales que incluyan el crecimiento en masa de las células o microorganismos, así como la separación y obtención de los componentes deseados. Estas investigaciones se refieren básicamente a nuevos productos cuyo desarrollo en el ámbito nacional hace que exista una gran competencia, sean muy costosos y requieran mucho tiempo para ser comercializados.[47]

En cultivo de tejidos se cuenta con un equipo muy calificado, aunque trabaja con un gran número de microproyectos, podría abocarse a trabajar proyectos de mayor envergadura. Entre las empresas biotecnológicas de reciente creación existen dos en el campo de la biología vegetal cuyas actividades cubren el aspecto técnico menos sofisticado del cultivo de tejidos[48] (Cuadro 37).

En general, se puede concluir que contamos con una infraestructura mal utilizada y hasta la fecha poco productiva. También es evidente que sólo las áreas tradicionales de la biotecnología se han logrado desarrollar en el país (contrastar Cuadros 35 y 36) y salvo incipientes esfuerzos, poco se espera del sector productivo. Al no existir una política definida para el desarrollo de la biotecnología, la investigación y el avance tecnológico se diversifican y por lo tanto se obtienen resultados parciales o que apenas apuntan a la definición de los problemas. A nivel industrial no se tiene aún una capacidad técnica propia salvo en aquellas empresas que han tenido que adoptar tecnología generada en el exterior. La formación de recursos humanos es incipiente pero está en funcionamiento. Se cuenta con 4 maestrías y un doctorado que en los últimos 20 años ha producido 20 maestros titulados y aproximadamente 40 sin titularse. En síntesis, las posibilidades que tiene el país de participar en la biotecnología internacional son escasas y la posibilidad de que ello suceda es aún menor, queda pues por decidir si la biotecnología será una nueva oportunidad que se pierde o bien, si a pesar de los riesgos e incertidumbres se convierte en un elemento de desarrollo nacional.[49]

[46] Quintero, Rodolfo. "Prospectiva de la biotecnología en México". En: (Quintero, comp.).Ob. cit., pp. 468-469.

[47] *Idem*. p. 471.

[48] *Idem*.

[49] Quintero. Ob. cit. pp. 472-478.

CONCLUSIONES

1. La RCT representa la esencia en la modernización del aparato productivo y un elemento fundamental para la renovación del modo de producción. Por ello introduce una restructuración simultánea en la organización social del trabajo y de los mecanismos con que se reproducen las condiciones materiales de existencia. Así, toda nueva modernización entraña sus propios límites de permanencia, misma que se ve superada cuando un nuevo conocimiento se generaliza. Estos límites tienen un margen cada vez más estrecho en el sistema capitalista, los cuales están determinados por su correlación con el mantenimiento o superación de los márgenes de ganancia prevalecientes.

2. Las RCT hasta hoy en día registradas han debido considerar dos aspectos fundamentales para su implementación: el nivel de la investigación científica y las posibilidades reales para su generalización. A partir de esto último se implementa un cambio en los instrumentos de trabajo empleados, en la organización de la producción, y una mayor especialización de los trabajadores y finalmente restringe la ocupación de mano de obra.

3. Las tres grandes RCT presenciadas por la humanidad han tenido como fundamento el desarrollo de la tecnología energética (la tecnología de la producción de máquinas motrices por medio de máquinas). Así, desde la primera Revolución Industrial, a finales del siglo XVII, las grandes transformaciones tecnológicas han sido: la producción maquinizada de motores de vapor a partir de 1848, la producción maquinizada de motores eléctricos y de combustión interna en la última década del siglo XIX, y la

producción maquinizada de los aparatos movidos por la energía nuclear y organizados electrónicamente desde los años cuarenta de este siglo.

4. La RCT con base en el mejoramiento de la maquinaria promueve el ensanchamiento de los mercados extranjeros e introduce formas novedosas en la división internacional del trabajo tendientes a desplazar capital variable, aumentar el constante y dar un sentido distinto a la composición orgánica. En procedimientos clásicos, la RCT ha permitido el abaratamiento de los productos hechos a máquina; mediante ello sujeta paralelamente a los mercados conquistados convirtiéndolos en productores de materia prima para su reciclaje en industrializados. A partir de aquí ocurre una nueva división internacional del trabajo que consiste en que una parte del globo terrestre se convierte en campo de producción agrícola para la otra parte que desarrolla la producción industrial. Este esquema va acompañado de profundas transformaciones técnicas y sociales en la agricultura.

5. La RCT propicia que la ciencia se convierta progresivamente en una fuerza productiva más; además de representar un elemento determinante para la acumulación de capital. A partir de la tercera RCT, la producción se caracteriza por una mayor automatización de sus procesos. De hecho el proceso de producción mismo aparece como mecanismo más complejo que necesita acrecentar constantemente las inversiones para el desarrollo de la investigación y por esta vía recomponer el capital fijo.

6. La tercera RCT cuyo principio básico es el máximo perfeccionamiento de la automatización del trabajo, tiene como antecedente técnico inmediato la economía de armamentos que alcanzó su fase de consolidación al concluir la Segunda Guerra Mundial. Como el eje de acumulación ya no puede ser una tercera guerra, debido a su inviabilidad sociopolítica, la tecnología se ha visto obligada a trasladar sus avances a otras esferas de la economía. Estas nuevas "tecnologías punta", contienen una avanzada producción de máquinas a gran escala que requieren la aplicación directa del conocimiento teórico. En este último caso, convierte a la ciencia en una fuerza productiva directa al servicio del desarrollo capitalista: ciencia-ingeniería-producción. Es sin duda la incorporación más acabada del proceso de investigación científica a la producción y al desarrollo social.

7. La tercera RCT está cambiando radicalmente la economía en su conjunto y no sólo a industrias individuales como antes. Además, el crecimiento económico depende directamente del progreso de la ciencia, y en este proceso, somete a los países subdesarrollados a una mayor dependencia en todos sus planos.

8. La tercera RCT parece abocada a trastocar de manera radical los esquemas clásicos del desarrollo económico, social, político e inclusive ideológico. Este nuevo modelo de desarrollo se caracteriza, en un sentido, por el agotamiento del viejo modelo de industrialización que maduró después de la Segunda Guerra Mundial y en el otro, por la hegemonía de un nuevo modelo biológico de economía impulsado con la cibernética, la biogenética, la microelectrónica, la fusión nuclear, las telecomunicaciones y la conquista espacial, la actividad predominante en el procesamiento y manejo de información.

9. El desarrollo tecnológico está sujeto al desarrollo de la ciencia y ésta se encuentra inmersa en una estrategia empresarial, cuyo objetivo es el control absoluto del campo tecnológico que se amplía a la producción del conocimiento científico y a su aplicación comercial. Como la producción del conocimiento depende cada vez más de grandes inversiones en investigación y desarrollo, la estrategia empresarial monopólica abarca las fuentes principales de financiamiento y producción de conocimiento tales como el Estado y las universidades. Bajo estas condiciones, el Estado cumple un rol fundamental como programador, financiador y organizador de cuadros para la ciencia, cuyos criterios le son impuestos por la lógica de la acumulación, la cual en ciertos casos, no puede dar cuenta directa de la misma por su alto costo y riesgo.

10. La ciencia como fuerza productiva directa, lleva no sólo a sustituir mano de obra sino también capital. De esta manera, el desarrollo de nuevas materias primas industrializadas permite sustituir vastos complejos de hornos y maquinaria por refinerías y flexibles máquinas funcionales que operan con moldes sencillos. La sustitución de materias primas naturales por sintéticas rompe radicalmente con gastos en medios de producción en algunas ramas. La bioquímica y la biogenética abren nuevos caminos en la industrialización de la agricultura, industria alimentaria, medicina y otras actividades. Ello refleja una relación cada vez más directa entre la inversión en investigación y desarrollo y la baja radical en los costos de producción como medida para contener la tendencia decreciente de la tasa de ganancia.

11. La aplicación del proceso de automatización implica una contradicción fundamental entre el desarrollo social y económico, por un lado representa el desarrollo perfeccionado de las fuerzas productivas materiales que podrían liberar potencialmente a la humanidad de la obligación de realizar un trabajo mecánico, repetitivo, aburrido y enajenante; y por el otro, representa una nueva amenaza para el empleo y el ingreso, una nueva intensificación de la ansiedad, la inseguridad, el retorno al desempleo masivo crónico, las pérdidas periódicas en el consumo y la pauperización intelectual y moral.

12. La tercera RCT requiere una readecuación en toda superestructura, y más concretamente, en el orden jurídico político ya que introduce una transformación profunda, además de lo económico, en casi todo el orden de la vida social y cultural. Ante ello, el capital necesita un nuevo tipo de Estado que ya no sólo regule las contradicciones de clase al estilo clásico, sino que participe activamente en la eliminación de todo posible obstáculo a su nuevo proceso de internacionalización. Este nuevo proceso, trata de romper con las barreras históricas del Estado Nacional y consecuentemente de la programación económica nacional, para imponer así una especie de "economía sin fronteras" que no encuentre obstáculos reguladores de ningún tipo. En igual sentido, representa un intento aunque sea parcial, por superar los límites de la propiedad y la apropiación privadas impuestas al desarrollo ulterior de las fuerzas productivas.

13. El nuevo Estado requerido por el capital debe ser congruente con el modelo neoliberal de la economía que le permita desarrollar hasta sus últimas consecuencias las tesis monetaristas de Friedman, ya que sólo ello garantiza implementar la economía sin fronteras y la posibilidad de implantar la nueva RCT en congruencia con los supuestos de la internacionalización del capital y de las fuerzas productivas. La tesis monetarista implica más que la desaparición del Estado, su privatización. Así, este deberá cambiar sus funciones para convertirse en un Estado autoritario que permita reprimir y controlar a los grupos marginados por el mercado.

14. La modernización de la agricultura a escala mundial, ha pasado por dos fases principales, la primera de ellas se generó desde mediados de los cuarenta y estuvo basada en la intensificación de la mano de obra para establecer una correspondencia con el incremento a los rendimientos por cultivo. La tecnología de esta fase impuso una nueva división del trabajo agrícola y modificó los es-

quemas productivos en conjunto. El cambio más sustancial se registró en países subdesarrollados, en tanto receptores pasivos de la tecnología externa, particularmente en renglones como el empleo, cuya restricción provocó una mayor pauperización campesina. Actualmente, la recomposición del capital en general junto al mayor desarrollo científico tecnológico, ha estado conformando una nueva modernización de la agricultura y la producción alimentaria. Al igual que la fase anterior, esta nueva modernización va encaminada a apoyar un nuevo proyecto de reconversión industrial, aunque ahora la agricultura conserva una mayor autonomía respecto a la industria y no necesariamente transfiere excedente a ésta, ya que prácticamente elimina al sector de susbistencia donde se basaba dicha extracción.

15. La segunda modernización, si bien todavía no generalizada, parte de un desarrollo científico superior. Aún cuando retoma en alguna forma los aportes empíricos de la primera fase, lo hace de manera controlada mediante el conocimiento de los mecanismos de transmisión de la herencia de los vegetales. Dichas modificaciones también se basan en la transformación total o parcial de algunos insumos, como los herbicidas químicos por los biológicos. En el plano económico estricto, corresponde al mantenimiento del dominio comercial vía control tecnológico, ya que al generar grandes excedentes de productos agrícolas con la nueva tecnología, existe la posibilidad de que se sobresaturen los mercados y los países industrializados pierdan el control internacional del comercio de productos agrícolas.

16. La tecnología de la segunda fase supone una alteración profunda de los esquemas nacionales de producción, en el plano de cada categoría de países y en la búsqueda de nuevas especializaciones en el plano internacional. Es así que las formas tradicionales de dependencia agroexportadora se enfrenta a dificultades cada vez mayores y en la mayoría de los casos retroceden. La inestabilidad o las restricciones de los mercados internacionales, las bajas de los precios y el deterioro de los términos de intercambio son los factores que determinan la declinación de la agricultura tradicional y orillaron a que en los últimos decenios los precios de las materias primas prácticamente se hayan estancado; por ello se busca que el control de las tecnologías punta, como la biotecnología, sea el nuevo elemento que permita afianzar y recompensar su dominio.

