

# LOS BENEFICIARIOS DE LA TECNOLOGIA AGRICOLA EN MEXICO

Braulio MARTÍNEZ FERNÁNDEZ\*

*RESUMEN: El impacto del empleo de distintas tecnologías en la agricultura, es analizado a través de un estudio de caso referente al Distrito de Riego No. 11 en Guanajuato. En una primera parte, el estudio sintetiza el desarrollo de la investigación agrícola en México a partir de la creación del Departamento de Estaciones Experimentales en los 30's, hasta las aportaciones más recientes del INIA, destacando la orientación, características y beneficiarios de las diversas tecnologías generadas. En la segunda parte del trabajo se intenta precisar los conceptos de tecnología y cambio tecnológico en relación a sus connotaciones microeconómicas y por último, en base a una encuesta levantada entre 300 productores de trigo en el Bajío, se construyen varias funciones de producción con el objeto de conocer los resultados de la aplicación o falta de aplicación de las recomendaciones agrícolas.*

## *Introducción*

El estudio de la tecnología y de los cambios tecnológicos cobra importancia cuando su análisis se orienta hacia el impacto que provoca en el nivel de vida de la sociedad. El hecho de incrementar la producción con el uso de una nueva tecnología, no implica necesariamente mayores ingresos para todos los sectores de la población.

\* Ingeniero agrónomo con especialidad en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Maestro en Ciencias. Centro de Economía Agrícola del Colegio de Postgraduados, Chapingo. Actualmente Investigador en Economía Agrícola del INIA.

En los países subdesarrollados, un cambio tecnológico generalmente acentúa las desigualdades en el ingreso, arruinando a un gran número de trabajadores directos. Es así, porque estos países subdesarrollados importan de los países industrializados tecnologías con alto uso de capital y desplazan mano de obra que difícilmente encuentra otra alternativa de empleo.

Gran parte de la transferencia tecnológica que se desarrolla de los países industrializados hacia los países más pobres, se hace a través del flujo de capitales que se invierten en diferentes ramas de la producción.

Existen estudios como los mencionados por Katz y Cibotti<sup>1</sup> que ponen de manifiesto un franco deterioro relativo de la distribución del ingreso en diversos países latinoamericanos. Estos estudios cuestionan la automaticidad del mecanismo que suponen que un ritmo más rápido de modernización industrial y de desarrollo tecnológico necesariamente deben redundar en una mayor equidad distributiva.

Un cambio tecnológico que hace crecer al ingreso nacional, a menudo refuerza estructuras sociales injustas, conduciendo a la producción de satisfactores que promueven el bienestar de una pequeña élite cuyas formas de consumo imitan de cerca a los niveles de vida de los países desarrollados.

En los países subdesarrollados, el desarrollo tecnológico sólo se puede alcanzar a través de dos formas: la transferencia desde el exterior o su producción local. Tal parece que para estos países, la primera alternativa es la más viable a corto y quizás a mediano plazo.

México ha venido satisfaciendo su demanda interna de tecnología, a través de la importación, principalmente de procedencia norteamericana. En lo que se refiere a la oferta interna, ésta es escasa debido al atraso científico y tecnológico y a la presencia de una cuantiosa inversión extranjera.

En el caso concreto de la tecnología agrícola, México ha tenido grandes avances especialmente en algunos cereales, como maíz y trigo. Sin embargo, parte de los insumos que se usan en estos cultivos son aún de importación, tal es el caso de los pesticidas y maquinaria agrícola. El uso de la tecnología disponible de alta productividad por su alto uso en capital permite obtener elevados rendimientos, pero este fenómeno ha contribuido a acrecentar las diferencias en el ingreso del sector rural, ya que sólo un pequeño grupo de productores están en capacidad de hacer uso de los avances tecnológicos.

<sup>1</sup> Katz, J. y D. Cibotti, "Marco de referencia para un programa de investigación en tema de ciencia y tecnología en América Latina", *El Trimestre Económico*, Vol. XLV (1), No. 177.

La primera parte de este artículo trata de los cambios tecnológicos en la agricultura y quienes han sido los principales beneficiarios; en seguida se hace una discusión de manera más formal del concepto de tecnología y del cambio tecnológico, enmarcado dentro de la teoría de la empresa y por último se hace referencia de un caso concreto del uso de la tecnología agrícola en trigo en un distrito de riego en el Bajío del estado de Guanajuato.

