

PN-ABP-758

La Papa

Producción, Comercialización
y Programas

Donnias Horton

Copublicación de:

Centro Internacional de la Papa y la Patata
Hemisferio Sur, Montevideo

La papa

Serie Winrock de Literatura Orientada al Desarrollo

Editor de la Serie: Steven A. Breth

"La Papa: Producción, Comercialización y Programas," fue escrito originalmente en inglés con el auspicio del Instituto Internacional Winrock para el Desarrollo Agrícola, el Centro Internacional de la Papa y el Instituto Internacional de Investigación en Política Alimentaria.

Hacen parte de la serie:

"Rice in the Tropics: A guide to the Development of National Programs,"
Robert F. Chandler, Jr.

"Small Farm Development: Understanding and Improving Farming Systems
in the Humid Tropics," Richard R. Harwood

"Successful Seed Programs: A planning and Management Guide,"
Johnson E. Douglas (En español: Programa de Semillas, Guía de
Planeación y Manejo)

"Tomatoes in the Tropics", Ruben L. Villareal

"Wheat in the Third World, Haldore Hanson," Norman E. Borlaug, and R.
Glen Anderson

"Cassava New Potential for a Neglected Crop," James H. Cock

"Potatoes: Production, Marketing, and Programs for Developing Countries,"
Douglas Horton

La Papa:
Producción, Comercialización y
programas

Douglas Horton

Copublicación de

Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima,
Editorial Hemisferio Sur, Montevideo,
con autorización de "Winrock International"

1992

Título del original en inglés: POTATOES. Production, Marketing, and Programs for Developing Countries.
Serie Winrock de Literatura Orientada a: Desarrollo.

Autor: Douglas Horton

Título en español: LA PAPA. Producción, Comercialización y Programas.

Traducido por: Ing. Agr. Heber Marrapodi
Ing. Agr. Francisco Vilaró

© Copyright, 1987, versión en inglés: Winrock International
ISBN (U.S.): 0-8133-7197-X ISBN (U.K.): 0-946688-09-5

© Derechos reservados, 1992, versión en español: Centro Internacional de la Papa
ISBN: 92-9060-154-X

Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de este libro deberá ser reproducida en forma alguna, sea ésta fotocopia, micropelícula, fotografía o cualquier otro sistema, sin la autorización escrita del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Apartado 5969, Lima, Perú. Tel. 366920
Cable CIPAPA - Lima, Perú. Télex 25672 PE

Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Buenos Aires 335 - Casilla de Correo 1755
Montevideo, Uruguay. Tels. 96 45 15 - 96 45 20 (Fax)
(Enviar los pedidos a esta dirección)

Contenido

Lista de cuadros y figuras	vii
Prólogo por J. Mellor y R.L. Sawyer	ix
Agradecimientos	xi
Introducción	1
1 Modelos y tendencias mundiales en la producción y uso de la papa	3
Origen y dispersión del cultivo de la papa	5
Tendencias recientes en el uso y producción de la papa	11
Productividad y valor del cultivo de la papa	20
Notas bibliográficas	24
2 La papa y su ambiente físico	27
La planta de papa	27
El ambiente físico	37
Selección de nuevas variedades de papa por mejoramiento genético	46
Rendimiento y valor de la cosecha	48
Implicancias económicas	50
Notas bibliográficas	52
3 El ambiente socioeconómico: Niveles de desarrollo y políticas públicas	55
Desarrollo económico	57
Políticas y programas gubernamentales	60
Notas bibliográficas	64

U

4	Oferta, demanda y comercialización	65
	Oferta y demanda	65
	Comercialización y precios	76
	Tendencia de los precios y proyecciones de la demanda	87
	Notas bibliográficas	94
5	Aspectos nutricionales y consumo de la papa	97
	Aspectos nutricionales	97
	Consumo de papa	104
	Notas bibliográficas	114
6	Sistemas de producción de la papa	117
	Producción de papa en las zonas elevadas	121
	Producción de papa en tierras bajas	130
	Producción en zonas templadas	135
	Producción de la papa en clima mediterráneo	138
	Ejemplos de sistemas de producción	139
	Notas bibliográficas	163
7	Prioridades de investigación y programas de papa	165
	La necesidad de tener un programa de investigación y extensión de papa	166
	Determinación de prioridades en investigación y extensión	168
	Programas de papa	179
	Notas bibliográficas	191
8	Impacto de los programas de papa	193
	Métodos para evaluar el impacto	194
	Casos ilustrativos	197
	Lecciones de los casos	217
	Notas bibliográficas	220
9	El resumen	221
	<i>Referencias</i>	235
	<i>Índice</i>	241
	<i>Sobre el libro y el autor</i>	259

Cuadros y Figuras

Cuadros

1	Producción mundial de los principales cultivos alimenticios, 1984.	4
2	Cambios porcentuales en la producción y consumo de papa en regiones principales y países seleccionados entre 1961/65 y 1981/83	12
3	Producción y consumo de papa en regiones principales y países seleccionados 1981/83	16
4	Hojas de Balance Nutricional Nacionales para la Papa, 1979/81.	19
5	Los diez cultivos alimenticios con el valor de producción por hectárea mayor en los países en desarrollo	23
6	Los diez cultivos alimenticios con el valor de producción/hectárea mayor/día	23
7	Producción de los diez cultivos alimenticios de mayor valor en países en desarrollo, 1981/83	24
8	Elasticidad de la demanda de papa en relación al ingreso, comparado con el ingreso (PBI) por habitante	73
9	Elasticidad de la demanda debida al ingreso estimado, de acuerdo a grupos de ingreso en países seleccionados ..	74
10	Precio relativo de la papa en varios lugares, alrededor de 1950 y en 1980.....	88
11	Comparación entre las proyecciones de la FAO con los Cambios Reales en Consumo de Papa, 1965-1980	92
12	Composición nutricional de una porción (100 g), comestible de varios alimentos	98
13	Aminoácidos limitantes y utilización de proteína neta (UPN) de proteínas seleccionadas	100

14	Precio promedio de la papa en relación con precios de harina de trigo, arroz y salarios urbanos, para principales regiones del mundo, 1980	111
15	Distribución de gastos por tipo de insumo para la producción de papa en varias áreas	128
16	Características de la producción de papa en el Valle de Mantaro, Perú, por zona Agroecológica, 1977/78	143
17	Valor de diez cultivos principales en países en desarrollo comparados con los gastos de investigación en el sistema del GCIAR.....	170

Figuras

1	Tendencias (Promedios móviles cada tres años) de producción de papa y producción total de alimentos en países en desarrollo	5
2	Cambio de la producción por habitante de los cultivos alimenticios principales en economías de mercado en desarrollo, 1961/65 - 1982/84	14
3	Consumo de papa por habitante, por región, 1979-81	21
4	La planta de papa: follaje o parte aérea, sistema radicular y tubérculos	29
5	Partes principales del tubérculo de papa	30
6	Ciclo de crecimiento de un cultivo de papa	36
7	Curvas de oferta y demanda mostrando el precio equilibrio de mercado (P) y cantidad (Q)	66
8	Efectos de un movimiento en la curva de oferta sobre el precio y cantidad ofrecida y demandada de papa	68
9	Bangladesh: precio promedio, mayorista, de la papa cada tres años	78
10	Bangladesh: ciclo estacional del precio de la papa minorista	79
11	Ecuador: ciclo de precios de la papa de tres años de duración	86
12	Tendencias en los precios de la papa.....	90
13	Ubicación aproximada de las principales regiones productoras de papa en países en desarrollo	118
14	Zonas agroecológicas del Valle del Mantaro, Perú	141
15	Comparación de precios promedio mensuales al por mayor para papa roja (colorada) y blanca en Nairobi, Kenia, 1973-77 ..	175

Prólogo

En las próximas décadas, el Tercer Mundo experimentará las demandas por alimento más dramáticas de la historia del hombre. Esta explosión resulta del rápido crecimiento poblacional, especialmente en África, y del aumento del ingreso por habitante en importantes partes del Tercer Mundo. La agricultura también seguirá siendo la fuente de ingreso primaria para la mayoría de la población. Si se pretende que la producción de alimentos acompañe la demanda y que sea una fuente dinámica de aumento del ingreso, los científicos y planificadores deben desarrollar enfoques nuevos y creativos en lo que se refiere a desarrollo agrícola. La concentración de esfuerzos en cereales debe dar paso a una mejor comprensión y uso de un espectro de fuentes de alimentos. Simultáneamente, deben desarrollarse instituciones y estrategias que faciliten una explotación eficiente de esas fuentes. La papa ofrece un potencial particularmente significativo para el aumento de producción de alimento e ingresos en países en desarrollo. Sin embargo, para hacer realidad el rol potencial de la papa en el desarrollo agrícola se necesita solucionar una serie de complejos problemas institucionales.

El Dr. Horton trata estos temas dirigiéndose a individuos quienes están preocupados con la disponibilidad de alimentos en países en desarrollo, pero que tienen pocos conocimientos en economía y en producción de papa. Los aspectos económicos son importantes porque las realidades fundamentales de oferta, demanda y mercados determinarán como y quién producirá y usará los alimentos. La papa es importante porque es un cultivo alimenticio relevante cuya producción está aumentando rápidamente. El Dr. Horton pudo combinar un largo período como integrante del cuerpo técnico del Centro Internacional de la Papa (CIP) con un año en el Instituto Internacional para la Investigación de Políticas Alimentarias (IFPRI) lo cual

le permitió hacer una síntesis de los aspectos técnicos y económicos del problema.

No es una tarea simple analizar y sintetizar resultados de investigación complejos en enunciados directos y claros. Pero ésto debe hacerse para que los administradores y gerentes de la investigación puedan captar lo esencial sin avanzar trabajosamente a través de la abundancia de información actualmente disponible y que algunas veces no es del todo coherente. Esto es especialmente cierto para la papa porque nuestro conocimiento del cultivo y de las limitantes principales para la producción y uso en países en desarrollo era muy limitada apenas hace 10 años, pero este conocimiento está creciendo rápidamente ahora. En este libro, el Dr. Horton ha sintetizado en forma clara una gran cantidad de información sobre investigación y aspectos económicos en la papa para el beneficio de personas que no son especialistas. Este modelo probablemente podría servir muy bien para muchos otros cultivos alimenticios en países en desarrollo.

El libro del Dr. Horton refleja el espíritu del Centro Internacional de la Papa y sus logros a través de la colaboración con muchas instituciones en una forma modesta y económicamente efectiva. Es gratificante ver que desde los comienzos del CIP en 1971, la papa está siendo finalmente reconocida como un cultivo importante por científicos y planificadores, y que los programas de la papa están beneficiando ahora a productores y consumidores en países en desarrollo. Creemos que este libro será muy valioso para todos los que estamos preocupados en aliviar el desabastecimiento de alimentos y en aumentar los ingresos en países pobres.