17. Lo que prevalece en esencia con la nueva modalidad tecnológica de la agricultura, es reducir los costos de producción, aumentando simultáneamente la oferta de productos alimentarios; esta condición se considera fundamental también para reducir los costos de funcionamiento de la industria y resolver los problemas de la crisis y la creciente insuficiencia de exportaciones.

18. En función de su articulación al proyecto internacional de reconversión industrial, en la segunda fase de modernización la agricultura deberá readecuarse a los nuevos procesos de producción que requerirán menos materia prima y menos energéticos. Se explotarán en mayor grado los recursos internos de los países industrializados y mejorarán las técnicas de reciclado. En consecuencia, no sólo las exportaciones manufactureras de los países subdesarrollados se verán afectados, también ocurrirá lo mismo con los productos del sector primario, lo que prevalece es "hacer más con menos"

19. La nueva investigación tecnológica que se está realizando en agricultura, determinará el futuro equilibrio mundial entre la oferta y demanda de productos agrícolas. También regulará la intensidad de las presiones que representan los cada vez más disminuidos recursos vegetales del planeta, ante lo cual, la biotecnología a través de la ingeniería genética ofrece alternativas viables. La nueva agricultura que desarrolla la biotecnología mantiene la tendencia natural a requerir "menos de cualquier cosa" para lograr el mismo efecto. Este determinismo tecnológico conlleva irremediablemente a que el esquema conformado por la división internacional del trabajo agrícola, incorpore nuevos matices donde la capacidad científica y financiera de cada país se convierta en el elemento central. Así se conciben procesos cada vez más complejos que requieren grandes inversiones en tiempo y gastos y cuyo propósito final es abaratar los costos de producción, automatizar el proceso y depender lo menos posible de la fuerza de trabajo humana. En el caso de los países industrializados con el desarrollo de la biotecnología tratan, además, de eliminar la compra externa de materias primas convencionales.

20. La segunda fase de modernización agrícola en México es concordante con la modernización de la economía interna en conjunto. Por esta razón se formula una estrategia de exportación industrial asentada sobre una fuerte competitividad internacional y basada en tecnología moderna para sostener a largo plazo la participación creciente de la industria mexicana en el mercado

mundial. En esta idea de modernización subyace la incorporación creciente de nuevas tecnologías que se aboca a favorecer las ramas internacionalizadas y dinámicas, por ejemplo, la metalmecánica, la química y la petroquímica. Este nuevo modelo pretende propiciar cambios en la estructura productiva en favor del desarrollo de sectores que son cruciales para encarar la situación de crisis actual. Intenta lograr un crecimiento más equilibrado, de tal forma que cada sector de la economía satisfaga los requerimientos del otro y así evitar la escasez de productos, la inflación y atenuar presiones sobre el sector externo. La convicción de los desajustes intersectoriales existentes entre la agricultura y la industria serían el verdadero sentido de la incorporación tecnológica al agro nacional.

21. La modernización del país ha estado históricamente aparejada a la modernización de su agricultura, aunque esta última no se muestra todavía capaz de generar un efecto distributivo favorable a la gran masa campesina. Una tendencia en esta dualidad estriba en que según la economía nacional se inserte en los procesos de internacionalización, también lo hace aunque con matices particulares la agricultura. Dicha modernización no ha implicado forzosamente un proceso homogéneo en todas las ramas ni en cada uno de los eslabones que conforman la cadena agroindustrial; ya que ésta puede presentarse en las fases de procesamiento, distribución al menudeo y consumo de alimentos sin que abarque la producción primaria; sin embargo, la tendencia más clara parece girar hacia una modernización más acentuada de esta fase.

22. Después de un periodo de auge alentado por el mejoramiento tecnológico, la agricultura mexicana entró en una fase de crisis la cual se registra principalmente en cultivos básicos. El desestímulo de estos productos obedece a criterios de rentabilidad a las condiciones en que se establecen los precios de garantía y a la imposición de una política fundamentada en las ventajas comparativas a todas luces errática.

23. Debido a que la agricultura mexicana nunca antes se había distinguido por incorporar una mecanización amplia, ni por emplear insumos artificiales de mercado a su proceso productivo, es a partir de la incorporación del paquete tecnológico al agro que se considera la modernización agrícola interna en su primera fase. Esta primera fase se encuentra inserta dentro de la segunda RCT y su característica es el mejoramiento de las variedades y el alto

consumo de agua, fertilizantes y energía, y corresponde a lo que se considera en nuestro país como Revolución Verde.

24. El nuevo esquema de producción agrícola que se conformó con la Revolución Verde suponía que la tecnología podía trasplantarse a la agronomía sin adaptación a las características específicas de la naturaleza y a las circunstancias de los productos locales, así, la Revolución Verde introdujo la tecnología que sirvió de base para conformar la industria de semillas, fertilizantes y maquinaria agrícola en México. El efecto más inmediato que acarreó esta tecnología fue que trastocó las bases económicas y sociales que sustentaban una agricultura ineficiente en términos capitalistas pero útil para garantizar el abasto interno de alimentos básicos. La tecnología impuesta correspondió a un proyecto agrícola controlado desde el exterior por empresas privadas, gobiernos y organismos e inducidos a través de programas de ayuda los países pobres. La Revolución Verde se convirtió en sinónimo de una ruta de desarrollo con uso intensivo de capital, abierta sólo para aquellos agricultores que controlaban recursos suficientes (tierra y agua) para hacer factible una inversión rentable dado el alto costo de los nuevos insumos. Los agricultores minifundistas que vivían casi a nivel de subsistencia quedaron enteramente relegados, pues no llenaron los requisitos para participar en ella.

25. Lo que subyace en el fondo de la segunda modernización agrícola es el rompimiento gradual con viejos esquemas tecnológicos que impedirían colocar los nuevos adelantos. Por ello, si se piensa nuevamente en la agricultura como una rama segura para satisfacer el consumo interno en una fuente adecuada y obtener divisas; en un sector dinámico para captar inversión extranjera directa y ayudar al financiamiento del nuevo proyecto de desarrollo económico, ésta deberá incorporar, necesariamente, los últimos adelantos científicos y tecnológicos que ocurran a nivel mundial.

26. La nueva Revolución Genética adoptará una connotación distinta a la que observó la manipulación empírica de los vegetales a base de polinización cruzada. Esta técnica imperó durante la Revolución Verde y se convirtió en el sustento tecnológico de la primera fase que sólo afectó a dos rubros fundamentales: rendimientos por cultivo y costos de producción con sus efectos colaterales. La segunda fase afectará rubros más amplios: la superficie destinada al cultivo (temporal y riego); el rendimiento anual de los cultivos; el precio por cultivo y el costo de producción (mano de obra, maquinaria, fertilizantes, semillas, herbicidad,

etcétera). Habrá además, un giro de la producción hacia nuevos cultivos, apareciendo simultáneamente la bioindustria agrícola.

27. La segunda modernización deberá sortear obstáculos que competen directamente a la planeación agrícola y estatal. Esto es el caso del incremento demográfico, la predominancia de los asentamientos urbanos sobre los rurales; la proyección del nuevo modelo de desarrollo industrial; el agotamiento progresivo de los recursos naturales (debilitamiento del suelo y escasez de mantos freáticos); el deterioro ecológico por la posible ampliación de la frontera agrícola; la escasez de divisas para el financiamiento del campo, etcétera.

28. Los nuevos cambios tecnológicos que se vislumbran para la agricultura no sólo repercutirán al interior del propio sector, sino que cumplirán un papel determinante o sufrirán una situación limitante dentro de los avances que registre el proyecto de reconversión industrial interno.

29. El costo de producción estará ahora determinado por el precio de los bienes de capital, pero sobre todo por el incremento que sufren los insumos, donde las semillas, al igual que durante la primera fase, serán el elemento que permeará el desarrollo de la nueva tecnología en la agricultura.

30. La segunda modernización coloca a la agricultura mexicana en el umbral de un proceso de producción similar al industrial, con mayor automatización (incluso computarizada en algunas de sus etapas) y sin ningún vínculo con los esquemas tradicionales de producción que aún perviven. Esta situación vendrá a provocar inicialmente un conflicto por la tierra de grandes dimensiones, aunque posteriormente singnificará una eliminación casi definitiva de los pequeños productores, se generará así una "deslocalización" de la producción.

31. La agricultura mexicana se verá afectada profundamente con los cambios tecnológicos y los factores internacionales de la nueva división del trabajo agrícola. Los productos de exportación serán afectados en el corto y mediano plazos con la aparición de variedades mejoradas de características específicas. Se puede pronosticar que habrá descenso en el volumen de exportaciones y que el precio disminuirá en términos absolutos. Esta situación resulta de la tendencia observada por los países industrializados a utilizar sustitutos naturales de algunos productos agrícolas. Los

que mayor peligro tienen son café, tabaco, caña de azúcar, cacao y algodón.

32. Si bien existe una corriente de opinión nacionalista cuyo planteamiento es que la modernización agrícola deberá ocurrir bajo el interés por conciliar las tecnologías autóctonas surgidas de la base campesina, la recuperación del equilibrio ecológico y la capacidad de financiamiento de los pequeños productores, en el momento actual aparece muy clara la inviabilidad de este proyecto. Esto obedece a que hoy en día más bien subyace la idea por desaparecer el minifundio que, de acuerdo al nuevo proyecto capitalista, impide elevar la productividad y realizar las inversiones que exige la nueva agricultura.

33. La vía que aparece como más realizable es formular dos proyectos simultáneos. Uno de ellos buscaría la aplicación y el mejoramiento de la tecnología autóctona en regiones donde se compruebe la inviabilidad de realizar grandes inversiones, o donde la irrupción abrupta de la nueva tecnología podrá acarrear efectos sociales más graves; este será el caso de las tierras erosionadas con sequía prolongada o alta pendiente. El otro buscaría acelerar la investigación interna aplicando simultáneamente los nuevos descubrimientos con énfasis en la especialización tanto en la producción primaria como en la transformación de los productos agrícolas. La especialización por producto se buscará teniendo en cuenta depender lo menos posible del exterior.

BIBLIOGRAFÍA

ARROYO, Gonzalo. "El Desarrollo de la Biotecnología: Desafíos para la Agricultura y la Agroindustria". En: *Revolución Tecnológica y Empleo.* STPS, PND, OIT. México 1986.

ARROYO, Gonzalo *et al*. *Agricultura y Alimentos en América Latina: El Poder de las Trasnacionales.* UNAM-ICI. México, 1985.

S/a. "Ingeniería Genética ¿Jitopapa?. *Información Científica y Tecnológica.* Vol. I, núm. 8/31. CONACYT, México, 1979.

—— "El ADN un Giro a la Izquierda". *Información Científica y Tecnológica.* Vol. II, núm. 14/31. CONACYT, México, 1980.

AGLIETA, Michael. *Regulación y Crisis del Capitalismo.* Siglo XXI Editores. México, 1979.

AGUILERA, Manuel. "La Agricultura mexicana hacia el año 2000. Opciones, Límites y Desafíos". *Problemas del Desarrollo.* Núm. 59. IIEc, UNAM. México, 1985.

BRAVAL, Leonardo. "Ingeniería Genética, Revolución Biológica". *Información Científica y Tecnológica.* Vol. 4, núm. 63. CONACYT, México, 198.

BOWRING, Philip. "La Cosecha del Torbellino". *Contextos*, año 4, núm. 71. SSP, México, 1986.

BURG, Andrea. "El Desarrollo de la Ingeniería Genética en México". *Información Científica Tecnológica.* Vol. 4, núm. 7 CONACYT, México, 1982.

BACHERFIELD, John. "Efectos de la Tractorización". En: *Por una Política Alimentaria* (Barkín y Prieto comps.). ASC, México, 1984.