### 1. Desarrollo de la investigación agrícola en México

La investigación agrícola en México con el fin de aumentar la producción de alimentos del campo, se inicia en los años treinta con la creación de un Departamento de Estaciones Experimentales de la Secretaría de Agricultura. Un pequeño grupo de investigadores tenían la tarea de buscar variedades de mayor rendimiento, principalmente de maíz y trigo.

El fin último de tratar de encontrar nuevas variedades de mayor productividad era diferente al que prevaleció en las décadas posteriores. Se decía (en este tiempo), que la investigación científica debería de tomar en cuenta a los hombres que pondrán en práctica los resultados de dicha investigación. La ciencia útil, operable y manejable debe salir de los laboratorios locales de pequeños productores, ejidatarios y comunidades indígenas.<sup>2</sup>

Al principio de los años cuarentas inicia sus actividades la Oficina de Estudios Especiales (OEE) auspiciado fundamentalmente por la Fundación Rockefeller. Este organismo empieza sus actividades con objetivos distintos a los del Departamento de Estaciones Experimentales. Se trataba de incrementar la producción en el próspero sector privado de la agricultura mexicana y no cómo tratar de resolver los problemas de las pequeñas parcelas campesinas. La preocupación también era cómo proveer de un excedente alimenticio a una población urbana en rápido crecimiento, así como aprovisionar a las nuevas industrias.<sup>3</sup>

Según lo anterior, queda claro que los resultados de la investigación que empezó a desarrollarse, sólo fueron aplicados a las áreas de riego del país y en menor medida a las de buen temporal y no al sector de subsistencia. La nueva tecnología generada por la (OEE)

<sup>2</sup> Edmundo Taboada, Entrevista en el periódico *El Día*, 27 de marzo de 1971.

<sup>3</sup> Alcántara, Cynthia H., *La modernización de la agricultura Mexicana, 1940-1970*. Ed. Siglo XXI, 1980.

es la que ha llegado a culminar años después en la llamada Revolución Verde.

Por Revolución Verde debe entenderse a la introducción de un paquete determinado de prácticas de insumos (con la utilización de semillas mejoradas es necesaria la aplicación de fertilizantes químicos, insecticidas y herbicidas y la cuidadosa regulación del agua), necesarios para explotar el potencial de rendimiento de las nuevas variedades mejoradas genéticamente.<sup>4</sup>

Como se trataba de generar un paquete de recomendaciones, la (OEE) se avocó a los problemas de la adaptación de semillas a los suelos locales, a la búsqueda de mezclas adecuadas de insecticidas y fertilizantes, al uso eficiente del agua. Todo esto bajo el supuesto implícito de que el tipo de tecnología agrícola que se aplicaba en los Estados Unidos podría transferirse a México, por lo que, lo esencial era descubrir y facilitar los insumos requeridos y su técnica de empleo.

Uno de los resultados que puede anotarse en relación a la aplicación del paquete tecnológico es el incremento en los rendimientos del cultivo del trigo en México. Se tiene que en el periodo de 1948-1952 el rendimiento medio apenas era de 880 kg/ha, mientras que en 1970 éste llegó a 2 840 kg/ha.<sup>5</sup>

En un periodo de 20 años el rendimiento medio nacional se ha más que duplicado. Es necesario mencionar que el cultivo del trigo en México se practica principalmente en invierno, por lo que el agua de riego es un factor indispensable. Esto hace que el trigo se cultive sólo en áreas de regadío.

Con respecto a qué tipo de productores son los que se han beneficiado con este cambio tecnológico que ha hecho posible fuertes incrementos en la productividad media de la tierra y mano de obra, se puede hacer mención a un caso concreto.

En un estudio para el trigo en el distrito de riego No. 11, Guanajuato,<sup>6</sup> se encontró que apenas si el 7% de los productores trigueros controlan el 30% de la superficie cuyos predios son mayores de las 20 has. Sin embargo, es necesario señalar que existen varias formas de control de la tierra de carácter ilegal debido a que los requerimientos de inversión para la producción de trigo es alta, por lo que, gran número de ejidatarios y minifundistas privados se ven obligados

a entregar sus predios a los dueños del capital quienes logran acaparar grandes superficies para su explotación beneficiándose de las economías de escala.

En el caso del trigo, la mayoría de los insumos de la producción deben ser comprados, el cultivo exige la aplicación de un paquete tecnológico para que puedan obtenerse altos rendimientos. Exige el uso de maquinaria en todas las labores de cultivo que van desde la preparación de la tierra hasta la cosecha, la semilla tiene que ser comprada, se requieren altas dosis de fertilizantes, principalmente nitrógeno, así como el empleo de herbicidas e insecticidas. Si falta alguno de estos insumos no es posible obtener altos rendimientos, por lo tanto, el ingreso generado será menor.