J. Mellor
Director, IFPRI
Washington, D.C., USA

R. L. Sawyer
Director General CIP
Lima, Perú

Agradecimientos

Le agradezco profundamente a Winrock International por haberme invitado a escribir este manuscrito y a Steven Breth por su estímulo y contribuciones profesionales a lo largo de la preparación del libro. También le agradezco al Centro Internacional de la Papa, y particularmente a Richard L. Sawyer, por proporcionarme lo que resultó ser algo más que un año sabático para completar este libro. El Instituto Internacional para la Investigación de Políticas Alimentarias puso generosamente a disposición un ambiente de trabajo agradable y estimulante y la asistencia indispensable para el procesamiento de una cantidad masiva de datos así como también del texto. Muchos colegas del CIP, así como también otros que trabajaron allí anteriormente, han compartido generosamente conmigo materiales publicados y no publicados sobre sus trabajos, y han realizado comentarios útiles sin los cuales no habría podido escribir este libro. En especial quedo en deuda con W.G. Burton y O.T. Page en lo que se refiere a aspectos técnicos de la papa; con Humberto Mendoza y Carlos Ochoa en mejoramiento genético y taxonomía; con Susan Poats y Jennifer Woolfe en consumo y nutrición; con Efraín Francc, Enrique Mayer, y especialmente Robert Rhoades en lo referente a zonas y sistemas de producción de papa; con Aníbal Monares y James Bryan en producción y distribución de semilla; con Greg Scott en mercadeo, con Robert Booth y Roy Shaw en tecnología poscosecha; con Primo Accatino y Kenneth Brown en programas regionales y nacionales; con Manuel Piña en capacitación y comunicaciones; y con Gelia Castillo y Richard Sawyer en lo que respecta a estrategias institucionales que han hecho del CIP un caso único. Lyle Sikka me suministró información extensa sobre Bangladesh, y Angelique Haugerud y Michael Potts proporcionaron información y comentarios útiles para las secciones sobre Ruanda y Las Filipinas. Peter Ewell realizó comentarios reveladores sobre todo el manuscrito.

También le estoy agradecido a mis colegas y amigos en el IFPRI. John Mellor hizo posible mi estadía, estimuló mi trabajo, y efectuó comentarios de consideración sobre el manuscrito original. Leonardo Paulino, Loraine Halsey y Jackie Gilfin manejaron los asuntos administrativos con gran eficiencia y atención. Tricia Klosky brindó un respaldo bibliotecario excelente y afectuosa hospitalidad. Bruce Stone compartió generosamente su extenso conocimiento sobre la agricultura China. Hannan Ezekiel y Raisuddin Ahmed hicieron comentarios útiles sobre las secciones del manuscrito referentes a India y Bangladesh y me estimularon a expandir la cobertura del potencial de exportación de la papa. Frances Walther elevó los ánimos con bromas ocasionales sobre la papa. Mustapha Rechache y Richard Schuman proporcionaron un insuperable procesamiento de datos y texto, a menudo en condiciones de severo apremio de tiempo.

La totalidad del manuscrito original fue revisado por Richard Harwood, W.O. Jones, Eduardo Venezian, y un cuarto revisor que desea permanecer anónimo. Date van der Zaag y Henk Beukema realizaron comentarios sobre los capítulos 2,6 y 7. En su conjunto, ellos me entregaron más de noventa páginas de comentarios escritos (un promedio de una página de comentario por cada cuatro páginas de manuscrito). Como era de esperarse, los revisores concordaron en algunos puntos, pero discreparon abiertamente en otros. He tratado de incorporar muchas de sus sugerencias a la versión definitiva del libro. Quedo particularmente en deuda con W.O. Jones por sus comentarios sobre estilo y tono, y sugerencias para mejorar los capítulos 1,4, 6 y 7; con Richard Harwood por sus muchos comentarios sobre puntos técnicos y socioeconómicos, así como también por las útiles sugerencias para mejorar el capítulo 6; y con Eduardo Venezian por sugerir mejoras en el tratamiento de tópicos económicos en varios capítulos. Por supuesto, asumo total responsabilidad por cualquier otro error u omisión remanente.

Doug Horton
Washington, D.C.

Introducción

La papa es uno de los cultivos alimenticios más importantes en los países en desarrollo, así como también en países desarrollados. Debido a su importancia en Europa como producto barato para la alimentación humana, animal, y como fuente de almidón y alcohol durante la revolución industrial, la papa comúnmente se considera como un cultivo cuya producción y uso se restringe mayormente a naciones industrializadas. De hecho, hoy en día los países en desarrollo producen alrededor del 30% del total mundial de papas, y la producción en esos países se está expandiendo más rápidamente que la de otros cultivos alimenticios. Como resultado, el cultivo de la papa está convirtiéndose en una importante fuente de empleo rural, ingreso, y alimento para poblaciones crecientes. En términos monetarios, la papa es ahora el cuarto cultivo más importante entre los cultivos alimentarios del mundo en desarrollo.

Las políticas relativas al cultivo de la papa están volviéndose cada vez más importantes en áreas en desarrollo. Desafortunadamente, la información requerida para decisiones políticas adecuadas por lo común no está fácilmente disponible, porque la misma está diseminada en numerosos libros de texto, trabajos científicos, reportes estadísticos y documentos no publicados. Además, buena parte de la información disponible está desactualizada o es engañosa por haber sido escrita pensando en las naciones industrializadas. Dado que gerentes de programas de desarrollo pueden no tener claras las diferencias entre los sistemas alimentarios y las necesidades tecnológicas de países ricos y pobres, a menudo estos programas pretenden "transferir" tecnología inapropiada a países en desarrollo. Una mejor comprensión del rol actual y potencial de la papa en los sistemas alimentarios de países en desarrollo puede ayudar a investigadores, planificadores y agencias para el desarrollo a evitar estos problemas en el futuro.

Este libro tiene dos finalidades fundamentales. La primera es informar a los lectores sobre los aspectos esenciales de la papa en los sistemas alimentarios de países en desarrollo. Esto incluye las tendencias recientes en producción y uso de la papa, biología del cultivo, el ambiente de políticas, zonas y sistemas de producción, oferta y demanda, problemas de comercialización, pautas de consumo y valor nutricional. En los capítulos 1 a 6 se presenta información sobre éstos temas. La segunda finalidad es delinear los aspectos más importantes que deben considerarse al fijar prioridades, y para implementar y evaluar el impacto de programas de la papa. Estos aspectos se discuten en los capítulos 7 y 8. Estos ocho capítulos tratan varias interrogantes amplias para las cuales los planificadores e investigadores necesitan respuestas.

1. ¿Cuán importante es la papa en los países en desarrollo, y cuáles son las tendencias recientes en la producción y uso de la papa?
2. ¿Qué características biológicas o físicas hacen a la papa especial?
3. ¿Quién cultiva la papa en los países en desarrollo, dónde y cómo?
4. ¿Quién come la papa y en qué cantidades?
5. ¿Qué nutrientes aporta la papa en la dieta humana?
6. ¿Cómo afectan los cambios en precios e ingreso de la demanda por la papa?
7. ¿Cómo pueden los controles de precios, almacenamiento, procesamiento, y el comercio exterior estabilizar precios o expandir los mercados para la papa?
8. ¿Por qué deberían dedicarse recursos públicos escasos a la investigación y extensión en papa en los países en desarrollo?
9. ¿Cuáles son los ingredientes esenciales de un programa de papa exitoso?
10. ¿Qué impacto han tenido programas de papa exitosos?
11. ¿Cuáles son las perspectivas para la papa en los países en desarrollo?

Aunque el tema de éste libro es la papa, la metodología que se usó, los tópicos que se trataron, y muchos de los problemas que se presentaron también son pertinentes para otros cultivos alimentarios. Espero que este libro estimule a investigadores y forjadores de políticas, para que miren más de cerca a la papa y a otros cultivos menores en los sistemas alimentarios de sus países.

3'

1

Modelos y tendencias mundiales en la producción y uso de la papa

Entre los cultivos alimentarios a nivel mundial, la papa se ubica dentro de los cinco primeros en cuanto a tonelaje, y como fuente de energía aporta alrededor de un sexto de las calorías que suministran el arroz, el trigo, o el maíz (cuadro 1).

La papa (*Solanum tuberosum*) es originaria de los altos Andes en América del Sur, pero en los dos últimos siglos la mayor parte ha sido cultivada en Europa. Por esta razón, mucha gente piensa en la papa como un cultivo europeo -la papa "irlandesa"- y asume que las tendencias mundiales de producción y uso de la papa acompañan a las tendencias europeas, lo cual no es así.

La producción mundial de papa ha aumentado a un ritmo anual menor de 0,5% desde la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, esta pobre tendencia global enmascara cambios regionales y nacionales extremadamente divergentes. En Europa Occidental, la producción promedio de papa ha disminuido anualmente en 1,5%, mientras que en Europa Oriental no ha variado. En otras partes del mundo la producción de papa ha aumentado: en América del Norte y Oceanía entre 1 y 2% por año; en Latinoamérica casi 3% por año; en África y Asia 4% por año. En los países en desarrollo, la producción total de papa creció más de un 100% desde 1965 (figura 1).

Cuadro 1. Producción mundial de los principales cultivos alimenticios, 1984.

	Producción (mill. de t)	Materia seca (mill. de t)	Porción comestible	
			Energía (trill. de Kcal.)	Proteína (mill. de t)
Cereales				
Trigo	522	456	1.320	52,7
Arroz cargo	470	414	1.143	21,1
Cebada	172	153	419	9,9
Maíz	449	387	1.376	35,2
Centeno	31	28	89	3,2
Avenas	43	40	76	2,8
Mijo	31	27	95	2,9
Sorgo	72	64	226	7,5
Raíces y Tubérculos				
Papa	312	63	192	5,3
Batata (Camote)	117	34	108	1,6
Yuca (Mandioca)	129	52	110	0,5
Ñame	25	7	22	0,5
Taro (Colocasia)	6	2	5	0,1
Legumbres				
Frijoles secos	15	14	53	3,4
Habas secas	4	4	14	1,0
Arvejas secas	11	9	36	2,6
Garbanzos	7	6	23	1,3
Lentejas	2	1	5	0,4
Semillas Oleaginosas				
Soja	90	81	362	30,7
Maní con cáscara	21	19	65	3,9
Vegetales				
Repollo	38	3	7	0,4
Tomate	59	4	11	0,6
Cebolla seca	23	3	8	0,3
Zanahoria	12	1	4	0,1
Bananos y Plátanos	61	21	53	0,5

Fuente: FAO, *Anuario de Producción 1984* (Roma, 1985); y USDA, *Composition of foods* (Washington, D.C., 1975).