COOKE, Robert. "La Nueva Agricultura: Aplicaciones de la Ingeniería Genética". *Información Científica y Tecnológica.* Vol. 5, núm. 76. CONACYT. México, 1983.

CORDERA, Rolando. "Estado y Desarrollo en el Capitalismo Tardío y Subordinado". *Investigación Económica.* Núm. 123. Facultad de Economía, UNAM. México, 1971.

CEPAL. *Economía Campesina y Agricultura Empresarial (tipología de Productores del Agro Mexicano.* Siglo XXI Editores. México, 1982

CHARLES, Oman y Ruth Rama. "Las Nuevas Formas de Inversión Internacional en la Agricultura Latinoamericana". *Comercio Exterior* vol. 36, núm. 16, México, 1986.

DENTER, Susan y John, Mc. Cormich. "Los Subsidios Agrícolas en Estados Unidos". *Contextos.* Año 3, núm. 52. SSP. México, 1985.

DOS SANTOS, Theotonio. "La Revolución Científico Técnica". División de Estudios de Posgrado. Facultad de Economía, UNAM. México, 1982 (*mimeo*).

DE LA PEÑA, Sergio. *Estado, Desarrollo Económico y Proletariado*. Comercio Exterior. México, 1975.

Diario Oficial. "Programa Nacional de Desarrollo Rural Integral". México, mayo de 1985.

DOUZOU, Pierre. *Las Biotecnologías*. FCE. México, 1986.

DE LA TORRE, Mayra. "Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas". En: *Prospectiva de la Biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, comp.). Edit. Fundación Barros Sierra-CONACYT. México, 1985.

ESTEINOU, Javier. "La Nueva Revolución Industrial y su Repercusión Cultural". *Ciencia y Desarrollo*. Año XII núm. 70. CONACYT, México, 1986.

F. RADA, Juan. "Microelectrónica: Su Impacto y sus Implicaciones para Países en Desarrollo". En: *La Era Teleinformatizada*. (Gabriel Rodríguez, comp.). Folders Ediciones ILET. Buenos Aires, 1985.

FERNÁNDEZ, Salvador. "Opciones para el Uso de Insecticidas Convencionales". *Información Científica y Tecnológica*. Vol. II núm. 14/31. México, 1980.

FUNES, Guillermo. "Biotecnología y sociedad". En: *Revolución Tecnológica y Empleo*. STPS, PND, OIT. México, 1986.

FAO. *Agricultura, horizonte 2000*. Colección FAO: Desarrollo Económico y social, Roma, 1981.

Foro Universitario. "Ingeniería Genética. Antecedentes y Perspectivas Futuras" Foro Universitario núm. 62 época II. México, 1986.

GONZÁLEZ, Rosa Luz y Quintero, Rodolfo. "La Biotecnología y sus Impactos. El caso de los Nuevos Edulcolorantes", en: *Revolución Tecnológica y Empleo*. STPS, PND, OIT. México, 1986.

GUILLÉN, Arturo. *Economía política del Imperialismo*. UNAM, México, 1985.

HEWIT de Alcántara, Cinthya. *La Modernización de la Agricultura Mexicana 1940-1970*. Siglo XXI Editores. México, 1982.

HERNÁNDEZ, Antonio. "¿Será Verdad con Plinio que el Avestruz es la Cruza entre un Mosquito y una Jirafa?" *El día*, mayo de 1987.

HUERTA, Arturo. *Economía Mexicana, más allá del milagro*. Ediciones de Cultura Popular-IIEc. México, 1986.

JUNE, Gerd. Nuevas Tecnologías: "Una amenaza para las Exportaciones de los Países en Desarrollo". En: *Revolución Tecnológica y Empleo*. STPS, PND, OIT. México, 1986.

KOSOLOPOV, V. *La Humanidad en el Año 2000*. Edit. Nuestro Tiempo. México, 1980.

KUHN, T. S. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Breviarios del FCE. México, 1985.

La Jornada. (Suplemento Especial). "México: Reconversión y Posibilidades Tecnológicas". México, D.F. junio de 1987.

LINK, Therry. "La Mecanización de la agricultura de Temporal ¿Cuál Sociedad Elegir?". *Comercio Exterior*. Vol. 35 núm. 2. México, 1985.

LIMÓN, Jorge. "La Biotecnología ¿Un Arma del Futuro?". En: *Ciencia y Desarrollo* núm. 49, año IX CONACYT. México, 1985.

MANDEL, Ernest. *El Capitalismo Tardío*. Edit. Era. México, 1980.

MONTAÑEZ, Carlos. "El Estilo Tecnológico de la agricultura Mexicana". *Problemas del Desarrollo*. Núm. 59. IIEc- UNAM. México, 1985.

MARX, Karl. *El Capital*. Siglo XXI Editores. México, 1984.

MÚJICA, Rubén. "La Agricultura en México. La Penetración Extranjera y sus Efectos". México, 1982 (*mimeo*).

NOGUÉZ, Julio. "Políticas Agrícolas y los Países en Desarrollo en el GATT: Una propuesta para aumentar la capacidad exportadora". *Cuadernos de Economía*, año 21 núm. 64. Santiago de Chile, 1984.

Oficina de Evaluación Tecnológica de Estados Unidos. "Nuevas tecnologías y Productividad Agrícola". *Contextos*, año 4 núm. 71. México, 1986.

ONIMANI, Carlos. "Tercera Revolución Industrial y Opciones de Desarrollo". En: *la Tercera Revolución Industrial*. Carlos Onimani (comp.). Rial, Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires, 1986.

OASA, Edmon K. y Bruce W. Jennins. "La Naturaleza de la Investigación en la Agricultura Internacional. La Experiencia Norteamericana el IRRI y el CIMMYT. *El Trimestre Económico*. Vol. XLIX núm 196. México, 1982.

PECUIRÉ, Miroslav *et al*. *La Transformación del Mundo*. Siglo XXI Editores-Universidad de las Américas Unidas. México, 1982.

PIÑEIRO E., Martín y James A. Chapman. "Cambio Técnico y Diferenciación en las Economías Campesinas, un Análisis de 6 Estudios de Caso en América Latina". *Estudios Rurales Latinoamericanos*. Vol. 7 núm. 31. Buenos aires, 1985.

PACE, Giovanni María. "Se Predeterminó el Sexo de una Niña que vino al Mundo en Nápoles". *Excélsior*, febrero de 1987, México, D.F.

PAREDES, Octavio. "Biotecnología de Plantas: Una Herramienta Estratégica de los Programas Alimentarios en México". *Ciencia y Desarrollo*. Núm. 68, año XXI. CONACYT. México, 1986.

PÉREZ, Carlota."La Nueva Tecnología: Una Visión de Conjunto". En: *La Tercera Revolución Industrial* (Carlos Onimani, comp.). Rial, Grupo Editor Latinoamericano.

PAREDES, Octavio y Henry, Gouyeneth. "La Ingeniería Genética de Plantas: Una Alternativa para la Producción Alimentaria en México". En: *Prospectiva de la biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, comp.) Fundación Barros Sierra-CONACYT. México, 1985.

QUINTERO, Rodolfo. "La Agricultura y el Cambio Tecnológico". *Sexto Seminario de Economía Agrícola*. IIEC-UNAM. México, 1986.

—— "Situación de la Biotecnología Internacional: Presente y Futuro". En: *Prospectiva de la Biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, Comp.). Fundación Barros Sierra- CONACYT. México, 1985.

—— *Ingeniería Bioquímica, Teoría y Aplicaciones*. Edit. Alhambra Mexicana. México, 1981.

R. SAGASTI, Francisco. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano*. Lecturas del FCE. Núm. 42. México, 1981.

RAMA, Ruth. "Algunos Efectos de la Internacionalización de la Agricultura sobre la Crisis Agrícola en México". División de Posgrado, Facultad de Economía UNAM. México, 1983 (*mimeo*).

RECHY, Mario. "Una Revolución Verde que no se Espanta Ante Revoluciones Rojas". *Textual*. Núm. 3. Chapingo, México. 1984.

ROCA, William. "Oportunidades para la Investigación Agrícola en América Latina". *Memoria del Seminario sobre Fortalecimiento de la Investigación Agrícola en América Latina y el Caribe*. CIMMYT. México, 1984.

REY, R. Benito. "Notas y Reflexiones sobre la Industria Mexicana en la Actualidad y Perspectivas de su Reconversión". *Quinto Seminario de Economía Mexicana* IIEC-UNAM. México, 1986.

ROBERT, L. Manuel. "El Cultivo de Tejidos Vegetales en México". En: *Prospectiva de la Biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, comp.). Fundación Barros Sierra-CONACYT. México, 1985.

RODRÍGUEZ, Dinah y Felipe Torres. La Biotecnología ¿Nueva vía de Producción Alimentaria? *Seminario de Economía Agrícola*. IIEC-UNAM. México, 1988.

RIVERA, Miguel Angel. *Crisis y Reorganización del Capitalismo Mexicano 1960-1985*. Edit. ERA. México, 1986.

SARH, ONU, CEPAL. *El Desarrollo Agropecuario de México, Pasado y Perspectivas (La Demanda de Productos Agropecuarios)*. Tomo II. México, 1982.

—— *El Desarrollo Agropecuario de México, Pasado y Perspectivas (La Oferta de Productos Agropecuarios)*. Tomo III. México, 1982.

—— *El Desarrollo Agropecuario de México, Pasado y Perspectivas (Disponibilidad y Uso de Recursos Naturales)*. Tomo VIII. México, 1982.

—— *El Desarrollo Agropecuario de México, Pasado y Perspectivas (Perspectivas de la Demanda y de la Oferta de Productos Agropecuarios)*. Tomo XIII. México, 1982.

SCHWENBER, Herman. "El Desarrollo Tecnológico y su Efecto sobre el Empleo", En: *La Sociedad Teleinformatizada* (Gabriel Rodríguez, comp.). Folders Ediciones-ILET. Buenos Aires, 1985.

SINCLAIR, Ward. "Leyes Agrícolas Siembran Crisis". *Contextos*, año 3, núm. 52. SSP. México, 1985.

SCHAUD, Jim. "Las Propuestas Llegan a las Legislaturas Locales". *Contextos*, año 3, núm. 52, SPP, México, 1985.

SCHNEIDER, Keith. "Los Avances Científicos llevan hacia una Era de Excedentes Alimentarios en el Mundo". *Contextos*, año 4 núm. 71. SPP México, 1986.

SUÁREZ, Blanca y Raúl Vigorito. "Capital Extranjero y Complejos Agroalimentarios en América Latina: Historia y Estrategia". *Problemas del Desarrollo* núm. 47/48. IIEc-UNAM. México, 1982.

SÁNCHEZ, Sergio A. "El Desarrollo Biotecnológico en México". En: *Prospectiva de la Biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, comp.). Fundación Barros Sierra-CONACYT. México, 1985.

SCHUN G., Edward. "Cuestiones Estratégicas de la Agricultura Internacional". *Contextos*, año 4, núm. 71. México, 1986.

SCHMUCLER, Héctor. "La Educación en la Sociedad Teleinformatizada". En: *La Era Teleinformatizada* (Gabriel Rodríguez, comp.). Folders Ediciones-ILET. Buenos Aires, 1985.

The Economist. "Nuevas Reglas para un Juego que ha Cambiado". *Contextos*, año 4, núm. 72. México, 1986.

TOLEDO, Víctor *et al*. *Ecología y autosuficiencia Alimentaria*. Siglo XXI Editores. México, 1985.

TORRES, Felipe. *La Semilla: Primer Eslabón de la Cadena Agroindustrial*. IIEc, UNAM. México, 1987.

—— "La Problemática Alimentaria y la Situación Nutricional en México". En: *Temas Demográficos* (Dinah Rodríguez, coord.). ENTS, UNAM. México, 1987.

TORRES, Guillermo. "La Adminsitración de la Crisis y el Campo". En: *Ensayos sobre Cuestiones Agrarias*. UNAM-Terra Nova. México. México, 1985.