Por lo anterior queda claro que los que se han beneficiado con las variedades de alto potencial de rendimiento (con la Revolución Verde) son los que están en posibilidades de invertir directamente en la agricultura y los proveedores de insumos y servicios que requieren estas semillas, y no a la gran mayoría de pequeños productores con escasez aguda de capital.

Después de haber superado en parte el problema del chahuixtle que mermaba grandemente los rendimientos en trigo, la investigación de la OEE se encaminó hacia la búsqueda de la capacidad de respuesta de las nuevas variedades a un paquete cada vez más complejo de insumos y prácticas aplicables en zonas de riego. La mecanización era uno de los elementos del paquete. Otro elemento era el uso de los fertilizantes químicos, así como de los herbicidas e insecticidas y la regulación del agua.

Los objetivos de la investigación en maíz no eran diferentes que los del trigo, aquí también se trataba de elevar la producción de este cultivo. La mayor productividad de las semillas híbridas dependía de la disponibilidad de una combinación óptima de recursos normalmente escasos. La ventaja de estas semillas es su capacidad de responder bien a los fertilizantes y éstos son más eficaces en las áreas que tienen agua para riego. Por tal razón, la mayoría de los productores de maíz en México que cultivan bajo condiciones de temporal insuficiente e imprevisible no pudieran beneficiarse con el uso de las semillas híbridas.

Debe hacerse notar que las semillas mejoradas de alto potencial de rendimiento que ha venido liberando la investigación agrícola son cada vez más "exigentes" en cuanto a otros insumos se refiere. Haciendo mención otra vez al caso del Distrito de Riego No. 11, se tiene que al inicio de la década de los sesentas la recomendación técnica del nivel de nitrógeno para el trigo era de 60 a 80 kg/ha, al final de

<sup>4</sup> Alcántara, Cynthia H., *op. cit.*, pp. 12-13.

<sup>5</sup> Palmer, Ingrid, *Ciencia y producción agrícola*. Sepsetentas. México, 1976.

<sup>6</sup> Martínez, F. Braulio, *Uso de insumos en la producción de trigo: Distrito de Riego No. 11, Estado de Guanajuato*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1981.

la década era de 100 a 120 kg/ha. Para el ciclo agrícola de 1976-77 la recomendación era de 180 a 200 kg/ha y para el siguiente ciclo había llegado a los 220 kg/ha.

A su vez los rendimientos potenciales o experimentales que ha obtenido el Campo Experimental de Roque, Guanajuato, sobrepasan las 9 ton/ha para algunas de las nuevas variedades de trigo. Estos rendimientos se logran con más de 350 kg de nitrógeno por hectárea y todos los demás factores del paquete tecnológico deben ser llevados al nivel "óptimo", elevando grandemente los costos de producción, lo que hace que gran número de pequeños productores (ejidatarios y minifundistas privados) no puedan sembrar este cultivo. Está claro que las condiciones "óptimas" que se requieren para obtener tan altos rendimientos no pueden darse en los terrenos del pequeño productor por los costos elevados que se requieren.

Lo que se ha dicho hasta aquí sobre los resultados de la investigación y sus efectos en el desarrollo rural ha sido indudablemente el efecto de la orientación que tenía la OEE y que lógicamente heredó el INIA en 1961. La pregunta que podría hacerse es si este enfoque sigue prevaleciendo actualmente.

Antes de tratar de contestar a esta interrogante vale la pena señalar alguna de las posibles causas por la que la investigación no ha respondido a las necesidades del pequeño productor de autoconsumo o de subsistencia.

Considerando que los recursos de capital y humano para coadyuvar al desarrollo rural son escasos, es lógico suponer que éstos serán canalizados hacia sectores o regiones con mayor potencial productivo. Era más sencillo y quizás más eficiente desde el punto de vista puramente económico que se canalizaran los recursos de la investigación hacia las áreas de riego de buen régimen de lluvias, en donde se podían obtener resultados en el corto plazo y a un costo menor.

El problema más fuerte que prevalecía cuando el paquete tecnológico de alta productividad se introdujo en estas áreas, es que no se contaba (y quizás aún no se cuenta) con un marco institucional para el desarrollo agrícola capaz de apoyar a los pequeños productores en la adopción de dicha tecnología y por otra parte, la concentración de los recursos, principalmente tierra y capital en poder de un pequeño grupo con acciones monopólicas.