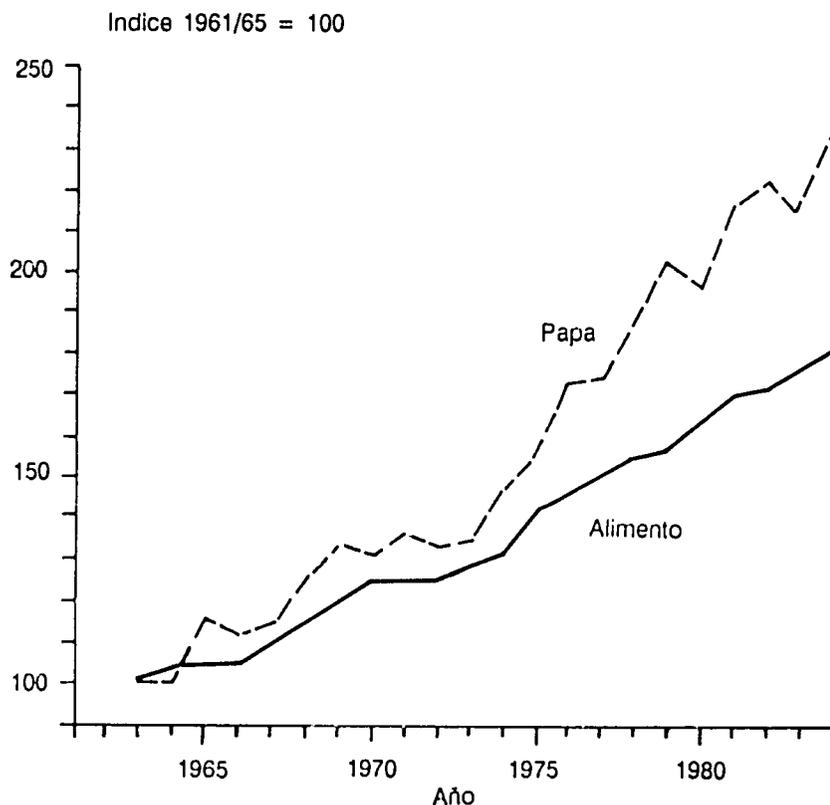


Figura 1. Tendencias (promedios móviles cada tres años) de producción de papa y producción total de alimentos en países en desarrollo.

Fuente: FAO, *Anuario de producción 1976; 1984* (Roma, 1977; 1985). Datos no publicados suministrados por la Unidad de Datos Básicos de la FAO.

Origen y dispersión del cultivo de la papa

Origen sudamericano

El cultivo de la papa se inicia en los Andes, en el área del lago Titicaca cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Una vez domesticada, el cultivo de la papa se extendió por toda la región andina, y al momento de la conquista española -principios del siglo XVI- se cultivaban cientos de variedades en las regiones altas de lo que actualmente son Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú.

Introducción de la papa en Europa

Marineros españoles llevaron papa a Sevilla, donde se comercializaba desde épocas tan tempranas como 1573. Desde España la papa se dispersó por toda Europa, primero como una curiosidad botánica, y luego como un cultivo alimenticio. La leyenda asocia a Sir Walter Raleigh and Sir Francis Drake con la introducción de la papa en Inglaterra, pero parecería más probable que las primeras papas llegaron alrededor del año 1590 en un barco español capturado por marineros ingleses.

Ha habido una controversia considerable respecto a cual fue la primera subespecie introducida en Europa, y de qué parte de América del Sur: *Solanum tuberosum* subespecie *andigena* de los Andes, o *Solanum tuberosum* subespecie *tuberosum* del sur de Chile. La subespecie *andigena* tuberiza (produce tubérculos) en días de 12 horas de luz de las latitudes tropicales, pero no tuberiza en Europa hasta tarde en la estación -setiembre u octubre- cuando las horas luz diarias se acortan aproximadamente 12 horas. En consecuencia, botánicos soviéticos consideraron que esta subespecie no pudo haber sido la primera introducida en Europa. Sin embargo, la experimentación ha demostrado que la papa puede evolucionar de una subespecie a otra en unas pocas generaciones de selección por precocidad. Actualmente, especialistas destacados piensan que la papa llegó a Europa desde los Andes y que, por selección natural, había evolucionado de la subespecie originaria (*andigena*) a la subespecie derivada (*tuberosum*) para el 1750, cuando Linneo describió la papa europea.

Dado que la papa Andina traída a Europa producía tubérculos tarde en la estación de crecimiento, la helada frecuentemente mataba las plantas lo cual impedía obtener rendimientos importantes. La papa Andina prosperó sólo en pocos lugares, como el sur de Irlanda y Francia donde el invierno no es severo. Mucho más tarde, cuando por selección natural se obtuvieron variedades de *S. tuberosum* de maduración más temprana y de mayor rendimiento, el cultivo de la papa se volvió económicamente viable en el resto de Europa.

En Europa la papa se usó en alimentación animal mucho antes de que se introdujera en las dietas para humanos. La gente rechazaba la papa por ser sucia, considerarla insalubre y aun venenosa. Los médicos advertían que el consumo de papa podía causar enfermedades que incluían desde indigestión y flatulencia hasta raquitismo y sífilis. Con el argumento de que el consumo de papa producía lepra, un parlamento provincial francés

prohibió el cultivo de la papa. Sin embargo, en el siglo XVIII la papa comenzó a ganar respetabilidad en Europa continental cuando hombres de estado y campesinos comenzaron a darse cuenta que en momentos de cosechas pobres esta hortaliza "exótica" podía ser un sustituto de los alimentos tradicionales.

La papa en Irlanda

Es probable que en la historia moderna no haya existido una asociación tan estrecha entre un cultivo y un país, como entre la papa e Irlanda. En este país la papa fue el cultivo más importante y prácticamente el único alimento de los pobres por más de 200 años. El clima del sur de Irlanda es ideal para la producción de papa, y a mediados del siglo XVIII la papa ya producía más calorías alimenticias por hectárea que cualquier otro cultivo. Los rendimientos normales en Irlanda a principio de 1800 eran más de 10 toneladas por hectárea -muy cerca del promedio actual para todos los países en desarrollo-. El predominio de la papa como alimento primordial en Irlanda fue principalmente consecuencia de las condiciones sociales imperantes. Durante el siglo XVI, la inestabilidad y la guerra eran crónicas, y el ganado, alimentos almacenados y cultivos en pie en los campos eran a menudo confiscados o destruidos; las papas que aún se encontraban en el suelo escapaban este destino. Teniendo esto en cuenta, los campesinos no cosechaban y almacenaban los tubérculos, sino que los desenterraban cuando era necesario. Los tubérculos que quedaban en el suelo servían como semilla para el cultivo siguiente.

En los siglos XVII y XVIII, los terratenientes que no vivían en las propiedades las daban a intermediarios, quienes dividían la tierra en pequeñas parcelas que eran subarrendadas. El sistema de subarriendo, la alta densidad de población, y la pobreza llevaron a un extremo de fraccionamiento de la tenencia de la tierra. La comparativamente alta cantidad de alimento producido por la papa por unidad de área, unida a la perentoria necesidad de los campesinos, hizo casi obligatorio el cultivo de la papa. La dependencia hacia la papa como alimento fue tan fuerte que en 1780 el consumo promedio diario de papa se registró como mayor de 3 kilogramos por persona.

No solamente era la provisión de alimentos de Irlanda altamente dependiente de un solo cultivo -la papa- sino que además ésta dependía de miles de hectáreas de papas, todas las cuales habían evolucionado de unos pocos tubérculos provenientes de América del Sur. La poca variabilidad

genética de las papas cultivadas en Irlanda las hacía extremadamente vulnerables al ataque de enfermedades. Si una planta era susceptible a una enfermedad, la mayoría de las otras probablemente también lo eran.

Entre 1840 y 1850 una epidemia de tizón tardío arrasó los cultivos de papa. Esta enfermedad fungosa destruye los tallos y las hojas. La consiguiente "hambruna de la papa" fue el peor desastre Europeo desde la Peste Negra que había tenido lugar 500 años antes. De un total de aproximadamente ocho millones, un millón de personas murieron y un millón y medio emigraron. Luego de esta hambruna, Irlanda comenzó a diversificar su economía agrícola y el área destinada al cultivo de la papa ha tendido a disminuir.

Difusión de la papa en Europa

La papa se difundió en Europa continental desde España; y desde Inglaterra se extendió al resto de las Islas Británicas y a otros lugares del norte europeo. Por el 1600, la papa fue enviada de España a Italia y de allí a Alemania, y en los cien años siguientes este tubérculo había llegado a la mayor parte de la Europa germano-parlante, aunque no fue cultivada en forma generalizada hasta 1800. Por el año 1600, la papa también llegó a Francia, constituyéndose 50 años más tarde en un alimento para animales importante en el sur de este país. La papa fue introducida en Rusia -el mayor productor mundial en la actualidad- antes de 1700, pero se cultivó en muy poca cantidad hasta aproximadamente 1800.

Los europeos comenzaron a reemplazar sus alimentos energéticos tradicionales, tales como el alforfón (trigo serraceno) y la avena, por la papa sólo cuando ésta se transformó en una fuente de energía alimenticia de bajo costo (debido principalmente a la selección de variedades adaptadas), y cuando otros alimentos fueron escasos (primariamente como resultado de malas cosechas, guerras o hambrunas). La papa alcanzó su popularidad máxima en Europa alrededor de 1850: era la fuente de energía alimenticia más barata consumida en Europa, el cultivo alimentario más importante luego del trigo, uno de los más importantes alimentos para animales, y la principal fuente de almidón y de alcohol. Desde entonces, la producción de papa por habitante y su uso han disminuido en Europa, a medida que otros alimentos para consumo humano y animal y otras fuentes de almidón y alcohol se volvieron más baratas, y los consumidores diversificaron sus dietas reduciendo su dependencia de alimentos de bajo costo.

Difusión de la papa a otros lugares del mundo

La papa llegó a la mayoría de los otros lugares del mundo a través de la colonización europea, más que directamente desde América del Sur. Las primeras papas llegaron a América del Norte desde Inglaterra, vía Las Bermudas, en 1621; no existen registros de una introducción desde América del Sur hasta la década de 1860.

Los viajeros transportaron la papa a las zonas tropicales y subtropicales. Por ejemplo, misioneros británicos llevaron este tubérculo a muchos lugares de Asia en el siglo XVII, y misioneros Belgas la introdujeron en el Congo en el siglo XIX. Pero, hasta recientemente, el cultivo de la papa para alimentación humana en las zonas tropicales estuvo limitado severamente debido a las dificultades inherentes a su producción y almacenamiento en las tierras bajas.

La papa llegó a China alrededor de 1700 desde las Indias Holandesas Orientales (actualmente, Indonesia). También se introdujo al norte de China desde Rusia. La producción de este tubérculo se expandió por todo el país, siendo actualmente un cultivo importante, particularmente en el noreste (Heilungkiang), la Mongolia interior, y en valles escarpados de montañas en las provincias del sur.