VARELA, Andrés. "Internacionalización y Trasnacionalización del Capital. Definición del Concepto y una Historia para América Latina". En: *Capital Trasnacional, Estado y Clases Sociales en América Latina*. Siglo XXI Editores. México, 1982.

VALDÉS, Alberto. "Subsidios Alimentarios en Países en Desarrollo". *Cuadernos de Economía*, año 22 núm. 66. Santiago de Chile, 1985.

VERGOPOULOS, Kostas. "La Agricultura Periférica en el Nuevo Orden Internacional". *El día* (Suplemento "El Gallo Ilustrado"). México, D.F. mayo de 1981.

VILLAREAL, René. "Monetarismo e Ideología, de la Mano Invisible a la Mano Militar". *Comercio Exterior*. Vol. 32, núm. 10. México, 1982.

VILLALOBOS, Víctor *et al*. "Aplicaciones del Cultivo de Tejidos en Especies Forestales". *Ciencia y Desarrollo*. Año IX núm. 51. México, 1983.

VINIEGRA, Gustavo. "La Biotecnología en la Industria Agroalimentaria". En: *Prospectiva de la Biotecnología en México* (Rodolfo Quintero, comp.). Fundación Barros Sierra-CONACYT, México, 1985.

ZASLOW, Jefrey. "La Recesión en la Agricultura Norteamericana Estimula la Restructuración". *Contextos*, año 3 núm. 52. SPP. México, 1985.

VUSKOVIC, Pedro. "América Latina: La Crisis y el Significado de un Nuevo Orden Económico Internacional. *Tercer Congreso de la Asociación de Economistas de América Latina*. Cuba, 1987.

ANEXO ESTADÍSTICO

Cuadro 1

Principales Efectos de la Revolución Tecnológica

Concepto	1750	1880
Principales innovaciones tecnológicas	Utilización de la energía de vapor para el movimiento de la máquina	Electricidad, motor de explosión interna, ferrocarril, frigorífico, acero, petróleo
Procesos Productivos	Del artesanado a la fábrica	Linea de montaje en serie, producción a gran escala
Surgimiento de potencias hegemónicas	Inglaterra	Estados Unidos, Alemania
Localización poblacional	Migración rural urbana	Fuerte concentración urbana
Expansión de la frontera agrícola	Expansión del colonialismo inglés a Egipto, India, Australia	En Estados Unidos exterminio de los indígenas y conquista violenta del territorio mexicano
En América Latina	Luchas de emancipación política con fundamento en el liberalismo económico	Incorporación funcional de algunos países como proveedores de insumos y consumidores de manufactura

Fuente: Tomado de *Revolución Tecnológica y Empleo*, México, 1984. STPS, PNUD, OIT.

Cuadro 2

Participación de los Principales Productores en las Exportaciones Mundiales de Cereales* (en porcentajes)

País	1981-1982	1982-1985	1983-1984	1984-1985
E.U.A.	59.5	55.5	53.5	51.9
Canadá	13.6	16.6	15.7	12.3
C.E.E.	9.6	10.9	10.4	13.6
Australia	7.6	6.0	8.3	12.3
Argentina	9.7	11.0	12.3	10.0

* Incluye trigo, harina de trigo, cebada, maíz, avena y centeno.
Fuente: Cepal varios informes.

Cuadro 3

Áreas Nacientes en la Tecnología de Producción Agrícola

Animal	Plantas, suelo y agua
Ingeniería genética.	Ingeniería genética.
Reproducción animal.	Incremento de la eficiencia fotosintética.
Regulación del crecimiento y desarrollo.	Regulación del crecimiento vegetal.
Nutrición animal.	Control de nemátodos de las plantas.
Control de enfermedades.	Administración de insectos y ácaros.
Control de plagas.	Control de maleza.
Ambiente de la conducta animal.	Fijación biológica del nitrógeno.
Aprovechamiento del desperdicio de cosechas y animales.	Fertilizantes químicos.
Monitoreo y vigilancia.	Agua y relaciones suelo-plantas-agua.
Administración, comunicación e información.	Erosión del suelo, productividad y labranza.
Telecomunicaciones.	Cosechas múltiples
Tecnologías que ahorran mano de obra.	Cultivo orgánico.
	Manejo de comunicaciones e informes.
	Monitoreo y control.
	Telecomunicaciones.
	Tecnologías que ahorran trabajo.
	Motores y combustibles.
	Administración de tierras.
	Separación, limpieza y procesamiento del cultivo.

Fuente: US Ofice of Technology Aseament. (1986)

Cuadro 4

Grandes Vías de Aplicación de las Técnicas Biológicas

Ingeniería Genética

Selección de microorganismos
de células animales y vegetales.
Reprogramación y creación de
especies dotadas de nuevas propiedades.

Ingeniería Bioquímica

Ingeniería Microbiológica
Fermentos

Ingeniería Enzimática
Reactivos Enzimáticos
Reactivos fijados a
células y "orgánulos"

Obtención de productos de
gran valor agregado.

Fuente: Pierre Douzou.

Cuadro 5

Clasificación de Sustratos para la Producción de Proteína Unicelular

Recursos no Renovables	Recursos Renovables	
Petróleo y Derivados	Desperdicios Industriales y Agrícolas	Carbonatos
Metano Metanol n-parafinas Etanol Gasóleo etcétera	Suero de leche. Licor de sulfito. Cáscara de frutas y vegetales. Desperdicios municipales. Papel y desperdicios celulósicos etcétera.	Azúcar Melaza Almidón Celulosa Madera etcétera

Fuente: Quintero (1981).

Cuadro 6

Impactos de la Biotecnología en el Sector Agrícola

Concepto	Impacto Potencial
Superficie Cultivada	Expansión de la frontera agrícola utilizando tierras hasta ahora no aptas para cultivo a través de selección de plantas resistentes a sequía, suelos ácidos y alcalinos
Rendimiento	Aumento en la productividad agrícola con variedades selectas de mayor eficiencia biológica y de altos rendimientos e introducción de nuevas técnicas de cultivo que permitan incrementar las cosechas anuales.
Precio	Se obtendrán productos agrícolas con propiedades y características específicas que permitirán un aumento de los precios. Además se generará un espectro mayor de calidad por producto y de precios.
Costo de Producción	Los insumos agrícolas se modificarán sustancialmente siendo sustituídos por nuevos productos. Se estima que la dependencia de semillas mejoradas aumentará, que el consumo de fertilizantes derivados de petroquímicos disminuirá, siendo reemplazados por biofertilizantes (fijación biológica de nitrógeno), los plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) de origen petroquímico serán sustituídos en un alto porcentaje por productos biológicos y se obtendrán plantas que los autoproduzcan. Aparecerán nuevos agroquímicos de origen químico y biológico (promotores del crecimiento).
Nuevos Cultivos	Se estima que serán introducidos a exportación comercial en los próximos quince años alrededor de veinte nuevos cultivares.
Desplazamiento de Cultivos	Las nuevas técnicas de producción biológica permitirán que algunos productos agrícolas sean desplazados por "sustitutos naturales" como ha sucedido en el caso del azúcar de caña. Se considera que el café, cacao y aceite de palma son potencialmente reemplazables.
Bioindustria Agrícola	Se generará un nuevo tipo de industria basado en la explotación de la producción de sustancias de origen vegetal *in vitro*. Los productos farmacéuticos, colorantes, saborizantes, serán los primeros en llegar al mercado.

Fuente: Quintero (1986)

Cuadro 7

Cronograma para la Liberación de Variedades de Plantas Derivadas de la "Nueva Genética Vegetal"

Cosecha	Primeras variedades comercia-lizadas	Manipu-lación Genética *In vitro*	Primeras Plantas Transformadas Totalmente	Utilización Masiva de Plantas Transformadas
Maíz	1985	1985	Inicio Años 90	Mediados Años 90
Trigo	1984-1986	1985-1987	Inicio Años 90	Mediados Años 90
Arroz	1985	1985-1987	Final Años 80	Inicio Años 90
Soya	1988-1990	1985	Inicio Años 90	Mediados Años 90
Tomate	1985	1984-1986	1983-1985	1986-1988
Caña de Azúcar	1985	1987-1989	Inicio Años 90	Mediados Años 90
Algodón	1983-1985	1985-1987	Inicio Años 90	Mediados Años 90

Fuente: Quintero (1986)

Cuadro 8

Compañías Realizando Investigación Botecnológica en el Campo Agrícola

Compañía	Productos y/o Proyectos
Advanced Genetic Sciences	Semillas de maíz, tomate, papa, soya y cereales resistentes a plagas, resistencia a bajas temperaturas.
Agrigenetics	Tomates con menor contenido de agua, fijación de nitrógeno, genética de las proteínas de almacenamiento en soya, semilla híbrida de trigo, plantas híbridas desarrolladas por cultivo de tejidos: tomate, tabaco, girasol y col.
Bayer AG	Plantas resistentes a fitotoxinas por ingeniería genética.
Bio Technica International	Cultivares con incremento en su valor nutricional, fijación de nitrógeno en maíz.
Calgene	Semillas resistentes a condiciones adversas, fijación de nitrógeno, mejoramiento en la eficiencia nutricional. Algodón resistente a glifosato.
De Kalb-Pfizer Genetics	Semillas de maíz híbrido, sorgo, girasol, soya y alfalfa.
Pioneer Hi-Bred International	Obtención de semillas de trigo y soya por ingeniería genética.
Plant Genetics	Clonación y fitomejoramiento de alfalfa, algodón, brócoli, lechuga, tomates y apio.
Phytogen	Semillas resistentes a plagas, plaguicidas y sequía de cereales, papa y algodón.
Sandoz	Producción de bioinsecticida, *Bacillus Thuringenesis*.
Tate & Lyle	Control biológico de plagas (Insecticidas fúngicos).

Fuente: Quintero (1986)

Cuadro 9

Principales Empresas Surgidas en Biotecnología Durante los Últimos 10 Años (1981)

Empresa	País	Núm. de Empleados	Núm. de Investigadores (alto Nivel)	Actividades
Cetus	E.U.A.	370	40	Ingeniería genética (biomasa).
Genetech	E.U.A.	300	75	Ingeniería genética.
Genex	E.U.A.	100	26	Ingeniería genética (química).
Biogen	Suiza	70	25	Ing. genética (medicamentos).
Betheoda Resourchbob	E.U.A.	340	65	Reactivos biológicos.
Agrigenetics	E.U.A.	650	28	Mejoramiento de plantas.
International Plant Research Institute	E.U.A.	120	45	Mejoramiento de plantas.
Native Plants		85	25	Agronomía, microorganismos.
Collagon Corporation	E.U.A.	89	10	Colágena para uso médico y de laboratorio.
Centocar	E.U.A.	35	12	Investigación sobre hibridomas.
Hybritech	E.U.A.	50	10	Investigación sobre hibridomas.
Celltech	Inglaterra	40	–	Investigación sobre hibridomas y vacunas.
Biologital	Canadá	56	22	Investigación e instrumentos, fermentaciones.
Allelix	Canadá	–	–	Biotecnología agrícola, forestal, química y contaminación.
Tran Gone	Francia	50	22	Ingeniería genética.
Genética	Francia	–	–	Ingeniería genética.
G 3	Francia	–	–	Ingeniería genética.
Inmunotech	Francia	–	–	Inmunología y anticuerpos monoclónicos.

Fuente: Douzou (1986) con modificaciones del autor.