En relación a la pregunta antes planteada, se puede decir, que en los últimos años ha venido cambiando la orientación en la investigación, de tal manera que tome en cuenta las condiciones ecológicas y económicas del pequeño productor. Para ello se está optando en realizar la investigación de los cultivos en los propios predios de los

productores, así se tiene que en los últimos 4 años, el 54% de los experimentos que llevó a cabo el INIA, fueron puestos en las propias parcelas de los productores y con la participación de los mismos.<sup>7</sup>

Con este nuevo enfoque se han obtenido ya algunos resultados y como ejemplo de ello se pueden mencionar algunos casos. Se tiene que en el Campo Experimental de la Sierra Tarasca, Michoacán<sup>8</sup> se han encontrado nuevos sistemas de producción en asociaciones maíz-calabaza y maíz-frijol que permiten obtener mayores rendimientos por unidad de superficie.

En el caso del sistema maíz-frijol se ha logrado incrementar el rendimiento de 470 kg/ha a 1 580 en maíz y de 370 kg/ha a 610 kg en frijol. Los nuevos sistemas de producción consisten básicamente en modificar la fertilidad del suelo usando fertilizantes químicos y con modificaciones en las densidades de siembra pero sin cambiar las variedades regionales.

Otro ejemplo que se puede mencionar es el reporte que hace el Campo Experimental del Valle de México. Según éste, en 1979 se concluyeron los trabajos de investigación con dos líneas de trigo que se liberaron como nuevas variedades trigueras de temporal: la Línea Texcoco y la PC-30, los cuales superan en capacidad de rendimiento a las variedades comúnmente sembradas, además de que son resistentes a los chahuixtles (royas), poseen buenas características agronómicas y son tolerantes a ciertos grados de sequía.

Estos datos dan una idea de que se está tratando de llevar a cabo la investigación considerando las condiciones ecológicas y económicas de los productores, otra forma de visualizar es observando el mapa en el que se observa la distribución de los campos experimentales del INIA que prácticamente ya cubren todas las áreas ecológicas del país.

## 2. El concepto de tecnología y cambio tecnológico en la empresa

Es necesario precisar los conceptos de tecnología y cambio tecnológico que se ha estado usando en este artículo. Se entiende por tecnología, al conjunto de la información requerida para el diseño de productos, procesos y plantas productoras, así como el conocimiento operativo necesario para producir estos productos, mejorar dichos procesos, manejar y construir las plantas.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> INIA, *Notinia*. Órgano Informativo del INIA. Vol. 16, No. 1, enero, 1981.

<sup>8</sup> INIA, *Aportaciones del INIA a la agricultura mexicana en 1979*, junio, 1980.

<sup>9</sup> Taitel, Simon, "Acerca del concepto de tecnología apropiada para los

El mismo autor distingue la tecnología de la técnica, diciendo que esta última es la relación existente entre los insumos o factores de la producción y el producto. Esta relación se expresa por medio de una función de producción y que cuando se presenta un cambio o progreso tecnológico es equivalente a una traslación de la función de producción, implicando un aumento en la eficiencia, es decir, menor cantidad de alguno de los insumos es requerido para producir la misma cantidad de producto o, alternativamente, con la misma cantidad de insumos, puede producirse una mayor cantidad de producto.

Schultz<sup>10</sup> define el cambio tecnológico como la adopción de un nuevo factor productivo cuyo uso ha pasado a ser económico. Para que exista un desplazamiento de la función hacia arriba es necesario que entren en juego los efectos de por lo menos un factor nuevo.

Normalmente se supone que una función de producción representa una tecnología determinada que no cambia durante el periodo bajo examen. Éste es un análisis estrictamente estático. Este fenómeno fue observado sólo quizás en algunas sociedades primitivas, en las que la producción era casi totalmente agraria y llevada a cabo por unidades familiares generalmente auto-suficientes y en las que la tecnología se limitaba a métodos y herramientas primitivas que variaban poco a lo largo del tiempo. Pero realmente hay un cambio tecnológico a través del tiempo y resulta de interés clasificar la naturaleza de este cambio.

Hicks<sup>11</sup> definió el cambio tecnológico como empleador de capital, neutral, o empleador de trabajo, según que la tasa marginal de sustitución técnica del capital en lugar del trabajo disminuye, permanezca constante, o aumente, en la razón capital trabajo prevaleciente originalmente. En otras palabras, si el cambio tecnológico aumenta el producto marginal del capital más que el producto marginal del trabajo, el cambio será empleador de capital, porque los productores tendrán un incentivo para emplear más capital con respecto al trabajo. El mismo tipo de argumento se aplica al cambio tecnológico empleador de trabajo y al neutral.

