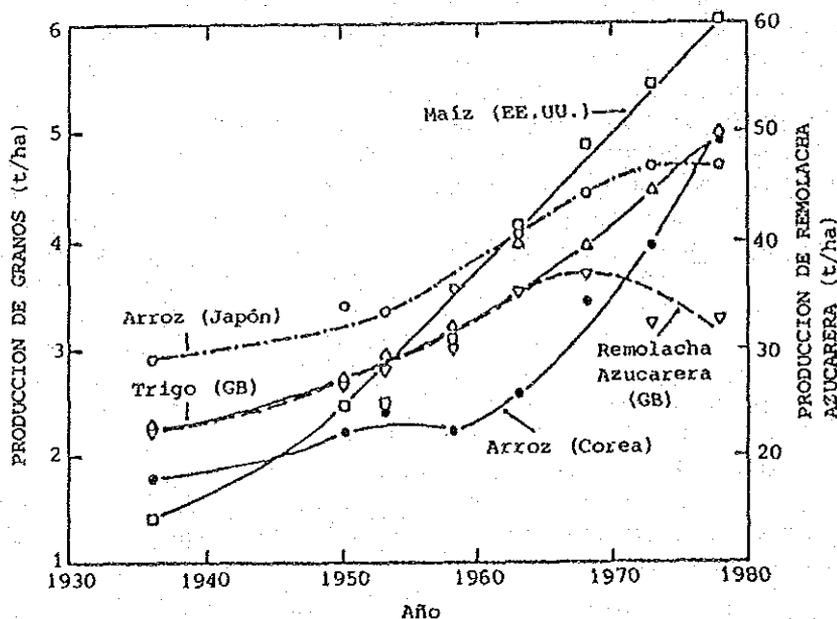


1-2-2 Desarrollo de la Biotecnología Agrícola en el Japón

En cualquier programa de investigación y desarrollo agrícola, resulta importante tener en cuenta el progreso de la agricultura en una región determinada para la cual se ha diseñado específicamente el programa. Resulta en extremo importante tener en cuenta que los fundamentos de lo que denominamos Agricultura moderna, con sus elevados niveles de productividad, se establecieron hace menos de 100 años, aún en los países desarrollados.

Con respecto al desarrollo de la productividad del cultivo en la Agricultura Japonesa, tomando el arroz como patrón, se registró un aumento significativo en la productividad durante los años 1950 a 1975, tal como se indica en la Figura II-1-2. Este incremento en la productividad puede atribuirse, en parte, a las mejoras en rendimiento. La productividad a partir de 1975, sin embargo, disminuyó, no debido a dificultades técnicas sino por razones económicas. La superproducción de arroz, frente al consumo en Japón, tuvo un efecto adverso sobre la introducción de variedades de alto rendimiento. Aún bajo tales circunstancias, los esfuerzos respecto de la crianza de plantas continuaron. El Cuadro II-1-2 indica el número de variedades de plantas desarrolladas por Institutos Nacionales de Investigación.

Figura II-1-2 Evolución de los Rendimientos Nacionales de Cultivos Seleccionados



Fuente: Pleum, Ingeniería Genética de las Plantas, 1983

Nota: Los valores para maíz en E.E. U.U. (□); trigo (Δ) y remolacha azucarera (▽) en Gran Bretaña, y arroz lluvia-alimentado (paddy x 0,8) en Japón (○) y el de la República de Corea (●), se basan en promedios calculados por períodos de 5 años sucesivos.

Cuadro II-1-2 Nuevas Variedades Registradas, Desarrolladas por los Institutos de Investigación del Sector Público (hasta el 1° de Noviembre de 1984)

Cultivos	N° de Variedades	Cultivos	N° de Variedades
Arroz con riego (paddy)	316	Cebolla	2
Arroz lluvia-alimentado	53	Arveja	8
Trigo	129	Berenjena	2
Cebada vestida	29	Bergamota	4
Cebada desnuda	29	Otros cítricos	5
Cebada con espiga en 2 hileras (cervecera)	9	Manzana	6
Avena	5	Durazno	13
Maíz	30	Pera	11
Poroto de Soja	80	Caqui	2
Batata	36	Castaña	5
Papa	29	Uva	2
Maní	8	Níspero	1
Poroto colorado	4	Tulipán	13
Semilla de nabo	44	Lila	4
Menta	11	Crisantemo	3
Junco	6	Rye grass italiano	10
Lino	4	Alfalfa	3
Algodón	9	Bahía	3
Remolacha	15	Orchard grass	5
Caña de azúcar	4	Fleo	4
Té	34	Trébol rojo	2
Grosellas	8	Trébol blanco	3
Tomate	20	Sorgo	3
Frutilla	15	Nabo	3
Pimiento dulce	1	Rye Grass perenne	3
Pepino	5	Otros	13
Pimiento colorado	3		
Melón	2		
Repollo chino	2	Total	1.074

Fuente: Consejo de Investigación Agrícola, Forestal y Pesquera, Manual de Investigación sobre Agricultura, Silvicultura y Pesca AF 1984, Tokio 1985.

Se continuó también con la investigación respecto de nueva tecnología para la crianza de plantas. En el Cuadro II-1-3 se indican los logros alcanzados en biotecnología en las áreas de agricultura y alimentación en Japón. En 1968, el National Plant Virus Research Institute (Instituto Nacional de Investigación de Virus Vegetales) consiguió por primera vez en el mundo, aislar una gran cantidad de protoplastos mesófilos de las hojas del tabaco por medio de la utilización de enzimas. Los tejidos de la hoja se tratan con pectinasa y las células del tabaco se desintegran hasta formar células individuales separadas. Estas células individuales del tabaco se tratan luego con celulasa con el objeto de disolver las paredes de las células y formar protoplastos. Los protoplastos preparados de esta manera pueden ser infectados fácilmente por los virus y se convierten así en herramientas importantes para la investigación de virus vegetales.

Además, los protoplastos del tabaco desempeñan, en la actualidad, otro rol importante respecto de la investigación de crianza de plantas. Estos protoplastos, al ser cultivados en condiciones adecuadas, sufren un proceso de división y multiplicación. Las células, continúan multiplicándose hasta formar nuevamente la planta original. Esto significa que el protoplasto del tabaco puede regenerarse hasta formar una planta completa. Este importante hallazgo ha proporcionado el fundamento de que los protoplastos pueden servir como materiales experimentales útiles no sólo en el área de investigación de virus sino también en la investigación genética y de crianza de las plantas.

Debido a que los protoplastos de las plantas son células únicas sin pared celular pueden utilizarse como un sistema para introducir material genético extraño a las células de la planta. Además, los protoplastos híbridos pueden formarse también por fusión de protoplastos. A partir de este hallazgo, se han aislado protoplastos de varios órganos, tejidos y células de cultivos de muchas plantas aparte del tabaco. Se espera que los estudios llevados a cabo sobre protoplastos que derivan de especies diferentes de plantas, conduzcan al desarrollo de métodos y técnicas nuevas para la crianza de plantas, sin tener que recurrir a la hibridación sexual. Por lo general, la crianza de las especies debe atravesar por una serie de etapas: (a) ampliar la variabilidad genética por medio de la cruce o mutación, (b) seleccionar aquellas que presentan caracteres útiles, (c) asegurar la estabilidad hereditaria con el propósito de obtener productos uniformes, y (d) producir una cantidad determinada de plántulas. Generalmente toma una cantidad de tiempo considerable el completar las etapas totalmente. Con el propósito de resolver los límites de tiempo y de acelerar el proceso de crianza, se han realizado esfuerzos para desarrollar técnicas con las cuales se trabaja tomando la célula como base.

El cultivo de antera es una técnica por medio de la cual puede obtenerse una planta directamente a partir del polen, sin fertilización. Teóricamente, la técnica puede aplicarse a todas las plantas que se reproducen por semilla. Por lo general las plantas tienen dos juegos de cromosomas, pero aquéllas que se originan directamente del polen son aploides, que tienen sólo un juego de cromosomas. Sin embargo, pueden convertirse en diploides homocigotas tratándolas con colchicina o algún

Cuadro II-1-3 Técnicas Principales en Biotecnología Agrícola y Logros Obtenidos en Japón (Sector Público)

1. Manipulación Genética.

1-1 Recombinación Genética (ADN recombinante)

Logros Principales:

- Producción de transcriptasa inversa por levaduras.
- Desarrollo de vectores binarios por el ADN recombinante de la planta.
- Determinación de la configuración básica, completa, de un virus atenuado del tomate y la identificación de la estructura básica para lograr la atenuación.

1-2 Fusión Celular

Logros Principales:

- Creación de cuerpos de plantas fértiles a partir de células fusionadas de especies de tomate cultivadas y salvajes.
- Creación de cuerpos de plantas a partir de células fusionadas de naranja y naranja trifoliada (*Citrus trifoliata*).
- Regeneración de cuerpos de plantas a partir de protoplastos de arroz.
- Diferenciación y regeneración de himenocarpios a partir de células fusionadas de cepas hesterogéneas de "INKY CAP" (variedad de hongo del género *Coprinus*).
- Creación de híbridos interespecíficos de tabaco.
- Producción de anticuerpos monoclonales para el virus de la gripe porcina.

1-3 Transplantes del Núcleo

Logros Principales:

- Alumbramiento de mellizos idénticos por desdoblamiento artificial de embriones (ganado vacuno y cabras).
- Producción de ganado vacuno de alto rendimiento por medio de trasplante de embrión.
- Clonación quimérica de ratón y gusano de seda por medio de manipulación de embrión.

1-4 Manipulación de Cromosomas

Logros Principales:

- Desarrollo artificial de hembras, en especies de peces (carpa, locha, lenguado, trucha arco iris).

2. Cultivo de células

2-1 Cultivo de célula y tejido

Logros Principales:

- Cultivo de cigota inmaduro de ganado vacuno y su fecundación por medio de inseminación in vitro.
- Desarrollo del método para crear primordios de brotes de espárragos por medios de cultivos rotativos en medio líquido.
- Desarrollo de método para cultivo de masa de células animales por medio de portador microsómico flotante (para producción de vacunas).
- Producción de plántulas de frutilla, ajo, clavel, etc. libres de virus.
- Cultivo de virus de la anemia infecciosa en equinos y desarrollo del método de diagnóstico de animales infectados.

2-2 Cultivo de antera

Logros Principales:

- Desarrollo de plantas madres intermedias y cepas útiles de paddy.
- Creación de cepas de alto rendimiento de frutilla.

2-3 Cultivo de embrión

- Creación de una nueva especie vegetal denominada "Hakuran" a partir de repollo (Brassica oleracea) y repollo chino (brassica compestris)
- Hibridación Intergenérica de tomate y una Solanaceae salvaje.

3. Utilización de microorganismos y Enzimas

3-1 Avances en la utilización de microorganismos y Enzimas.

Logros Principales:

- Desarrollo del método de fabricación de azúcar isomerizada por medio de glucosa isomerasa.
- Descubrimiento de una enzima altamente activa en el desdoblamiento del almidón crudo para sacarificación, con ahorro de energía.
- Desarrollo de un nuevo método de producción de ciclo dextrina y su aplicación en el procesamiento de alimentos.

3-2 Biorreactores (enzimas y microorganismos para inmovilización).

- Desarrollo de nuevos métodos de enzimas y microorganismos inmovilizantes por polimerización, por radiación.
- Inmovilización de celulosa por medio de fijación con metal.

Fuente: Consejo de Investigación de Agricultura, Silvicultura y Pesca.

otro producto químico. Por medio de esta técnica fue posible asegurar la fijación genética en un período corto de tiempo de aproximadamente 1 a 2 años, lo que de otra manera requeriría una cantidad de tiempo mucho mayor; de esta forma se contribuye en gran medida al progreso de la crianza de plantas.

El cultivo de antera se ha aplicado a la crianza de nuevas variedades de arroz, así como también de tabaco. Es ampliamente conocido el hecho de que las mutaciones con frecuencia ocurren en un número de cromosomas, y se halló que mutaciones de genes ocurrieron con bastante frecuencia en el caso del arroz. Debido a que la frecuencia de mutaciones puede compararse con aquella causada por tratamientos de radiación, se considera que el cultivo de células es un método de utilidad para producir mutantes. Como las mutaciones ocurren con frecuencia, la selección de características útiles específicas puede ser factible modificando las condiciones para el cultivo de las células. Se han realizado esfuerzos con el propósito de seleccionar mutantes para aumentar la tolerancia al medio ambiente, la capacidad de fotosíntesis y los ingredientes útiles.

Es importante asegurar la perfección y uniformidad de las plántulas con el propósito de aumentar la productividad de plantas que se propagan en forma vegetativa. Debido a que muchas plantas que se propagan en forma vegetativa pueden ser infectadas por virus, el cultivo de antera se ha empleado con éxito a los efectos de propagar, por ej. frutillas libres de virus.

Tal como se describe anteriormente, se espera que las técnicas de cultivo de célula y antera produzcan de manera eficiente, y dentro de un tiempo y espacio limitados, nuevas variedades que posean las propiedades deseadas difíciles de obtener por métodos y técnicas de crianza convencionales.

Se han logrado también algunos progresos en el área de la industria animal. El Instituto Nacional de Industria Animal y algunas estaciones experimentales locales han estado conduciendo investigaciones con respecto a la llamada implantación del huevo fecundado, y han logrado, con éxito, el alumbramiento de mellizos de ganado vacuno y cabras a partir de huevos fecundados, divididos artificialmente. Se espera que esta técnica sea utilizada en gran medida por los creadores de animales, a corto plazo. La producción de vacunos también es uno de los objetivos importantes que la industria ganadera espera alcanzar y el Instituto Nacional de Salud Animal logró realizar con éxito, cultivos de tejidos con virus de anemia infecciosa en equinos por primera vez en el mundo y así desarrollaron un método de diagnóstico efectivo (inmunoprecipitación) de caballos infectados. Algunas compañías privadas están también desarrollando vacunas y técnicas de diagnóstico para animales por medio de la utilización de biotecnología.

Uno de los éxitos del desarrollo de la biotecnología logrados en la Industria Alimentaria se registra en el área de biorreactores. Japón ha sido uno de los países líderes en la industria de fermentación, y en la actualidad, es uno de los más avanzados respecto de la enzima

inmovilizada o tecnología del sistema celular. Esta tecnología se utiliza de manera exitosa para la producción de fructosa a partir de glucosa por medio de glucosa isomerasa inmovilizada.

1-2-3 Características de la Investigación Agrícola en el Japón

En el Cuadro II-1-4 se indican el gasto en inversión y desarrollo, clasificados por área, en las organizaciones dedicadas a la investigación correspondientes a diversos sectores del Japón. La suma total de dinero destinada a investigación agrícola alcanza un tercio de la invertida en ingeniería. Tal como se mencionó en el presente informe, el desarrollo de los cultivos principales, que no incluye vegetales y frutas, ha sido llevado a cabo por el Sector Público del Japón. Como se observa en el Cuadro, un total de 164.636 millones de yenes se destinó a la investigación y desarrollo agrícola, por los gobiernos central y local en el año fiscal 1984. La cifra representa el 94% de la suma total destinada a la investigación agrícola. El sector privado invirtió un total de 274.987 millones de yenes destinados a investigación y desarrollo en el año fiscal 1984; sin embargo, sólo el 3,5% del dinero se destinó a la agricultura. Esto puede significar que la dimensión del mercado respecto de la agricultura no resulta atractiva como para que las industrias privadas tomen parte en la misma, en comparación con otras.

Sin embargo, en la actualidad esta situación se está modificando rápidamente debido a los progresos recientes alcanzados con respecto a la biotecnología moderna. El gobierno está tratando de captar la participación del sector privado en lo que respecta a la investigación agrícola debido a que se considera que el sector público necesita actualizarse con los desarrollos modernos de la tecnología por medio de la transferencia de tecnología del sector privado. Más aún, varias industrias privadas han demostrado un amplio interés en lo que respecta a las posibilidades de aplicar biotecnología a la agricultura, a la brevedad, en conjunto con los esfuerzos actuales del gobierno para flexibilizar la misma en materia de normas.

En el Cuadro II-1-5 se indica el gasto de investigación y desarrollo según el propósito del estudio. En general, la investigación agrícola está orientada a la investigación aplicada, y la investigación agrícola Japonesa se ha llevado a cabo ampliamente sobre esta base. Sin embargo, debido a los desarrollos alcanzados recientemente en la biotecnología moderna, se ha comenzado a enfatizarse la importancia de la investigación básica, y la investigación agrícola de Japón se encuentra actualmente en vías de transición, tendiendo a una estructura orientada a una investigación más básica que aquélla, de investigación aplicada.

Cuadro II-1-4 Gastos de Investigación y Desarrollo en
Diversos Sectores según el Area Científica

Millones ¥

Organi- zación/Área	Año Fiscal				
	1980	1981	1982	1983	1984
Total	717.612	848.834	894.310	915.254	976.102
Ciencia	215.208	236.389	240.118	270.066	277.743
Ingeniería	302.348	395.723	430.407	418.865	458.732
Agricultura	154.762	167.204	168.010	165.900	175.265
Salud	45.294	49.517	55.775	60.423	64.362
Gobierno Nacional	185.372	191.956	195.747	200.863	208.062
Ciencia	27.852	28.690	26.207	27.406	24.034
Ingeniería	96.140	98.854	105.639	111.852	116.404
Agricultura	45.096	47.173	44.859	42.961	45.738
Salud	16.284	17.239	19.043	18.604	19.886
Gobierno Local	165.966	177.702	177.766	178.222	185.658
Ciencia	16.934	16.215	12.804	12.608	12.952
Ingeniería	28.074	33.142	34.415	36.204	36.057
Agricultura	105.214	113.232	115.650	113.047	118.898
Salud	15.744	15.113	14.897	16.364	17.720
Privado	122.533	213.394	244.198	248.087	274.987
Ciencia	7.799	17.451	20.396	18.066	18.352
Ingeniería	97.595	172.740	195.212	195.499	220.088
Agricultura	3.873	6.038	6.755	9.065	9.791
Salud	13.266	17.165	21.835	25.456	26.756
Sociedades del Estado	243.742	265.783	276.599	288.082	307.396
Ciencia	162.624	174.034	180.711	211.986	222.405
Ingeniería	80.539	90.988	95.142	75.270	84.153
Agricultura	579	761	746	826	837
Salud	-	-	-	-	-

Fuente: Agencia de Ciencia y Tecnología, ed., Indicadores de Ciencia y Tecnología, Tokio 1985

Cuadro II-1-5 Gastos de Investigación y Desarrollo por Tipo de Tarea

Año Fiscal 1984

Tipo de Tarea Organización/Área	Total (Egresos)		Invest. Básica		Invest. Aplicada		Desarrollo	
	millones ¥	%	millones ¥	%	millones ¥	%	millones ¥	%
Total	951.167	100,0	124.464	13,1	289.185	30,4	537.518	56,5
Ciencia	275.696	100,0	25.304	9,2	43.781	15,9	206.610	74,9
Ingeniería	436.574	100,0	31.243	7,2	114.598	26,2	290.732	66,6
Agricultura	175.035	100,0	33.822	19,3	105.159	60,1	36.054	20,6
Salud	63.863	100,0	34.094	53,4	25.647	40,2	4.122	6,5
Gobierno Nacional	185.600	100,0	58.831	31,7	70.884	38,2	55.885	30,1
Ciencia	22.243	100,0	9.124	41,0	8.693	39,1	4.426	19,9
Ingeniería	97.733	100,0	15.970	16,3	39.405	40,3	42.357	43,3
Agricultura	45.738	100,0	20.961	45,8	17.896	39,1	6.880	15,0
Salud	19.886	100,0	12.775	64,2	4.589	24,6	2.222	11,2
Gobierno Local	184.746	100,0	25.582	13,8	117.911	63,8	41.252	22,3
Ciencia	12.721	100,0	2.909	22,9	8.769	68,9	1.043	8,2
Ingeniería	35.799	100,0	3.133	8,8	18.031	50,4	14.635	40,9
Agricultura	118.685	100,0	10.264	8,6	83.092	70,0	25.329	21,3
Salud	17.540	100,0	9.276	52,9	8.019	45,7	245	1,4
Privado	273.426	100,0	30.323	11,1	86.804	31,7	156.299	57,2
Ciencia	18.327	100,0	3.543	19,3	12.734	69,5	2.050	11,2
Ingeniería	218.888	100,0	12.140	5,5	57.161	26,1	149.587	68,3
Agricultura	9.775	100,0	2.597	26,6	4.170	42,7	3.008	30,8
Salud	26.436	100,0	12.043	45,6	12.738	48,2	1.654	6,3
Sociedades del Estado	307.396	100,0	9.728	3,2	13.586	4,4	284.082	92,4
Ciencia	222.405	100,0	9.728	4,4	13.586	6,1	199.091	89,5
Ingeniería	84.153	100,0	-	-	-	-	84.153	100,0
Agricultura	837	100,0	-	-	-	-	837	100,0
Salud	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Agencia de Ciencia y Tecnología, ed., Indicadores de Ciencia y Tecnología, Tokio, 1985

1-3 El Desarrollo de la Tecnología de Avanzada y su Aplicación en la Agricultura

Entre las tecnologías disponibles para aumentar la producción de alimentos, la crianza de plantas y animales ofrece grandes posibilidades. Por ejemplo, la aplicación de los principios genéticos al mejoramiento del maíz, ha representado la mitad del aumento del 300% de la producción que dicho cereal registrara en los Estados Unidos de América durante los últimos cincuenta años.