Los comerciantes portugueses que se establecieron en el norte de Bombay durante el siglo XVII introdujeron la papa en la India. Antes de 1700, la papa era un cultivo de huerto familiar en algunos lugares de la India occidental; sólo llegó al sur de la India durante la década de 1880. Los británicos promovieron el cultivo en las regiones de colinas del norte de la India. En las colinas de Simla, donde hoy se encuentra el Instituto Central de Investigaciones de la Papa en la India, se cultivaba este tubérculo en huertos familiares en 1820. En unas pocas décadas la papa se transformó en un elemento básico en algunas áreas remotas de colinas. Desde las colinas, la papa se difundió a las planicies y, en 1900, se encontraban pequeñas áreas cultivadas con este tubérculo cerca de pueblos diseminados por todo el norte del país. En la medida que surgieron sistemas de producción de semilla, que los métodos de riego y de almacenamiento mejoraron, y que la población y la demanda de alimentos aumentó, el cultivo de la papa en invierno se extendió a las planicies.

La papa fue introducida al Tíbet desde la China y la India. En 1900, el plato principal de los tibetanos lo constituía un guisado de carne y papas con nabos, repollo y otros vegetales, que era acompañado con queso

seco. En ese tiempo, el cultivo de la papa era común también en Bután, Nepal, Sikkim y Cachemira.

La papa fue introducida por primera vez en Japón alrededor de 1600 por comerciantes holandeses que llegaban desde Java. En un principio este alimento no fue apetecido por los japoneses, pero luego de una sucesión de inundaciones y hambrunas al final del siglo XVII, comenzaron a expandir su cultivo en áreas más frías y de baja fertilidad. No se sabe cuando llegó a Corea, pero la papa se ha cultivado por mucho tiempo en este país, y en algunas áreas montañosas este tubérculo es un componente importante de la dieta de los coreanos y de raciones para animales.

La papa fue introducida en Persia (Irán) al final de siglo XVIII. Aproximadamente 50 años más tarde se difundió a Siria, donde se la conoció como el "taro (Colocasia) de los extranjeros". Al final del siglo XIX, los turcos promovieron el cultivo de la papa en los llanos de Erzerum, que son aun una importante zona de producción.

En el subSahara africano la introducción de la papa acompañó la colonización. Así como la papa fue denominada por los malayos como el ñame holandés, inglés o bengalí, en Africa central se le llamaba como el "ñame del hombre blanco" o "raíz europea". Los nativos de algunas localidades comenzaron a cultivar el tubérculo para vendérselo a los europeos, luego de observar como misioneros cristianos lo cultivaban en sus huertos. Sin embargo, los africanos comenzaron generalmente a consumirlas sólo cuando fueron forzados a hacerlo por hambrunas o por decretos gubernamentales. En Ruanda, por ejemplo, los colonizadores belgas introdujeron la papa a fines del siglo XIX, pero los nativos la consideraban tabú. Sólo comenzaron a consumir papas cuando sufrieron hambruna.

Aunque la evidencia no es clara, parece que, como en Europa, la difusión de la producción y consumo de papa en lo que actualmente se denominan países en vías de desarrollo estuvo fuertemente afectada por la adaptabilidad del cultivo al ambiente, el desarrollo de sistemas de producción y postcosecha apropiados para ambientes específicos, y las necesidades y hábitos alimentarios de la población. El cultivo de la papa se expandió primariamente en áreas con climas frescos y lluviosos. A menudo los hábitos alimentarios y mitos locales desalentaron el consumo de la papa por mucho tiempo luego de su introducción, y hasta los momentos de escasez de alimentos, la mayor parte de la papa fue consumida principalmente por colonos europeos y no por la población

nativa. En los ambientes cálidos para producción de papa -tales como las planicies del Indo y del Ganges- el cultivo estuvo restringido a los huertos familiares hasta tiempos muy recientes, cuando una serie de factores nuevos de oferta y demanda indujeron la difusión del cultivo y consumo de la papa.

Tendencias recientes en el uso y producción de la papa

Los datos publicados sobre producción y uso de la papa en los países en desarrollo no son muy confiables. Es común que en estos países los funcionarios gubernamentales que compilan datos estadísticos den la mayor prioridad a compilar información sobre rubros como trigo, caucho y café, que son comercializados en los mercados internacionales. Los cultivos alimenticios domésticos reciben menor atención. Los estadísticos también tienen dificultad para estimar la producción de cultivos como la papa que normalmente se cultivan en parcelas pequeñas e irregulares de áreas aisladas. El cómputo es aún más trabajoso cuando se desea conocer las cantidades de papas que se destinan a semilla, alimentación animal, procesamiento y consumo humano. En las hojas de balance de alimentos, el consumo humano de papa es normalmente estimado como el valor resultante de sustraer al total de la disponibilidad doméstica lo destinado a otros usos y el desperdicio. Desafortunadamente, se ha realizado poca investigación para cuantificar los usos variados de la papa en áreas en desarrollo. Las densidades de siembra, por ejemplo, normalmente se asumen que son cercanas a las de los países desarrollados. Sin embargo, en muchas regiones en desarrollo, los agricultores en realidad usan menores cantidades de semilla. Las cantidades de tubérculos destinados a la alimentación animal, procesados, o que constituyen un desperdicio también son a menudo estimados con base en nociones tradicionales y no en trabajos estadísticos serios.

Los datos de uso y producción de papa que se presentan en este capítulo están basados en valores estimados por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los cuales fueron ajustados por saberse de subestimaciones en el pasado. Dentro de los países no se reflejan las diferencias entre distintas zonas ecológicas ni entre áreas rurales y urbanas ya que los valores que se manejan son promedios. En los capítulos 5 y 6 se discuten algunas de las diferencias importantes observadas en los sistemas de producción y modelos de consumo de

papa dentro de los países en desarrollo. En cada país, una tarea urgente para los investigadores es mejorar la base de datos sobre la producción nacional y el uso de la papa. Esta información puede resultar invaluable para la planificación, implementación y evaluación del impacto de los programas de investigación y extensión.

Producción

La producción mundial de papa fue de aproximadamente 135 millones de toneladas al comienzo del presente siglo, 250 millones de toneladas en 1950, y a mediados de la década del 80 fue de aproximadamente 290 millones de toneladas. Durante la primera mitad del siglo XIX, Europa

Cuadro 2. Cambios porcentuales en la producción y consumo de papa en regiones principales y países seleccionados entre 1961/65 y 1981/83.

	Cambio Porcentual en			
	Area	Producción	Rendimiento	Consumo por habitante
Mundo	-15	1	18	-15
América del Norte	-8	25	35	14
Canadá	-6	27	35	-2
Estados Unidos	-8	24	35	16
Europa Occidental	-48	-36	24	-13
Francia	-73	-53	73	-25
Alemania (Ex RFA)	-71	-67	15	-33
Italia	-59	-28	77	-4
Holanda	28	60	25	-11
España	-14	17	36	6
Reino Unido	-40	-14	43	1
Yugoslavia	-9	-2	8	-11
Europa Oriental y Ex U.R.S.S.	-23	-10	18	-21
Checoslovaquia	-60	-38	53	-31
Alemania (Ex RDA)	-34	-26	13	2
Hungría	-66	-24	125	-37
Polonia	-22	-17	6	-8

Continuación

Rumania	-9	99	120	8
Ex- URSS	-21	-5	20	-25
Africa al sur				
del Sahara	90	146	29	40
Kenia	-26	39	88	-8
Madagascar	156	164	3	29
Ruanda	93	271	93	169
Africa del Sur	59	145	54	27
América Latina	0	48	48	-5
Argentina	-39	17	91	2
Brasil	-13	66	92	23
Chile	-8	6	16	-42
Colombia	139	180	17	78
Cuba	79	182	57	47
México	49	147	65	36
Perú	-25	5	40	-26
Africa del Norte				
y Cercano Oriente	85	134	26	53
Argelia	236	159	-23	57
Egipto	190	189	0	103
Marruecos	68	120	31	94
Siría	375	681	64	207
Turquía	26	92	53	25
Asia	29	81	40	22
Bangladesh	96	202	54	s.d.
China	25	73	39	16
India	87	234	79	123
Japón	-40	-7	56	-6
Corea (RPD)	-9	70	86	1
Corea (RDC)	-29	8	51	-52
Nepal	35	25	-7	-1
Pakistán	200	258	19	94
Oceanía	-14	36	58	9
Australia	-8	58	72	15

s.d.: sin datos

Fuente: FAO, *Anuario de Producción* 1976; 1983 (Roma, 1977; 1984); FAO, *Hojas de Balance Alimentario promedio 1964-1966* (Roma, 1971), y FAO, *Hojas de Balance Alimentario promedio 1979-1981* (Roma, 1984).

(incluyendo lo que fue la U.R.S.S.) produjo alrededor del 90% de la producción mundial de papa del mundo. Luego de la Segunda Guerra Mundial, dicha producción comenzó a disminuir. Desde 1960 la producción de papa en Europa Occidental ha disminuido en más de un tercio (cuadro 2). En Europa Oriental y la Ex-U.R.S.S. la producción también se redujo en aproximadamente 10%, pero la misma aumentó en el resto del mundo. Considerado como un grupo, en las economías de mercado en desarrollo, la producción de papa ha aumentado a un ritmo superior que el de la mayoría de los otros cultivos alimenticios (figura 2).

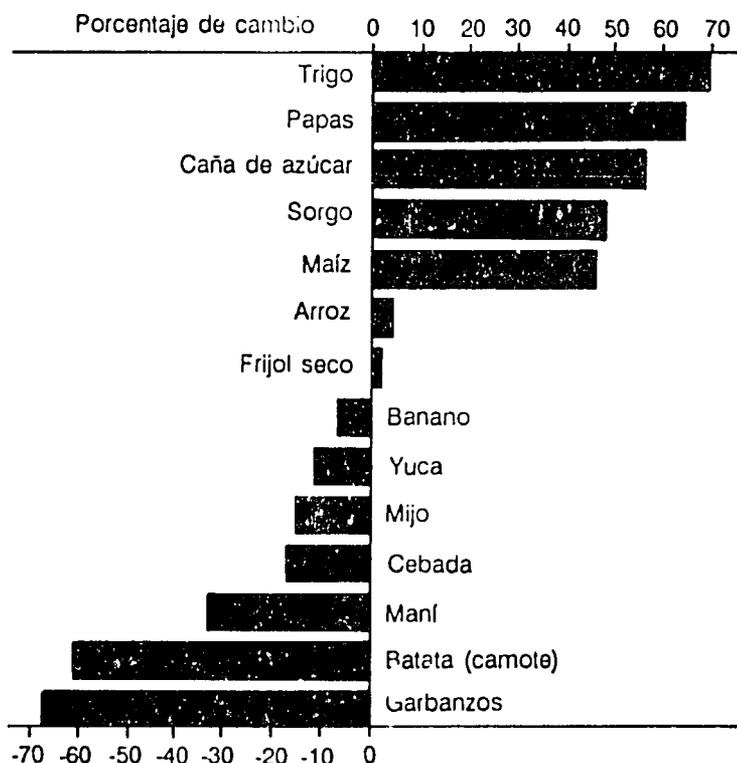


Figura 2. Cambio de la producción por habitante de los cultivos alimenticios principales en economías de mercado en desarrollo, 1961/65-1982/84. Fuente: FAO, *Anuario de Producción 1976, 1984* (Roma, 1977; 1985).