Shapiro<sup>12</sup> dice que un cambio tecnológico se define como el cambio que da lugar a un desplazamiento de la función de producción.

países menos industrializados". *El Trimestre Económico*, Vol. XLIII (3), No. 171.

<sup>10</sup> Schultz, T. W., *Modernización de la agricultura*. Editorial Aguilar, Madrid, 1967.

<sup>11</sup> Hicks, J. R., *The theory of wages*, 2a. Ed. (London: Mc Millan and Co., 1963).

<sup>12</sup> Shapiro, E., *Análisis macroeconómico*. Ediciones Ice, 1979.

La esencia del concepto de la función de producción es que numerosas combinaciones alternativas de insumos pueden producir el mismo nivel de producción. Los únicos cambios tecnológicos con sentido económico son los que permiten la obtención de una producción dada con menor cantidad de los factores, o la producción de un mayor producto sin variar las cantidades de los factores.

El cambio tecnológico puede aumentar el factor capital por unidad de producto y disminuir el factor trabajo. Si la reducción del gasto en trabajo es superior al aumento de gasto en el factor capital, por unidad de producto, el cambio tiene sentido económico. Pero también puede disminuir el factor capital y aumentar el factor trabajo por unidad de producto. Lo mismo que antes, si la reducción en el gasto del factor capital es superior al aumento de gasto del factor trabajo por unidad de producto se tiene un cambio tecnológico con sentido económico. Finalmente, un cambio tecnológico puede disminuir tanto el factor capital como el factor trabajo por unidad de producto, aunque no necesariamente en la misma proporción. Si la reducción es en la misma proporción, se tiene lo que se llama un cambio tecnológico neutral. De acuerdo con esta definición se tienen tres posibilidades de cambio tecnológico.

- i) Aumento de la relación capital-producto y disminución de la relación trabajo producto.
- ii) Disminución de la relación capital producto y aumento de la relación trabajo producto.
- iii) Disminución de la relación capital producto y de la relación trabajo producto.

Doll<sup>13</sup> habla del impacto de la tecnología sobre las granjas. Dice que el cambio tecnológico puede originar el reemplazo de unos insumos por otros nuevos o mejorar los ya existentes y puede por otra parte, afectar el proceso productivo. La introducción de fertilizantes representa un nuevo insumo, mientras que un híbrido representa el mejoramiento de una práctica establecida.

Como el cambio tecnológico es por el lado de un nuevo insumo, este insumo tendrá una función de producción y un costo unitario, por lo tanto, el empresario podrá igualar el valor del producto marginal del insumo con el costo unitario. En este caso el resultado del cambio tecnológico será un incremento en el producto, en los costos, en el ingreso y en el beneficio.

<sup>13</sup> Doll, P. J. and Frank Orazem, *Production Economics. Theory with applications*. Grid. Inc., Columbus, Ohio, 1978.

Si el nuevo insumo reemplaza al insumo previamente usado en el proceso productivo y si tiene la misma función de producción entonces el nuevo insumo sustituirá al anterior solamente si tiene un menor costo. En tal caso podría ser llamada tecnología de reducción de costo. Si el producto se mantiene constante, los costos serán menores y el beneficio del empresario se incrementará.

En la agricultura la tecnología se clasifica en cuatro categorías:<sup>14</sup>

- a) Mecánicas (tractores, cosechadoras, molinos de viento).
- b) Biológicas (semillas mejoradas y nuevas razas de ganado).
- c) Químicas (fertilizantes, insecticidas), y
- d) Agronómicas (técnicas de cultivos y de administración).

Estas categorías tecnológicas pueden caracterizarse en términos de su impacto sobre la tasa marginal de sustitución técnica entre el capital, la mano de obra, la administración y sobre el nivel de rendimiento.

A su vez, la administración se distingue entre administración de campo y administración de gerencia. La primera consiste en la supervisión directa de las actividades de la finca, mientras que la segunda involucra las decisiones hechas sobre la elección de actividades y de técnicas, como son las decisiones sobre la inversión, la administración fiscal y financiera y las actividades comerciales.

Las innovaciones mecánicas elevan la productividad de la mano de obra, principalmente porque permiten incrementar el número de unidades de tierra por trabajador, bajando los costos de mano de obra y reducen la necesidad de la administración en el campo. Por otra parte, las necesidades de administración de gerencia pueden aumentar ligeramente, a medida que la empresa agrícola vaya volviéndose más intensiva en el uso de capital.