Tomando como base experiencias previas, las variedades de cultivos mejorados genéticamente por lo general ofrecen, el medio más efectivo en lo que concierne al costo, para mejorar las producciones. Asimismo se considera que puede producirse un aumento en el rendimiento de los cultivos a través de adelantos genéticos sin arriesgar un mayor uso de fertilizantes químicos y plaguicidas. Se considera que la biotecnología moderna, la cual consiste esencialmente en la ingeniería genética y en técnicas de cultivo de células, brinda nuevas herramientas para la producción de plantas y animales, además de las técnicas de crianza convencionales.

Sin embargo, se ha descubierto que la biotecnología moderna presenta nuevos problemas. En lo que respecta a la escasez de fondos, la biotecnología moderna compete con la crianza convencional de plantas y animales y demás esfuerzos de esa índole, que resultan importantes para la producción agrícola. La aplicación de la biotecnología moderna en la crianza de plantas y animales requiere que aquellos científicos que no están acostumbrados a trabajar en forma conjunta con los creadores de plantas y animales, coordinen sus esfuerzos con los de éstos últimos. La posibilidad de la ingeniería genética acentúa la importancia de preservar el plasma germinativo. Asimismo, la biotecnología moderna da lugar a nuevos cuestionamientos relacionados con la importancia de los esfuerzos de investigación mancomunados entre los sectores públicos y privados y, por consiguiente, la necesidad de establecer relaciones fructíferas y eficaces entre los mismos.

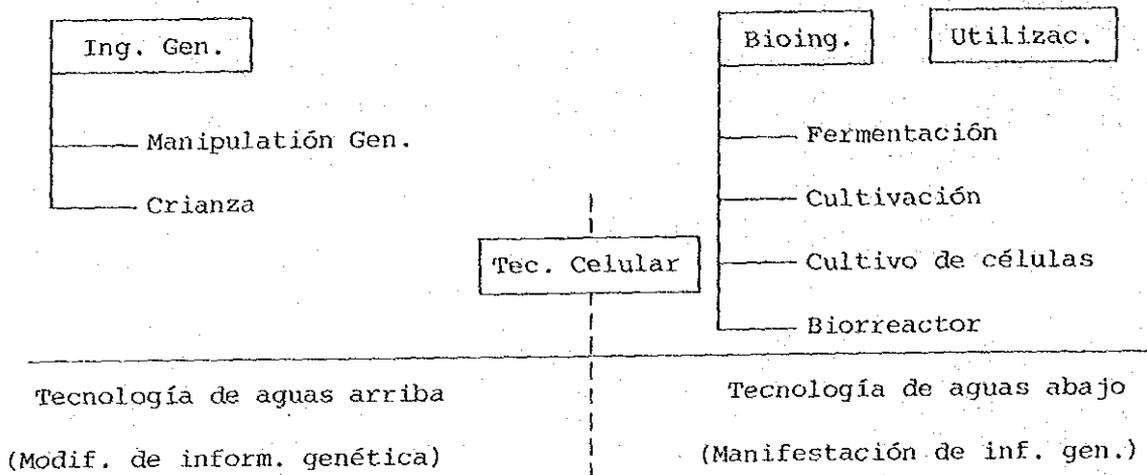
El Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca del Japón, ya ha tomado conciencia de estos problemas y ha emprendido una reorientación significativa con el propósito de implantar una nueva estructura de investigación que se adapte a los requerimientos del nuevo desarrollo tecnológico.

1-3-1 La Aplicación de la Biotecnología en la Agricultura

La biotecnología, como lo indica la Figura II-1-3 consiste esencialmente en tres grupos diferentes de tecnologías. Un grupo tiene por ejemplo introducir una nueva función o funciones a un organismo determinado. Dicho grupo incluye la ingeniería genética y la creación de variedades. El segundo grupo tiene por objeto elevar al máximo las funciones de diversos organismos vivientes a los efectos de producir materiales útiles a la humanidad. La agricultura y la cría de animales forman parte de este grupo tecnológico. El tercer grupo de tecnología

se encarga de utilizar diversos productos a través del bioprocesamiento y demás técnicas. En otras palabras, la biotecnología es un sistema de tecnologías que tiene el propósito expreso de utilizar las funciones biológicas al máximo, a través de la introducción y/o manifestación expresa de nueva información genética.

Figura II-1-3 Estructura de la Biotecnología



Fuente: Biotechnosystem Inc.

Las funciones de un organismo viviente se determinan esencialmente a través de su información genética interna. Un organismo viviente no puede expresar una función que no se encuentre incluida en la información genética que originalmente posee. Así, la tecnología de cultivo o de cría de ganado tiene por objeto inducir una máxima expresión de información genética proveniente de un cultivo o de un animal dado. La capacidad interior de un cultivo, determinada por su limitación genética, puede resolverse introduciendo exclusivamente nueva información genética.

La crianza de plantas ha sido considerada como arte por más de 10.000 años, pero ha recibido la influencia de las ciencias por solo 1.000 años. La humanidad había puesto en práctica diversas medidas destinadas a trasladar materiales genéticos de una planta a otra, mucho antes de que la crianza de plantas y la transformación genética se impusieran como una rama de la tecnología.

Hoy en día, los métodos utilizados para mejorar la genética de los cultivos se incluyen en dos amplias categorías: crianza convencional de plantas y aplicación de tecnologías avanzadas, incluyendo la biotecnología moderna.

La crianza "convencional" de plantas incluye las técnicas basadas en la cruce de diferentes cepas de plantas o animales para producir e identificar el resultado de la cruce que combina las características deseadas de los reproductores. Se apoya en ciencias de laboratorio.

La "Biotecnología Moderna", tal como se la define, incluye una serie de nuevas tecnologías que se basan en la biología celular y molecular. La más conocida de estas tecnologías es la transformación genética la cual se basa en el traslado de un gen o genes de una planta a otra a través de la técnica de recombinación de ADN y el cultivo de tejidos o células. Esta última tecnología brinda nuevas oportunidades para seleccionar plantas que poseen ciertas características deseables, sometiendo sus células (en lugar de la planta entera) a determinadas toxinas o condiciones atenuantes, en condiciones de laboratorio.

Por lo tanto, el creador convencional de plantas trabaja primordialmente en el campo y en el invernadero, produciendo cruces de cepas cuidadosamente controladas, evaluando la progenie resultante, y refinando aquéllas que demuestran características que los agricultores necesitan. El biotecnólogo trabaja fundamentalmente en el laboratorio y en el invernadero, trasladando genes por medio de técnicas moleculares (ADN recombinante, asexual) y seleccionando plantas superiores, exponiendo células a diversas condiciones ambientales controladas o a agentes selectivos.

No es económica ni políticamente posible producir alimentos en condiciones ambientales favorables, y transportarlos alrededor del mundo, ni tampoco alterar drásticamente los medios ambientales de producción. Por lo tanto, la demanda futura de tecnología aplicada a vegetales y animales se verá incluida en el proyecto de perfeccionar la adaptación de cosechas o ganado a sus medios ambientales físicos, biológicos y sociológicos actuales. Las tecnologías que surgen en la actualidad pueden permitir que la humanidad concrete ese objetivo. Esta es una de las razones por las cuales la biotecnología se convierte en una rama importante de la tecnología. La transformación genética ha facilitado la manipulación artificial de los materiales genéticos, y se considera que la transformación genética de plantas y animales resolverá eventualmente la debilidad que presenta la agricultura convencional, es decir la incertidumbre en la producción.

La crianza convencional ha tenido un éxito notable en mejorar las cosechas y la calidad de una amplia variedad de cultivos y ganado. En general, se considera que la mitad del incremento de las cosechas de cereal y tubérculos puede atribuirse a una satisfactoria crianza y selección de numerosas líneas que ofrecen resistencia a las pestes y enfermedades y que asimismo toleran numerosas condiciones ambientales estresantes. Las necesidades permanentes de satisfacer la demanda de alimentos y variedades en desarrollo que pueden hacer un mejor uso de los medios ambientales variables, necesitan una mejora considerable de las técnicas y líneas para crianza. La biotecnología moderna representará una poderosa herramienta para este propósito.

(1) Aplicación de tecnologías in vitro en la crianza

(a) Cultivo de células y tejidos

Una serie de descubrimientos acontecidos en los últimos 20 años ha posibilitado a los científicos estudiar, manipular, y seleccionar células de plantas por medio de cultivos, tal como se hiciera con los microbios durante décadas. Los científicos pueden seleccionar las características deseadas manifestadas a nivel celular. El problema fundamental consiste en que por lo general se pierde la capacidad de las células seleccionadas para regenerar plantas enteras, e incluso si la regeneración tiene éxito, la complejidad que se presenta en el período de desarrollo puede dar lugar a que el rasgo fundamental no se manifieste. Se considera, por lo general, que para la aplicación de esta tecnología se requiere un conocimiento más preciso de los mecanismos moleculares y celulares involucrados en la manifestación de características importantes. Un área de importancia que resulta posible para la aplicación de esta tecnología consiste en la producción de elementos útiles directamente de células vegetales.

(b) Hibridación Somática

Con frecuencia se desea efectuar cruza sexuales entre especies de cultivos silvestres y domesticados que resultan sexualmente incompatibles: en estos casos, las cruza no son posibles y el surgimiento del plasma germinativo se ve imposibilitado. En la actualidad ciertas técnicas in vitro brindan soluciones a tales problemas y posibilitan la producción de tipos de plantas útiles que normalmente podrían obtenerse sólo luego de numerosos años de intensivos ciclos de crianza. La fusión no específica de protoplastos de especies iguales o diferentes de una planta, puede obtenerse ya sea a través de la utilización de fusógenos químicos o por depolarización eléctrica.

La hibridación somática posee importantes posibilidades en las siguientes áreas:

- (a) Producción de híbridos somáticos amfidiploides fértiles de especies sexualmente incompatibles.
- (b) Producción de líneas heterocigotas dentro de una sola especie, que podría normalmente propagarse exclusivamente a través de medios vegetativos, por ejemplo: papas y demás cosechas de tubérculos y raíces.
- (c) Transferencia de partes limitadas del genoma de una especie a otra por medio de la formación de heterocariones, en la cual se produce una distribución unidireccional de elementos citoplásmicos.
- (d) Producción de numerosas cruza interespecíficas en intergenéticas entre plantas que resultan difíciles o imposibles

de hibridar por medios convencionales; por ejemplo: fusión entre protoplastos de Lycopersicon Esculentum (tomate) y Solanum Tuberosum (papa), que en la actualidad se conoce como "pomato", creado por Melchers et al. en 1978.

Sin embargo, existen limitaciones a estos tipos de hibridación somática, dado que las plantas que se regeneran por medio de ciertas combinaciones, no siempre resultan fértiles y no producen semillas viables. La experiencia indica ahora que las principales posibilidades para utilizar la hibridación somática pueden ser más exitosas si se centran en la hibridación dentro del mismo género o entre géneros estrechamente vinculados.

(2) Aplicación Potencial de la Ingeniería Genética en la Crianza

La base de la creación de variedades consiste en la transferencia de información genética entre plantas, con el propósito de desarrollar los fenotipos deseados. La ingeniería genética de vegetales, técnica del ADN recombinante, posibilita la manipulación controlada y sumamente específica de un material genético. Una vez desarrollado y aplicado en grado suficiente, asegura otorgar una poderosa herramienta adicional para los creadores de plantas. Sobre todo, la técnica amplia las posibilidades de transferir genes entre organismos desvinculados y de crear una información genética novedosa a través de la alteración específica de genes reproducidos agámicamente.

Sin embargo, cabe remarcar que, contrariamente a lo que sucede con los sistemas microbianos, todavía se carece de un sistema de vector convencional para plantas superiores. El factor ambiental que limita el crecimiento y desarrollo de organismos en el desarrollo tecnológico actual, es la carencia de un conocimiento cabal acerca de los componentes genéticos responsables de las características de los vegetales. A continuación, se citan ejemplos de la aplicación de la ingeniería genética en la agricultura.

(a) Desarrollo de variedades resistentes a las enfermedades

Las pérdidas reales de cosechas ocurren anualmente en razón de los ataques producidos por pestes provocadas por insectos o por agentes patógenos microbianos. Los primeros se controlan en gran medida rociando las cosechas con grandes cantidades de productos agroquímicos, lo cual no sólo resulta caro, sino que asimismo produce efectos nocivos sobre los ecosistemas. Algunos organismos de ciertas especies de cosechas, ya demuestran en cierto grado una resistencia a las plagas y enfermedades, pero obviamente pueden producirse situaciones óptimas para que los organismos resistan a una serie más amplia de condiciones de estrés. Un posible acercamiento al desarrollo de variedades resistentes a las enfermedades consiste en la transferencia de un gen microbiano que produce una sustancia tóxica para las plagas y enfermedades.

(b) Desarrollo de una mayor eficacia fotosintética en las cosechas

El proceso más importante que las plantas llevan a cabo es el de fotosíntesis. Sin embargo, hasta las plantas de cultivo más eficaces pueden utilizar sólo del 3 al 4% de la totalidad de la luz solar. El problema fundamental consiste en la forma de mejorar la eficacia de la fotosíntesis para aumentar el rendimiento de la biomasa o de las cosechas.

Se conoce que la primera enzima en la fijación del carbono, la ribulosa bifosfato carboxilasa, es un catalizador extremadamente ineficaz. Numerosos científicos han sugerido que puede ser posible crear esta enzima a través de la técnica de ADN recombinante, para mejorar la eficacia de la catálisis.

(c) Desarrollo de cultivares fijadores de Nitrógeno en cultivos no leguminosos

Los rendimientos de numerosas cosechas, particularmente de cereales, ha aumentado a través de los años por medio de la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes de nitrógeno. Se han seleccionado numerosos organismos para obtener rendimientos como resultado de la aplicación de fertilizantes.

La aplicación natural de nitrógeno en ciertas plantas, particularmente en las legumbres, se logra a través de una íntima asociación entre éstas y microorganismos fijadores de nitrógeno. El problema fundamental consiste en la forma de explotar este fenómeno natural para un espectro más amplio de especies de cultivo. Por ejemplo, una línea de investigación consiste en extender la gama de huéspedes de Rhizobium, especialmente para incluir cereales y plantas forrajeras. La interacción entre planta y bacteria es extraordinariamente compleja, y los detalles genéticos y moleculares están lejos de entenderse en forma total. La ampliación de la gama de huéspedes requeriría cambios en el sistema de identificación de plantas y bacterias. A más de esto, los genes de plantas que se requieren para la constitución de la simbiosis, bien pueden ser exclusivos de las legumbres y, si ese fuera el caso, dichos genes tendrían que ser transferidos al nuevo cereal huésped.

Los últimos adelantos en la interpretación de los genes nif bacterianos con capacidad de fijación de nitrógeno de los cultivos no leguminosos, han ofrecido la posibilidad de transferir la capacidad de fijación de nitrógeno de las plantas en sí.

1-3-2 La Importancia de la Coordinación

La biotecnología es un gigantesco sistema interdisciplinario, y lo es más aún en la biotecnología de plantas. El Cuadro II-1-6 demuestra el surgimiento de la investigación y el desarrollo en la biotecnología de vegetales, y asimismo las funciones principales que los diversos sectores representan en cada segmento del desarrollo tecnológico. El

desarrollo en la ingeniería genética sin el apoyo de los sistemas de gérmenes plasmáticos, es imposible. Por lo general, el análisis de genes debe seguir a la acumulación de plasma germinativo. Estos dos acercamientos por lo general requieren tiempo, mano de obra, y recursos. En general, se considera que el sector gubernamental debería hacerse responsable de esta tarea, dado que la mayoría de las industrias privadas no pueden llevar a cabo esta clase de trabajo en forma continua, especialmente cuando se trata de plasma germinativo virgen.

El paso siguiente en el desarrollo tecnológico consistiría en una investigación básica para tener conocimiento, por ejemplo, de los mecanismos de manifestación de los genes de los vegetales. Es conveniente llevar a cabo este tipo de investigación a través de las universidades o laboratorios pertenecientes al gobierno. El sector privado se inclina más a desarrollar la investigación aplicada y la pre-comercialización que los otros dos sectores.

Dichas características de la biotecnología constituyen la razón por la cual numerosas empresas privadas japonesas requieren que el gobierno se involucre en la "promoción de la investigación básica" y en la "cooperación en la investigación y el desarrollo entre los sectores privados y gubernamentales", y aguardar la iniciativa gubernamental de promoción de la investigación básica.

Los intervalos entre los descubrimientos básicos y su aplicación han estado disminuyendo en forma constante. En el área de la biotecnología, lo que para hoy es investigación básica, es para mañana nueva tecnología. De la misma forma, la imposición de una relación dinámica industria-universidad-gobierno, se torna un tema fundamental para el desarrollo de la biotecnología agrícola en Japón.

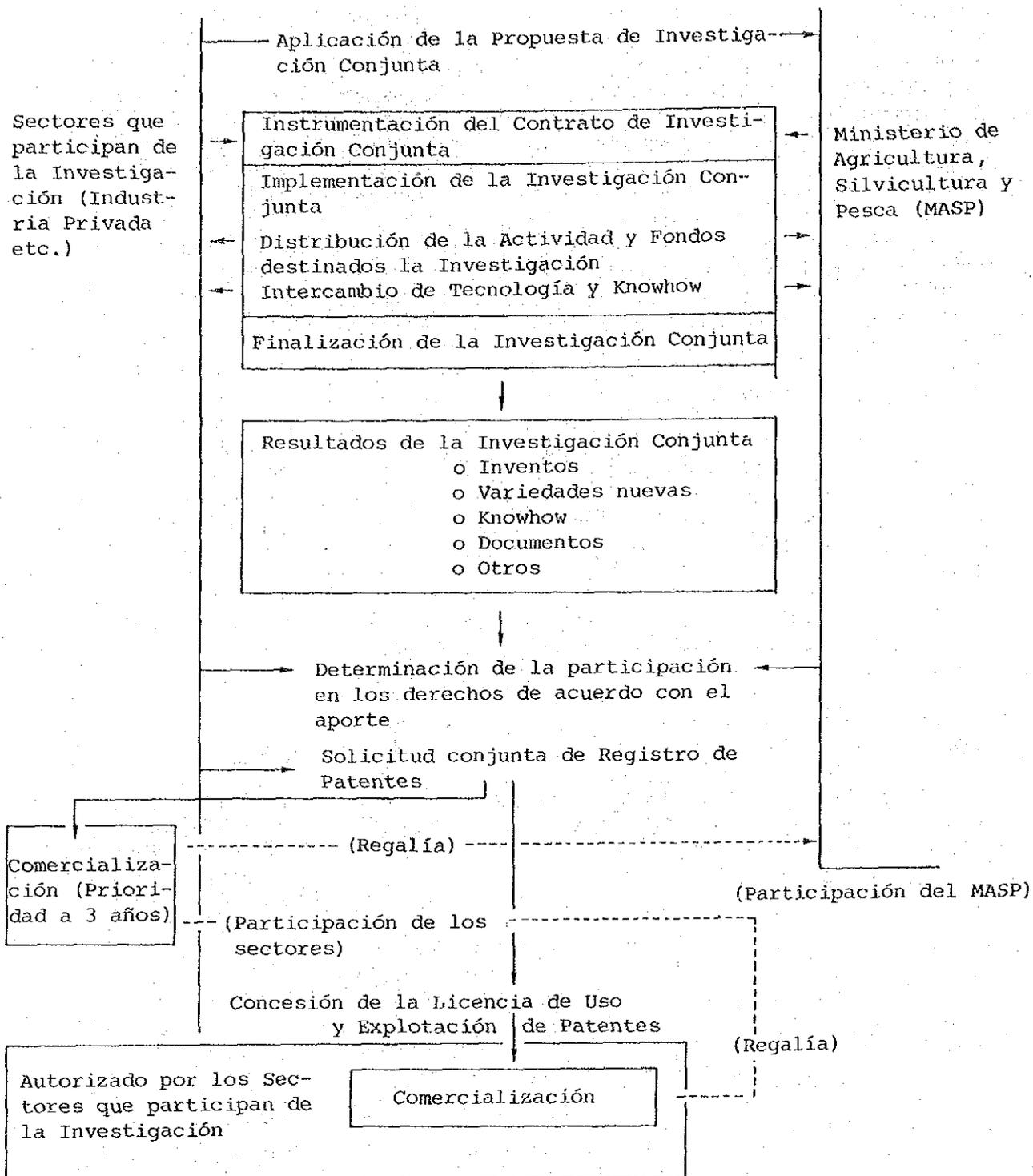
La Figura II-1-4 muestra un ejemplo del sistema de investigación conjunta entre el gobierno y la industria privada. Se espera que a través de ese sistema, la investigación y el desarrollo en la agricultura puedan intensificarse.