De la producción mundial total, Europa Oriental y la Ex-URSS producen un poco menos de la mitad (cuadro 3), y Europa Occidental produce aproximadamente 15%. Cerca de una cuarta parte es producida en el Lejano Oriente (incluyendo China), 10% es producido en el continente americano y Oceanía, y menos de 5% se cultiva en África y Oriente Medio.

Alemania, que fuera uno de los principales productores a nivel mundial de papa, ha registrado una disminución muy acentuada de su producción. Desde 1960, en Alemania Occidental la producción total de papa cayó aproximadamente un 66%, y la producción por habitante incluso disminuyó un poco más. En Francia la producción del tubérculo también disminuyó más de 50%. En contraste, desde 1960 la producción de papa se ha triplicado en Ruanda, Bangladesh, India y Pakistán, y aumentó más de 100% en Madagascar, Cuba, México y en varios países del norte de África y Oriente Medio. Como resultado de estas tendencias divergentes, actualmente se cultiva más papa en Asia que en el conjunto de Europa Occidental, América del Norte y Oceanía. La producción de China sola iguala la de Europa Occidental, y la India produce más que Alemania Occidental.

En América del Sur, donde la papa siempre ha sido un alimento tradicional, la producción de este tubérculo ha crecido a un ritmo menor, debido en parte a que los consumidores están diversificando sus dietas y apartándose de los alimentos tradicionales. En algunos países, como Perú, las políticas agrícolas y de comercialización también han desalentado el cultivo de la papa.

Los rendimientos de la papa se han incrementado en todo el mundo, siendo éstos más notorios en las regiones en desarrollo. Desde la Segunda Guerra Mundial, en Europa, los aumentos en los rendimientos de papa han sido menores que los logrados en los cereales, reflejando mejoras mayores en variedades y sistemas de producción de cereales. Como resultado, la papa se ha transformado en una fuente de energía relativamente más costosa, y su uso en la alimentación animal y para procesamiento ha disminuido. La demanda por papa fresca también ha bajado como consecuencia de cambios en las dietas. Por estas razones los agricultores europeos han reducido el área y la producción de papas.

En las regiones en desarrollo, con la excepción de Asia, los rendimientos de la papa han aumentado por lo menos en igual medida que los rendimientos de los cultivos cerealeros, y mucho más que los rendimientos de otros cultivos de raíces. La mejora de las variedades, de los sistemas

Cuadro 3. Producción y consumo de papa en regiones principales y países seleccionados, 1981/83.

	Area (000 ha)	Producción (millones de t)	Rendimiento (t/ha)	Producción/ habitante (kg)	Consumo/ habitante (kg)
Mundo	20.281	286,1	14	69	33
América del Noite	618	18,0	29	70	55
Canadá	112	2,7	24	108	79
Estados Unidos	506	15,4	30	66	52
Europa Occid.	2.055	46,3	23	124	79
Francia	208	6,2	30	114	78
Alemania (Ex-RFA)	263	7,4	28	121	78
Italia	150	2,8	19	48	41
Holanda	165	6,0	37	422	82
España	339	5,3	16	139	112
Reino Unido	193	6,3	33	112	103
Yugoslavia	282	2,7	9	117	57
Europa Oriental	10.185	133,8	13	351	103
Checoslovaquia	197	3,5	18	227	77
Alemania (Ex-RDA)	478	8,9	19	534	142
Hungría	86	1,5	18	142	57
Polonia	2.219	36,3	16	1.003	118
Rumania	285	5,2	18	231	71
Ex-URSS	6.866	77,8	11	288	107
Africa al sur del Sahara	391	2,9	7	13	9
Kenia	38	0,3	7	15	11
Madagascar	31	0,2	7	25	16
Ruanda	35	0,2	7	45	33
Africa del Sur	70	0,9	13	30	20
América Latina	1.044	11,2	11	31	24
Argentina	109	2,0	19	73	68
Brasil	174	2,0	11	15	12

Continuación

Chile	83	0,8	10	74	42
Colombia	160	2,0	13	76	54
Cuba	14	0,3	18	25	24
México	69	0,9	13	12	10
Perú	192	1,6	8	84	65
Africa del Norte y Cercano Oriente					
Argelia	81	0,6	7	29	29
Egipto	70	1,2	16	26	19
Marruecos	35	0,5	13	21	15
Siria	19	0,3	16	31	24
Turquía	180	3,0	17	64	50
Asia					
Bangladesh	106	1,1	10	11	9
China	4.005	46,7	12	46	26
India	748	9,9	13	14	10
Japón	128	3,5	27	30	15
Corea (RPD)	132	1,6	12	86	62
Corea (RDC)	36	0,5	15	13	7
Nepal	57	0,3	6	22	14
Pakistán	45	0,5	11	5	4
Oceanía					
Australia	37	0,9	24	59	50

Fuente: FAO, *Anuario de Producción 1983* (Roma, 1984); y FAO, *Hojas de Balance Alimentario promedio 1979-1981* (Roma, 1984).

de producción de semillas, y de la tecnología de postcosecha han ayudado a disminuir el costo de producción de la papa, mejorando su competitividad en las fincas de muchas regiones en desarrollo. Asimismo, el crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo, y el cambio de los hábitos alimentarios han estimulado la producción de papa.

El balance mundial muestra que la producción de papa está cambiando gradualmente desde los países desarrollados a los países en desarrollo, y desde las zonas templadas a las tropicales y subtropicales. Actualmente,

sólo alrededor de 60% de la producción mundial de papa se cultiva en Europa; 10% se cultiva en otros países desarrollados, y 30% en países en vías de desarrollo.

Consumo

Las tendencias del consumo de la papa, no son siempre paralelas a las tendencias de su producción, dado que la papa también se utiliza en alimentación animal y como materia prima de muchos productos industriales tales como almidón y alcohol. Además, una gran parte de la papa cosechada se utiliza como semilla para cultivos posteriores (cuadro 4). En Europa Occidental, la producción de papa por habitante ha disminuido en más de 40% desde 1960 como consecuencia de la disminución de su uso industrial y como alimento animal, pero el consumo de papa por habitante ha caído en menos de 15%. La parte de la cosecha que se desperdicia y se usa como semilla también ha disminuido algo.

El uso de la papa en alimentación animal y en la industria ha disminuido en la medida que fue encareciéndose en relación a otras fuentes de energía y otros alimentos para animales. Previo a la Segunda Guerra Mundial, casi 50% de las papas cultivadas en Europa Occidental se destinaban a la alimentación de animales; actualmente, menos de 20% tienen ese destino. Los cerdos y la papa eran frecuentemente producidos juntos en pequeños huertos, pero ahora estos rubros se producen independientemente en establecimientos grandes y especializados, ubicados en áreas diferentes. Los productores de cerdos estiman más rentable usar raciones concentradas que contienen grano de cebada, yuca picada y soja, que suministrar papas hervidas o ensiladas que deberían ser transportadas desde otras áreas. El uso de la papa como materia prima para la industria también ha disminuido en casi todos los países.

En los países en desarrollo, donde la papa se utiliza poco para la alimentación animal y en la industria, las tendencias de producción y de consumo son más similares. En la mayoría de las áreas, desde 1960, el consumo por habitante ha mostrado un aumento un poco más rápido que la producción por habitante, en la medida en que una mejora en la tecnología ha disminuido las pérdidas de postcosecha, y un aumento en los rendimientos ha reducido la parte de la cosecha que normalmente debe reservarse para semilla.

Cuadro 4. Hojas de Balance Nutricional Nacionales para la Papa, 1979/81.

	Fuentes (millones de toneladas)			Usos (% de disponibilidad doméstica)					Consumo kg/habt.	Calorías aliment. por habt.
	Producción	Importaciones y cambios de estoc netos	Disponibilidad doméstica total	Semilla	Alimento animal	Industria	Deshecho	Alimento humano		
Estados Unidos	14,88	0,16	15,04	7	2	5	8	78	51	98
Francia	6,75	-0,75	6,00	8	4	5	11	72	80	155
Alemania (Ex RFA)	8,85	1,64	10,49	7	26	11	8	47	81	157
Irlanda	0,97	0,06	1,03	9	41	0	13	37	115	228
Holanda	6,33	-1,59	4,74	8	12	54	2	25	83	165
Reino Unido	6,60	1,11	7,71	8	7	8	2	75	103	205
Polonia	39,51	-0,24	39,27	14	53	9	14	11	119	238
Ex URSS	77,71	1,91	78,62	22	27	6	8	37	110	213
Kenia	0,30	0,00	0,30	11	0	0	15	74	14	27
Madagascar	0,17	0,00	0,17	17	5	0	12	66	13	25
Ruanda	0,22	0,00	0,22	16	0	0	10	74	34	66
Argentina	1,84	0,05	1,89	6	0	0	4	90	63	115
México	0,98	0,00	0,99	6	9	0	0	10	84	12
Perú	1,59	0,00	1,59	13	0	0	10	77	70	140
Argelia	0,54	0,20	0,74	12	3	0	9	76	30	57
Turquía	2,96	-0,01	2,95	9	2	0	10	79	51	99
Bangladesh	0,94	0,00	0,94	11	0	0	10	79	9	16
China	46,70 (a)	-0,13	46,53	9	15	15	5	56	26	50
India	9,35	-0,02	9,33	15	0	0	16	69	10	18
Corea del Norte	1,54	0,00	1,54	7	5	5	10	73	63	122

(a): Ajustado para reflejar las estimaciones más recientes de FAO. Fuente: FAO, Hojas de Balance Alimenticio promedio 1979-1981 (Roma, 1984).

En contraste con el inmenso mercado internacional de granos, sólo una pequeña cantidad -aproximadamente 2%- de la producción mundial de papa se comercializa en los mercados internacionales. La exportación de papa es prácticamente insignificante en la mayoría de los países dado que su gran volumen y alta perecibilidad la convierten en un producto costoso y riesgoso para transportar a grandes distancias. En algunas instancias, las reglamentaciones de cuarentena también restringen la comercialización internacional de la papa.

La cantidad de papa disponible para consumo humano también depende significativamente de las densidades de siembra usadas. La mayoría de los cultivadores deben plantar de 1 a 2 toneladas de tubérculos-semillas por hectárea, lo cual normalmente representa de 10 a 15% de la cosecha, pero en algunos casos esto puede ser superior a 20%.