Las innovaciones biológicas, son en cierta medida neutrales con respecto a cambiar las necesidades de mano de obra y de administración, tienden a usar capital y son moderadamente propensas a incrementar rendimientos cuando se aplican por separado de un conjunto completo de tecnología.

Las innovaciones químicas se orientan a mejorar rendimientos, ahorran tierra y permiten la sustitución de tierra por capital y mano de obra. En consecuencia, aumentan fuertemente el uso de los dos

<sup>14</sup> Villa Issa, M., *El Mercado de Trabajo y la adopción de tecnología nueva de producción agrícola. El caso del Plan Puebla*. Centro de Economía Agrícola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1976.

últimos insumos y en combinación con las innovaciones biológicas, requieren más administración de campo y de gerencia por unidad de superficie.

Por último, las innovaciones agronómicas utilizan más mano de obra y ahorran tierra. Como las químicas, aumentan fuertemente los rendimientos.

El conjunto de tecnologías biológicas, químicas y agronómicas tienden a usar más mano de obra y administración en el campo aumentando los rendimientos. Por el contrario las innovaciones mecánicas requieren administración de gerencia pero ahorran mano de obra en el campo aumentando sólo ligeramente los rendimientos.

### 3. Uso de la tecnología agrícola en El Bajío

El análisis del uso de la tecnología que a continuación se presenta, se refiere fundamentalmente al cultivo del trigo y para el Distrito de Riego No. 11, Guanajuato,\* donde se concentra la mayor parte de la producción de trigo en el Bajío.

Los datos fueron obtenidos a base de una muestra de 300 productores de trigo y mediante un cuestionario previamente elaborado. La información obtenida se refiere al ciclo agrícola 1976-1977.

#### 3.1. Uso de variedades de trigo y de nitrógeno

Las variedades más empleadas en el año de la encuesta son las precoces (potam y roque) sembradas por el 66% de los productores entrevistados. Las que siguen en importancia son las intermedias con el 23%, y por último se encuentran las variedades tardías representando el 11% de los productores (cuadro No. 1).

CUADRO 1  
PRECOCIDAD DE LAS VARIEDADES SEMBRADAS

Variedad	Entrevistados	%
Tardías	33	11
Intermedias	63	23
Precoces	198	66
Total	294	100

FUENTE: Encuesta directa.

\* El Distrito de Riego No. 11 de Guanajuato cuenta con 100 460 ha. y está dividido en 7 unidades de riego. El ciclo 1976-77 se habían sembrado 43 000 ha. con trigo.

En lo relativo a los niveles de uso de la semilla, se encontró que apenas el 0.7% de los productores siembran conforme la recomendación (el Campo Experimental recomienda 100 kg/ha de semilla). El 2.3% de los entrevistados siembran de 100 a 120 kg de semilla por hectárea. Se puede decir que aún éstos están dentro de lo recomendado, ya que cantidades más elevadas no tienen efecto en los rendimientos.

El siguiente grupo tiene una densidad de siembra de 120.1 a 140 kg/ha. Este grupo representa el 5% de los entrevistados; el 16.7% de los productores que se entrevistaron siembran de 140.1 a 160 kg/ha de semilla. El 17% siembran de 160.1 a 180 kg/ha de semilla. El 48% siembran de 180.1 a 200 kg. Este grupo está usando lo doble de la cantidad recomendada. El 10.3% de los productores están empleando más de 200 kg/ha de semilla.

En el caso de los fertilizantes y en especial del nitrógeno se observa el mismo fenómeno que en el uso de las semillas. Es decir, el nivel de uso rebasa en mucho al recomendado (cuadro No. 2). La recomendación dice que deben emplearse 180 kg de nitrógeno por hectárea.\* En este caso el grupo que más se aproxima a la recomendación es el que se encuentra entre 175 a 200 kg/ha y representa apenas el 19.9% de los productores. El 15.6% emplea niveles de nitrógeno por abajo de la recomendación y el 64.5% se encuentra por arriba con un promedio de 267 kg/ha de nitrógeno.

CUADRO 2

## DOSIS DE NITRÓGENO Y RENDIMIENTO POR HECTÁREA DEL CULTIVO DE TRIGO

<i>Kg. de nitrógeno por estratos</i>	<i>Entrevistados (%)</i>	<i>Nitrógeno (kg/ha)</i>	<i>Rendimiento (ton/ha)</i>
Menos de 100	0.7	67	3.0
100.1 — 125	4.0	115	3.5
125.1 — 150	5.1	137	3.8
150.1 — 175	5.8	163	3.2
175.1 — 200	19.0	181	3.6
200.1 — 225	8.3	207	3.7
225.1 — 250	12.0	231	3.6
250.1 — 275	13.8	287	3.1
275.1 — más	14.8	350	3.8

FUENTE: Encuesta directa.