1-3-3 Curso de la Investigación de la Biotecnología Agrícola en Japón

Como se mencionara anteriormente, el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca ha reorganizado e integrado sus organizaciones de investigación y experimentación para promover el desarrollo biotecnológico. En el año fiscal 1985, se presupuestó un total de 1.960 millones de yens para este propósito, registrándose un incremento del 53% con respecto al año anterior. Para el año fiscal 1986, se propone un incremento adicional en la asignación del presupuesto (Cuadro II-1-7). Las áreas de investigación incluyen fusión de células, ADN recombinante, implantación del núcleo, adelantos en fotosíntesis, y utilización de microorganismos y enzimas con grandes actividades, aplicando énfasis en la promoción de la tecnología fundamental.

El problema de la política fundamental aplicada actualmente a la alta tecnología relacionada con la agricultura es el de desarrollar la

Figura II-1-4 Sistema de Investigación Conjunta entre el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca y la Industria



Fuente: Materiales provistos por el MASP

Cuadro II-1-6 Roles de Diversos Sectores en la Investigación y Desarrollo de la Biotecnología Aplicada a las Plantas

Sector	Sector		
	Público	Univer- sitario	Industrial
Area			
Plasma germinativo			
Selección	⊙	○	○
Preservación	⊙	○	○
Análisis	○	⊙	○
Investigación			
Básica	○	⊙	
Aplicada	○	○	⊙
Comercialización			⊙

Fuente: Biotechnosystem Inc.

Nota: ⊙ Indica el rol principal.

biotecnología agrícola mediante un nuevo programa que pueda satisfacer las necesidades nacionales a largo plazo a través de una estrecha cooperación entre industria-gobierno-universidad. El nuevo programa consiste en los siguientes cuatro pasos:

- (a) Promover un enfoque sistemático a fin de desarrollar la biotecnología agrícola relacionada con la producción y el procesamiento.
- (b) Establecer un "Centro de Semillas y Plántulas" (tentativo) e intensificar los esfuerzos de investigación relacionados con los plasmas germinativos.
- (c) Establecer un "Centro de Alta Tecnología" (tentativo) con el objeto de promover la cooperación en la investigación entre el gobierno y las industrias privadas a través del intercambio de tecnología y ayuda financiera.
- (d) Promover la cooperación internacional en la investigación, por ejemplo, mediante la participación en proyectos de investigación de gran envergadura.

Según consta en el Cuadro II-1-7, durante el año fiscal 1986 el gobierno japonés continuará intensificando sus esfuerzos para promover la investigación sobre biotecnología agrícola poniendo en marcha una

Cuadro II-1-7 Presupuesto Gubernamental para la Promoción de la Biotecnología Aplicada a la Agricultura, Silvicultura, Pesca e Industria Alimentaria

(Unidad: Millones \$)

PROGRAMAS	1985 (Prosupuesto)	1986 (Propuesta)
1. Promoción de la Tecnología Aplicada a la Crianza Molecular para el Siglo 21		
Subtotal	1.539 ¹⁾	2.132
1-1 Desarrollo Institucional	836	969
(1) Desarrollo de mano de obra y cooperación internacional (1986-88)	0	10
(2) Recopilación y manejo de los recursos e información genética	836	959
(a) Desarrollo del Sistema de Banco de Genes	(729)	(833)
(b) Investigación sobre almacenamiento por tiempo prolongado de recursos de la genética animal	(107)	(126)
1-2 Investigación y Desarrollo	703	1.163
(1) Enfoque sistemático de la crianza de plantas basada en la biotecnología. (1986-2000)	317	461
(2) Promoción de la investigación y desarrollo de la biotecnología regional	0	260
(3) Desarrollo de nueva tecnología aplicada a la crianza	246	252
(a) Desarrollo de nuevos recursos biológicos mediante fusión de células e implantación del núcleo (1982-86)	(115)	(112)
(b) Desarrollo de tecnología para el perfeccionamiento de células microbianas y plantas mediante fusión de células e implantación del núcleo (1984-88)	(48)	(48)
(c) Desarrollo de tecnología para la producción eficaz de semillas y plántulas mediante cultivo de tejidos (1983-87)	(55)	(64)
(d) Desarrollo de biotecnología aplicada a la crianza de genes para mariscos y peces (1985-89)	(28)	(28)
(4) Desarrollo de tecnología fundamental	140	190
(a) Investigación para desarrollar biotecnología experimental sobre semillas	(100)	(100)
(b) Identificación de los mecanismos de expresión genética en los recursos agrobiológicos (1984-88)	(40)	(56)
(c) Análisis de las estructuras genéticas de los recursos agrobiológicos (1986-90)	(0)	(34)
2. Promoción de innovaciones tecnológicas relacionadas con los alimentos y otras industrias		
Subtotal	410	599
(1) Desarrollo de sistemas biorreactores en la industria alimentaria (1984-1990)	244	295
(2) Desarrollo de tecnología fundamental utilizada en la actualidad a fin de desarrollar nuevos materiales para la protección de plantas (1984-88)	66	66
(3) Desarrollo de métodos simples de diagnóstico de enfermedades que atacan a los animales, utilizando precipitación inmune (1984-88)	45	46
(4) Desarrollo de tecnología fundamental empleada en la actualidad para la utilización de sustancias biológicamente activas con el objeto de desarrollar nuevos fertilizantes (1986-90)	0	29
(5) Desarrollo de nueva tecnología para la utilización de microorganismos y enzimas a fin de efectuar la conversión de biomasa (1982-90)	45	46
(6) Investigación sobre la dinámica del medio ambiente de las raíces y desarrollo de tecnología de control (1986-90)	0	100
Total	1.960 ¹⁾	2.731

Fuente: Consejo de Investigación sobre Agricultura, Silvicultura y Pesca.

Nota : 1) Las cifras que figuran como total y subtotal para el año fiscal 1985 incluyen los presupuestos asignados a otros programas no detallados en el cuadro debido a la reorganización del programa en 1985.

serie de programas nuevos. "Biotecnología aplicada a la Crianza 2000" es la designación que generalmente se utiliza para el "Programa para la Promoción de la Tecnología aplicada a la Crianza Molecular para el siglo 21". Se considera que este programa, dirigido al año 2000, es el principal del sector público para el progreso de la biotecnología aplicada a la agricultura. El programa contiene 4 subprogramas principales que se mencionan a continuación.

El Primero, "Enfoque Sistemático para la Creación de Plantas basado en la Biotecnología" contiene 3 áreas fundamentales de investigación, a saber:

- (a) Desarrollo de tecnología fundamental utilizada en la actualidad destinada a la tecnología relativa a las plantas.
 - Desarrollo de la tecnología relativa a las células, como por ejemplo métodos eficaces para el cultivo y fusión de células.
 - Tecnología del ADN recombinante, como por ejemplo identificación, separación y análisis del gen y desarrollo del vector.
- (b) Desarrollo de nuevos materiales de crianza mediante la biotecnología.
 - Plantas resistentes al estrés.
 - Plantas de alta nutrición
 - Plantas de gran capacidad fotosintética
- (c) Creación de variedades nuevas de plantas y de plantas útiles nuevas

El Segundo, "Promoción de la Investigación y Desarrollo de la Biotecnología Regional" aspira al desarrollo de tecnologías que se consideran importantes para las industrias locales, en colaboración con organizaciones de investigación de los gobiernos locales.

El Tercero, "Desarrollo de Nueva Tecnología aplicada a la Crianza tiende a formular y perfeccionar nuevas técnicas de crianza tales como cultivo de tejidos y células, fusión de células e implantación del núcleo.

El Cuarto, "Desarrollo de Tecnología Fundamental" contiene las siguientes áreas:

- (a) Tecnología experimental que consiste en la utilización de "semillas" para el perfeccionamiento futuro de la biotecnología
 - Investigación de los mecanismos de crecimiento controlados genéticamente en plantas, animales y peces
 - Búsqueda de microorganismos marinos con caracteres útiles
 - Investigación de las funciones de las enzimas con el objeto de desarrollar enzimas artificiales

(b) Identificación de los mecanismos de expresión genética en los recursos agrobiológicos

- Creación de un banco de datos del ADN sobre los microorganismos que intervienen en las principales enfermedades que atacan a los animales
- Análisis de las estructuras genéticas de los antígenos
- Identificación de los mecanismos de expresión con respecto a los genes útiles

(c) Análisis de las estructuras de los genes en los recursos agrobiológicos

- Separación de los genes útiles
- Clonación de los genes útiles
- Análisis de las estructuras de los genes útiles

A fin de fundamentar los esfuerzos de investigación en las áreas antes mencionadas de tecnología aplicada a la crianza molecular, se ampliará e intensificará la recopilación y manejo de los recursos e información sobre genética, según consta en el Cuadro II-1-7. La preservación de los plasmas germinativos constituye uno de los requisitos fundamentales de la promoción eficaz del desarrollo de la biotecnología. El Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca planea incrementar su banco de genes para plantas de aproximadamente 100.000 fuentes de acceso en 1985 a 230.000 para 1992, y para microorganismos de 5.000 especies en 1985 a 13.000 para el mismo año.

El Programa para la Promoción de Innovaciones Tecnológicas Relacionadas con los Alimentos y Otras Industrias cubre 2 áreas fundamentales de investigación, a saber:

(a) Desarrollo de sistemas biorreactores para la industria alimentaria

- Monitoreo de enzimas y microorganismos
- Desarrollo de tecnología de inmovilización
- Desarrollo de biosensores
- Desarrollo de sistemas biorreactores

(b) Desarrollo de tecnología fundamental con el objeto de producir sustancias biológicamente activas

- Desarrollo de sistemas para la producción de sustancias biológicamente activas de origen microbiano
- Desarrollo de sistemas para la producción de sustancias biológicamente activas de origen animal

Otro tema clave para la promoción en Japón de la biotecnología agrícola es el establecimiento de un "Centro de Alta Tecnología", que comenzará a funcionar a partir del año fiscal 1986. Como ya fuera mencionado, la estructura de la investigación agrícola en Japón ofrece características particulares. Contrariamente a lo que sucede en otros países desarrollados, la participación del sector privado en la

investigación y desarrollo agrícola ha sido limitada hasta el momento.

La naturaleza de la investigación biotecnológica requiere, por un lado, una estructura flexible a fin de adaptarse a los rápidos progresos tecnológicos, y por el otro, un mecanismo estable para promover una investigación de largo alcance. En otras palabras, la cooperación complementaria entre el gobierno y la industria constituye la clave del desarrollo satisfactorio de la biotecnología.

Desde el punto de vista del sector privado, las siguientes medidas se consideran esenciales a fin de que la biotecnología agrícola japonesa sobreviva en el marco de la competencia internacional.

- 1) Subvención gubernamental de las investigaciones
- 2) Creación de programas de capacitación para los biotecnólogos
- 3) Flexibilización de las normas referentes a las actividades de investigación y desarrollo
- 4) Establecimiento de un sistema a fin de proveer plasmata germinativos para el desarrollo tecnológico

En base a estas conclusiones, el gobierno japonés decidió establecer un "centro" con el objeto de promover la investigación y desarrollo agrícola, alentando la cooperación dinámica entre gobierno e industria a través del intercambio de tecnología y ayuda financiera. Los detalles sobre este Centro se desconocen aún, pero sus objetivos fundamentales se detallan a continuación.

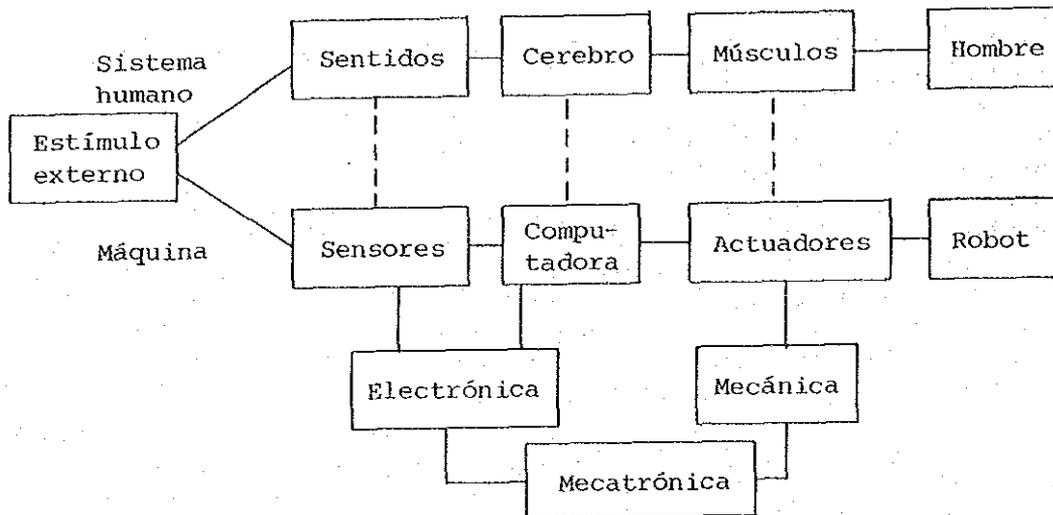
- 1) Subsidios y apoyo a las organizaciones públicas y privadas que se dedican a la investigación en el campo de la biotecnología agrícola
- 2) Subsidios y apoyo a las organizaciones públicas y privadas en la aplicación de biotecnologías agrícolas desarrolladas.

La biotecnología es, fundamentalmente, un gran sistema interdisciplinario y por lo tanto se hace necesario establecer una serie de programas con un amplio espectro de enfoques para su desarrollo. Actualmente Japón se encuentra reorientando su rumbo de investigación a fin de hacer frente a los desafíos de las necesidades nacionales de alta prioridad en el desarrollo de la tecnología agrícola.

2. USO DE LA ELECTRONICA EN LA AGRICULTURA JAPONESA

Introducción

Esta sección trata sobre la aplicación de la electrónica a la agricultura japonesa, incluyendo determinados esfuerzos en materia de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo actualmente. La aplicación de la electrónica a la agricultura evoluciona, en gran medida, en materia de tecnologías de computación y de sensores, que pueden ser adaptadas a actividades mecánicas mediante diversos activadores, tales como cilindros, solenoides (dispositivos electromagnéticos que transforman la corriente eléctrica en movimiento mecánico lineal) y motores. La estructura de esta aplicación puede demostrarse mediante la comparación con la funciones humanas, tal como se grafica a continuación:



La tecnología electrónica, que actualmente se está aplicando no solamente a la agricultura sino además a otras actividades, se divide, en términos generales, en sistemas de computación que reciben, analizan, almacenan y proporcionan la información que les es suministrada por estímulos externos y por sistemas de manipulación y control con grados de complejidad diversos, que asimilan y clasifican la información sobre un objeto u objetos determinados a ser controlados al igual que transmiten los mandatos adecuados al objeto u objetos mediante actuadores. Estos últimos sistemas, por lo general, reciben en Japón la denominación de "mecatrónica". Los sistemas de manipulación y control varían desde los más simples, que utilizan ICs que se basan en los denominados "circuitos con conexiones lógicas" a sistemas más complejos que emplean computadoras y, por lo tanto, ofrecen una mayor flexibilidad y maniobrabilidad para los usuarios mediante la tecnología de software.

El desarrollo reciente de sensores y computadoras contribuye a que el agricultor optimice la producción y comercialización a la vez que permite el control cada vez más automático de la maquinaria agrícola y de las instalaciones, tales como invernaderos. Debe destacarse, sin

embargo, que el empleo efectivo de la electrónica/mecatrónica se halla necesariamente condicionado por aspectos y requisitos micro y macroeconómicos. Por ejemplo, tales tecnologías, tanto el hardware como el software, por una parte, deben mantener una relación en materia de costos con los precios de los productos agrícolas que se pagan al agricultor y, por la otra, deben adecuarse a las características básicas de una determinada economía, principalmente en lo que respecta a la estructura de la oferta de bienes y servicios como mano de obra, tierra, energía, etc.

Además, la agricultura se diferencia de las industrias manufactureras convencionales en que la primera trabaja con organismos vivos. En otras palabras, el correcto conocimiento de la biología vegetal y animal y sus respuestas a los estímulos de un ecosistema resulta esencial para diseñar sistemas específicos que se aplicarán a la agricultura. Los avances en materia de biotecnología, que han sido tratados en la sección anterior, probablemente disminuyan tales restricciones en el futuro, mediante la aceleración del tiempo de creación de las distintas variedades para adecuarse a las necesidades del hombre y a la situación económica. En la actualidad, la aplicación de la tecnología electrónica/mecatrónica a la agricultura, se está desarrollando dentro del marco de diversos apremios económicos y técnicos por los que atraviesa la agricultura japonesa.

2-1 Mecanización Agrícola en Japón en la Posguerra

2-1-1 Subsidios Institucionales para la Mecanización

El rápido avance de la mecanización agrícola en Japón en la postguerra se debió al apoyo recibido mediante diversas medidas gubernamentales que se consideraron subsidios de carácter institucional. Tal como se mencionó en el inicio de la sección precedente sobre biotecnología, el gobierno japonés promulgó en el año 1953, la Ley para la Promoción de la Mecanización Agrícola, que fue revisada posteriormente en dos oportunidades en 1962 y en 1965, en tanto que la Ley sobre Mejoras Agrarias del año 1949 y la Ley de Agricultura de 1961, promovieron los programas de consolidación de base en esta materia: es decir, riego y drenaje, reajuste territorial, construcción y mejora de rutas y caminos dentro de zonas agrícolas, etc., y este conjunto de leyes facilitó la introducción de maquinarias a los arrozales.

La Ley de Agricultura, que puso de relieve los cambios estructurales y expansión selectiva de la agricultura japonesa, contribuyó asimismo a la promoción de proyectos de mejoras estructurales, mediante el otorgamiento de subsidios y otro tipo de apoyos para la mecanización agrícola y la construcción de diversas instalaciones agrícolas en zonas rurales. Diversas demostraciones y programas de entrenamiento sobre mecanización que fueron establecidos por los gobiernos central y local resultaron fundamentales para la rápida difusión de maquinarias para el cultivo, entre otras, durante la década del '50 y del '60.

La Sociedad de Agricultura, Silvicultura y Pesca, institución financiera gubernamental, el Fondo para la Mejora Agrícola establecido por el gobierno en 1956 y el Fondo para la Modernización Agrícola establecido en 1961, en el cual el gobierno otorgó subsidios para financiar -en forma parcial- los intereses adeudados por los agricultores que habían contraído empréstitos para inversión otorgados por las cooperativas agrícolas, contribuyeron financieramente a la agricultura japonesa.

Respecto de la maquinaria agrícola, el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca creó el Departamento de Evaluación de Maquinarias Agrícolas, luego de la promulgación de la Ley para la Promoción de la Mecanización Agrícola, en el año 1953 y, posteriormente, se creó el Instituto de Maquinaria Agrícola en 1962, mediante contribuciones conjuntas de los gobiernos nacional y locales, de las organizaciones que agrupan a los agricultores y de las industrias manufactureras, a la vez que a partir del año 1962, se hizo cargo de las actividades de evaluación del Departamento antes mencionado. Mediante los códigos y normas de evaluación que fueron desarrollados, el Departamento y el Instituto contribuyeron en gran medida a la normatización y mejora constante en la calidad de las maquinarias agrícolas de pequeña escala fabricadas en Japón.