Cuadro 10

Principales Grupos Industriales que Participan en Biotecnológia (1981)

Empresa	País	Actividad
Eli Lilly, Schering Dlough, Pfizer, Searle, Abbot, Up John, Merck & Co. Flow General.	E.U.A.	Medicamentos (insulina, interferones, antibióticos) y diversificación.
Pioneer, Dekalb.	E.U.A.	Semillas
Monsanto, Allied Chemical Dupont, Dow Chemical, Corning Glass, Rhom & Hass, Exxon, Standard Oil of Indiana, Stauffer Chemical.	E.U.A.	Grupos químicos o petroquímicos que se diversifican hacia el sector biomédico o agroalimentario.
Labbat	Canadá	Campo agroalimentario
Connaught, Hoechst, Bayer (RFA); Rhone-Poulena, Snea, Bsn, Laforge Coppee, Henne Ssy (Francia); Hoffman La Roche, Ciba Geigy (Suiza); Ici (Inglaterra); Girt Broca Des (Holanda); Novo (Dinamarca).	Europa	Vacunas y productos farmaceúticos, química, medicamentos, proteínas enzimas, antibióticos, enzimas industriales, insulina.
Shiongi, Mochida, Green Cross, Tanabe, Takeda, Fujisawa, Meiji Seika, Ajinomoto, Kyowa Hakko, Suntory, Kirin Brewery, Asahi Chemical, Mitsubishi Chemical, Sumitomo Chemical, Toray Industries Mitsui Chemical.	Japón	Empresas agroalimentarias que se diversifican; empresas químicas que se diversifican.

Fuente: Douzou (1986) con modificaciones del autor.

Cuadro 11

Rendimientos de los Principales Productos Agrícolas (Kilogramos por hectárea cosechada)

Año	Maíz	Trigo	Frijol	Arroz
1950	721	911	258	1 759
1951	773	877	248	1 728
1952	756	863	253	1 832
1953	766	1 020	306	1 616
1954	854	1 098	361	1 888
1955	836	1 063	378	2 192
1956	803	1 326	322	2 038
1957	835	1 437	356	2 044
1958	828	1 592	378	2 079
1959	880	1 351	412	2 052
1960	975	1 417	398	2 297
1961	993	1 676	447	2 275
1962	995	1 946	392	2 158
1963	987	2 079	396	2 199
1964	1 133	2 692	426	2 070
1965	1 158	2 505	406	2 734
1966	1 119	2 254	452	2 439
1967	1 130	2 727	508	2 482
1968	1 181	2 632	479	2 503
1969	1 184	2 765	404	2 582
1970	1 194	3 020	530	2 703
1971	1 272	2 281	485	2 404
1972	1 265	2 634	515	2 582
1973	1 132	3 364	540	2 996
1974	1 168	3 602	626	2 843
1975	1 262	3 596	586	2 792
1976	1 181	3 361	562	2 912
1977	1 357	3 464	472	3 150
1978	1 520	3 664	601	3 322
1979	1 517	3 916	610	3 278
1980	1 829	3 847	603	3 455
1981	1 897	3 712	669	3 578
1982	1 767	4 413	596	3 166
1983	1 760	4 037	542	n.d.
1984*	1 872	4 369	657	n.d.
1985e	1 673	4 128	610	n.d.

* Cifras preliminares.
n.d.: No disponible
e: Estimado.
Fuente: Nafinsa. "La economía mexicana en cifras 181". Miguel de la Madrid. Tercer Informe de Gobierno 1985. Tomado de Salazar García (1986)

Cuadro 12

México: Proyección de la Población Agrícola Total al Año 2000. Según Diferentes Hipótesis de Crecimiento. (Millones de habitantes)

Años	Hipotesis de Crecimiento (Población total millones)		
	Bajo	Moderado	Alto
1985	79.2	79.6	80.1
1990	87.5	88.7	89.9
2000	100.2	104.5	108.7
	Población Agrícola %		
1985	26.5	26.6	26.7
1990	27.2	27.4	27.8
2000	27.8	28.5	29.5
	Tasas Anuales de Crecimiento 1980-2000		
Población Total	1.80	2.00	2.20
Población Agrícola	0.47	0.58	0.75

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales del Consejo Nacional de Población. México.

Cuadro 13

México: Costo de Producción, Densidad Ocupacional y de la mecanización. (en porcentajes)

Cultivo	Incrementos Anuales Medidos en los Costos de Producción.	Participación de la Mano de Obra en los Costos Medios.	Participación de la Maquinaria en los Costos Medios.
Ajonjolí	9.4	35.0	32.3
Trigo[1]	10.6	7.4	41.3
Frijol	15.0	30.1	22.4
Arroz[1]	15.5	40.0	19.5
Maíz	18.1	27.1	28.5
Cártamo	22.1	17.2	45.7
Sorgo	22.7	25.1	27.0
Soya	24.7	16.5	33.6

1 Solamente riego, el resto promedió en temporal y riego cuando no existían diferencias sensibles.
Fuente: FEDA, estudios de costo de producción de 11 cultivos básicos y participación de los componentes del costo de producción en 8 cultivos básicos. Tomado de: Mújica, Rubén. "La agricultura en México, la penetración extranjera y sus efectos". México, 1982 (mimeo).

Cuadro 14

México: Tasas Anuales de Crecimiento de la producción Agrícola en los Distritos de Riego y en el "Temporal" Durante los Periodos de Auge y de Crisis

	Periodos			
	Auge 1946-48 y 1964-66		Crisis 1964-66 y 1976-78	
	Dist. Riego	Temporal	Dist. Riego	Temporal
Alimentos	10.4	6.4	4.9	1.2
1. Granos básicos	10.6	7.0	3.0	0.3
Arroz	20.6	1.1	4.6	0.7
Maíz	9.4	6.9	1.3	0.7
Trigo	11.2	6.1	4.1	-0.1
Frijol	10.2	9.4	3.4	-1.4
2. Otros alimentos	10.3	6.1	6.4	1.9
a) Cereales	12.6	2.5	18.2	4.8
b) Oleaginosas	9.9	8.8	3.9	-1.3
Ajonjolí	13.9	4.0	0.9	-3.8
Copra	-	10.6	-	-1.2
Cártamo	-	-	13.6	6.4
Soya	-	-	19.7	8.1
Sem. Algodón	9.5	11.3	-3.8	-7.3
Otros	0.8	4.1	3.2	-1.2
c) Caña de Azúcar	20.1	6.0	2.5	-0.1
d) Hortalizas, tubérculos y leguminosas secas	7.9	4.3	9.4	3.2
e) Frutas	10.4	5.0	10.4	4.7
f) Otros	-	6.4	10.1	2.1
Café	-	6.3	4.4	2.0
Cacao	-	7.5	22.8	3.2
No Alimentos	10.1	6.6	-0.5	3.3
1. Fibras y tabaco	9.6	6.3	-3.5	-4.1
Algodón	9.5	11.1	-3.6	-5.9
Henequén	-	1.9	-	-3.1
Tabaco	-	2.2	3.9	0.0[a]
2. Forrajes	23.2	7.4	11.0	12.4
Sorgo	-	-	10.8	16.5
Alfalfa verde	14.0	4.4	11.5	8.2
Total	10.3	6.5	2.8	1.5

[a] Inferior al 0.1 por ciento.
Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA de la SARH.

Cuadro 15

México: Sustitución de Áreas Cosechadas de Maíz por Sorgo

Estados	Cambios de Superficies Cosechadas[a]		Superficie Cosechada de 15 Productos[a]
	Disminuye Maíz	Aumenta Sorgo	
Guanajuato	177.2	202.7	55.1
Jalisco	223.2	271.2	-281.9
Michoacán	98.1	72.0	-139.3
Nayarit	35.7	10.8	47.6
San Luis Potosí	21.9	13.7	-44.9
Subtotal	556.1	570.4	-363.4
Durango	126.4		-150.5
Veracruz	326.9		-429.6
Zacatecas	157.7		-159.1
Subtotal	611.0		-739.2
Otros estados	328.4[c]	326.9[c]	-294.8[f]
Suma	1495.5	897.3	-1 397.4
Aumentan superficie	404.5[d]		921.9[g]
Total País	1091.0	897.3	-475.5

a La diferencia de superficie se refiere a la de 1974-1976 respecto a la de 1964-1966.

b Incluye los siguientes productos: algodón pluma, alfalfa, arroz, cártamo, café, caña de azúcar, frijol, henequén, jitomate, maíz, naranja, semilla de algodón, sorgo y soya.

c Incluye los estados de Aguascalientes, Campeche, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora y Tlaxcala.

d Incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, México, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán.

e Incluye los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Colima, Chiapas, Coahuila, Chihuahua, D.F., Durango, Guerrero, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán, y Zacatecas.

f Incluye los estados de Aguascalientes, Baja California, Campeche, Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, Tlaxcala y Yucatán.

g Incluye los estados de Baja California Sur, Colima, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, México (incluye el D.F.), Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas y Quintana Roo.

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA de la SARH.

Cuadro 16

México: Incrementos en la Producción Agrícola Total y Factores que los Originan (millones de pesos de 1977)

	Promedio Anual				
	1946-1948	1964-1966	%	1976-1978	%
Producción	27 575	95 143		120 316	
Incremento		67 568[a]	100.0	25 173[b]	100.0
Origen del Incremento Superficie		43 836	64.8	1 877	7.5
Rendimientos		30 326	44.9	17 506	69.5
Composición		-6 439	-9.5	8 066	32.0
Efecto Combinado		-157	-0.2	-2 276	-9.0

a Respecto a 1946-1948
b Respecto a 1964-1966
Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA de la SARH.

Cuadro 17

México: Crecimiento de la Producción Agrícola en los Distritos de Riego y Factores que lo Originan (tasas anuales)

	Periodos	
	1946-1948 y 1964-1966	1964-1966 y 1976-1978
Crecimiento de la producción	10.3	2.8
Origen del Incremento		
Superficie	6.1	2.6
Rendimiento	6.6	1.9
Composición	-1.8	-1.0
Efecto combinado	-0.6	-0.7

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA de la SARH.

Cuadro 18

México: Crecimiento de la Producción Agrícola en el "Temporal" y Factores que lo Originan (tasas anuales)

	Periodos	
	1946-1948 y 1964-1966	1964-1966 y 1976-1978
Crecimiento de la producción	6.2	1.6
Origen del Crecimiento		
Superficie	4.3	-0.3
Rendimientos	2.0	0.8
Composición	-0.6	0.8
Efectos combinados	0.5	0.3

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA de la SARH.

Cuadro 19

México: estado de los Suelos de la República Mexicana

Avance de la Erosión	Millones de Hectáreas	Porcentaje
Suelos totalmente erosionados que están integrados por tierras incultas e improductivas, que han perdido completamente su capa arable e incluso el subsuelo está seriamente afectado por la erosión.	11.6	8
Suelos con erosión acelerada (muy avanzada) que están formados por pastizales en cerros, tierras de temporal y tierras incultas afectadas entre 50 a 100% su capa arable.	63.1	43
Suelos con erosión moderada que están formados por tierras de riego y pastizales con llanuras afectadas del 25 al 50% de su capa arable.	30.5	21
Suelos con erosión incipiente que están formados por tierras de humedad, bosques de especies no maderables y superficies cubiertas de frutales de plantaciones varias, afectados con menos del 25% de su capa arable.	26.0	18
Suelos no erosionados que corresponden a bosques de especies maderables.	14.3	10

Fuente: Bassols Batalla, Angel. *Recursos Naturales de México*, Editorial Nuestro Tiempo, 1980, décima-primera edición, p. 83. Estimaciones realizadas por el autor de acuerdo a información del censo de 1950.

Cuadro 20

México: Proyección al Año 2000 de la Demanda Interna Global de los Principales Alimentos para Consumo Humano, Según varias Hipótesis de Crecimiento del PIB y de Distribución del Ingreso con un Crecimiento Moderado de la Población. (miles de toneladas)

Productos	Crecimiento del PIB						
	Bajo		Moderado			Alto	
	SRI*	CRI**	CCI***	SRI*	CRI**	SRI*	CRI**
Productos Agrícolas							
Arroz	971	1 016	990	10 009	1 055	1 055	1 100
Maíz	10 940	10 667	10 843	10 695	10 380	10 388	10 024
Trigo	4 701	494	4 854	4 954	5 196	5 252	5 498
Frijol	1 264	1 255	1 239	1 236	1 223	1 198	1 179
Aceites	1 031	1 080	1 080	1 099	1 159	1 189	1 242
Azúcar	4 989	5 213	5 209	5 290	5 535	5 693	5 969
Hortalizas y Tubérculos[a,b]	14 631	15 337	15 459	15 699	16 418	17 105	17 845
Frutas[a,b]	27 562	29 086	30 347	30 855	32 525	35 227	37 231
Productos Pecuarios							
Carne Vacuna	1 681	1 785	1 800	1 840	1 956	2 047	2 183
Carne Porcina	1 189	1 239	1 324	1 332	1 400	1 545	1 617
Carne de Aves	828	936	904	934	1 051	1 073	1 197
Productos Lácteos [d]	14 220	15 032	15 213	15 544	16 355	17 273	18 059
Huevo	1 267	1 347	1 356	1 383	1 463	1 535	1 614

a Volumen físico en millones de pesos de 1977.
b Véase la nota[12] del texto.
c Véase la nota[13] del texto.
d Convertidos en leche fresca, millones de litros.
* Sin redistribución ingreso
** Con redistribución ingreso
*** Con concentración ingreso.