\* Estas recomendaciones corresponden al ciclo agrícola 1976-1977, al que se refiere también la encuesta.

Observando la columna de rendimientos se nota que no siguen una tendencia a incrementarse a niveles mayores de nitrógeno. Esto hace suponer que existe una gran variación en la fertilidad del suelo, lo que se refleja a su vez en una fuerte variación en los niveles de uso del nitrógeno para obtener rendimientos relativamente constantes.

3.2. *Uso de insecticidas y herbicidas*

El herbicida más usado para hierbas de hoja ancha es el 2-4-D Amina y la dosis varía de uno a dos litros, según la incidencia de la maleza. La avena silvestre y el alpiste son también malezas y no son controladas por el herbicida para hoja ancha. Para su control se recomiendan otros productos como el Mataven, Finaven y Suffix, pero su uso no fue reportado por los productores durante la encuesta, lo que indica que estos productos no han sido divulgados todavía.

El insecticida más usado por los productores de trigo en esta región, es el Folidol en polvo y la dosis es por lo regular de 25 kg/ha y sirve para controlar dos tipos de pulgones: el del follaje y el de la espiga.

3.3. *La función tecnológica*

Como se ha dicho anteriormente, una tecnología dada se puede expresar mediante una función tecnológica que relaciona el nivel del producto con los niveles de uso de los insumos empleados en la producción. En el presente caso se ensayaron varias funciones tecnológicas relacionado el rendimiento y las variables más importante de acuerdo con su participación en los costos de producción y que son los siguientes: rendimiento de trigo (ton/ha), nitrógeno (kg/ha), semilla (kg/ha) uso de fósforo (sí, no), uso de herbicidas (sí, no) y uso de insecticidas (sí, no).

Se obtuvieron resultados "satisfactorios" desde el punto de vista estadístico, sólo cuando se estratificó por unidades de riego y cuando se involucraron otras variables de tipo agronómico (tecnologías agrícolas). Hay que subrayar que no se logró obtener una misma función tecnológica para cada uno de los estratos. Este hecho puede estar indicando que hay una gran variación en la fertilidad de suelo, clima y quizás manejo del cultivo entre las unidades de riego, lo que hace que algunos insumos o factores sean importantes para algún estrato pero no así para otros.

Una de las funciones tecnológicas que se obtuvo es la siguiente y que corresponde a la unidad de riego "Abasolo":

$$Y = 6.73 + 0.044825N - 0.000032N^2 + 1.91399R - 0.005905NR$$

Error estándar	(0.138005)	(0.000014)	(0.536557)	(0.002374)
Prob t	0.0021	0.0331	0.0008	0.0163
$R^2 = .334$ , $F = 6.15$ , 54 observaciones				

Donde  $Y$  = rendimiento de trigo (ton/ha),  $N$  = nitrógeno (kg/ha),  $R$  = número de riegos y  $NR$  = interacción kg de nitrógeno y número de riegos.

La función tecnológica obtenida tiene rendimientos decrecientes, la cual implica que se obtiene un máximo de producto a cierto nivel de nitrógeno. Aplicando diferenciación parcial se obtiene el producto marginal.

$$\frac{Y}{N} = 0.044825 - 0.000064N - 0.005905R$$

Para la obtención del nivel del nitrógeno debe igualarse el producto marginal con la relación de precios unitarios del insumo y del producto. En este caso se tiene:

$$0.044825 - 0.000064N - 0.005905R \quad (4.5) = \frac{5.15^*}{2250}$$

resolviendo para  $N$ . se tiene:

$$N = 249.$$

Esto está indicando que con 249 kg de nitrógeno por hectárea, el productor de trigo se encuentra en equilibrio. Este resultado hay que considerarlo con ciertas reservas. En primer lugar, hay que señalar que aunque los coeficientes en conjunto y en forma separada son significativos, las variables que componen la función tecnológica apenas explican el (0.33) de la variación de los rendimientos. Otro aspecto que debe señalarse es que al precio del nitrógeno no se le está incluyendo los costos de flete y los de aplicación.

Es necesario hacer notar el alto nivel de nitrógeno que se requiere para explotar el potencial de rendimiento de las nuevas variedades. Además, estas variedades exigen que todos los demás factores sean

\* 5.15 = precio del kg de nitrógeno, 2 250 = precio de la ton. de trigo y 4.5 = número promedio de riegos.

llevados a su nivel "óptimo" lo que hace que los costos se eleven por cada hectárea cultivada.