2-1-2 Características y Procedimientos de la Mecanización Agrícola en Japón

Con el propósito de comprender la aplicación corriente de la tecnología de electrónica/mecatrónica en la agricultura japonesa, resulta necesario hacer referencia a ciertas características sobresalientes de la mecanización agrícola del Japón en la post-guerra. Las características más importantes son las que se mencionan a continuación. En primer término, la mecanización en los años de la post-guerra evolucionó en gran parte en lo que concierne al cultivo del paddy. En segundo lugar, los esfuerzos en materia de desarrollo fueron centralizados en la maquinaria agrícola en pequeña escala, en virtud de que la dimensión promedio de las plantaciones ha sido siempre muy pequeña en Japón (por ejemplo, 1,0 ha. en 1960 y 1,17 ha. en 1980) y, además, cada plantación por lo general consiste a su vez de lotes fragmentados. Estos se vincula con la tercer característica, que se relaciona con la importancia que reviste para el agricultor individual en Japón el ser propietario de maquinaria. Cierta clase de maquinaria o instalaciones de gran escala fueron adquiridos en forma conjunta y manejadas por cooperativas o asociaciones de agricultores. Estas consisten en centros para el procesamiento de arroz, elevadores, estaciones para clasificar vegetales y frutos e instalaciones para almacenamiento, instalaciones para el cultivo de plántulas, instalaciones para el control de plagas, etc. La rápida difusión de la maquinaria agrícola que posee el agricultor en Japón se relaciona asimismo con el hecho de que el nivel educacional de los mismos ha sido siempre relativamente alto. En cuarto lugar, la maquinaria agrícola resultó necesaria para optimizar la exactitud de las operaciones y la adecuación de la rapidez entre otras funciones, debido en parte a la

dimensión reducida de los lotes, los cuales necesitaban agricultura intensivas, así como también debido a las variables topográficas de los terrenos. Por ejemplo, la pérdida de granos de los que actualmente se comercializan, se halla en un promedio conjunto inferior al 3%.

En el Cuadro II-2-1 y en la Figura II-2-1 se resume el proceso de mecanización de la producción de paddy en Japón en los años de la post-guerra. Tal como se comentó en la primer parte de la sección precedente sobre biotecnología, la celeridad en el crecimiento de la economía japonesa desde finales de la década del '50 hasta 1960 se vio acompañada por el gran flujo de mano de obra rural hacia áreas urbanas de creciente industrialización, lo cual hizo necesaria la mecanización de la agricultura. Hasta mediados de la década del '60, la mecanización tuvo lugar mayormente en materia de preparación del suelo, secado y trillado. Entre 1955 y 1965, los animales de tiro fueron reemplazados casi por completo por pequeños tractores manuales (7-8 ps. para cultivos rotativos y 2-3 ps. para operar las máquinas japonesas para arado y cultivo liviano), el secado al sol fue reemplazado por simples secadoras por aire a presión y las trilladoras tradicionales a pedal, por trilladoras de alimentación manual y, posteriormente, por trilladoras auto alimentadas.

La mecanización de la producción de paddy se extendió a partir de mediados de la década del '60 a la cosecha (engavilladoras más trilladoras móviles y máquinas cosechadoras) y, posteriormente desde principios de la década del 70 al trasplantado, que constituye la tarea más ardua en el cultivo del paddy. Las cosechadoras y las trasplantadoras poseen diversas características singulares que resultan adecuadas para las variedades de arroz que se cultiva en Japón, así como también para la agricultura del pequeño agricultor. Los tractores mecánicos (10-15 ps), que se adaptan a los arrozales, se desarrollaron mediante esfuerzos conjuntos de las entidades gubernamentales dedicadas a la investigación y de los fabricantes privados y se comercializaron a mediados de la década del '60 y, rápidamente, comenzaron a reemplazar a los tractores manuales en 1970.

A mediados de 1970, se estableció en Japón el sistema de cultivo de arroz totalmente mecanizado. Aproximadamente en 1982 se informó que el 93% del área trasplantada y el 97% del área cosechada estaban mecanizadas. Esta mecanización trajo aparejado un considerable ahorro de mano de obra en el cultivo de paddy. De acuerdo con el estudio desarrollado por el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, la cantidad de horas/hombre por cada 0,1 ha. de arrozales descendió de 191,8 horas en 1955 a 81,4 horas en 1975 y posteriormente a 56,5 horas en 1984.¹⁾

En relación a otros cultivos distintos del arroz, la mecanización de las actividades rurales generalmente ha sido lenta, excepto en determinadas zonas. En la isla de Hokkaido, situada en el extremo norte, en la cual los predios rurales son mucho más grandes que el promedio nacional, los cultivos tales como el trigo y la soja,

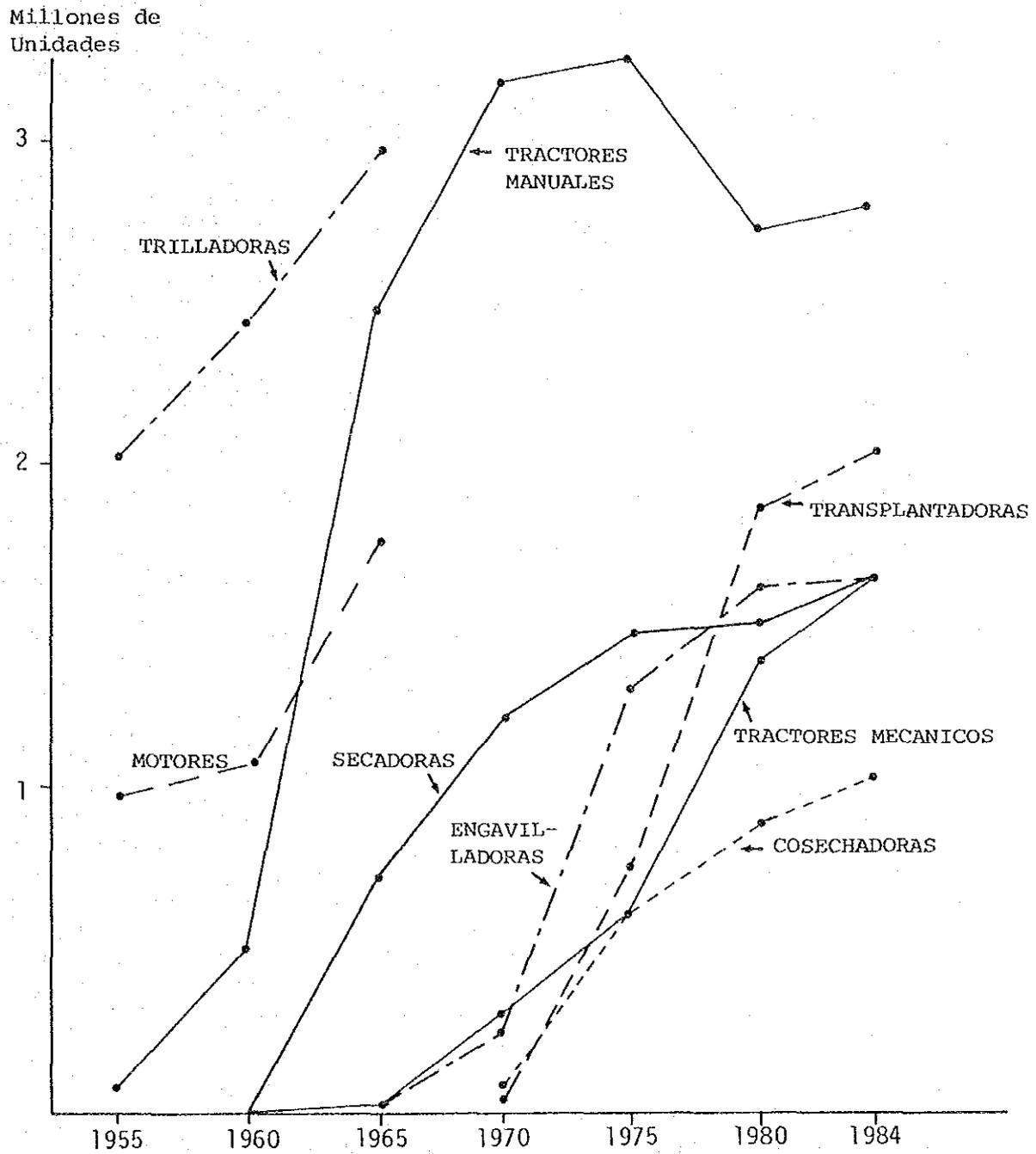
1) MASP, Informe sobre el Costo de Producción del Arroz 1984, 1984

Cuadro II-2-1 Mecanización del Cultivo de Paddy en Japón en la Post-guerra

Tipos principales de maquinaria utilizada	Comentarios
1945-55 Motores para uso agrícola Trilladoras Desvalnadoras Molinos de arroz	Encuesta de 1952: N° de trilladoras empleadas: 25.000 unidades utilizadas por el 1,5% de los agricultores, para el 2,65% del área de arrozales con riego y para el 0,7% del área utilizada para cultivos mayormente lluvia-alimentados - La Ley de Promoción de Mecanización Agrícola (1953) y el Dto. de Evaluación de Maquinaria Agrícola fueron establecidos por el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca.
1956-65 Fumigadoras mecánicas Pulverizadoras mecánicas Cultivadoras mecánicas (tractores manuales) Trilladoras automáticas	- El porcentaje de máquinas y equipos agrícolas en la formación del capital fijo del sector creció del 24,5% en 1955 al 41,2% en 1962 y al 31,3% en 1965. - El N° de cultivadoras mecánicas por cada 100 agricultores (2 ha) aumentó de 9,2 unidades en 1955 a 76 en 1962. - A diciembre de 1964 se registraban 2.184.000 unidades de cultivadoras manuales, 13.000 tractores mecánicos (propiedad individual) y 724.000 unidades de secadoras de arroz (propiedad individual). - Amplia difusión de los sistemas mecanizados de pequeña escala para el cultivo de paddy (excluyendo transplantadoras y cosechadoras) - Ley de Agricultura (1961) - Establecimiento del Instituto de Maquinaria Agrícola (1962)
1966-75 Tractores mecánicos Transplantadoras de arroz Engavilladoras Cosechadoras	- Establecimiento del sistema de cultivo de paddy absolutamente mecanizado: el número de unidades por cada 100 agricultores aumentó durante 1970-75 de 0,6 a 14,9 para las transplantadoras de arroz, de 4,9 a 26,8 para las engavilladoras y de 0,9 a 6,5 para las cosechadoras. - A enero de 1974 se registraban 3.375.000 unidades de tractores manuales, 339.000 unidades de tractores mecánicos, 435.000 unidades de transplantadoras de arroz y 217.000 unidades de cosechadoras. - Porcentaje de mecanización: 33% del área de paddy transplantado y 70% del área de paddy cosechado (1975).
1976 hasta el presente.	- Amplia difusión del sistema de cultivo de paddy totalmente mecanizado; 37,5 unidades transplantadoras de arroz, 34,7 unidades de atadoras y 19,8 unidades de cosechadoras por cada 100 familias agrícolas (1980) - % de mecanización: 93% del área de arroz transplantado y 97% del área cosechada (1982). - A enero de 1984, 1.650.000 unidades de tractores mecánicos, 2.062.000 unidades de transplantadoras de arroz, 1.042.000 unidades cosechadoras y 1.672.000 unidades de engavilladoras. - Mejora en la calidad de la maquinaria agrícola; por ejemplo, introducción de transplantadoras de arroz de hilera múltiple. - Mejora y desarrollo de maquinaria para cultivos lluvia-alimentados (medidas para la reestructuración de los arrozales con riego).

Fuentes: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, Anuario Estadístico de Agricultura, Silvicultura y Pesca; Censo de Agricultura y Silvicultura, Estudio Anual de Agricultura, diversos números. Agencia de Coordinación y Administración, Situaciones y Problemas Actuales en la Utilización de Maquinaria Agrícola, 1984.

Figura II-2-1 Mecanización de la Producción de Paddy



Fuente: MASP, Anuario Estadístico de Agricultura, Silvicultura y Pesca, varios números.

tubérculos, como la papa y la remolacha, el de forrajeras, etc. se mecaniza parcialmente con maquinaria de importación de gran escala para determinadas actividades, como así también con maquinarias locales de pequeña escala, entre las que se incluyen maquinarias para finalidades corrientes tales como cosechadoras de forraje, empaquetadoras de heno, rastra y aradoras al igual que máquinas cosechadoras. Para el cultivo de las variedades de soja de Japón, que presentan vainas fácilmente quebrables y cuya altura es baja, se desarrollaron secadoras de pequeña escala, trilladores, niveladoras y cosechadoras de doble hilera.

Con respecto a los árboles frutales como manzanos y naranjos, la mecanización progresó principalmente en materia de control de plagas (fumigadoras) al igual que para el transporte de insumos (trenes monoriel que circulan en las colinas). En cuanto a los cultivos en áreas alejadas, la mecanización se limitó a la preparación del suelo mediante tractores pequeños de cuatro ruedas, en tanto que el trasplante y la cosecha aún continúan sin una gran mecanización. Sin embargo, se están llevando a cabo ciertos esfuerzos en estaciones experimentales nacionales y locales, destinados al desarrollo de cosechadoras de vegetales tales como el repollo y la lechuga.

La Ley de Agricultura del año 1961 puso de relieve la "expansión selectiva" de la agricultura, principalmente, incrementó la producción de vegetales y frutas, además de productos de la ganadería. Esto tuvo lugar paralelamente con el alto crecimiento de la economía japonesa durante la década del '60, el cual originó el aumento y la diversificación de la demanda de alimentos entre la población del Japón. En las décadas del '60 y del '70, Japón vivió una notable expansión de la horticultura en invernaderos, con la introducción de laminados vinílicos y otros materiales plásticos utilizados como protección que se comenzaron a obtener a partir del crecimiento de la industria petroquímica interna.

El área total de horticultura en invernaderos de vidrio y laminado plástico fue de 1707 ha. en 1960 y se expandió a 21.131 en 1973 y a 36.632 ha. en 1983, mediante lo cual se logró la producción de vegetales y la producción de determinados frutos fuera de temporada. Estos invernaderos fueron equipados gradualmente con una cantidad de dispositivos mecánicos cada vez más sofisticados para el control de la temperatura en el invernadero, la irrigación y otras condiciones necesarias para el cultivo, a efectos de asegurar el crecimiento vegetativo, ahorrar mano de obra y, luego de dos crisis de petróleo, ahorrar energía.

En el sector de ganadería y aves de corral el aumento progresivo en la cantidad de los animales y la rápida expansión de la escala operativa con respecto a gallinas ponedoras y pollos aceleraron la introducción de maquinaria y equipos tales como máquinas ordeñadoras, tanques de enfriamiento de leche, limpiadoras de establos, calefactores, comederos y bebederos automáticos, e instalaciones tales como establos cerrados. Estas máquinas e instalaciones se producen en Japón y, a diferencia de las cosechadoras y las transplantadoras, sus características estructurales y técnicas son convencionales en alto grado, y están

principalmente copiadas de modelos en uso en las naciones desarrolladas de occidente.

2-1-3 Tendencias y Problemas Recientes en la Mecanización

En la segunda mitad de la década del '70 los esfuerzos para el desarrollo se orientaron principalmente a producir maquinaria técnicamente más sofisticada y de mayor escala para la producción de paddy. Los tractores mecánicos de más de 20 ps. comenzaron a ser de uso común alrededor de 1975, y los de más de 80 ps. en años recientes. Las cultivadoras manuales fueron gradualmente reemplazadas por los tractores mecánicos, capaces de transplantar de 5 a 6 hileras o más de plántulas, y las cosechadoras incrementaron la cantidad de hileras a cosechar.

Más aún, se están haciendo esfuerzos para diversificar las funciones de las cosechadoras y transplantadoras permitiéndoles manipular cultivos distintos al paddy, o haciendo que trabajen simultáneamente en la aplicación de fertilizantes y en la siembra.

Estos cambios se vinculan en parte a la superproducción de arroz que se tuvo en los últimos años de la década del '60, y se hizo necesario reducir sustancialmente el área de los arrozales y volcar allí la siembra de otros cultivos. Las dos crisis petroleras también contribuyeron a desarrollar tecnología que permitiera el ahorro de energía en el uso de equipos y maquinaria agrícola. Se observó un aumento del número de accidentes de trabajo por el uso de la nueva tecnología, por lo que también se necesitó mejorar los dispositivos de seguridad de la misma.

Un factor muy importante para impulsar el logro de una mayor automatización en la maquinaria agrícola fue la mayor edad de la población estable de agricultores y la incorporación de las mujeres a esas labores, motivada por la migración de gente joven a otras áreas productivas como las de industria y servicios, y que muchos agricultores dedicaran a la actividad agrícola media jornada, para dedicar el resto de su tiempo útil a actividades más redituables. Como se mencionó anteriormente, la mayor parte de la maquinaria empleada en las tareas rurales que se desarrolló y comercializó en Japón, era de tamaño reducido y de manejo simple, adecuada al uso individual de pequeños agricultores. Esto contribuyó a la reducción de la jornada laboral en los arrozales. Sin embargo, la reducción de las horas de trabajo y de mano de obra que trajo aparejada la mecanización, gradualmente dejó de compensar el costo de su implementación durante los primeros años de la década del '70. Esto se debió en parte a la creciente escala y sofisticación de la maquinaria que por ello subió de precio y en parte, debido al poco uso que le dieron los pequeños agricultores dueños de la maquinaria. Especialmente después de la primera crisis del petróleo que aumentó abruptamente el precio del mismo, el progreso de la mecanización no contribuyó precisamente a reducir en gran medida los costos de producción.

Con el objeto de justificar tan alta inversión en la maquinaria agrícola el gobierno de Japón ha tratado de promover la expansión de una escala de operación en zona rural a través de varias medidas dentro del marco de la Ley de Agricultura promulgada en 1952, siguiendo la Reforma Agraria y efectuó varias revisiones de la misma en los últimos años. Por ejemplo el sistema de confiar las labores rurales a cooperativas agrícolas u organizaciones similares se estableció con el objeto de promover una actividad bien organizada; asimismo se estimuló a los agricultores para que compartieran la compra y utilización de maquinaria agrícola de gran escala e instalaciones, otorgando subsidios y financiación institucional. La sofisticación técnica de la maquinaria existente con respecto a la durabilidad, eficacia operativa, diversidad de funciones, etc., se prevé que contribuya a solucionar el problema. La tecnología electrónica/mecatrónica ofrece un gran potencial de desarrollo en esta área de la maquinaria agrícola.

2-2 Utilización de la Electrónica en la Agricultura Japonesa

Las ventajas de aplicar la tecnología electrónica/mecatrónica a la agricultura puede sintetizarse de la siguiente manera: (a) ahorro de mano de obra y simplificación de las tareas mediante distintos grados de automatización, (b) mejoramiento de la eficacia operativa de la maquinaria e instalaciones agrícolas, (c) mayor seguridad en las operaciones, (d) ahorro de energía, (e) simplificación y ahorro de mano de obra para el mantenimiento y la durabilidad de la maquinaria y (f) una creciente flexibilidad en el uso de maquinaria agrícola con el apoyo de tecnología de software, y por lo tanto, la optimización de la explotación agraria. En otras palabras, las microprocesadoras CPU (Unidad Central de Procesamiento) y los chips de memoria son extremadamente pequeños en tamaño y consumen poca energía, pero pueden manejar simultánea y rápidamente información, y por consiguiente, dicha tecnología posibilitó reducir el tamaño y simplificar la estructura de la maquinaria agrícola y las instalaciones, disminuyendo así su costo y el costo operativo.

De todos modos, debe destacarse que si bien los chips de memoria y en menor medida los CPU se van reduciendo cada año en tamaño y precio, (a veces de mes en mes) con la introducción de las nuevas IC y LSI la tecnología mecatrónica y los sistemas de manipulación y control como los mencionados al comienzo de esta sección, requieren sensores, actuadores y periféricos. Si la cantidad de estos accesorios y equipos aumenta, los costos resultantes del sistema pueden ser mayores que los beneficios que se obtengan de ellos. Esto es cierto al menos hasta el presente debido a que la estructura y el mecanismo operativo de la maquinaria existente son convencionales, en el sentido de que tuvieron su origen antes de la era electrónica. Consecuentemente el uso actual de la tecnología electrónica en maquinaria e instalaciones agrícolas se ha apoyado más en circuitos basados en conexiones lógicas introducidas en las IC que responde a una clase de información. Si la cantidad de ésta aumenta más allá de cierto nivel las computadoras resultarán más económicas que la yuxtaposición de cadenas de circuitos. Otro punto a tener en cuenta es la duración y estabilidad a la intemperie de sistemas

mecatrónicos más sofisticados, lo cual hasta ahora no ha sido completamente establecido.

2-2-1 Mecatrónica Aplicada a la Maquinaria Agrícola

El desarrollo y la aplicación de la tecnología mecatrónica en la industria japonesa está muy avanzado, tanto en la fabricación de automóviles, como en bienes durables y en bienes de capital. Esta tecnología puede y es usada en instalaciones y maquinaria agrícola.