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA y *Subsecretaría de Ganadería* (UPO) de la SARH y de la *Encuesta de ingresos y gastos de las familias*, Banco de México, 1968.

Cuadro 21

México: Proyección al Año 2000 de la Demanda Interna Global de los Principales Alimentos para Consumo Humano [a] (miles de toneladas)

Productos	1976/1977	1985	1990	2000
Agrícolas				
1. Granos Básicos				
1.1 Cereales	10 350.2	12 911.0	14 274.1	16 631.1
Arroz.	513.6	702.5	821.8	1054.6
Maíz	7 478.3	8 900.1	9 518.6	10 380.3
Trigo	2 380.3	3 308.4	3 933.7	5 196.2
1.2 Frijol	809.6	1 001.5	1 093.1	1 223.4
2. Aceites	511.0	717.6	856.6	1149.9
3. Azúcar	2 597.2	3 551.9	4 182.4	5 535.3
4. Hortalizas y Tubérculos[b]	7 307.0	10 213.3	12 175.8	16 418.3
5. Frutas[b]	12 204.4	18 026.0	22 318.3	32 525.9
Pecuarios				
1. Carne	1 727.7	2 529.7	3 125.6	4 534.0
Carne vacuna	783.9	1 131.6	1 382.7	1 955.8
Carne porcina	525.9	771.9	955.4	1 400.3
Carne de aves	367.8	553.9	699.0	1 051.2
Carne óvicaprina	50.1	72.3	92.5	126.7
2. Productos Lacteos	6 625.0	9 625.5	11 739.8	16 355.0
3. Huevo	606.9	869.6	1 054.4	1 462.7

a Hipótesis de crecimiento moderado de la población y del ingreso con redistribución del ingreso.

b Volumen físico en millones de pesos de 1977.

Fuente: Elaborado por Procap, SARH, CEPAL, ILPES. 1982.

Cuadro 22

México: Proyección al Año 2000 del Volumen Físico de la Demanda Interna de los Principales Alimentos para Consumo Humano[a] (Millones de Pesos de 1977)

	1976/1977	1990	2000	Tasas de Crecimiento 1990	Tasas de Crecimiento 2000
TOTAL AGROPECUARIO	168 230	283 026	387 137	3.93	3.20
Productos Agrícolas	69 867	108 279	139 418	3.30	2.56
1. Granos Básicos	32 178	43 786	50 325	2.31	1.40
1.1 Cereales	27 779	37 846	43 677	2.32	1.44
Arroz	1 547	2 475	3 176	3.54	2.53
Maíz	21 216	27 004	29 449	1.80	0.87
Trigo	5 016	8 367	11 052	3.86	2.82
1.2 Frijol	4 399	5 940	6 648	2.25	1.13
2. Otros Cereales y Leguminosas	955	1 647	2 284	4.12	3.32
3. Aceites	6 134	10 272	13 804	3.89	3.00
4. Azúcar	7 467	12 024	15 914	3.59	2.84
5. Hortalizas y Tubérculos	7 307	12 176	16 418	3.86	3.03
6. Frutas	12 204	22 318	32 526	4.57	3.84
7. Otros Alimentos y Bebidas	3 622	6 053	8 147	3.88	3.01
Productos Pecuarios [b]	98 363	174 747	247 719	4.35	3.55
1. Ganado de Abasto	53 281	95 227	137 035	4.40	3.71
1.1 Carne	50 135	90 612	131 597	4.48	3.80
Carne vacuna	19 368	34 162	48 323	4.29	3.53
Carne Porcina	18 783	34 007	49 842	4.50	3.90
Carne de aves	9 495	18 045	27 139	4.87	4.17
Carne ovicaprina	2 489	4 398	6 293	4.31	3.65
1.2 Manteca	3 146	4 614	5 438	2.88	1.66
2. Productos Lácteos	34 185	60 577	84 392	4.33	3.37
3. Huevo	10 730	18 642	25 860	4.18	3.33

[a] Hipótesis de crecimiento moderado de la población y del ingreso con redistribución del ingreso.

[b] Incluye miel.

Fuente: Elaborado por Procap, SARH, CEPAL, ILPES. 1982.

Cuadro 23

México: Proyección al Año 2000 de la Demanda Interna que Corresponde a la Población Agrícola y a las Familias de Bajos Ingresos [a]
(Porcentaje de la Demanda Global)

	Demanda de las Familias Agrícolas[a]		Demanda de las Familias de Bajos Ingresos		
				2000	
	1980	2000	1980	SRI*	CRI**
TOTAL AGROPECUARIO	27.6	21.7	27.7	28.6	34.6
Productos Agrícolas	33.5	24.8	36.4	34.6	38.1
Cereales	44.0	32.9	48.2	45.3	45.1
Arroz	30.3	24.7	34.4	36.3	40.0
Maíz	50.4	38.9	54.7	51.8	49.5
Trigo	26.0	21.7	30.5	33.0	37.5
Frijol	43.2	33.9	50.5	49.4	47.8
Aceites	25.4	21.0	28.0	29.6	34.7
Azúcar	30.2	23.9	32.6	33.0	37.8
Hortalizas	25.6	19.7	28.5	29.4	34.8
Frutas	17.9	15.8	18.4	21.6	29.5
Productos Pecuarios	23.6	20.0	22.0	25.3	32.7
Carne	22.5	19.1	18.6	22.6	21.1
Manteca	38.7	33.1	40.2	42.8	43.6
Productos lácteos	23.2	20.3	24.3	27.5	34.0
Huevo	26.6	20.8	26.2	28.7	35.3

a Hipótesis de crecimiento moderado del ingreso y de la población.
b Hay poca diferencia con y sin redistribución del ingreso.
* Sin redistribución ingreso.
** Con redistribución ingreso.
Fuente: Elaborado por Procap, SARH, CEPAL, ILPES. 1982. Véase Cuadro 7.

Cuadro 24

México: Composición Porcentual al Año 2000 de la Demanda Global de Alimentos para Consumo Humano Según Proyecciones[a] (porcentajes)

	1976-1977	1990	2000
TOTAL AGROPECUARIO	100.0	100.0	100.0
Productos Agrícolas	41.5	38.3	36.0
1. Granos Básicos	19.1	15.5	13.0
1.1 Cereales	16.5	13.4	11.3
Arroz	0.9	0.9	0.8
Maíz	13.6	9.5	7.6
Trigo	3.0	3.0	2.9
1.2 Frijol	2.6	2.1	1.7
2. Otros Cereales y Leguminosas	0.6	0.6	0.6
3. Aceites	3.6	3.6	3.6
4. Azúcar	4.4	4.3	4.1
5. Hortalizas y Tubérculos	4.3	4.3	4.2
6. Frutas	7.3	7.9	8.4
7. Otros Alimentos y Bebidas	2.2	2.1	2.1
Productos Pecuarios	58.5	61.7	64.0
1. Ganado de Abasto	31.7	33.6	35.4
1.1 Carne	29.8	32.0	34.0
Carne vacuna	11.5	12.1	12.5
Carne porcina	11.2	12.0	12.9
Carne de aves	5.6	6.4	7.0
Carne ovicaprina	1.5	1.5	1.6
1.2 Manteca	1.9	1.6	1.4
2. Productos Lácteos	10.3	21.4	21.8
3. Huevo	6.4	6.6	6.7

[a] Hipótesis de crecimiento moderado de la población y del ingreso con redistribución del ingreso.

Fuente: Elaborado por PROCAP, SARH, CEPAL, ILPES. 1982.

Cuadro 25a

México: Proyección al Año 2000 del Valor Energético del Consumo Aparente de Alimentos por Persona.[a]

	Calorías			Participación Porcentual	
	1980	1990	2000	1980	2000
TOTAL AGROPECUARIO	2 824.8	2 971.0	3 174.0	100.0	100.0
Productos agrícolas	2 358.4	2 433.3	2 547.1	85.3	80.2
Granos básicos	1 477.7	1 442.2	1 412.2	52.3	44.5
Cereales	1 362.0	1 330.1	1 305.7	48.2	41.1
Arroz	55.5	60.0	66.4	2.0	2.1
Maíz	1 014.9	939.2	869.3	35.9	27.4
Trigo	291.6	330.0	370.0	10.3	11.6
Frijol	115.7	112.1	106.5	4.1	3.4
Aceites	206.0	233.7	266.5	7.3	8.4
Azúcar	472.3	520.7	584.9	16.7	18.4
Frutas	93.2	111.7	138.1	3.3	4.3
Otros alimentos y bebidas	109.2	125.0	145.2	3.9	4.6
Productos Pecuarios	466.4	537.7	626.9	16.5	19.8
Ganado de abasto	250.9	284.2	327.3	8.9	10.3
Carne	160.9	191.1	234.2	5.7	7.4
Carne vacuna	77.4	91.0	109.3	2.7	3.4
Carne porcina	68.4	75.3	93.6	2.3	3.0
Carne de aves	16.5	20.6	26.2	0.6	0.8
Manteca	90.0	93.1	93.1	3.2	2.9
Productos Lácteos	177.7	209.5	247.7	6.3	7.8
Huevo	36.4	42.4	49.9	1.3	1.6

a Hipótesis de crecimiento moderado de la población y del ingreso, con redistribución del ingreso.

Fuente: Elaborado por Procap, SARH, CEPAL-ILPES. 1982.

Cuadro 25b

México: Proyección al Año 2000 del Consumo Aparente de Proteínas por Persona en las Familias de Bajos Ingresos [a]
(gramos por día)

Productos	Agrícola				No Agrícola			
	Norte		Resto		Norte		Resto	
	SRI*	CRI**	SRI*	CRI**	SRI*	CRI**	SRI*	CRI**
TOTAL AGROPECUARIO								
1980	59.38	59.38	60.59	60.59	56.89	56.89	52.17	52.17
2000	67.78	75.44	66.56	71.11	65.90	76.09	59.24	67.49
Productos Agrícolas								
1980	48.36	48.36	52.19	52.19	39.46	39.46	38.27	38.27
2000	49.92	50.96	52.04	50.63	41.00	42.27	38.22	39.04
Maíz								
1980	30.09	30.09	38.99	38.99	19.40	19.40	23.47	23.47
2000	28.08	26.43	36.54	33.50	18.54	17.96	21.13	19.62
Trigo								
1980	7.44	7.44	2.65	2.65	9.18	9.18	5.21	5.21
2000	9.89	11.91	3.96	5.03	10.46	11.47	6.73	8.06
Frijol								
1980	7.98	7.98	3.28	3.28	6.98	6.98	6.23	6.23
2000	8.00	7.66	8.40	8.10	6.95	6.59	5.86	5.61
Productos Pecuarios								
1980	11.02	11.02	8.40	8.40	17.43	17.43	13.89	13.89
2000	17.86	24.48	14.52	20.48	24.89	33.82	21.01	28.45
Carne								
1980	3.41	3.41	3.35	3.35	5.88	5.88	5.80	5.80
2000	6.44	10.37	5.85	8.85	9.52	14.38	9.37	13.29
Productos Lácteos								
1980	5.17	5.17	3.96	3.96	8.61	8.61	6.57	6.57
2000	8.19	10.37	6.99	9.48	11.49	14.71	9.39	12.09

a Hipótesis de crecimiento moderado de la población y del ingreso.
* Sin Redistribución Ingreso.
** Con Redistribución Ingreso.
Fuente: Elaborado por Procap, SARH, CEPAL-ILPES. 1982.