Los niveles de consumo de papa varían en forma importante entre países y regiones (figura 3). Aunque el consumo de papa en Europa ha venido disminuyendo, aún excede los 100 kilogramos por habitante y por año en el Reino Unido, Polonia, la Ex-URSS y Alemania Oriental; y aunque el consumo de papa en el Tercer Mundo está creciendo, la mayoría de las personas en los países en desarrollo todavía consumen menos de 20 kilogramos de papas al año. Dentro del mundo en vías de desarrollo, los menores niveles promedio de consumo de papa se dan en las zonas tropicales cálidas, mientras que los consumos más elevados se producen en los países que tienen zonas importantes de producción en regiones de tierras altas o templadas. El consumo de papa está creciendo a una tasa particularmente elevada en nuevas áreas, aquellas donde hay un incremento rápido de la demanda por alimentos y donde los cambios tecnológicos han disminuido los costos unitarios de producción, haciendo que el cultivo sea rentable por primera vez.

Productividad y valor del cultivo de la papa

Una razón importante que explica por qué agricultores europeos expandieron el cultivo de la papa hace dos siglos, y que lo mismo esté sucediendo actualmente en los países en desarrollo, es que este cultivo es altamente productivo cuando se emplea una tecnología adecuada.

El peso fresco del producto, usado como medida para comparar la productividad entre cultivos, tiene poco significado debido a las variaciones en el contenido de agua de los diferentes productos. Los cultivos de

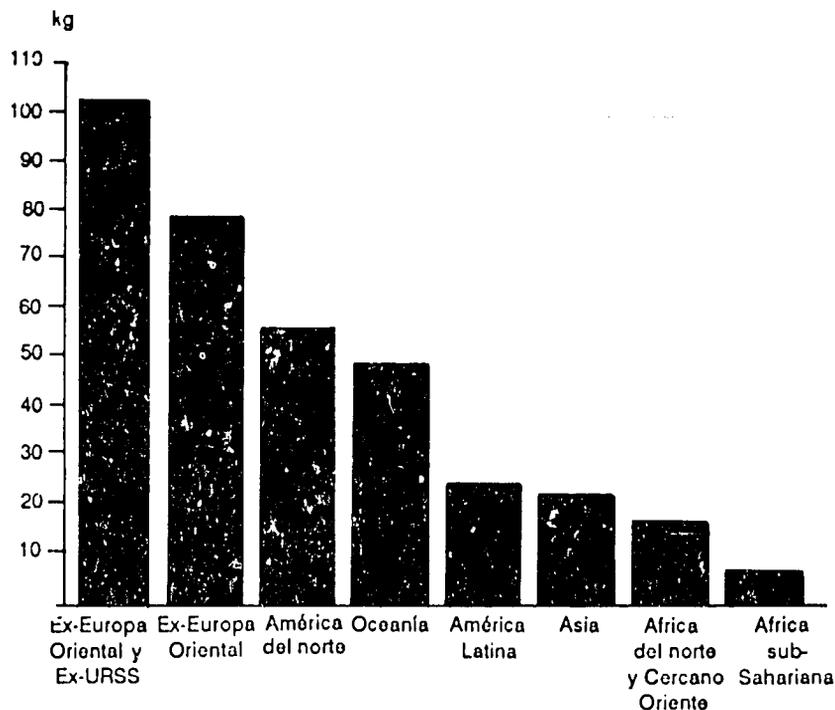


Figura 3. Consumo de papa por habitante, por región, 1979/81.

Fuente: FAO, *Hojas de Balance Alimentario 1979* (Roma, 1984).

raíces, por ejemplo, tienen hasta 80% de humedad al momento de su cosecha, mientras que los cereales tienen alrededor de 15%. La producción de materia seca por hectárea es una medida más adecuada para comparar rendimientos de cultivos, independientemente de que su destino sea la alimentación humana o animal, la producción de almidón o de alcohol. Las cantidades de energía digestible y la producción de proteína por hectárea son indicadores más apropiados de los rendimientos nutricionales de los cultivos que se destinan a la alimentación humana. El valor monetario de la producción por hectárea es un criterio útil cuando se desea comparar el valor económico y la capacidad de generación de ingreso de distintos cultivos.

Comparados con los rendimientos de la papa durante la década de 1950, los rendimientos actuales son, en promedio, 30% superiores en los países desarrollados, y 80% superiores en los países en desarrollo. Esto

sugiere que luego de la Segunda Guerra Mundial la tecnología para la producción de papa ha mejorado más sustancialmente en los países en desarrollo que en los países desarrollados. A pesar de estas tendencias, los rendimientos de papa en los países en desarrollo son menores que la mitad de los obtenidos en América del Norte (como se explicitó previamente en el cuadro 3).

Sin embargo, es erróneo concluir que las brechas de rendimientos entre países o regiones pueden eliminarse fácilmente mediante la transferencia de tecnología desde las regiones con altos rendimientos. Una razón de ello es que los rendimientos económicamente óptimos son también menores en los países en desarrollo que en Europa o América del Norte. Más aún, como consecuencia de las diferencias en condiciones ambientales, niveles de desarrollo, y precios, las posibilidades para una transferencia de tecnología directa desde áreas desarrolladas hasta áreas en vías de desarrollo también son limitadas.

En términos de materia seca por hectárea, la papa se sitúa entre los cultivos más productivos en los países en desarrollo (cuadro 5). Dado su relativamente corto período de crecimiento, la papa ocupa una posición más importante aun cuando se considere la producción diaria de materia seca (cuadro 6). En relación con otros cultivos producidos en los países en desarrollo, la papa es un cultivo altamente productivo en términos de nutrientes disponibles para consumo humano. Convencionalmente, la papa es considerada como una fuente barata de energía, pero de hecho, este tubérculo es relativamente caro en la mayoría de las regiones en desarrollo. La combinación de rendimientos elevados, ciclo vegetativo corto, y precio elevado, hace que el valor de la producción por hectárea de papa exceda al de la mayoría de los otros cultivos alimenticios que se producen en los países en desarrollo; así la papa se ubica en tercer lugar luego del repollo y el tomate y muy por encima de la mayoría de los cultivos extensivos.

La producción total de los cultivos alimenticios puede medirse también mediante la producción de materia seca, energía digestible, proteína, y de su valor monetario (cuadro 7). Considerando los tres primeros, la papa se ubica en el noveno lugar. Pero cuando todos los cultivos se valúan al precio en la granja, la papa se ubica en el cuarto lugar de la lista de cultivos alimenticios más importantes de los países en desarrollo.

Cuadro 5. Los diez cultivos alimenticios con el valor de producción por hectárea mayor en los países en desarrollo.

	Materia seca (t/ha)	Energía digestible (mill. kcal/ha)	Proteína digestible (kg/ha)	Valor de producción (US\$/ha)
Cultivo				
Tomate	1,1	3,1	157	3.159
Repollo	1,3	3,2	175	3.026
Papa	2,3	7,1	196	1.633
Ñame	2,6	8,4	175	1.581
Batata (Camote)	4,0	12,6	187	1.210
Yuca (Mandioca)	3,4	7,3	32	595
Cocoyam	1,2	3,7	72	554
Arroz cargo	2,6	7,1	130	493
Bananos	1,5	3,9	36	492
Maní c/cáscara	0,9	4,1	190	297

Fuente: FAO, *Anuario de Producción 1983* (Roma, 1984); USDA, *Composition of foods* (Washington, D.C., 1975); y estimaciones de precios en el predio de FAO (sin publicar). Las estimaciones de produc. son promedio 1981/83; las estimaciones de precios son para 1977.

Cuadro 6. Los diez cultivos alimenticios con el mayor valor de producción /hectárea/día.

	Período de crecimiento (días)	Materia seca (kg/ha/día)	Energía digestible (000 kcal ha/día)	Proteína digestible (kg/ha/día)	Valor de producción (US\$/ha/día)
Cultivo					
Repollo	110	12	29	1,6	27,50
Tomate	125	8	25	1,3	25,30
Papa	130	18	54	1,5	12,60
Ñame	180	14	47	1,0	8,80
Batata	180	22	70	1,0	6,70
Arroz cargo	145	18	49	0,9	3,40
Maní c/cáscara	115	8	36	1,7	2,60
Trigo	115	14	40	1,6	2,30
Lenteja	105	6	23	1,6	2,30
Yuca	272	13	27	0,1	2,20

Fuente: FAO, *Anuario de producción 1983* (Roma, 1984); USDA, *Composition of foods* (Washington, D.C., 1975); y FAO, *Report of the agroecological zones project* (Roma, 1978). Las estimaciones de produc. son promedio 1981/83; las estimac. de precios son para 1977.

Cuadro 7. Producción de los diez cultivos alimenticios de mayor valor en países en desarrollo, 1981/83.

Cultivo	Materia seca (millones de toneladas)	Energía digestible (trillones de Kcal)	Proteína digestible (millones de toneladas)	Valor de producción (billones de US\$)
Arroz cargo	355	982	18,1	68,7
Trigo	157	454	18,1	26,6
Maíz	134	476	12,2	18,5
Papa	17	51	1,4	11,7
Batata	31	99	1,5	9,5
Yuca	51	109	0,5	8,9
Soja	28	127	10,8	6,5
Sorgo	42	149	4,9	5,8
Maní c/cáscara	17	74	3,4	5,3
Bananos	13	34	0,3	4,2

Fuente: FAO, *Anuario de producción 1983* (Roma, 1984); USDA, *Composition of foods* (Washington, D.C., 1975). Estimaciones de precios en el predio de FAO (sin publicar). Las estimaciones de producción son promedio 1981/83; las estimaciones de precios son para 1977.

Notas bibliográficas

Este capítulo se basó en dos fuentes importantes de información: publicaciones sobre el origen y la diseminación mundial del cultivo de la papa, e informes estadísticos preparados por la FAO. El estudio histórico más amplio y completo de la papa es el de Salaman (1986). Hawkes (1978, a,b) y Burton (1966) presentan información más concisa sobre el origen y difusión del cultivo de la papa. Estas publicaciones se centran en América y Europa y sólo se refieren brevemente al cultivo de la papa en otras regiones. Mokyr (1983) realiza un análisis detallado de la hambruna de Irlanda. La discusión más detallada de la difusión de la papa a otros lugares del mundo es la presentada por Laufer (1938). La sección de este capítulo que versa sobre el origen y la difusión del cultivo de la papa se basa fundamentalmente en Hawkes (1978,a), Burton (1966) y Laufer (1938). La información sobre la India es de Pushkarnath (1976) y Srivastava (1980).

Las demás secciones de este capítulo se basaron en información presentada en los anuarios de producción y hojas de balance de alimentos de la FAO. Las estimaciones del valor monetario de la producción de cultivos alimenticios están basadas en las cifras de producción de los anuarios, y en valores estimados no publicados de precios promedio en la granja ponderados para todas las economías de mercado en vías de desarrollo, facilitados por la Unidad de Datos Básicos de la FAO. Deseo mencionar expresamente a K. Becker (FAO) y sus colaboradores por posibilitar el uso de esta información. En lo que respecta a los datos de FAO, es importante resaltar que los valores estimados de producción de papa en China fueron cuidadosamente revisados en 1978 y en 1983. Todas las cifras que aparecen en este capítulo se basan en las estimaciones más recientemente de la FAO. La importante revisión realizada recientemente por FAO de las estimaciones de producción de cultivos de raíces en China están basadas en un trabajo detallado del Instituto Internacional para la Investigación de Política Alimentaria, presentado por Stone (1984).