La utilización de tecnología electrónica en maquinaria agrícola tiene mucho que ver con el control y operación automáticos. Los sensores van unidos a la cultivadora mecánica para el control automático o a las cultivadoras rotativas para el control automático de la profundidad de arado y la posición del nivel. Para los tractores hidráulicos que son capaces de un cambio continuo de velocidad y de la frecuencia de rotación del sistema de transmisión, el incremento de corte así como la profundidad de arado, son controlables automáticamente. A causa de que el número y variedad de datos para efectuar ese control son numerosos, como velocidad, profundidad de arado, levante hidráulico de tres puntos, etc., el mecanismo existente está siendo reemplazado por un sistema de microcomputadora.

Para las cosechadoras que llevan a cabo más de una operación, tales como corte, trilla, limpieza, etc., es necesario mantener un constante equilibrio entre las cargas de las distintas partes operativas del mecanismo. Estas maquinarias de las cuales se dispone en la actualidad cuentan con un sistema de control automático para mantener la eficacia operativa y ahorrar mano de obra. Dada la cantidad de sensores terminales (inputs) y terminales de manipulación (outputs), el sistema se está reemplazando gradualmente por un sistema de microcomputadora adicionando control automático de velocidad y dirección, altura de corte y profundidad de trilla, más un sistema de alarma por obstrucción, paro automático del motor en caso de accidente, etc. Similares capacidades se irán agregando en maquinarias de uso múltiple que se están desarrollando ahora en tierras que no cultivan con paddy.

Este uso de microcomputadoras se está ensayando también en "booms" móviles y en el uso de fumigadoras automáticas de alta velocidad para controlar la fumigación uniforme o selectiva y contribuir a la seguridad de los operadores. Similares tentativas se están efectuando con las cosechadoras de productos que pueden dañarse fácilmente, como vegetales de hoja y frutas, y en sembradoras equipadas con sensores ópticos con el objeto de mantener los índices y patrones de siembra adecuados. Aún más, se están haciendo pruebas para automatizar completamente algunas o todas las funciones agrícolas como el arado automatizado, guiado mediante señales electromagnéticas desde cables subterráneos, y un sistema de producción por conductos automatizados.

Con respecto a las operaciones posteriores a la cosecha, las tecnologías electrónica/mecatrónica, son de uso común en los secadores de paddy del tipo por circulación, así como en los centros de

procesamiento del arroz. La limpieza y selección de los productos de la agricultura y la ganadería se ha hecho hasta ahora principalmente en términos de peso y tamaño pero el desarrollo de los fototransistores hace posible ahora la selección por observación exterior de color y forma. Un ejemplo reciente es un selector de naranjas equipado con una cámara CCD para detectar madurez y daños en la superficie producidos por plagas y enfermedades. Mucho esfuerzo se ha aplicado a desarrollar sistemas capaces de seleccionar o limpiar distintos tipos de cosecha y la tecnología electrónica especialmente software, será la base de ese desarrollo. Limpiadoras pequeñas de capacidad similar se están desarrollando para el uso de agricultores individuales; y se ha informado que la aplicación del sistema de microcomputadoras, redujo el tiempo de trabajo de limpieza y embalaje de los productos agropecuarios entre un 50 a 60%. El empaquetado y embalaje de los productos agropecuarios generalmente se efectúa colectivamente en las cooperativas y cada día descansa más en las tecnologías mecánicas de complejidad variable. Uno de los ejemplos es el sistema de envasado adecuado de las frutillas que pueden dañarse fácilmente.

La utilización de la tecnología electrónica/mecatrónica especialmente los actuales esfuerzos de desarrollo e inversión en maquinaria para limpiar, seleccionar, envasar y embalar vegetales y frutas, lo han sido en parte para lograr ahorro de mano de obra y energía y en parte para lograr una mejor calidad en los productos para competir por mejores precios en el mercado. En otras palabras estos esfuerzos se justifican económicamente porque el mercado y los consumidores distinguen los productos agrícolas en términos de calidad.

Las futuras acciones para el desarrollo mecatrónico en maquinaria agrícola podrían utilizarse para incorporar mecanismos para captar, analizar y responder a las condiciones fisiológicas de las cosechas y a las diferencias en las condiciones ambientales como por ejemplo los nutrientes del suelo, tendiendo así a optimizar el uso de fertilizantes, agroquímicos y otros insumos agrícolas.

2-2-2 Control de las Condiciones Ambientales Respecto de la Reproducción Agropecuaria

La tecnología electrónica mecatrónica se utiliza para controlar las condiciones ambientales que hagan apto el desarrollo de los cultivos o la ganadería. Esta aplicación se ha efectuado en horticultura en invernaderos de vidrio y de laminado plástico y en la cría de cerdos y pollos. En el cultivo del arroz, producto más importante del Japón, por lo general no se utiliza tecnología electrónica salvo en aquellas maquinarias agrícolas como transplantadoras y cosechadoras, debido a que sus técnicas de producción están normalizadas perfectamente y los precios de comercialización están garantizados por el gobierno. En horticultura y en la cría de animales hay una fuerte competencia y fluctuaciones de precios en el mercado, por lo que es mucho mayor el campo de acción futuro mejorando la eficiencia y productividad de operación mediante innovaciones tecnológicas.

De acuerdo con un estudio llevado a cabo durante el período 1982/83 el área hortícola de invernadero de vidrio o laminado plástico totalizó 36.600 ha en Japón hasta el 1º de julio de 1983. El 79% de esa área se usa para cultivar vegetales como pepinos, tomates, melones, frutillas y verduras de hoja, un 11% para frutas como uvas, naranjas sin semillas y duraznos, y un 10% para flores. Como se observa en el Cuadro II-2-2, la horticultura de invernadero en Japón utiliza variedad de equipos. Del 37 al 39% del área total está equipada respectivamente con sistemas de calefacción, sistemas de riego automático o una pantalla movable de una lámina para aislación, 16% con equipos de ventilación, 3% con generadores de dióxido de carbono, etc. Algunos equipos como calefacción, ventilación, pantallas movibles y generadores de dióxido de carbono, están provistos de mecanismos de control de retroalimentación, generalmente relojes automáticos y termostatos. Estos equipos fueron desarrollados en un principio para controlar un solo factor ambiental como la temperatura o la humedad.

Tal como se mencionara anteriormente, la horticultura de invernadero contribuyó a lograr el abastecimiento de la mayor parte de los vegetales y algunas frutas a lo largo de todo el año. Pero las dos crisis petroleras obligaron a desarrollar sistemas de ahorro de energía. Las más recientes investigaciones y esfuerzos de desarrollo se han centrado en el control ambiental de los cultivos para optimizar la fotosíntesis y otras funciones de los mismos. Como se indica en el Cuadro II-2-2, 0,2% del área de invernadero está equipada con un sistema que controla elementos ambientales como temperatura, densidad de dióxido de carbono, riego, etc., sobre la base del nivel de radiación solar. Como el número de terminales sensoras y de manipulación es amplio, en los últimos años se han comenzado a utilizar sistemas de microcomputadoras. Más aún, éstas han demostrado ser más flexibles en la selección de los cultivos a efectuar de acuerdo a las condiciones del mercado, en la medida en que se disponga de los programas adecuados. Como se consigna en el Cuadro 0,8% del área de los invernaderos tienen sistemas de cultivo en medio líquido que utilizan agua o grava en lugar de tierra para los cultivos. Algunos de estos sistemas también utilizan tecnología electrónica con el objeto de optimizar la aplicación de fertilizantes así como controlar las condiciones ambientales.

En el sector de la ganadería y aves de corral, la tecnología electrónica se ha utilizado principalmente en el campo de la investigación equipos de prueba en la cría de ganado, maquinaria como alimentadores automáticos, incubadoras y clasificadores y selectores de los productos del ganado y aves de corral, como leche y huevos. El gradual crecimiento de la cantidad de animales y un empeoramiento de las condiciones del mercado (tales como superproducción de leche fresca, poca demanda de cerdos, y una creciente competencia con productos ganaderos importados), desde comienzos de la década del '70, obligó a los productores y asociaciones de productores, a hacer un uso más extensivo que antes de la tecnología electrónica/mecatrónica con el objeto de mejorar la productividad. Un ejemplo de esto es la introducción del uso de establos cerrados para cría de cerdos, en los cuales se controla mediante equipo electrónico la temperatura, humedad y condiciones sanitarias del lugar. Se implementó también un sistema de

Cuadro II-2-2 Dispositivos de Control Utilizados en Horticultura de Invernadero en Japón
Julio, 1983

	Total	(%)	Vegetales	Flores	Frutas
Area total	366.326	(100,0)	289.080	36.987	40.259
Area con dispositivos de calefacción de la cual, con dispositivos variables de calefacción	135.589	(37,0)	98.993	21.087	15.509
Area con riego automático	143.644	(39,2)	112.630	17.145	13.869
Area con sistemas de cultivo en medio líquido	2.930	(0,8)	2.712	218	0
Area con generadores de dióxido de carbono	9.944	(2,7)	9.018	882	44
Area con pantalla de una lámina de la cual, con dispositivos de calefacción	140.153	(38,2)	114.602	14.551	11.000
Area con pantalla de láminas múltiples de la cual, con dispositivos de calefacción	71.605	(19,5)	53.930	10.504	7.181
Area con dispositivos de ajuste automático de ventilación	42.089	(11,5)	32.655	5.714	3.720
Area con dispositivos de calefacción de la cual, con dispositivos de calefacción	36.681	(10,0)	28.452	5.022	3.207
Area con ventanas de ajuste automático	19.477	(5,3)	13.644	4.947	886
Area con dispositivos de ventilación de la cual, con dispositivos automáticos de ventilación	58.388	(15,9)	40.578	9.003	8.807
Area con dispositivos de control múltiple basado en los niveles de radiación solar de la cual, controlados por microcomputadoras	38.837	(10,6)	26.108	5.510	7.219
Area con dispositivos de control múltiple basado en los niveles de radiación solar	900	(0,2)	791	99	10
de la cual, controlados por microcomputadoras	429	(0,1)	365	61	3

Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, ed., Situación actual de la Horticultura en Invernaderos de Vidrio y Plástico, Tokio 1984

sensores para evitar que las cerdas aplastaran con su peso a las propias crías. Similares instalaciones, y aún más automatizadas, se están usando para la cría de gallinas ponedoras y pollos.

Comparando con la horticultura de invernadero mencionada anteriormente, los criadores de ganado en Japón tienen que estar en constante observación de cada uno de sus animales con el objeto de mejorar su productividad durante el año. Esa supervisión estricta de la cantidad de cerdos, de 30 a 50 ó mas animales, es extremadamente peligrosa sin el uso de computadoras. Por lo tanto, el sector ganadero usa mucho más la computadora personal para procesar datos que el horticultor antes mencionado, que se apoya principalmente en los sistemas de manipulación y control.

2-2-3 Desarrollo de Banco de Datos

Las técnicas electrónicas no sólo ayudan al control de la producción a nivel de los productores individuales sino que además resultan esenciales para el desarrollo del Banco de Datos en gran escala. Con el objeto de servir a los productores de una determinada localidad o región, las cooperativas agrícolas, instituciones de investigación de los gobiernos locales, o asociaciones de productores y distribuidores han comenzado a recopilar datos por computadoras que proveerán la información necesaria y oportuna de tecnología de producción para determinados cultivos o reproducción de ganado, o que facilitarán diagnósticos a los productores individuales referidos a la explotación rural. El Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca inició en 1985 un programa de 5 años para desarrollar tecnología de procesamiento de datos para el establecimiento de nuevos sistemas de manejo de la explotación agrícola, destinando 135 millones de yenes, para el año fiscal 1985 y otro tanto para el año fiscal 1986. Estos esfuerzos de desarrollo eventualmente evolucionarán para convertirse en un sistema de red nacional y regional.

3. DESARROLLO DE LA PISCICULTURA Y DE LA CRÍA ARTIFICIAL DE PECES

3-1 Introducción

Tal vez sea útil distinguir conceptualmente las dos clases de cría y de reproducción artificial de peces, moluscos, crustáceos, plantas acuáticas comestibles y otros productos de ese tipo, que se practican en el Japón. Por una parte, existe lo que en japonés se denomina yooshoku y que significa literalmente "reproducción cultivada". Para ello, se utiliza agua dulce o agua salobre o aguas marinas superficiales y se la encierra o compartimenta, generalmente mediante diques o redes. Este tipo de cría y reproducción artificial ha sido traducida de varias maneras, tales como piscicultura, ostricultura, cultivo de plantas acuáticas, según el caso, así como acuicultura o maricultura o cultivo en medios líquidos.

El otro tipo de cría artificial se realiza en aguas superficiales abiertas, especialmente lagos y aguas marinas costeras y la intervención del hombre está encauzada hacia la cría artificial y la liberación de alevines, el mejoramiento de las condiciones físicas del habitat natural y el control de la pesca o, mejor dicho, la cosecha de las especies sembradas. El término que en japonés se emplea para designar esta actividad es zooshoku, que significa literalmente "reproducción aumentada". Este tipo de actividad se ha practicado durante tanto tiempo como la ya mencionada yooshoku y en la actualidad se la fomenta activamente en las zonas costeras y en otras zonas cercanas costa afuera. En este informe, se denomina a esta actividad como cría de peces, crustáceos y moluscos y plantas acuáticas, respectivamente. Se debe tener en cuenta que la traducción no expresa completamente la distinción que reflejan dichos términos en japonés.

Los dos tipos de pesquerías mencionadas se distinguen conceptualmente de la explotación normal de las pesquerías naturales, donde la reproducción y la cría se producen naturalmente en su habitat. En la terminología popular japonesa las dos primeras se distinguen con un nuevo término, saibai gyogyoo, que significa literalmente "pesquerías de cultivo o de producción", como opuesto a "pesquerías de captura o destinadas a la pesca propiamente dicha". En tal sentido, la piscicultura o cultivo se considera una forma más intensiva de la cría de peces.

Debe señalarse, además, que hay una considerable superposición de elementos técnicos entre los términos "piscicultura" y "cría", tal como se los definió anteriormente. Más aún, se puede considerar que ambos métodos sólo presentan diferencias de grado con las pesquerías propiamente dichas, desde el punto de vista de que todos son modos de aumentar o estabilizar la productividad de los medios acuáticos mediante la intervención del hombre para lograr una administración de los recursos y una explotación económica eficientes.

Existen varios criterios para clasificar los métodos que se practican en Japón para la cría y el cultivo de peces, moluscos,

crustáceos, plantas acuáticas útiles, etc. Normalmente, se dividen en piscicultura y cría en aguas marinas y en aguas interiores. Estos métodos de cría se subdividen a su vez, según el grado de intervención humana, en actividades tales como alimentación artificial, uso de fertilizantes, cría de los alevines, obras de ingeniería necesarias, inversiones de capital fijo y control de las corrientes de agua. En la Figura II-3-1 se indica una de las posibles formas de clasificación.

3-2 Antecedentes Históricos

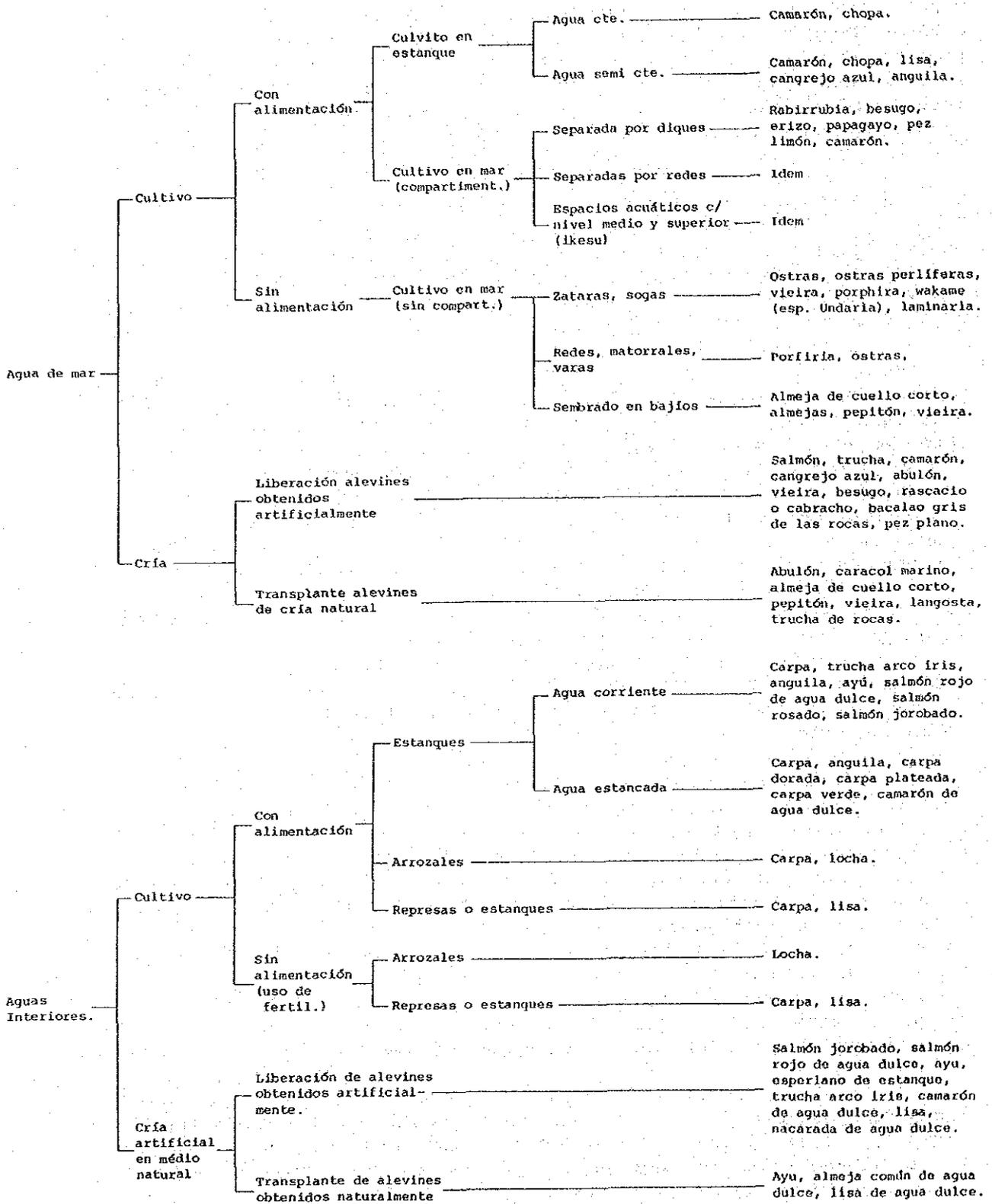
La práctica de la piscicultura y de la cría tiene una historia relativamente larga en Japón y su desarrollo y creciente importancia en los últimos años debe considerarse como parte del crecimiento histórico de la industria pesquera del Japón en general.

Es sabido que las primitivas formas de piscicultura ya se practicaban en Japón durante la Edad Media, utilizando arrozales, estanques y canales ribereños para la cría de peces de agua dulce tales como la carpa común, la carpa europea y la locha. Sea como fuere, los métodos tradicionales de cultivo en el Japón premoderno parecerían haberse desarrollado, especialmente en lo que se refiere a los peces de agua dulce en zonas sin litoral y de difícil acceso a la costa y la tradición del cultivo de peces de agua dulce se ha mantenido hasta el presente en las prefecturas que no tienen salida al mar. Asimismo, las técnicas de cría y selección de mejores ejemplares se desarrollaron tradicionalmente para la cría artificial de alevines de carpa dorada y de carpa manchada. Esta tradición de la etapa premoderna facilitó la difusión de las técnicas para el cultivo de la trucha arco iris introducidas desde los Estados Unidos a fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX cuando en Japón se inició la modernización de la sociedad y de la economía.

La piscicultura, la ostricultura y la cría en las zonas costeras tuvieron un desarrollo relativamente menor en el Japón premoderno ya que en ese entonces las aguas, tanto en la costa como costa afuera, ofrecían una riqueza pesquera suficiente como para satisfacer la demanda local. Una de las primeras prácticas de cultivo en aguas marinas costeras que se conoció fue la de cría de ostras que data del siglo XVII y la técnica tradicional de cultivo en medio natural de la porphira, un alga marina comestible, en el Japón premoderno. Los primeros pasos en piscicultura y cría tuvieron lugar durante los comienzos del siglo XX, con la cría de la anguila en agua salobre y la de los alevines de rabirrubia y vieira en aguas marinas costeras. Pero hasta mediados del siglo XX estas operaciones sólo se realizaron en pequeña escala.