Cuadro 26

México: Costo Mensual por Persona de la Dieta en Terminos de Productos Originales en 1980, 1990 y 2000[a] (Pesos de 1977)

				Participación Porcentual	
	1980	1990	2000	1980	2000
TOTAL AGROPECUARIO	233.5	265.1	307.8	100.0	100.0
Productos Agrícolas	94.4	101.0	110.3	40.4	35.8
1. Cereales	37.4	36.7	36.2	16.0	11.8
Maíz	27.4	25.4	23.5	11.7	7.6
Trigo	7.0	7.9	8.8	3.0	2.9
2. Frijol	5.8	5.6	5.3	2.5	1.7
3. Aceite	8.5	9.7	11.0	3.6	3.6
4. Azúcar	10.3	11.3	12.7	4.4	4.1
5. Hortalizas y tubérculos	10.1	11.4	13.1	4.3	4.3
6. Frutas	17.5	21.0	25.9	7.5	8.4
Productos Pecuarios	139.1	164.2	197.5	59.6	64.2
1. Carnes	71.3	85.6	104.9	30.5	34.1
2. Productos Lácteos	48.3	56.9	67.3	20.7	21.9
3. Huevo	15.0	17.5	20.6	6.4	6.7

[a] Hipótesis de crecimiento moderado de la población y del ingreso, con redistribución del ingreso.

Fuente: Elaborado por Procap, SARH, CEPAL, ILPES. 1982.

Cuadro 27

México: Estructura de la Producción al Año 2000 en la Agricultura de Riego y Temporal Según Proyecciones. (porcentajes)

Cultivos	1977			1990			2000		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
Arroz	74.9	25.1	100.0	76.5	23.5	100.0	75.9	24.1	100.0
Maíz	24.0	76.0	100.0	32.8	67.2	100.0	35.3	64.7	100.0
Trigo	95.8	4.2	100.0	95.5	4.5	100.0	95.6	4.4	100.0
Frijol	26.4	73.6	100.0	35.5	64.5	100.0	37.7	62.3	100.0
Algodón pluma	91.5	8.5	100.0	88.2	11.8	100.0	90.6	9.4	100.0
Algodón semilla	91.5	8.5	100.0	89.2	10.8	100.0	90.6	9.4	100.0
Cártamo	52.5	46.5	100.0	48.6	51.4	100.0	52.2	47.8	100.0
Soya	82.9	17.1	100.0	80.7	19.3	100.0	85.1	14.9	100.0
Caña de azúcar	52.5	47.8	100.0	53.4	46.6	100.0	57.2	42.8	100.0
Jitomate	88.0	12.0	100.0	87.9	12.1	100.0	84.2	9.8	100.0
Café	0.7	99.3	100.0	0.6	99.4	100.0	0.7	99.3	100.0
Sorgo	42.0	58.0	100.0	45.9	54.1	100.0	48.9	51.1	100.0

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la DGEA y de la *Comisión del Plan Hidráulico*, SARH.

Cuadro No. 28

México: Proyección al Año 2000 de la Superficie Agrícola Cosechable Estimada por Regiones. (miles de hectáreas)

Regiones	Superficie Cosechada	Ampliación 1977-1990	Suma 1990	Ampliación 1990-2000	Suma 2000	Composición Porcentual 1977	1990	2000
			TOTAL AGRICULTURA NACIONAL					
I Norte	6 190	1 414	7 604	89	7 693	37	36	35
II Centro	6 300	982	7 282	174	7 456	38	34	34
III Sur	3 512	1 497	5 009	307	5 316	21	24	25
IV Península	732	560	1 292	19	1 311	4	6	6
País	16 734	4 453	21 187	589	21 776	100	100	100
			TOTAL RIEGO[a]					
I Norte	2 482	714	3 556	292	3 849	63	56	53
II Centro	1 403	503	1 906	174	2 080	32	31	28
III Sur	225	436	661	547	5 316	5	11	17
IV Península	16	132	148	19	167	-	2	2
País	4 486	1 785	6 271	1 032	7 303	100	100	100
			TOTAL TEMPORAL					
I Norte	3 348	700	4 048	-204	3 844	27	27	27
II Centro	4 897	479	5 376	-	5 376	40	36	37
III Sur	3 287	1 061	4 348	-239	4 109	27	29	28
IV Península	716	428	1 144	-	1 144	6	8	8
País	12 248	2 668	14 916	-443	14 473	100	100	100

a No incluye dobles cultivos.

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la Dirección General de Economía Agrícola: del Plan Nacional Hidráulico y de la Dirección General de Distritos de Temporal, SARH.

Cuadro 29

México: Incrementos al Año 2000 en los Rendimientos Físicos de los Principales Cultivos Según Prognósis. (kilogramos por hectárea)

	Riego			Temporal		
	Rendimiento 1976-78	Incremento 1976-78 1990	Incremento 1990-2000	Rendimiento 1976-78	Incremento 1976-78 1990	Incremento 1990-2000
ALIMENTOS						
Granos Básicos						
Arroz	3 119	1 175	1 157			
Maíz	2 517	328	135	1 268	392	220
Trigo	4 090	1 396	777	2 546	329	442
	(4 266)	(1 220)		(2 240)	(635)	
Frijol	1 107	193	40	511	139	90
	(1 230)	(70)		(535)	(115)	
Otros Alimentos						
Oleaginosas						
Ajonjolí				523	131	28
				(620)	(34)	
Cártamo	1 542	35	23	492[c]	279	19
				(1 255)	(16)	
Soya	2 012	354	134	1 079	219	73
	(2 125)	(241)				
Caña de azúcar	79 500	7 500	3 000	59 700	9 300	6 000
	(83 000)	(4 000)		(65 000)	(4 000)	
Café				551	51	20
NO ALIMENTOS						
Fibras						
Algodón	2 803	169	133	1 913	-179	72
				(1 650)	(84)	
Henequén				624	-87	-83
Forrajes						
Sorgo	3 707	326	205	2 774	624	177
				(2 850)	(548)	
Alfalfa	78 700	13 300	13 000	73 600	13 400	18 000

Promedio Nacional (*distritos de riego y temporal*).
En paréntesis el valor de los rendimientos en 1977 según la función seleccionada en la prognósis. Se precisa unicamente cuando hay una diferencia significativa con los datos observados. Promedio 1977-78.
Fuente: Elaborado por Procap sobre datos oficiales de la DGEA de la SARH.

Cuadro 30

México: Proyección al Año 2000 de los Rendimientos de los Principales Cultivos. (toneladas/ha.)

Regiones y Productos	Temporal 1977	Temporal 1990	Temporal 2000	Riego 1977	Riego 1990	Riego 2000
Arroz						
Norte	-	-	-	3.9	3.9	3.9
Centro	-	-	-	3.8	3.8	3.8
Sur	1.9	2.5	3.1	4.5	4.5	4.5
Península	2.7	2.7	2.7	-	-	-
Maíz						
Norte	2.6	1.0	1.4	2.4	3.4	4.0
Centro	1.5	1.5	1.5	3.0	3.7	4.4
Sur	1.1	1.4	1.7	1.9	2.7	3.2
Península	1.1	1.3	1.4	1.4	2.0	2.5
Trigo						
Norte	0.9	1.0	1.1	3.9	4.2	4.4
Centro	1.7	1.7	1.8	3.4	3.7	4.0
Sur	1.3	1.4	1.5	1.7	1.7	1.7
Frijol						
Norte	0.3	0.4	0.5	1.3	1.5	1.6
Centro	0.5	0.6	0.6	1.2	1.3	1.5
Sur	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2
Península	0.6	0.6	0.6		1.0	1.2
Algodón Pluma						
Norte	0.4	0.6	0.6	0.9	1.0	1.1
Centro	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	1.1
Sur	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Algodón Semilla						
Norte	0.7	0.9	1.0	1.5	1.6	1.6
Centro	1.1	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7
Sur	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

continúa en la siguiente página.

Regiones y Productos	Temporal 1977	Temporal 1990	Temporal 2000	Riego 1977	Riego 1990	Riego 2000
Cártamo						
Norte	0.9	1.3	1.5	1.9	2.1	2.2
Centro	1.0	1.3	1.4	1.9	2.1	2.2
Soya						
Norte	0.8	1.3	1.4	2.0	2.2	2.3
Centro	1.2	1.3	1.4	-	2.0	2.1
Sur	1.7	1.7	1.7	1.3	1.9	2.4
Península	1.4	1.5	1.5	-	-	1.9
Caña de Azúcar						
Norte	49.4	50.0	50.4	64.5	84.0	99.3
Centro	55.0	64.0	71.6	88.7	94.0	99.3
Sur	53.3	66.0	74.3	85.0	90.0	94.4
Península	36.6	46.0	55.0	51.3	68.0	85.5
Jitomate						
Norte	8.2	8.2	8.2	17.8	17.8	17.8
Centro	15.3	15.3	15.3	16.6	17.4	18.0
Sur	5.0	7.2	9.0	9.8	11.2	12.4
Península	4.1	6.0	7.8	9.7	10.1	10.4
Café						
Norte	0.4	0.5	0.6	-	-	-
Centro	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6
Sur	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
Sorgo						
Norte	2.1	2.1	2.1	3.7	3.7	3.7
Centro	2.9	2.9	2.9	4.7	4.7	4.7
Sur	2.7	2.7	2.7	2.9	3.1	3.9
Península	2.3	2.3	2.3	1.7	2.5	3.1

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH.

Cuadro 31

México: Tasas de Crecimiento Proyectadas al Año 2000 de la Producción Agrícola Nacional de los Principales Cultivos.
(Porcentajes Anuales)

	1977 - 1990			1990 - 2000			1977 - 2000		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
Arroz	5.4	5.0	5.3	2.4	2.7	2.4	4.1	4.0	4.0
Maíz	6.3	2.7	3.7	2.3	1.2	1.6	4.5	2.0	2.8
Trigo	1.7	1.6	1.7	1.6	1.1	1.5	1.6	1.4	1.6
Frijol	6.2	3.0	4.0	2.3	1.3	1.7	4.5	2.3	3.0
Algodón Pluma	0.6	4.0	0.9	2.3	-0.2	2.0	1.3	2.1	1.4
Algodón Semilla	0.7	3.6	0.9	1.5	-0.1	1.3	1.0	2.0	1.1
Cártamo	2.3	6.2	3.9	2.3	0.8	1.5	2.3	3.8	2.9
Soya	6.2	7.3	6.4	2.1	-0.9	1.6	4.4	3.6	4.3
Caña de Azúcar	4.8	4.0	4.4	2.8	1.2	2.1	3.9	2.8	3.4
Jitomate	2.2	2.7	2.3	1.9	0.2	1.7	2.1	1.6	2.0
Café	6.0	4.4	4.5	1.3	0.0	0.0	3.9	2.5	2.5
Sorgo	3.1	1.6	2.2	0.8	-0.4	0.1	2.1	0.7	1.3

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de DGEA y de la Comisión del Plan Hidráulico, SARH.