Bajo estas circunstancias, es fácil entender que los pequeños productores privados y la mayoría de los ejidatarios no están en condiciones de hacer tan altas inversiones, por lo que se ven obligados a entregar sus predios a los dueños del capital y aquéllos se convierten en peones de sus propias parcelas.

Vale la pena recordar que si bien la tecnificación en el campo puede ser una condición necesaria para el desarrollo, pero no es suficiente, si por desarrollo se ha de entender una serie de cambios en el modo de vida de la población (en este caso rural). El adelanto de una parte del sector agrícola podrá ser un elemento en el aumento del bienestar de la mayoría del sector rural, sin embargo, también puede ser simplemente como un instrumento mediante el cual algunos grupos se apropian una parte cada vez más desproporcionada del ingreso.

#### 4. Conclusiones

Algunas conclusiones que se pueden destacar son las siguientes:

- i) La tecnología agrícola generada por la investigación que ha logrado incrementar la productividad de la tierra y la mano de obra del sector agrícola en su conjunto, no ha sido capaz de beneficiar a la mayoría de los productores. Este hecho se debe principalmente por la estructura de tenencia de los recursos productivos que prevalece en la agricultura y no porque la investigación esté estrictamente dirigida hacia un solo grupo de productores agrícolas.
- ii) Según algunos hechos mencionados, se puede estar seguro que últimamente la investigación agrícola se está orientando hacia áreas temporales deficientes. Sin embargo, tampoco garantiza beneficiar a la mayoría de productores de estas áreas ecológicas, pues aún en éstas, no hay una distribución equitativa de los recursos económicos, por lo tanto habrá productores con mayor capacidad de riesgo (los que tienen mayor cantidad y calidad de los recursos) y podrán adoptar más rápido los resultados de la investigación.
- iii) Los rendimientos potenciales o experimentales que ha obtenido el Campo Experimental de Roque, Guanajuato, sobrepasan las 9 ton/ha, para algunas de las nuevas variedades de

trigo, sin embargo, requieren de altas dosis de nitrógeno y que todos los demás factores del paquete tecnológico sean llevados a su nivel "óptimo", elevando grandemente los costos de producción. Esto hace que gran número de pequeños productores no puedan sembrar este cultivo y entregan sus predios a los dueños del capital convirtiéndose así en peones de sus propios predios.

- iv) En relación a la aplicación de la tecnología en trigo en el Distrito de Riego No. 11 de Guanajuato, los productores de este cultivo tienen la tendencia de aplicar niveles de insumos mayores que lo que recomienda el campo experimental que opera en la región. Esto se debe principalmente, porque no pueden llevar a su nivel "óptimo" los demás factores, por lo que estas deficiencias las tratan de suplir con mayores cantidades de los demás insumos. Por otra parte, hay que recordar que la producción de trigo se lleva a cabo principalmente en grandes explotaciones para que resulte atractivo desde el punto de vista económico; ya que sólo así se pueden aprovechar las ventajas de las economías de escala que exige el cultivo de cereales.

**SUMMARY:** The employment impact of different technologies in agriculture is analyzed in a case study Irrigated District no. 11 in Guanajuato. The first part of the article outlines the development of agricultural research in Mexico between 1930 and the present, considering the impact of the INIA and the characteristics, orientation and recipients of the technologies generated. The second part attempts to specify the concepts of technology and technological change in microeconomic terms. Finally, several production functions are constructed based on a survey of 300 wheat producers in the Bajío Region, in order to understand why or

**RÉSUMÉ:** Les répercussions de l'emploi de différentes technologies dans l'agriculture sont analysées en prenant comme exemple le cas de la Zone d'Arrosage (Distrito de Riego) No. 11 a Guanajuato. Dans la première partie, l'auteur fait une synthèse du développement de la recherche agricole au Mexique à partir de la création du Département de Stations Expérimentales pendant les années trente jusqu'aux contributions plus récentes de l'INIA, tout en soulignant l'orientation, caractéristiques et bénéficiaires des différentes technologies mises en place.

Dans la deuxième partie, l'auteur essaie de préciser des con-

why not agricultural recommendations are applied.

cepts tels que celui de technologie et changement technologique par rapport à ses implications micro-économiques. En dernier lieu, sont construites plusieurs fonctions de production, dont le fondement empirique est une enquête réalisée sur le cas de 300 producteurs de blé du Bajío, qui ont comme but la connaissance des résultats de l'application ou non des recommandations agricoles.