Durante la primera mitad de este siglo, el crecimiento de la industria pesquera japonesa se centró en las "pesquerías de captura", en parte favorecido por las sucesivas políticas de promoción del gobierno. Paralelamente a las innovaciones tecnológicas que se incorporaron a los barcos, equipos, aparejos y métodos de pesca se sucedió un constante crecimiento de las pesquerías, tanto en la costa como costa afuera y en mares distantes. Después del retroceso experimentado al finalizar la

Figura II-3-1 Clasificación de los Métodos de Piscicultura y de Cría Artificial en Habitat Natural



Segunda Guerra Mundial, la industria pesquera japonesa incrementó rápidamente su producción desde mediados del decenio del cincuenta hasta mediados del decenio del sesenta. En esta etapa, el aumento de producción fue más notable en la pesca costa afuera y en mares distantes, en lo que respecta a pescados, moluscos y crustáceos de alta y mediana calidad, tales como el salmón, la trucha, el atún y el cangrejo.

En términos de volumen, la producción pesquera local siguió aumentando durante la segunda mitad del decenio del sesenta y comienzos del decenio del setenta, aunque su estructura experimentó un cambio significativo. La producción de especies de alta y mediana calidad ya mencionadas se estancó o bien declinó, debido en parte al mayor control que internacionalmente se ejercía sobre la pesca de esas especies en mares distantes. Por el contrario, aumentó considerablemente la producción de especies más económicas tales como el colín de Alaska, en el norte y la sardina, la anchoita, la caballa y la paparda, provenientes de la pesca en aguas costa afuera. Con excepción del colín de Alaska, con respecto al cual se desarrolló tecnología para la producción de pasta de pescado (surimi), destinado al consumo humano, el consumo de especies de origen oceánico de bajo costo como alimento comenzó a aumentar durante los primeros años del decenio del sesenta y siguió hacia a lo largo del decenio del setenta. El período que abarca el decenio del sesenta y los primeros años del decenio del setenta coincidió con el rápido crecimiento de la economía del Japón, que a su vez provocó la expansión de la demanda local de pescados, mariscos y crustáceos de mayor calidad, es decir, de precio más alto. Dicho incremento en la demanda, junto con el estancamiento y la disminución en la producción de las especies favoritas y de alta calidad originarias en las aguas costeras y costa afuera del Japón, dio un impulso decisivo al desarrollo de la acuicultura. Además de la rabirrubia, la anguila, la vieira y la ostra, comenzaron a criarse en la zonas costera otras especies tales como el besugo, la gamba y el camarón, el lenguado, el erizo, el lucio, con las características de empresa comercial muy rentable. Además, se importaron otras especies de otros países para cultivarlas o para sembrar con ellas las aguas del Japón. Entre estas especies encontramos la tilapia, el pejerrey, el salmón plateado y algunas gambas.

La moderna industria pesquera en el Japón creció en los años de posguerra al extender las áreas en las que operaba, de aguas costeras a aguas costa afuera y de allí, a mares cada vez más distantes. Las crisis petroleras y el desarrollo del Derecho del Mar durante el decenio del setenta cambiaron fundamentalmente el panorama de la pesquería de captura en el Japón. La consecuencia inmediata fue la disminución, en términos de producción, de la actividad pesquera japonesa en aguas distantes. Dicha producción representaba en 1972, aproximadamente, el 40% de la producción total, pero hacia 1980 ese porcentaje se redujo a menos del 20%. El incremento de los costos del combustible y el establecimiento de las doscientas millas de aguas territoriales determinaron que en Japón se comenzara a hacer hincapié en el alto nivel de utilización de las aguas territoriales, lo cual determinó la evolución de la acuicultura, de la cría y de la administración efectiva

de los recursos mediante la investigación intensiva de los recursos y del ambiente pesqueros y el aumento de las inversiones destinada a aumentar la productividad de los medios acuáticos.

El concepto de "pesquerías de producción" especialmente en lo que se refiere a la cría, ha cobrado hoy en día mayor importancia y tanto el gobierno central como el de las prefecturas han fomentado intensamente dichas prácticas en la zona costera. La cría y la liberación de alevines se practicó durante mucho tiempo en Japón para la cría del salmón, el abulón y algunas otras especies, pero en los últimos años se incorporaron otras diversas especies para criarlas en diferentes aguas regionales. Dichas especies son la gamba, la vieira, el cangrejo azul, el erizo, el besugo, la chopa, distintas variedades de almejas y muchas otras especies de volar comercial reconocido.

Además, el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca anunció recientemente uno de los elementos de su políticas: el concepto de "granja marina", cuyo objetivo es domesticar las especies elegidas y alimentarlas en las "granjas" o "viveros", construidos en aguas marinas. El Ministerio también ha promovido la instrumentación de la moderna biotecnología para el control de los procesos de reproducción y crecimiento de ciertas especies de peces, así como para la creación artificial de nuevas especies destinadas al consumo del hombre. Sin duda, la investigación y el desarrollo actual en pos de esos objetivos influenciarán en el futuro los componentes técnicos del cultivo y de la cría de peces.

3-3 Tendencias de la Producción y Principales Especies Cultivadas

3-3-1 Tendencias de la Producción

Es imposible obtener cifras sobre la producción de pescados de cría, ya que no se diferencian de los que se pescan tradicionalmente. Por lo tanto, el tema de la producción sólo abarca datos basados en la acuicultura en agua marina y en agua dulce.

Tal como se indica en el Cuadro II-3-1 la producción pesquera local en Japón aumentó, en términos de valoración pecuniaria, un 5,5% anual en la década que va de 1974 a 1984. La producción de la pesca en aguas interiores representó el 6% de la producción total a lo largo de ese período. El valor total de la producción de especies criadas artificialmente aumentó en una proporción anual del 8,1%, en comparación con el 4,6% de aumento que experimentaron las operaciones de pesca tradicionales. El porcentaje de dicha producción, que durante 1974-1976 representó apenas un poco más del 17% de la producción total, llegó al 22% en la etapa 1983-1984.

Como se puede observar en el cuadro, la mayor parte de la producción pesquera en aguas interiores está integrada por especies de cría artificial, con un porcentaje que fluctúa entre el 63% y el 69% del total. Comparativamente, el porcentaje de las especies criadas

Cuadro II-3-1 Producción Pesquera en Japón (1974-1984)

(expresado en 100 millones de ¥)

	Producción Total		Pesca Marina		Pesca Agua Dulce		Porción Cultivada	
	Producción Total	Porción Cultivada	Pesca Marina	Pesca Agua Dulce	Porción Cultivada	Pesca Agua Dulce	Porción Cultivada	Porción Cultivada
1974	17.084	2.947	16.114	970	2.325		622	
1975	18.870	3.249	17.740	1.130	2.536		713	
1976	21.862	3.744	20.635	1.226	2.933		813	
1977	25.451	4.452	24.035	1.416	3.522		930	
1978	24.511	5.089	22.927	1.584	4.013		1.076	
1979	26.480	5.393	24.788	1.691	4.229		1.164	
1980	27.779	5.797	26.023	1.688	4.687		1.110	
1981	29.640	5.629	26.090	1.689	4.565		1.064	
1982	29.640	5.804	27.685	1.957	4.556		1.248	
1983	29.032	6.356	27.239	1.794	5.186		1.170	
1984	29.290	6.404	27.450	1.840	5.171		1.233	

Fuente: Departamento de Información y Estadística; Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca; Estadísticas de Pesca en Japón 1984, 1986.

artificialmente es menor en la actividad pesquera marina, aunque se elevó de un poco más del 14% durante 1974-1976 a un 19% en el período 1983-1984. La alta tasa de incremento que se observa en la producción de especies criadas artificialmente tanto en agua dulce como en agua marina, se debe en parte a que las especies de mayor precio se crían con este método.

En el Cuadro II-3-2 aparece el volumen de producción de especies criadas artificialmente en aguas interiores durante 1974-1984. La producción total de peces aumentó de 67.000 a 97.000 ton., o, lo que es igual, según un porcentaje anual de 3,7%. En términos de tonelaje, la anguila, la carpa común y la trucha arco iris son las especies que tienen los mayores porcentajes en la producción total. Pero mientras que la producción de la carpa y la trucha o bien disminuyó o bien experimentó muy poco incremento, la producción de la anguila se duplicó ampliamente. La producción de todas las otras especies de pescado aumentó y se observó un crecimiento especialmente acelerado con respecto a otro tipo de truchas, el ayu y la tilapia, especie esta última que fue traída del extranjero a fines de los años '70. En lo concerniente a otras especies cultivadas, disminuyó la producción de perlas de agua dulce, en tanto que la producción de la tortuga de caparazón blando se sextuplicó en 10 años. La cría de la camarón de agua dulce comenzó a principios de los años '80, pero aún su producción es pequeña.

El Cuadro II-3-3 muestra el volumen de producción de los cultivos marinos durante 1974-1984. En esta área, el incremento de la producción de pescado fue más veloz que en la de las crías de peces de agua dulce. Dicho aumento alcanzó una tasa anual del 7% en el mismo período. La mayor producción ha sido la de los rabilrubias más jóvenes, que en 1984 representaron el 80% del total. Sin embargo, el aumento de esta especie a lo largo de la década fue considerablemente más lento que el del lucio, el besugo y la chopo, que multiplicaron su crecimiento seis y ocho veces respectivamente, durante dicho período. Asimismo, la columna llamada "otros peces" muestra que la producción se ha multiplicado más de treinta veces, lo cual indica la rápida diversificación de cultivos de peces, especialmente desde finales de la década del '70. Los otros cultivos marinos de importancia, tales como el camarón, el alga laminaria (llamada kombu en Japón) y la perla registraron también un rápido crecimiento (8,4%, 19,9% y 7,9% anuales, respectivamente). La vieira, la ostra y la porphira, que son cultivos tradicionales, evidencian un crecimiento mucho más lento durante el mismo período.

3-3-2 Principales Especies de Cultivos en Agua Dulce

Las especies de agua dulce de mayor importancia que se cultivan normalmente para consumo humano en Japón son la carpa, la anguila, el ayu, la trucha y la locha. Además, la carpa dorada y la carpa manchada se crían artificialmente como peces ornamentales. A continuación se detallan las generalidades de las especies de mayor importancia.

Cuadro II-3-2 Producción de Cultivos en Agua Dulce

(toneladas)

Año	Total Peces	Trucha arco Iris	Otras truchas	Ayu	Carpa	Carpa europea	Anguila	Tilapia ¹⁾	Otros Peces	Camaron	Tortuza ca parazon blando	Otros	Perlas ²⁾
1974	67.035	16.684	947	4.712	26.323	841	17.077	-	451	-	57	-	6,9
1975	72.032	15.557	1.168	4.991	28.129	968	30.749	-	470	-	81	-	6,2
1976	76.539	15.322	1.505	5.726	26.289	954	26.751	-	402	-	100	-	6,3
1977	82.016	16.033	1.584	5.879	29.295	1.007	27.630	-	592	-	137	-	5,6
1978	89.735	17.166	1.863	7.185	29.160	1.292	32.106	-	963	-	192	-	6,1
1979	94.346	16.714	1.750	8.455	24.452	1.263	36.781	1.526	415	-	207	-	5,8
1980	93.475	17.698	2.274	7.989	25.045	1.151	36.618	2.392	300	-	233	-	6,3
1981	91.714	17.819	2.415	9.492	23.784	1.289	33.984	2.465	466	-	256	-	6,0
1982	96.091	18.230	2.459	10.222	24.093	1.215	36.643	2.640	590	25	266	7	6,1
1983	93.566	17.817	2.096	10.318	22.397	1.592	34.489	3.233	924	29	301	3	6,0
1984	96.874	16.772	3.047	11.705	21.071	1.492	36.030	3.544	1.212	24	367	1	6,0

Fuente: Departamento de Información y Estadística, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca. Estadística de Pesca en Japón 1984, 1986.

Notas: 1) El signo (-) indica que las cifras de esa producción están incluidas en la columna "otros peces"

2) Las cifras sólo representan la producción de los lagos Biwa y Kasumigaura

Cuadro II-3-3 Producción de Cultivos Marinos

(Tonelada)

Año	Peces					Crustáceos			
	Total de peces	Lucio	Rabirrubia	Besugo y chopa	Otros peces	Camarón	Ascidia de mar	Otros	Otros
1974	97.084	619	92.956	3.298	221	912	5.036	59	59
1975	97.998	920	92.407	4.462	209	936	6.313	41	41
1976	109.258	704	101.786	6.572	196	1.042	8.390	42	42
1977	124.410	743	115.098	8.245	324	1.124	7.463	16	16
1978	135.008	809	121.956	11.315	928	1.184	5.759	11	11
1979	170.561	1.461	155.053	12.492	1.555	1.480	5.287	22	22
1980	169.717	2.272	149.449	14.973	3.023	1.546	5.746	25	25
1981	174.903	3.195	150.907	18.243	2.550	1.666	6.909	8	8
1982	175.005	3.613	146.486	20.648	4.250	2.000	7.382	11	11
1983	190.931	4.266	156.170	25.304	5.191	1.949	7.809	2	2
1984	190.355	3.708	152.946	26.282	7.419	2.037	8.901	41	41

Año	Moluscos			Algas			Perlas	
	Vieria	Ostras (Con caparazón)	Otros	Laminaria	Undaria	Porphira	Otras	Otras
1974	62.651	201.583	129	10.201	153.762	339.314	-	30
1975	70.313	201.173	114	15.759	101.937	270.127	-	30
1976	64.946	226.278	73	22.096	126.701	291.051	-	34
1977	83.213	212.779	92	27.260	125.798	279.031	64	39
1978	67.750	232.068	207	21.890	102.665	350.471	194	37
1979	43.662	205.509	173	25.291	103.788	325.606	1.161	40
1980	40.403	261.323	372	38.561	113.532	357.672	2.904	42
1981	59.106	235.241	470	44.220	91.273	340.510	5.329	46
1982	76.876	250.287	276	42.978	118.338	263.312	1.888	52
1983	85.134	253.247	372	44.343	112.837	360.694	2.326	58
1984	73.981	257.126	490	62.754	114.588	396.530	3.894	64

Fuente: Departamento de Información y Estadística, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca. Estadísticas de Pesca de Japón 1984, 1986

1) Carpa común

Como ya se mencionó previamente, el cultivo de la carpa común es de larga data en el Japón. Antes del siglo XX, la carpa se criaba en lagunas de agua estancada. El cultivo de la carpa en lagunas de aguas corrientes comenzó en 1897, en una de las prefecturas sin litoral y, gracias a los servicios de extensión que brindaban tanto el gobierno central como el de la prefectura, fue posible llevar este método -mucho más productivo- a otras regiones del país. Una de las innovaciones más recientes es el cultivo de la carpa en ikesu, que es un espacio acuático destinado al cultivo en lagos interiores, demarcado con redes sintéticas resistentes.

Las técnicas de cultivo de la carpa se han exportado a otros países debido a la fácil producción de alevines y a que la cría intensiva es posible aún en pequeños estanques de agua corriente. Los antiguos alimentos para esta especie consistían principalmente en salvado de arroz y crisálida de gusano de seda, pero hoy en día se emplean, normalmente, alimentos compuestos.

2) Anguila

El cultivo de anguila comenzó aproximadamente a fines del siglo pasado en un lago de agua salobre, en la isla principal del Japón y sobre las costas que baña el Pacífico. De allí, se extendió hacia otras zonas costeras similares. Como la reproducción artificial de esta especie no es posible, la producción anual de anguilas cultivadas depende de la cantidad de crías naturales (angulas) extraídas del mar. A principios del año 1970, la pesca local de angulas disminuyó a 30/50 ton., cifra que se debe confrontar con las casi 100 ton. que requiere anualmente la demanda del mercado. Comenzaron a importarse distintas especies de angulas de todas partes, por ejemplo, de Francia y de los EE.UU. También se importan de China alevines de una especie de anguilas.

En un principio, las anguilas se cultivaban en estanques de agua estacionada. Luego se pasó a los estanques de agua corriente y a tanques con circulación de agua. Durante los primeros años, se alimentó a las crías con crisálidas de gusanos de seda y con otros alimentos. Pero en 1960, se las comenzó a alimentar con sardinias, anchoas y caballas. Ya desde hace algunos años se acostumbra a usar alimentos especialmente preparados. Como la anguila es carnívora, se agrega harina de pescado para asegurar una buena fuente de proteínas. La proporción normal de conversión para los alimentos (porcentaje de alimentos en kg. necesario para obtener 1 kg. de anguilas) es aproximadamente 7 kg (o 2,3 - 2,5 para su equivalencia en peso seco).

Países vecinos como Corea, Taiwan y China comenzaron a cultivar anguilas y han aumentado las exportaciones de esta especie al Japón. Durante los últimos años, disminuyó en Japón el número de criaderos de anguilas debido a la gran competencia con las anguilas importadas, que se venden a menor precio.

3) Ayu

La cría del ayu se realiza utilizando los dos métodos: el de cultivo y el de cría. Los alevines se pueden reproducir artificialmente o se extraen de las aguas costeras durante la primavera. Como ésta es una de las especies preferidas de la pesca deportiva, se arrojan las crías al agua y se regula estrictamente la temporada de pesca. Los peces que se cultivan en los estanques con agua corriente crecen más rápido que los que se arrojan a los ríos y se pueden comercializar a precios más altos antes de la temporada de pesca. Tomó algún tiempo desarrollar el método para reproducir crías en forma artificial y la técnica que se perfeccionó para criar los peces con los que se alimentan los alevines de ayu, se aplicó con éxito a otras especies.

4) Truchas

Los criaderos más importantes de truchas son los de la trucha arco iris, la trucha de arroyo, y la trucha marrón. En 1887, el gobierno japonés comenzó a importar de los EE.UU. huevos de trucha arco iris y los distribuyó entre los centros experimentales de las prefecturas para fomentar el desarrollo y la difusión de la incubación artificial y la cría y liberación de alevines en ríos y lagos en zonas montañosas. Las leyes para el fomento que se dictaron en 1925 contribuyeron al desarrollo de tecnología relacionada con la cría y el cultivo de la trucha y de los salmones en aguas interiores. Para fines del decenio de 1930, funcionaban más de 600 viveros, con una producción de 600 millones de crías.

Después del estancamiento producido durante la Segunda Guerra Mundial, sobrevino en los años de la posguerra un rápido incremento de las truchas cultivadas que en 1962 llegó a una producción de 3.000 ton., cifra que superaría ampliamente el precedente de los años anteriores a la guerra. A partir de allí, la cría de la trucha aumentó en forma continua y, para principios del decenio de 1970, la producción se había incrementado casi siete veces. La trucha arco iris cultivada se exportó a los EE.UU. durante el decenio de 1950. Pero como resultante del acelerado crecimiento de la economía japonesa, hoy en día se comercializa principalmente en el mercado local. Antes se alimentaba a esta especie con pescado crudo y harina de trigo, pero en el presente se reemplazó esa alimentación por gránulos de alimento balanceado.

Mediante los esfuerzos realizados por los centros experimentales de las prefecturas, se han establecido en los últimos años las técnicas para la producción de alevines de especies tales como el salmón jorobado y la trucha de montaña (especie *Oncorhynchus* de agua dulce), lo cual había sido imposible hasta entonces. Aún no se ha concretado el cultivo de estas especies en escala comercial pero aumentó la demanda de crías reproducidas en forma artificial para la siembra de los ríos. La tecnología avanzada para la manipulación de cromosomas se ha aplicado con buen resultado, y está desarrollándose, a fin de producir solamente hembras de truchas y lenguados que se

venden a precios más altos que machos y de crear triploides que se hacen más rápido y grande.

3-3-3 Principales especies de cultivo marino

Los principales peces, moluscos y crustáceos que se crían para el consumo humano son la rabirrubia, el besugo, la gamba, la ostra y la vieira. Además se cultiva el pez erizo, el halibut, la lobina papagayo, el pez limón, una variedad de bivalvos y el pepitón.

1) Rabirrubia

El cultivo de la rabirrubia comenzó a fines del decenio de 1920 en el Mar Interior, que se encuentra al sur de la isla Honshu -la principal isla del Japón- y la separa de la Isla Shikoku. El cultivo de este pez migratorio se extendió en forma continua hacia las aguas circundantes, en parte porque es relativamente fácil obtener los alevines naturalmente y en parte, porque crecen bastante rápido, lo que permite la comercialización a precios elevados en la época en que disminuye la pesca natural.