Horton y Fano (1985), y van der Zaag y Horton (1983) presentan estadísticas y discusiones más amplias sobre tendencias mundiales de la producción y uso de la papa. Nick Young, del Centro de Estudios Agrícolas Europeos, Wye College, Inglaterra, ha publicado una serie de estudios útiles sobre la industria de la papa en Europa. Young (1981) presenta un resumen de varios de ellos.

La papa y su ambiente físico

A efectos de superar las limitaciones principales en la producción y uso de la papa en los países en desarrollo, se debe comprender primero la planta y el ambiente físico y socioeconómico en el cual se cultiva. Este capítulo describe la planta de papa y los factores físicos que influyen en su crecimiento y rendimiento. Los factores socioeconómicos que afectan la producción y uso de la papa se tratan en el próximo capítulo.

La planta de papa

Aspectos botánicos

La papa es una de más o menos 2.000 especies de la familia *Solanaceae*, la cual también incluye el tabaco, el tomate, la berenjena y el pimiento. Existen ocho especies cultivadas de *Solanum* tuberíferos y cerca de 200 especies salvajes. Todas estas especies emparentadas con la papa son originarias del Nuevo Mundo.

La palabra patata (papa) se deriva de la palabra batata, nombre Arawak, caribeño, del boniato o camote. Los conquistadores españoles descubrieron primero la batata y subsecuentemente le dieron el mismo nombre a otras plantas tuberosas de las Américas. De la palabra batata se pasa a la palabra española patata (papa) y a la inglesa "potato".

En muchas partes del mundo todavía se confunde a la papa con raíces cultivadas. En el siglo XVI, en Inglaterra se denominaba en forma indiscriminada como "papas" a la *Ipomoea batatas* (camote, boniato) y al *Solanum tuberosum* (papa o patata), y esta costumbre se difundió a otras regiones del mundo de habla inglesa. Hasta tiempos recientes algunas

Previous Page Blank

publicaciones de estadísticas de EEUU registraban datos de ambos bajo un solo encabezado "papas". En China, a la papa se le denomina con más de 20 nombres, muchos de los cuales se usan también para la batata, el ñame y otras raíces cultivadas. Hasta 1983, las estadísticas agrícolas chinas también ubicaban bajo un solo encabezado a la papa y la batata; (para aumentar la confusión, los chinos informaban la producción de las raíces cultivadas en "equivalentes cereales" bajo el encabezado genérico de "granos").

El agrupamiento de la papa con otros cultivos puede conducir a interpretaciones erróneas, no sólo porque las plantas son botánicamente diferentes sino también porque los modelos y tendencias de producción y uso de la papa a menudo difieren marcadamente de los de otras raíces cultivadas. Por ejemplo, en muchas áreas donde el consumo de batata y de yuca está cayendo, el consumo de la papa está aumentando rápidamente.

La papa puede clasificarse como una dicotiledónea anual, aunque puede persistir vegetativamente en el campo (como tubérculos) de una estación de crecimiento a otra. Algunos agricultores de lugares tan diferentes y distantes como Irlanda, Newfoundland, Perú, Guatemala, los Himalayas y Ruanda, dejan algunos tubérculos en el suelo los cuales sirven de semilla para el próximo cultivo.

Sin embargo, en la mayoría de las regiones los productores eliminan las plantas que crecen naturalmente de tubérculos no cosechados porque éstos pueden ser portadores de plagas de la papa, o servir como fuente de enfermedades infecciosas.

La planta de papa tiene raíces superficiales, las cuales generalmente no alcanzan profundidades mayores de 40 a 50 centímetros (figura 4). Sin embargo, si no existen capas que lo impidan o si en el perfil del suelo no se dan transiciones bruscas de un tipo de suelo a otro, la raíz de la planta de papa puede llegar a profundidades de hasta un metro.

El tubérculo es un engrosamiento de una porción de un tallo subterráneo adaptado para el almacenamiento de fotosintatos y reproducción de la planta (figura 5). Los tubérculos, los cuales se originan de extremos de tallos subterráneos denominados estolones, tienen todas las características de los tallos normales, incluyendo yemas durmientes (los "ojos") formadas en la base de una hoja (en este caso rudimentaria) con cicatrices foliares detectables (las "cejas"). En los tubérculos se encuentran lenticelas o poros de los tallos a través de los cuales el aire penetra al interior del tallo. Los "ojos" se presentan en el tubérculo con un patrón en espiral, con unos

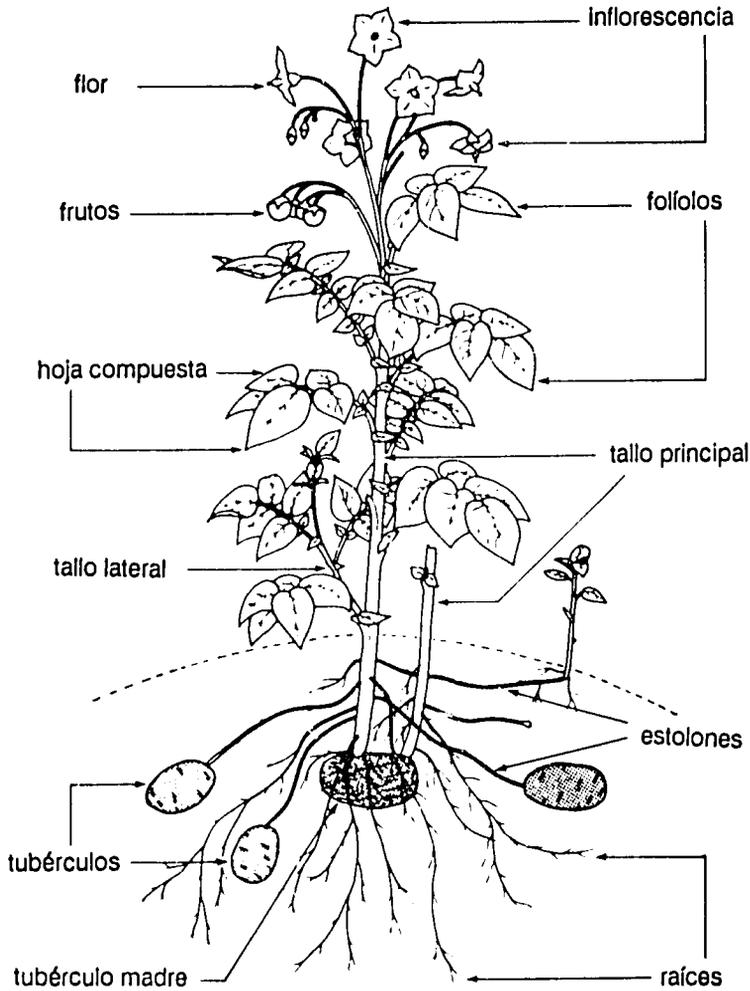


Figura 4. La planta de papa: follaje o parte aérea, sistema radicular, y tubérculos. Fuente: Zosimo Huamán, *Botánica sistemática y morfología de la papa*. Boletín de Información Técnica N° 6, 2a ed. (Lima: Centro Internacional de la papa, 1986).

pocos ubicados cerca del lugar de unión del tubérculo al estolón, y la mayoría situados hacia la extremidad del tubérculo conocido como extremo apical. Las yemas apicales (ojos) poseen dominancia y normalmente son los primeros que brotan. Cuando se quitan o mueren las yemas apicales, otras yemas son estimuladas a brotar. Como se verá a continuación,

la dominancia apical y en general la fisiología del tubérculo tienen una influencia importante sobre la producción y uso de los tubérculos-semillas.

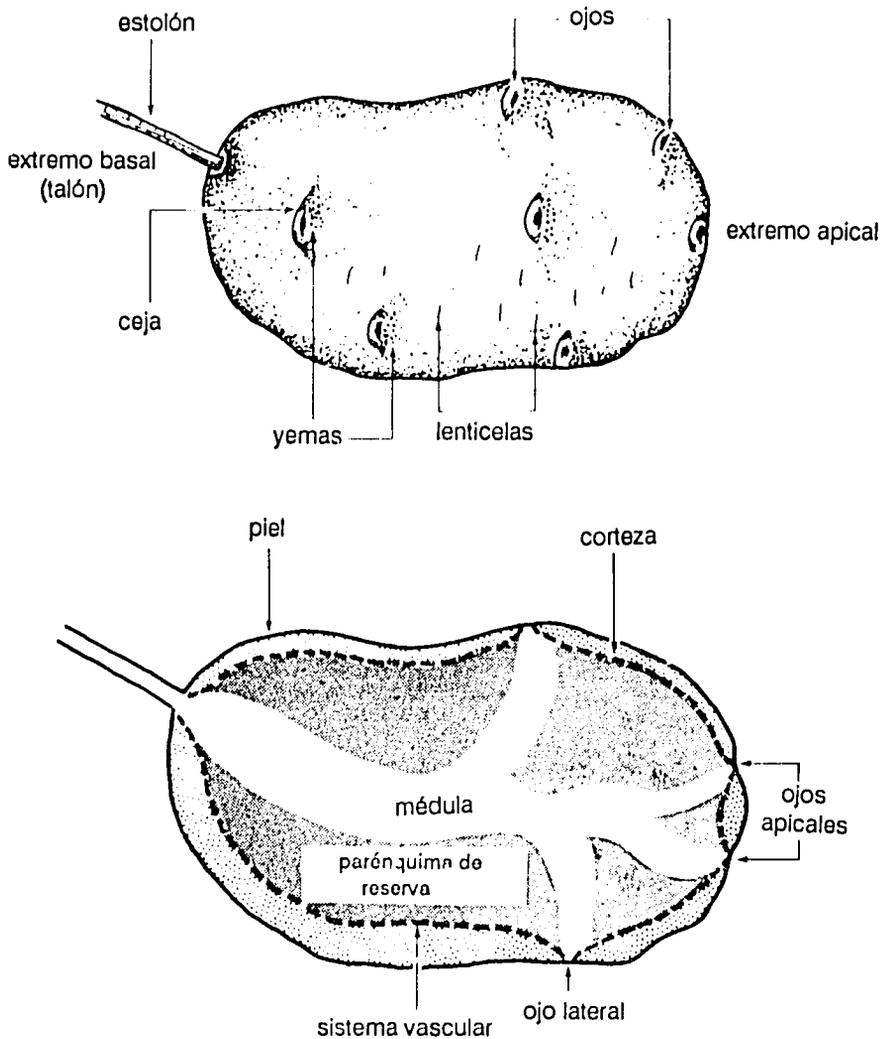


Figura 5. Partes principales del tubérculo de papa. *Fuente:* Zosimo Huamán, *Botánica sistemática y morfología de la papa*. Boletín de información Técnica N°6 2nd.ed. (Lima: Centro Internacional de la papa, 1986).