Cuadro 32

México: Proyección al Año 2000 de la Estructura de Usos del Suelo (porcentajes)

Productos	Año 1977			Año 1990			Año 2000		
	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal	Total
Alimentos	70.2	84.5	80.6	73.2	85.1	81.6	72.7	85.8	81.4
Cereales	39.9	56.2	51.8	41.2	57.2	52.4	39.1	58.1	51.8
Tubérculos	0.6	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3
Leguminosas	4.8	12.6	10.5	6.2	11.9	10.3	6.2	12.2	10.2
Oleaginosas	9.8	5.6	6.7	11.2	5.8	7.4	11.5	5.4	7.4
Sacáridos	4.4	2.2	2.8	5.0	2.5	3.3	5.1	2.6	3.4
Hortalizas	4.3	0.7	1.6	3.7	0.6	1.5	4.1	0.6	1.7
Frutas	6.3	3.2	4.1	5.3	2.8	3.6	6.1	2.6	3.8
Otros	0.1	3.7	2.7	0.1	4.1	2.8	0.1	4.1	2.8
No Alimentos	23.5	9.8	13.5	21.6	10.0	13.4	21.3	9.7	13.6
Fibras y Tabaco	8.8	2.0	3.8	7.3	1.8	3.5	7.3	1.7	3.6
Resto de Productos	6.3	5.7	5.9	5.2	4.9	5.0	6.0	4.5	5.0
Total del País	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaborado por Procap con datos oficiales de la Dirección General de Economía Agrícola: del Plan Nacional Hidráulico y de la Dirección General de Distritos de Temporal, SARH.

Cuadro 33

México: Cambios en el Uso de la Tierra al Año 2000 Según Prognósis (Participación porcentual)

	Riego		Temporal	
	Superficie 1976/78	Incremento de Superficie 1976/78 - 2000	Superficie 1976/78	Incremento de Superficie 1976/78 - 200 0
I. **Alimentos**	71.7	67.0	88.8	78.4
1. Granos Básicos	45.4	36.0	71.2	50.7
Arroz	2.6	4.5	0.7	-0.8
Maíz	18.5	18.1	56.4	37.3
Trigo	21.0	9.0	2.0	-1.9
Frijol	3.3	4.4	12.0	16.1
2. Otros Alimentos	26.4	31.0	17.7	27.7
a) Oleaginosas	14.6	23.5	3.4	6.0
Ajonjolí, Cártamo	9.1	17.0	0.8	2.6
Soya	5.5	6.5	0.8	1.9
b) Caña de azúcar	4.3	3.6	3.3	2.4
c) Hortalizas, tubérculos y leguminosas secas[a]	5.4	2.0	3.6	6.5
d) Frutas	2.0	1.9	4.2	12.0
e) Café	-	-	3.3	1.0
II. **No Alimentos**	28.3	33.0	11.1	21.6
1. Fibras	9.7	6.4	2.2	-1.4
Algodón	9.7	6.4	0.7	1.4
Henequén	-	-	1.5	-2.8
2. Forrajes	18.5	26.6	8.9	22.9
Sorgo	16.3	24.4	7.6	18.8
Alfalfa	2.2	2.1	1.3	4.2
III. **Total**	100.0	100.0	100.0	100.0

a Véanse las notas del cuadro 36.
Fuente: Cuadro 36.

Cuadro 34

México: Distribución del Uso del Agua y su Proyección. (en millones de m^3)

Consumo	1950	%	1975	%	2000	%
Riego	23 600	99	38 000	96	72 200	89
Generación	0	0	100	0	1 600	2
Agua potable	200	1	1 100	3	4 200	5
Industria	100	0	400	1	3 400	4
TOTAL	23 900	100	39 300	100	80 300	100

Fuente: Plan Nacional Hidráulico 1975, SARH.

Cuadro 35

México: Industria Biotecnológica.

Productos	Empresas
Cerveza	Cervecería Modelo
	Cervecería Cuauhtémoc
	Cervecería Moctezuma
	Cervecería Yucateca
Vinos y brandies	68 empresas
Derivados Lácteos	431 empresas.
Levadura para panificación	Acidos orgánicos, S.A.
	Industria Mexicana de Alimentos, S.A. de C.V.
	Fleischman.
Alcohol etílico	Asociación Nacional de Productores de Alcohol.
Acido acético	Compañía Beneficiadora de Coyol, S.A.
Antibióticos	Fermic, S.A. de C.V.
	Otsabe, S.A.
	Cynamid de México, S.A.
	Pfizer, S.A. de C.V.
	Centro Industrial Bioquímico, S.A.
	Upjohn, S.A. de C.V.
	Abbot Laboratorios de México, S.A.
	Sinbiotik, Beneficiadora e Industrializadora, S.A.
Enzimas	EnMex, S.A.
	Velfer, S.A.
	Pfizer, S.A.
Aminoácidos	Fermentaciones Mexicanas, S.A.
Acidos orgánicos	Química Mexicana, S.A.
Biofertilizantes	Pfizer, S.A.
	Nitragin, S.A.
	Diamond Shamrock
	Química Lucara.
Metano	Diferentes regiones del país.
Ensilados	Diferentes regiones del país.
Celulosa	Diferentes regiones del país.

Fuente: Quintero *op. cit.* 1985.

Cuadro 36

México: La Industria Biotecnológica Moderna

Categoría	Productos	Núm. de Empresas	Mercado Volumen (Ton)	Mercado TMCA* (%)
Actual[1]	Antibióticos	9	ND	ND
	Enzimas	8	100	ND
	Aminoácidos	1	15 000	8.0
	Acidos orgánicos	2	ND	ND
	Biofertilizantes	4	1 000	9.0
Apropiada[2]	Metano	ND	ND	ND
	Ensilados	ND	ND	ND
Nueva[3]	Plántulas	1	ND	ND

1 Se refiere a mejorar el ingreso de las familias de bajos ingresos y a crear empleos poco calificados.
2 Su principal característica es que toda la tecnología que se utiliza proviene del exterior.
3 Se circunscribe casi totalmente a la investigación, la cual se realiza en centros e instituciones de educación superior.
* Tasa Media de Crecimiento.
Fuente: Quintero *op. cit*. 1985.

Cuadro No. 37

México: Nuevas Empresas Biotecnológicas

Empresa	Ubicación	Productos
Enzymologa	Monterrey,N.L.	Fenilglisina (vía enzimática, ácido fenilacético, fenilalamina y aspartamo).
Bioenzymas	Saltillo,Coah.	Semillas mejoradas; insecticidas; ácido giberálico y otros productos biotecnológicos aplicados a la agricultura (enzimas).
Biogenética Industrial	México,D.F.	Micropropagación de fresa, esparrago, violeta (cultivo de tejidos).
Enzygen	Guadalajara,Jal.	Enzimas de uso diagnóstico (uricasa, peroxidasa, glucosa-oxidasa).
Genin	México,D.F.	Desarrollo tecnológico de enzimas inmovilizadas.
Mexicana de Micropropagación de Plantas.	Texcoco, Edo. de México.	Micropropagación de cactáceas y algunos frutales.

Fuente: Quintero *op. cit*. 1985.

Cuadro 38

México Centros de Investigación Universitarios que Cuentan con Infraestructura Física Adecuada y Personal Experimentado para la Investigación Biotecnológica

- Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología, UNAM, Cuernavaca, Morelos; cuenta con una superficie de 5 000 m^2. Areas de interés: ingeniería genética y biotecnología aplicada al sector salud y alimentos.
- Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, UNAM, Cuernavaca, Morelos; cuenta son una superficie de 4 000 m^2. Areas de interés: biología molecular e ingeniería genética aplicada a células vegetales.
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, México, D.F.; cuenta con una excelente planta piloto y laboratorios bien equipados. Areas de interés: Fermentación e ingeniería enzimática.
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN, Unidad de Biología Vegetal Moderna, Guanajuato, Gto., cuenta con una superficie de 8 000 m^2. Areas de interés: conservación y preservación de semillas, ingeniería genética aplicada a células vegetales.
- Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, México, D.F., tiene una planta piloto en operación y, en general, está bien equipado. Areas de interés: microbiología industrial, fermentación e ingeniería enzimática.

Fuente: Quintero, Rodolfo. *Perspectiva de la Biotecnología en México*. Fundación Barros Sierra-CONACYT. México, 1985.

Nuevo Propietario	Empresa Adquirida	Año
Agrigenética Inc. (E.U.A.)	Arkansas Valley Seeds	1976
(Ingeniería Genética)	Jacques Seed, Mc. Curdy Seed Co.	1981
	Taylor Evans Seed Co.	1979
	Seed Research Inc.	1978
Archer Daniels Milland Co. (E.U.A.)	Farmer Coty Gram	1979
(Procesamiento y comercio de granos).		
Cargill Inc. (E.U.)	Acco Seed Division	1980
(Comercio de Granos y	Raymester Forms, Tonco-Genetic	
Procesamiento de soya).	Giant, Dorman Seeds, Krocker Seeds (Can)	s/d
	Pag Seeds	1971
Celanese Corp.	Joseph Harris Seed Co.	1976
(Productos Químicos)	Moran Seeds	1974
	Capril Inc.	1973
Ciba Geigy L.T.D. (Suiza)		
(Productos Agroquímicos)	Lousiana Seed Co.	1979
	Hybridex (Can)	1978
	Funk Seed Int'C, Ciba Geigy Seeds Canadá L.T.D.	
	Stwart Seed (Can)	1974
Continental Grain (E.U.A.)	Pacific Seeds (Aust.) Golden Acros (Aust.)	s/d
(Comercio de Granos)		
Dekalb Agresearch Inc.(E.U.A.)	Ramsey Foord	s/d
(Productos Agroquímicos		
y Fertilizantes).		
Diamond Shamrock (E.U.A.)	Golden Acros Bybrid Seed Co.	s/d
(Fumicidas, Herbicídas y semillas).		
International Multifood (E.U.A.)	Gildersieeve Seed Co.	1977
(Productos Alimenticios)	Limks Bros. Seed Co., Baird Inc.	1976
International Telephone & Tel. (E.U.A.)	W. Attle Surpee Co.	1978
(Genética Forestal)	O.M. Scott a Soons	1971
Occidental Petroleum (E.U.A.)	Excel Hybrid Seeds	s/d
(Productos Químicos)	Eart Texas Seeds Co.,	
	Wast Texas Seeds Co.	1973

continúa

Nuevo Propietario	Empresa Adquirida	Año
Olim Corp. Con Royan Dutch/Shell (E.U.A. RU)	Midwest Seed Growers (Migro)	1976
(Productos Químicos)	Agripo Inc.	1973
Pfizar (E.U.A.)	Warwick Seed (Can)	1976
(Productos para fitogenética)	Jordán Whollsale Co.	1975
	Clemers Seed Farm.	1974
	Trojan Seed Co.	1973
Pioneer N. Seed International (E.U.A.)	Arnold Thomas Seed Co., Lankhart Seeds Farm., Locktt, Wealter Fred Seed	1975
(Cereales y semillas)	Peterson Seed Co.	1974
Purex Industries (E.U.)	Pioneer H. Breed H. Breed L.T.D.	1973
(Productos Químicos)	Ferry Morse Seed, Advances Seeds	s/d
Sandoz (Suiza)	Multing Hybrids	1977
(Productos Agroquímicos)	Northrup King & Co.	1976
Up John (E.U.A.)	National N.K. (Can)	1977
(Productos Químicos y esp. agrícolas).	Wooside Seed Growers	1974
	Roger Brothers Seed Co.	s/d
	Farmers Hybrid Co.	1975
	Asgrow Secks, Asociated Seeds	1972

Fuente: Pat. R. Mooney. *Semillas de la Tierra* ICDA, Londres, 1979. Citado Barkin y Suárez. *El fin del principio. Las Semillas y la seguridad alimentaria.*
s/d Sin datos.

Promover investigaciones que atiendan el estudio de necesidades fundamentales del país, de amplios sectores de la población, de las generaciones de mexicanos presentes y futuras es un compromiso y una necesidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Elaborar prospecciones sobre un fenómeno donde interactúan en igual dimensión las variables económicas, sociales, tecnológicas y políticas resulta igualmente necesario para el desarrollo del país a la vez que hacerlo, puede llevar, en términos del compromiso como institución y como investigador, extremos ciertamente peligrosos. Uno de ellos lleva implícito el riesgo de sobrevalorar el impacto del fenómeno, el otro que incluyamos o dejemos fuera variables que no tienen relevancia para el estudio del mismo. Hacerlo, es arriesgar en posibles soluciones, identificaciones y explicaciones; la UNAM, lanza esta obra en 1990, proyectando el texto y al joven investigador Felipe Torres Torres.