El rápido desarrollo del cultivo de la rabirrubia tuvo lugar durante el decenio de 1960 cuando se introdujo el uso de redes sintéticas resistentes para compartimentar los espacios acuáticos y cuando se abarató el costo de los alimentos para peces. El incremento de la producción también se relacionó con el crecimiento de los frigoríficos en el país, lo que permitió la distribución tanto de la rabirrubia como de los alimentos para peces, más frescos. Dado el incremento de la producción del cultivo, el hecho de tener que depender totalmente de los alevines obtenidos en forma natural constituye un factor que limitará en el futuro el crecimiento de la especie. Se están realizando esfuerzos tendientes al desarrollo de técnicas de producción artificial de alevines para estabilizar su provisión.

2) Besugo

Los primeros cultivos de besugo comenzaron hace aproximadamente veinte años junto con los cultivos de rabirrubia, a lo largo de las costas del Mar Interior. El cultivo en gran escala comenzó a fines del decenio de 1960, en las islas Kyushu y Shikoku. Al poco tiempo, el besugo y la chopa pasaron a ocupar el segundo lugar entre las especies más lucrativas en el área de la piscicultura, después de la rabirrubia.

Para el cultivo del besugo se emplean alevines de aproximadamente 20 gr., que se pescan en el mar y luego se llevan a lo que se denomina ikesu (espacios acuáticos divididos por redes) de aproximadamente 10 mts. de profundidad. Los alevines se crían durante dos o tres años hasta que lleguen a pesar de 600 gr. a 1 kg., tras lo cual pueden venderse a buenos precios. La alimentación debe ser seleccionada y balanceada cuidadosamente, para que el pez adquiera la coloración roja

deseada. Las aguas cálidas, donde la temperatura en invierno no desciende de los 10°C son las más apropiadas para la cría de esta especie.

En la actualidad la cantidad de alevines necesaria para el cultivo del besugo depende exclusivamente del desove natural. Se han desarrollado técnicas para la producción artificial de alevines y hoy en día se los cultiva en varias localidades, produciendo cantidades que oscilan entre los 100.000 y el 1.000.000, con lo cual se logra estabilizar la provisión total.

3) Camarón

El camarón es una de las especies marinas de más alto costo y de mayor aceptación en Japón. Los primeros cultivos de camarones (*penaeus japonica*) comenzaron en una de las prefecturas al sur de la isla Kyushu, fundamentalmente para mantenerlos vivos por un tiempo hasta que llegara el momento apropiado para preparar los embarques para su comercialización. Durante el decenio de 1960 se estableció el cultivo en gran escala después de ensayar la recolección de crías artificiales, la producción intermedia de alevines y la producción final en los estanques. Los métodos que se desarrollaron se aplican, con algunas variantes, al cultivo de otros camarones, incluyendo las especies tropicales.

Los métodos para el cultivo pueden clasificarse en dos tipos: extensivo e intensivo. El método extensivo utiliza antiguos saladares sobre las playas o en ensenadas naturales y aprovecha la fluctuación de la marea para renovar las aguas de las pequeñas represas dos veces al día. Se utilizan bombas para remover las aguas durante el verano cuando asciende la temperatura del agua y desciende el nivel de oxígeno. Los costos de la construcción de estanques y de la fuerza motriz para las bombas no son elevados pero la producción generalmente es baja: se obtienen de 200 a 300 gr. por metro cuadrado y a veces, 400 gr. como máximo.

El método intensivo de cultivo utiliza estanque de doble fondo, que facilitan la limpieza del agua y de la arena en el fondo. El agua del estanque se cambia frecuentemente con las bombas para aumentar la productividad. En una prefectura de la Isla Kyushu existe un estanque circular de cemento de 1000 metros cuadrados de superficie y de doble fondo, al que se le cambia el agua de cinco a seis veces por día y la misma circula en forma constante. En este estanque se producen de 2,5 a 5 kg. de camarones por metro cuadrado.

4) Ostra

El cultivo tradicional de ostras comenzó en la prefectura de Hiroshima, sobre la costa del Mar Interior, y se realizó en aguas poco profundas en donde se plantaban varas o ramas llamadas hibi. A mediados del decenio de 1920 este método fue superado por uno nuevo que se creó en el Norte de Europa. Este sistema empleaba zataras y jaulas que se suspendían perpendicularmente de ellas. Se difundió

rápida-mente a otras áreas porque posibilitó una utilización tridimensional mucho más eficaz de las aguas costeras más profundas y dio lugar a mayores ganancias en comparación con el método tradicional de cultivo.

No sólo contribuyó el nuevo sistema al incremento de la producción y la difusión del cultivo de ostras en Japón, sino que también se constituyó en el precursor de otros tipos de cultivos similares que utilizaron zataras o largas sogas para suspender de allí los alevines o crías. Entre estos se pueden nombrar el cultivo de perlas, vieira y algas comestibles como el wakame (especie Undaria) y el kombu (laminaria japónica).

5) Vieira

La vieira es un bivalvo que prefiere el agua fría. El cultivo en gran escala comenzó en las prefecturas del norte de Japón, en la isla principal, a principios del decenio de 1960 y se difundió rápidamente hacia las prefecturas de los alrededores y la Hokkaido que es la más septentrional, en parte, para compensar la disminución de la producción natural debido al exceso de explotación. Los métodos de cultivo varían según las condiciones locales. Tanto el método de sogas largas como el de zataras se implementaron para poder suspender las jaulas que contienen las crías de las vieiras. Los entendidos sostienen que el primer método es el más práctico. Los tipos de jaulas varían de las confeccionadas con tejido tipo red a aquéllas confeccionadas con tejido de sogas enlazadas.

Durante mayo y junio tiene lugar la recolección de las crías que se fijan a las pequeñas ramas, telas o redes sumergidas en el mar con dicho fin. Luego se las cría durante un tiempo, ya sea para liberarlas en las aguas costeras o para engordarlas en los estanques.

En el pasado estos moluscos eran consumidos en gran escala localmente en el norte del Japón pero paralelamente con el desarrollo de los transportes, de los frigoríficos y dada la gran movilización de la población, el mercado interno se expandió hacia el sur, especialmente en Tokio y Osaka que son grandes mercados urbanos. Junto con el aumento de la producción, se perfeccionaron las maquinarias para el procesamiento de estos moluscos.

3-4 Técnicas para el Cultivo Artificial de Peces en Habitat Natural

Como se mencionó anteriormente, los procedimientos industriales para la cría o el cultivo artificial en aguas abiertas de peces, moluscos, crustáceos y otras especies útiles de la fauna y de la flora acuática, consiste en la liberación de las crías en aguas abiertas, el mejoramiento de los habitats naturales mediante trabajos de ingeniería civil de mayor o menor envergadura y en el control efectivo de los esfuerzos realizados para garantizar la cosecha de las especies que se cultivan. Esto debe llevarse a cabo con un conocimiento exacto de las características biológicas de las especies elegidas, su comportamiento y

sus habitats naturales preferidos, sin dejar de incluir la conservación efectiva y el mejoramiento del espacio acuático. Por lo tanto, el respaldo por parte del gobierno en los aspectos técnico y financiero, ha desempeñado un rol mucho más importante y más directo en el desarrollo de la tecnología de la cría que en la de la piscicultura.

La promoción de la actividad pesquera costera encarada por el gobierno en los años de posguerra estaba principalmente dirigida hacia (1) el mejoramiento de las zonas pesqueras, (2) la conservación y multiplicación de los recursos pesqueros y (3) la intensificación de la investigación y desarrollo en las prefecturas donde existen viveros experimentales. Sin embargo, durante el decenio de 1950 los esfuerzos por parte del sector público se limitaron a algunas especies como el salmón, la trucha, la vieira, la almeja de caparazón duro y la almeja de cuello corto. Esto se debió, en parte, a que en esa época al sector pesquero le interesaba más la expansión de las pesquerías en los mares distantes y en parte, a que la política del gobierno enfatizó el desarrollo económico a través de la industrialización, la que traía como consecuencia el deterioro de las zonas pesqueras costeras.

La idea de pesquerías cultivadas en las aguas costeras se introdujo por primera vez en el programa piloto que inició el gobierno en 1963 para las pesquerías en el Mar Interior. Durante el período comprendido entre los años 1971 y 1974, se llevaron a cabo estudios ecológicos intensivos en las aguas costeras para implementar programas similares en otras áreas. El gobierno central fue el primero en fundar centros de pesquería cultivada con el fin de desarrollar la tecnología necesaria y lo mismo hicieron los gobiernos de las prefecturas a partir de 1973. En la actualidad, funcionan alrededor de 40 centros.

En 1973 mediante leyes que respaldaban los esfuerzos conjuntos del gobierno central, las prefecturas y las cooperativas de pescadores y mediante el programa para el desarrollo estructural de las zonas pesqueras costeras que se había iniciado en 1962, el gobierno de Japón inició su plan de inversión para el desarrollo y el mejoramiento de pesquerías costeras para el año 1976. Durante los últimos años el gobierno asignó un total de 200 mil millones de yenes (10 mil millones de dólares al cambio de 200 yenes por dólar) para el mejoramiento de la infraestructura de dichos territorios para el período comprendido entre los años 1979 y 1989 y 400 mil millones de yenes (20 mil millones de dólares) para el mejoramiento y desarrollo de las zonas de pesca para el período comprendido entre 1982 y 1987.

Los esfuerzos conjuntos del sector público y de las cooperativas de pescadores resultaron exitosos con el salmón, la trucha, la gamba, el besugo, el cangrejo azul, la vieira, las algas, etc. Los centros antes mencionados desempeñaron un importante rol en el aumento de la producción y la liberación de las crías, lo que incrementó la tasa de supervivencia de los peces más pequeños. Actualmente está aumentando en forma sustancial el número de las diversas especies cuyas crías son liberadas. Varios centros de investigación del sector público y organizaciones privadas están cooperando en proyectos de investigación básica y aplicada.

El mejoramiento de los terrenos pesqueros costeros se lleva a cabo mediante distintos trabajos. Para la supervivencia y el crecimiento de las frezas, esporas, alevines o crías que se liberan, es necesario mejorar los lechos de algas, sumergir malezas, rocas y bloques de cemento, arrecifes artificiales, etc. que sirven como refugios marinos. También es necesario limpiar o construir bajos y playas adecuadas, mejorar las áreas por donde circulan los peces, facilitar las corrientes de agua ensanchando las bahías y las desembocaduras de los ríos o dinamitando superficies rocosas, disminuir la fuerza de las olas mediante la construcción de rompeolas, aplicar fertilizantes para que se desarrolle el plancton vegetal, eliminar depredadores, etc. En la Figura II-3-2 aparecen los trabajos principales que se hicieron con diversos peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas en aguas costeras.

Es muy difícil establecer en forma cuantitativa la influencia de estos trabajos en el aumento de las especies en las zonas costeras, pero los datos obtenidos en algunas localidades indican que se está produciendo un incremento de la producción pesquera.

3-5 Observaciones Finales

El desarrollo de la piscicultura y de la cría que se acaba de describir está principalmente basado en las características del consumo en Japón. En este país el consumo diario de proteínas es aproximadamente 82 gr. per cápita. El 49% corresponde a proteínas de origen animal; dentro de este porcentaje, el 45% corresponde a pescados y moluscos (aproximadamente, 40 gr. diarios). Si bien la tasa de incremento del consumo total de pescado, moluscos y crustáceos per cápita ha ido disminuyendo en los últimos años en comparación con el consumo de otras carnes, el consumo de especies de más alta calidad (más caras) tales como el atún, el salmón y otras, aumentó constantemente; esto refleja el aumento de ingresos per cápita.

Como grandes consumidores de productos derivados de la pesca, los japoneses son expertos en distinguir las calidades de las especies que consumen y esto se refleja en las grandes diferencias en los precios para las calidades altas y bajas. Por ejemplo, en 1984, en las zonas productoras, el precio mayorista de la sardina y la caballa (especies de bajo costo) era de 17 yenes por kg. mientras que el precio del bonito (una especie de atún) era de 1.906 yenes, el de la rabirrubia 711 yenes, el del pez plano 1.745 yenes y el del lenguado, 1.436 yenes.

Los japoneses crearon distintos métodos para preparar y cocinar el pescado, los moluscos y los crustáceos en los que la frescura y el sabor son altamente apreciados. Esto también se refleja en los distintos precios. En otras palabras, en Japón los métodos de cría y cultivo se desarrollaron para brindar al consumidor productos frescos y de la mejor calidad. Esta forma de práctica difiere fundamentalmente de la de en los países en desarrollo para proveer a la población de una fuente de proteína animal de bajo costo.

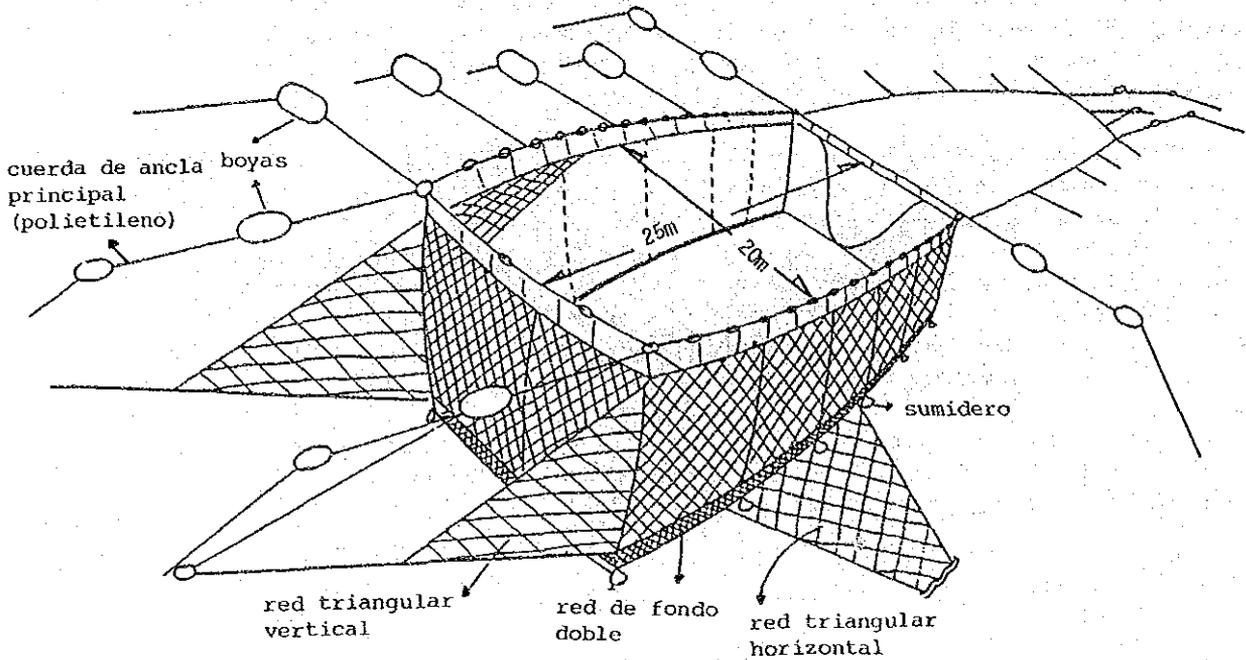
Para producir 1 kg. de pescado, moluscos o crustáceos de alta calidad normalmente se necesita de 6 a 10 kg. (peso con líquido) de alimento. Por lo tanto, las crías de peces, moluscos o crustáceos dependen de la existencia permanente de cantidades abundantes de pescado a bajo costo. Además, los cultivos de estas especies demandan una considerable inversión inicial en instalaciones. Lo mismo puede decirse de la cría de especies, en cuyo caso la subvención del gobierno y las inversiones directas desempeñan un papel decisivo.

Además, el cultivo y la cría deben estar respaldados por trabajos de investigación básica y aplicada para lograr que la intervención del hombre dirigida hacia el aumento de la productividad y de la calidad sea más adecuada. La reiterada aparición de la marea roja constituye un serio problema para las especies marinas en Japón. Este fenómeno tiene origen en el repentino florecimiento del plancton vegetal durante el verano y se están haciendo esfuerzos para minimizar las pérdidas sufridas como consecuencia del mismo.

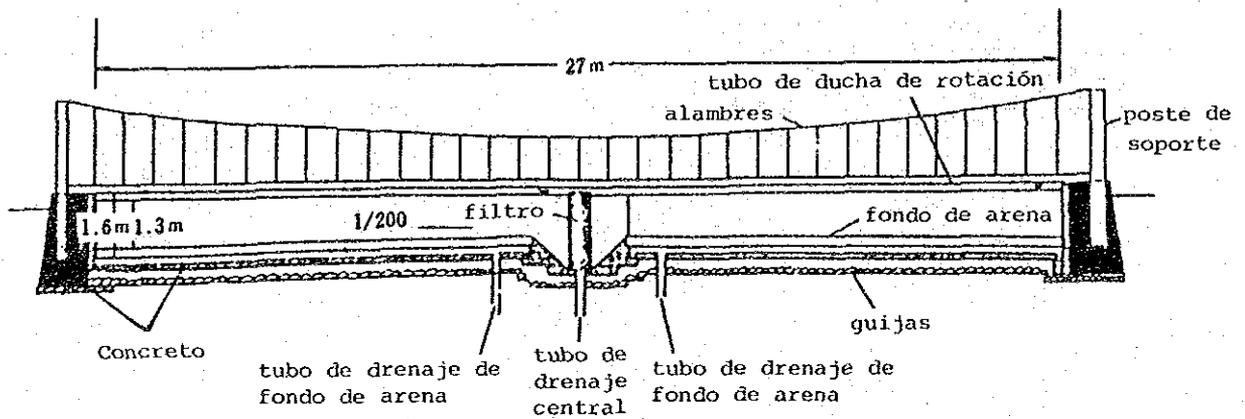
Tanto estos esfuerzos como las inversiones han sido posibles principalmente gracias a que el consumidor local pudo pagar precios elevados por las especies de mejor calidad.

APENDICE A LA CRIA DE PECES

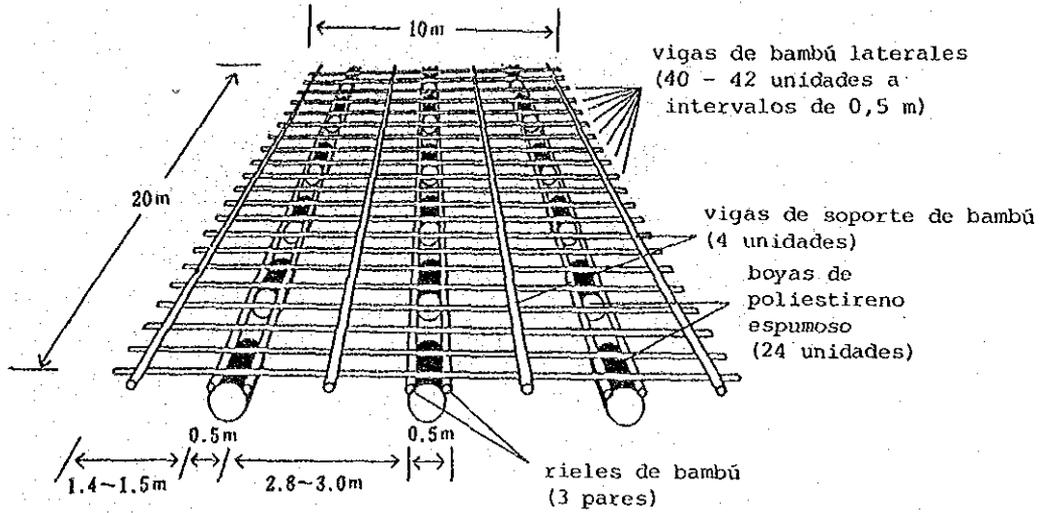
Jaula de Red (ikesu) para Cría de Peces (Atún Negro)



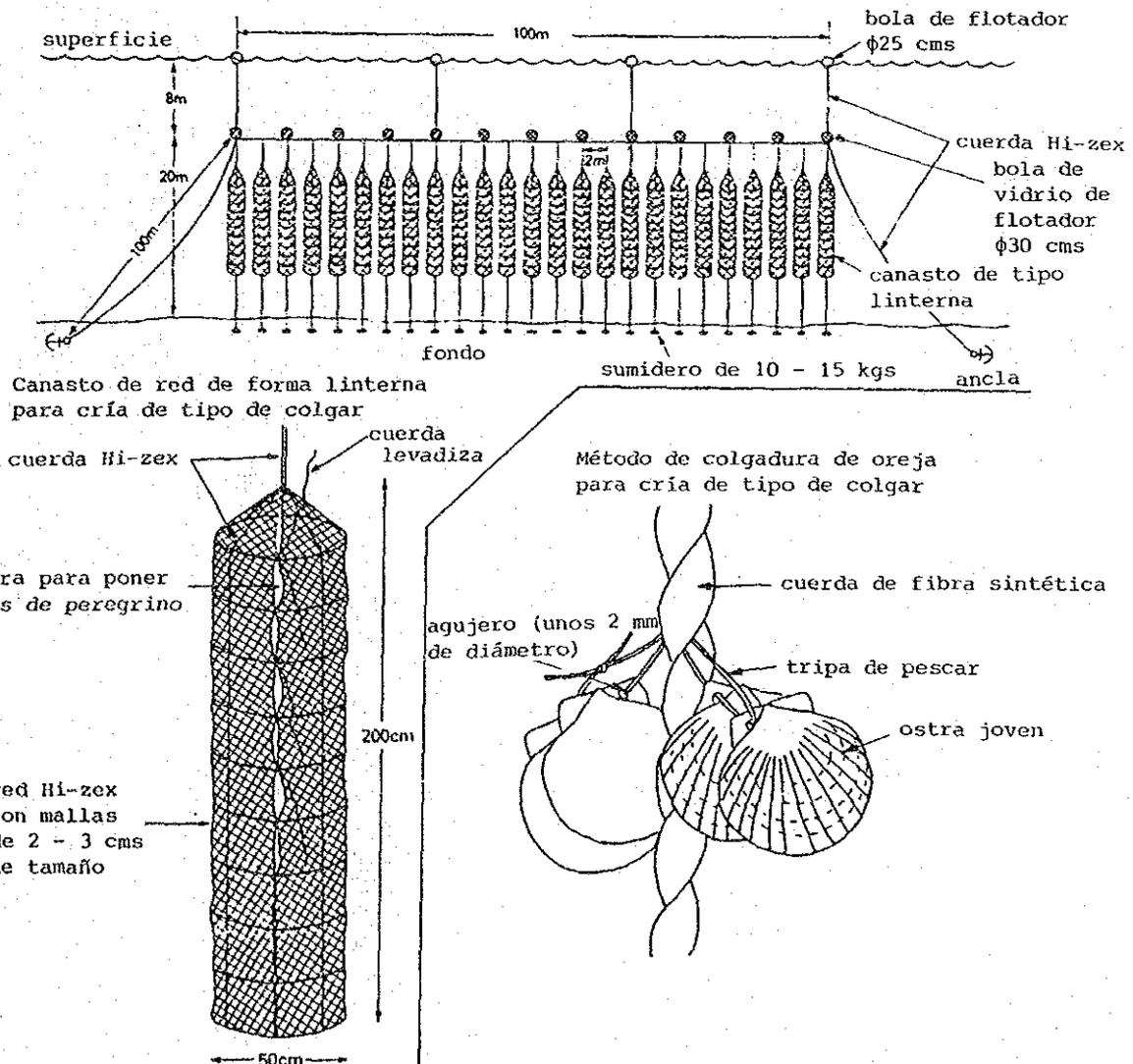
Tanque Redondo de Cría para Camarón



Balsa para Cría de Ostras



Cultivo de Conchas de Peregrino en Estrato Medio (Tipo de Línea Larga)



III. INDUSTRIA

III. INDUSTRIA

1. DESARROLLO INDUSTRIAL Y POLITICA INDUSTRIAL DEL JAPON DE POSTGUERRA

1-1 Desarrollo Industrial y Cambio Estructural

Como se indica en I-1-1 (Capítulo I "Macroeconomía"), el crecimiento de la economía japonesa después de la segunda guerra mundial se divide en las siguientes tres etapas (Ver el Cuadro I-1-3, P.I-4). La primera etapa abarca alrededor de 15 años que van desde la época inmediatamente posterior a la guerra hasta el decenio de 1950, durante los cuales el Japón logró la reconstrucción de postguerra y se preparó para la siguiente etapa de alto crecimiento económico. En esta primera etapa el Japón superó la inflación descontrolada que padeció después de la guerra y obtuvo autosuficiencia económica.

La segunda etapa abarca el periodo de alto crecimiento económico que va desde el fin del decenio de 1950 hasta la primera crisis petrolera, periodo durante el cual Japón logró establecer industrias pesadas e industrias químicas, mediante un gran cambio estructural de su economía.

La tercera etapa abarca el periodo que va desde la primera crisis petrolera hasta la actualidad, periodo durante el cual la tasa de crecimiento económico decayó significativamente respecto de la tasa de crecimiento que se dio durante la segunda etapa. Durante ésta, el ingreso aumentó debido al gran crecimiento económico, que produjo influencias negativas tales como la contaminación. Por lo tanto, el Japón ha llegado al punto en que su objetivo es la expansión cualitativa más bien que el crecimiento cuantitativo convencional.

En esta sección se expone fundamentalmente el proceso de crecimiento del sector manufacturero, que ha apoyado la expansión de la economía japonesa desde el fin de la guerra, y también abarca el cambio estructural de este segmento de la economía.

En el Cuadro III-1-1 se indica (sobre la base del valor de los embarques) cómo cambió la estructura del sector manufacturero, y en el Cuadro III-1-2 se establece la contribución de cada una de las industrias al crecimiento. De estos cuadros surge que la industrialización de postguerra y la importancia concomitante del crecimiento económico no fueron acompañados con el crecimiento continuo de sólo una industria, sino más bien por cambios estructurales en el sector industrial, o sea que todos los años una industria distinta ocupaba el primer puesto.

Se ha de clasificar el sector industrial en dos grupos, con el objeto de reconocer los cambios en la importancia económica de cada grupo. El primer grupo es el de las industrias pesadas y el de las industrias químicas, que se integra con las industrias química, metalúrgica, y de las maquinarias y equipos. El segundo grupo es el de

Cuadro III-1-1 Estructura del Sector Industrial

(%)

Código	Ramo de la Industria	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1982
	(Valor de los Embarques)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1	Productos alimenticios	13,4	17,9	12,4	12,5	10,4	11,9	10,5	11,0
2	Productos textiles	21,5	16,2	11,2	8,8	6,4	5,1	3,8	3,6
3	Prendas de vestir y afines	1,7	1,3	1,2	1,5	1,4	1,7	1,4	1,4
4	Tablas y productos de madera	3,9	4,1	3,5	3,6	3,2	2,8	2,5	1,9
5	Muebles y accesorios	0,8	1,0	1,0	1,4	1,5	1,5	1,4	1,1
6	Pulpa de madera y papel	3,5	4,2	3,9	3,8	3,3	3,3	3,2	2,0
7	Editoriales e imprentas	3,2	3,3	2,5	3,1	2,9	3,3	3,3	3,4
8	Productos químicos	12,9	11,0	9,4	9,5	8,0	8,2	8,4	8,0
9	Productos del petróleo y del carbón	1,4	1,9	2,4	2,8	2,6	5,9	7,1	6,9
10	Productos del caucho	2,4	1,4	1,5	1,3	1,1	1,1	1,2	1,1
11	Artículos de cuero	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
12	Productos de cerámica, piedra y arcilla	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,8	3,9	3,7
13	Hierro y acero	13,0	9,6	10,6	9,1	9,5	8,9	8,3	7,6
14	Productos de metales no ferrosos	0,0	4,1	4,3	4,0	4,4	3,1	3,8	2,9
15	Productos metálicos	3,0	3,2	3,9	4,7	5,4	5,2	5,0	4,9
16	Maquinaria en general	4,8	4,6	7,8	7,8	9,9	8,3	8,2	8,7
17	Maquinaria y equipos eléctricos	3,1	3,7	8,3	7,8	10,6	8,5	10,4	12,0
18	Material de transporte	5,2	5,5	8,5	9,7	10,5	11,6	11,6	12,6
19	Instrumentos de precisión	0,8	0,8	1,1	1,3	1,3	1,4	1,6	1,6
20	Equipo militar y sus accesorios	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	Otros	1,5	2,0	2,5	3,3	3,6	4,0	4,1	4,1
	Industrias livianas	55,9	53,5	41,1	40,1	34,2	35,0	31,6	30,5
	Industrias pesadas y químicas	44,1	44,7	56,4	56,6	62,3	61,0	64,3	65,2
	Industrias químicas	14,3	12,9	11,8	12,3	10,6	14,1	15,5	14,9
	Industrias metalúrgicas	16,0	17,0	18,8	17,7	19,3	17,1	17,1	15,4
	Maquinarias y equipo	13,9	14,8	25,8	26,6	32,3	29,3	31,8	34,8
	(Valor Agregado)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Industrias livianas	41,1	43,3	37,9	42,0	38,8	38,0	38,0	38,0
	Industrias pesadas y químicas	58,9	56,7	62,0	57,9	61,2	62,0	62,0	62,0
	Industrias químicas	12,1	12,1	11,2	10,2	10,6	10,6	10,6	10,4
	Industrias metalúrgicas	16,1	14,9	16,0	14,7	16,4	14,7	16,4	14,5
	Maquinarias y equipo	30,7	29,7	34,8	33,0	34,1	33,0	34,1	37,0

Fuentes: MINT, Censo de Manufacturas, en distintos números.

Nota: Industrias ligeras: código 1-7, 10-12, 21
 Industrias pesadas e Industrias Químicas: código 8, 9, 13-20
 Industrias químicas: 8, 9 Productos Metalúrgicos: 13-15
 Maquinaria y equipo: 16-20

Cuadro III-1-2 Contribución al Aumento del Valor de los Embarques por Ramo Industrial

Código	Ramo de la Industria	1950-1955	1955-1960	1960-1965	1965-1970	1970-1975	1975-1980	1950-1960	1960-1970	1970-1980
	(Valor de los Embarques)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Total	20,4	8,1	12,7	8,7	13,7	8,5	12,2	9,8	10,0
1	Productos alimenticios	13,3	7,3	6,2	4,5	3,5	1,9	9,3	5,0	2,6
2	Productos textiles	1,0	1,1	1,9	1,3	2,1	1,0	1,5	1,5	1,4
3	Prendas de vestir y afines	4,1	3,1	3,6	3,0	2,4	2,1	3,5	3,1	2,2
4	Tablas y productos de madera	1,1	1,1	1,7	1,5	1,7	1,2	1,1	1,6	1,4
5	Muebles y accesorios	4,5	3,6	3,7	2,9	3,3	3,0	3,9	3,1	3,1
6	Pulpa de madera y papel	3,4	1,9	3,7	2,7	3,7	3,2	2,4	3,0	3,4
7	Editoriales e imprentas	10,0	8,2	9,6	6,9	8,4	8,6	8,8	7,6	8,5
8	Productos químicos	2,2	2,7	3,2	2,5	9,9	8,7	2,6	2,7	9,2
9	Productos del petróleo y del carbón	0,9	1,6	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,0	1,2
10	Productos del caucho	0,5	0,4	0,7	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
11	Artículos de cuero	3,5	3,5	3,7	3,6	4,0	4,1	3,5	3,6	4,1
12	Productos de cerámica, piedra y arcilla	7,8	11,4	7,5	9,8	8,1	7,6	10,2	9,2	7,8
13	Hierro y acero	6,4	4,4	3,6	4,8	1,5	4,8	5,1	4,5	3,5
14	Productos de metales no ferrosos	3,4	4,4	5,5	6,0	4,9	4,7	4,1	5,8	4,7
15	Productos plásticos	4,5	10,2	7,7	11,4	6,5	8,0	8,3	10,5	7,4
16	Maquinaria en general	4,0	11,8	7,2	12,7	9,2	13,1	9,2	11,3	10,2
17	Maquinaria y equipos eléctricos	5,7	10,9	11,0	11,2	12,9	11,6	9,1	11,1	12,1
18	Materiales de transporte	0,9	1,3	1,5	1,3	1,4	2,0	1,2	1,2	1,8
19	Instrumentos de precisión	0,2	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	Equipo militar y sus accesorios	2,2	3,0	4,2	3,8	4,4	4,3	2,7	3,5	4,3
21	Otros	55,0	34,7	43,2	33,5	40,4	30,9	41,5	36,0	34,7
	Industrias livianas	45,0	65,3	56,8	66,5	59,6	69,1	58,1	64,0	65,3
	Industrias pesadas y químicas	12,2	10,9	12,8	9,4	18,3	17,4	11,3	10,3	17,7
	Industrias químicas	17,6	20,2	16,5	20,5	14,5	17,0	19,3	19,5	16,0
	Industrias metalúrgicas	15,2	34,2	27,5	36,6	26,8	34,7	27,9	34,2	31,6
	Maquinarias y equipo									
	(Valor Agregado)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Total	45,7	34,5	47,7	34,1	47,7	34,1	37,2	39,3	38,3
	Industrias livianas	54,3	65,5	52,3	65,9	60,7	65,9	62,8	60,7	60,7
	Industrias pesadas y químicas	12,0	10,7	8,9	11,2	11,0	11,2	10,3	10,3	10,3
	Industrias químicas	13,7	16,8	12,9	18,9	18,9	18,9	16,0	16,0	16,0
	Industrias metalúrgicas	28,6	38,1	30,5	35,8	35,8	35,8	33,8	33,8	33,8
	Maquinarias y equipo									

Fuentes: MITI, Censo de Manufacturas, en distintos números.

Nota : Industrias ligeras: código 1-7, 10-12, 21
 Industrias pesadas e industrias químicas: código 8, 9, 13-20
 Industrias químicas: 8, 9 Productos Metalúrgicos: 13-15 Maquinarias y equipo: 16-20

las industrias livianas, que se integra con todas las demás. La importancia relativa de las industrias medianas ha disminuido espectacularmente, por ejemplo, de un 55,9% en 1950, pasó a ser de un 41,1% en 1960, de un 34,2% en 1970 y de un 31,6% en 1980. La industria textil en particular, tenía la porción mayor del 21,5% entre los 21 rubros industriales existentes en 1950, pero esta participación disminuyó a un mínimo de un 3,8% en 1980 y fue del 11,2% en 1960 y del 6,4% en 1970. Por otra parte, la participación de las industrias pesadas y de las industrias químicas aumentó de un 44,1% en 1950 al 64,3% en 1980. De esta participación los aumentos más rápidos se dieron en la segunda mitad del decenio de 1950 y en la parte final del decenio de 1960 dicho proceso se reiteró. Entre las industrias pesadas y las industrias químicas las tasas de crecimiento respectivas variaron significativamente de año en año; o sea que la participación de las industrias metalúrgicas y de las industrias de las maquinarias y equipos aumentó durante el período de gran crecimiento económico, cuando las industrias químicas estaban deprimidas.

Al entrar en el período de crecimiento estable del decenio de 1970, aumentó la participación de las industrias de maquinarias y equipos, especialmente la de las industrias de equipos de transportes y de maquinarias y equipos eléctricos.

A medida que se iban produciendo dichos cambios en la estructura industrial, se iban desarrollando también un gran cambio estructural en el comercio, especialmente en el comercio de exportación. El valor de las exportaciones fue sólo de 800 millones de dólares en 1950. Dicho monto, sin embargo, aumentó hasta llegar a 169,7 mil millones de dólares en 1984, después de haber progresado en 4 mil millones de dólares en 1970 y a 130,4 mil millones de dólares en 1980. En los 30 años que van de 1950 a 1980, el valor de las exportaciones del Japón aumentó a una tasa anual del 18,4%, y resultaba superior a la tasa del comercio mundial correspondiente del 12,2%, en 6,2 puntos porcentuales. El resultado fue que la participación del Japón en las exportaciones mundiales se amplió al 7% en 1980 del 1,4% en 1950. Durante el período que va de 1980 a 1984, mientras el total de las exportaciones mundiales disminuía a un promedio del 1,5% anual, las exportaciones del Japón lograban un crecimiento positivo del 6,7%, aunque este crecimiento fue menor que el de años anteriores. Por todo ello, la participación de las exportaciones del Japón en el mercado mundial han aumentado hasta llegar al 9,6% en 1984.

La rápida expansión de las exportaciones después de la guerra fue apoyada por el aumento de las exportaciones de productos de la industria pesada, especialmente de maquinarias y equipos.

En el Cuadro III-1-3 se indican las variaciones de la estructura de las exportaciones durante el período que va de 1950 a 1984. Las exportaciones de productos de la industria liviana, con los textiles como rubro más importante, disminuyeron en términos porcentuales del 68,2% en 1950 al 13,8% en 1984, con un 56,0% en 1960 y un 27,6% en 1970. Por el contrario, las exportaciones de las industrias pesadas y de las industrias químicas aumentaron en términos porcentuales hasta llegar a

un máximo del 86,2% en 1984 de un 31,8% que tenían en 1950, y de un 72,4% que tenían en 1970. Sobre todo, la participación total de las exportaciones de maquinarias y equipos aumentaron hasta llegar a un máximo del 70,4% del total de las exportaciones en 1984, de un mero 10,5% en 1950. Desde la segunda mitad del decenio de 1960, el valor adicional de las exportaciones de maquinarias y equipos ha representado más del 50% del total del valor adicional exportado por el Japón, especialmente durante los primeros cuatro años del decenio de 1980, cuando el porcentaje alcanzó su nivel más alto, un 90%.

Durante los años que siguieron a la guerra, la posición internacional de baja competitividad de los productos de las industrias pesadas y de las industrias químicas fueron uno de los factores restrictivos de la industrialización del Japón, de modo que la importación de productos de capital y de productos intermedios se expandió con rapidez. Para un país como el Japón, sin recursos naturales dignos de mención, era urgente, con el objeto de expandir las exportaciones, mejorar la posición competitiva internacional de los productos de la industria pesada, que tienen una mayor elasticidad a los ingresos y un mayor valor agregado que los productos de las industrias livianas. La aceleración de la industrialización en los sectores de las industrias pesadas y de las industrias químicas a partir de la segunda mitad del decenio de 1950 fortaleció la competitividad internacional de las industrias pesadas y de las industrias químicas, en particular de las del rubro de maquinarias y equipos, que resultaron ser el sector que encabezó la expansión industrial durante la segunda mitad del decenio de 1960. Los factores fundamentales que apoyaron el incremento de la competitividad internacional fueron los esfuerzos por aumentar la productividad, mediante la modernización del equipo y la introducción de nueva tecnología, reduciendo así los costos y aumentando la calidad.

Durante los 15 años que van de 1965 a 1980, el monto de capital nominal por trabajador (K/L) aumentó 4,7 veces (3,4 veces si se expresa en precios de 1980), mientras que la productividad nominal de la mano de obra (Y/L) aumentó 7,2 veces. En el Figura III-1-1 figura la variación de la productividad real del capital y del trabajo en 1970 y 1980 con una base de 100 en 1965. La productividad real de la mano de obra aumentó durante esos 15 años en un promedio de 3,4 veces en el sector manufacturero, pero de 4,7 veces en el sector de las maquinarias y equipos en particular. Debido a los bajos niveles del decenio de 1970, la productividad real del capital se mantuvo más o menos en el mismo nivel durante los 15 años, en cuanto al promedio del sector manufacturero. Sin embargo, se observó un aumento significativo de 1,6 veces en las industrias de maquinarias y equipos.

De lo que antecede, surge que el aumento de la productividad de las industrias de maquinarias y equipos ha fortalecido rápidamente la competitividad internacional de las exportaciones japonesas y ha contribuido significativamente a su expansión.

Cuadro III-1-3 Estructura de las Exportaciones del Japón

	(%)							
	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1984
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Industrias livianas	68,2	62,0	56,0	38,0	27,6	16,7	15,6	3,8
Alimentos	5,9	6,2	6,3	4,1	3,4	1,4	1,2	0,8
Textiles	48,7	37,3	30,1	18,7	12,5	6,7	4,8	4,0
Otras	13,6	18,5	19,5	15,2	11,8	8,7	9,5	9,0
Industrias pesadas e Industrias químicas	31,8	38,0	44,0	62,0	72,4	83,2	84,4	86,2
Industrias químicas	1,9	5,1	5,4	4,5	6,4	7,0	5,3	4,5
Industrias Metalúrgicas	19,4	31,2	38,6	57,5	66,0	76,2	79,1	81,8
Maquinarias y equipo	10,5	13,7	25,5	35,2	46,3	53,8	62,7	70,4

Fuente: Oficina de Estadísticas, Organismo de Administración y Coordinación, Anuario Estadístico del Japón.

El progreso del crecimiento industrial en el Japón desde el fin de la segunda guerra mundial hasta el presente se ha visto acompañado, como se mencionó con anterioridad, por muchos cambios estructurales. En dichos cambios, se desplazó el interés prioritario de las industrias livianas, encabezadas por la industria textil, a las industrias pesadas y a las industrias químicas y en particular a las industrias de las maquinarias y equipos.

La industrialización asociada a dichos cambios estructurales ha sido conducida y apoyada por la política industrial del Japón de postguerra. A continuación se expondrá brevemente dicha política.