La capa exterior de células del tubérculo se conoce como la epidermis. Inmediatamente por debajo de la epidermis está el peridermo que consiste en varias capas de células corchosas. El conjunto de epidermis y peridermo constituye la "piel" (o cáscara) del tubérculo. La piel del tubérculo maduro es prácticamente impermeable a productos químicos, gases y líquidos, provee buena protección contra microorganismos, y resiste la pérdida de agua. Pero si la papa crece en suelos inundados, las lenticelas del tubérculo se abren totalmente, permitiendo fácilmente la entrada de microorganismos perjudiciales. Los tubérculos que son cosechados sin una piel bien desarrollada se dañan fácilmente y perderán humedad rápidamente durante el almacenamiento; los microorganismos también pueden entrar fácilmente en estos tubérculos "inmaduros". Si un tubérculo es lesionado o cortado, el tejido también puede sufrir por infecciones y pérdida excesiva de humedad hasta que la herida cicatrice -un proceso que puede demorar de 3 a 5 días en condiciones favorables (un ambiente con suficiente oxígeno, temperaturas entre 10 y 20°C, y alrededor de 90% de humedad relativa).

El resto del tubérculo desde el anillo vascular hacia el centro, denominado área medular, está dividido en una médula externa y una médula interna, y constituye la parte de la pulpa del tubérculo. La médula externa incluye la parte más translúcida y acuosa. La médula interna se extiende hacia cada ojo, formando un tejido continuo que conecta todos los ojos del tubérculo.

Los tubérculos nuevos comienzan a crecer en los extremos de los estolones aproximadamente dos a cuatro semanas después de que los primeros tallos emergen del suelo. El crecimiento del tubérculo joven resulta de la división y elongación de las células y del almacenamiento dentro de las células de fotosintatos translocados desde su lugar de síntesis. Para que se produzca el engrosamiento de los tubérculos, la cantidad de fotosintatos disponibles para translocación y almacenaje debe exceder los requerimientos para el crecimiento y metabolismo de otras partes de la planta. Este proceso es afectado por muchos factores ambientales.

Aunque la formación de tubérculos, o tuberización, no depende de la floración, estos dos procesos están a menudo asociados, ya que condiciones que son desfavorables para la floración, tal como tiempo caluroso y seco, también retardan la formación de tubérculos. Las condiciones que favorecen la floración generalmente favorecen también la tuberización.

Reproducción vegetativa

La papa puede reproducirse sexualmente plantando las pequeñas semillas que se forman en frutos chicos similares al tomate. Sin embargo, con pocas excepciones, la mayoría de los productores de papa en el mundo plantan tubérculos. Este tipo de reproducción vegetativa es una de las características distintivas del cultivo de la papa. Este hecho no solo determina fuertemente cómo se cultiva la papa, sino que también determina dónde, quién, y para qué usos la cultivan. En la mayoría del mundo en desarrollo, la escasez y el costo elevado de los tubérculos-semillas de buena calidad constituye una restricción seria a la producción de papa.

Fisiología del tubérculo-semilla. El rendimiento de un cultivo de papa está afectado por el número de tallos principales por hectárea, lo cual depende a su vez del número de brotes que se formen de los ojos del tubérculos-semillas. El número de ojos en un tubérculo varía, dependiendo de la variedad, tamaño del tubérculo y de las condiciones ambientales. Para una variedad determinada, el número de ojos es más o menos proporcional a la superficie del tubérculo. Por lo tanto, los tubérculos pequeños tendrán más ojos por unidad de peso que los de gran tamaño (esferas pequeñas tienen mayor superficie por unidad de peso que esferas grandes de la misma densidad). Por esta razón, la mayoría de los cultivadores de papa prefieren plantar tubérculos-semillas pequeños.

El número de ojos que producen brotes está relacionado con el estado fisiológico del tubérculo al momento de la plantación. Luego de ser cosechados, los tubérculos pasan por cuatro fases: reposo, dominancia apical, madurez y senilidad. Los tubérculos en reposo no producen brotes; durante el reposo apical sólo crecen los brotes apicales; en la madurez crecen muchos brotes fuertes y vigorosos; y en la senilidad sólo se producen algunos brotes, pero éstos tienden a ser delgados y a producir plantas débiles de bajos rendimientos.

La duración del período de reposo de los tubérculos depende de la variedad, las condiciones ambientales que prevalecieron durante su crecimiento, la madurez al momento de la cosecha, y la forma y período de almacenamiento. Las variedades difieren marcadamente en la duración del período de reposo, y esta característica a menudo determina la preferencia varietal por parte de los agricultores.

Las papas cultivadas con temperaturas altas, especialmente cuando éstas se producen al final del período de crecimiento, y en condiciones de días cortos (como en las llanuras de India y Paquistán) también tienden a

tener un período de reposo más corto que aquéllas cultivadas en lugares con días largos y con temperaturas bajas (como en el norte de Europa).

Las condiciones de almacenamiento, especialmente la temperatura, tienen un efecto importante en el período de reposo y el crecimiento de los brotes. Los tubérculos almacenados en condiciones de temperatura y humedad relativa alta y en oscuridad tienen períodos de reposo cortos. Los tubérculos que han sido atacados por microorganismos o por insectos o que han sufrido algún daño, por ejemplo cortes, también tienen un período de reposo más corto que tubérculos sanos sin daños.

Si un tubérculo comienza a brotar durante el estado de dominancia apical, sólo una de las yemas en el ápice desarrollará un brote. La eliminación de este brote superior permitirá que otras yemas desarrollen brotes. Esta es la razón por la que los agricultores a menudo desbrotan los tubérculos-semillas antes de la siembra, a efectos de eliminar el reposo apical y asegurar la emergencia uniforme de varios tallos principales. Si un tubérculo-semilla es almacenado a temperaturas bajas y el crecimiento de brotes comienza durante el estado de madurez, muchos ojos desarrollarán brotes.

La temperatura y la exposición de los tubérculos a la luz durante el almacenamiento tienen una influencia importante en el crecimiento de brotes y en el vigor resultante de los tubérculos-semillas. El brotamiento ocurre en tubérculos almacenados a más de alrededor de cuatro grados Celsius. Un brotamiento excesivo produce deshidratación de los tubérculos y reduce el vigor del cultivo que se obtiene a partir de ellos. La luz retarda el crecimiento de los brotes, y las papas almacenadas con luz desarrollan brotes verdes que son más cortos y vigorosos que los brotes de tubérculos almacenados en la oscuridad. Por lo tanto, el almacenamiento de tubérculos con luz puede compensar algunos de los efectos negativos de altas temperaturas en el almacenamiento. Este aspecto de la fisiología de los tubérculos tiene connotaciones prácticas para el almacenamiento de tubérculo-semilla en los países en desarrollo. Es decir, se puede prolongar el período de vida de papas almacenadas sin frío si se exponen a la luz. Sin embargo, el almacenamiento con luz no puede usarse en papa para el consumo humano ya que el verdeado produce un sabor amargo.

El tamaño de los tubérculos afecta el crecimiento de brotes de dos maneras. Los tubérculos grandes producen mayor número de brotes y tallos principales que los tubérculos chicos porque su desarrollo está positivamente correlacionado con la superficie total del tubérculo. Los

brotos de los tubérculos grandes también crecen más rápidamente que los de tubérculos chicos, dado que los brotes de los primeros tienen una mayor reserva de nutrientes disponibles para cada brote. Cuanto más pequeño sea el tubérculo y cuanto mayor sea el número de brotes, mayor será la competencia entre los brotes y, por lo tanto, tendrán un ritmo de crecimiento menor. Sin embargo, por unidad de peso, la semilla chica produce mayores rendimientos que la semilla de mayor tamaño en igualdad de condiciones fisiológicas y sanitarias.

El período entre la siembra y la emergencia de las plantas es el estado más delicado del crecimiento del cultivo de la papa. Por lo tanto, los rendimientos dependen en gran medida del estado fisiológico de los tubérculos-semillas al momento de la siembra. Los tubérculos deben haber brotado antes de plantarlos para que emerjan rápidamente y se desarrollen varios tallos fuertes.

Las condiciones ambientales en que se producen y almacenan los tubérculos influyen en forma importante en el vigor y ciclo de crecimiento del cultivo resultante. Los tubérculos-semillas producidos en clima fresco y almacenados a temperaturas bajas y humedad relativa elevada pueden comportarse como tubérculos-semillas relativamente jóvenes aún luego de ocho a nueve meses de almacenamiento. El tubérculo-semilla joven tiende a ser más vigoroso que el viejo y produce un cultivo de madurez tardía con un mayor rendimiento potencial.

Trasmisión de enfermedades. Muchas enfermedades que provocan disminución de los rendimientos se transmiten a través de los tubérculos-semillas. Algunas, tales como el tizón tardío, se diseminan fácilmente durante la estación de crecimiento. Otras, como la marchitez bacteriana, también pueden permanecer en el suelo por varios años.

Las enfermedades más importantes transmitidas por tubérculos-semillas son las enfermedades virósicas. El principal objetivo de la certificación de semilla de papa es prevenir la propagación de virus. Los virus disminuyen los rendimientos de papa causando una reducción de la parte aérea y de la fotosíntesis. La magnitud de la pérdida de rendimiento como consecuencia de enfermedades virósicas está relacionada con el tipo de virus, la tolerancia al virus de la variedad plantada, y las condiciones de crecimiento. Cuando todas las plantas de un cultivo están infectadas con un virus agresivo, como el virus del enrollamiento de la hoja de papa, los rendimientos pueden disminuir en más de 50%. Las variedades andinas (*S. tuberosum* spp *andigena*) que producen follaje abundante son normalmente menos

afectadas por las infecciones virósicas que las variedades europeas y norteamericanas (*S. tuberosum* spp *tuberosum*), que tienen menos follaje. Las condiciones de crecimiento -suelo, clima, fertilización- también son factores que influyen, porque en un cultivo bien desarrollado el follaje de las plantas sanas vecinas compensará parcialmente la disminución del follaje de las plantas enfermas.

Cultivos tempranos y tardíos

Las variedades de papa se diferencian considerablemente en el tiempo que necesitan para alcanzar la madurez. La mayoría de las variedades de la subespecie *andigena* tienen un período de crecimiento largo (4 a 6 meses), mientras que las variedades de la subespecie *tuberosum* maduran más rápidamente. Dentro del grupo *tuberosum*, algunas variedades maduran mucho más temprano que otras.

La variedad seleccionada por los agricultores debe ajustarse al largo de la estación de crecimiento de sus localidades y a sus distintas alternativas de producción. En áreas donde la estación de crecimiento es corta, generalmente se emplean variedades tempranas. Donde la estación de crecimiento es más larga, por lo general se prefieren variedades tardías. Pero donde una estación larga de crecimiento permite dos o tres cultivos al año, una variedad de ciclo corto y madurez temprana puede ser la mejor opción. Una desventaja para tener en cuenta con las variedades tardías es que los rendimientos o la calidad de los tubérculos cosechados pueden disminuir debido a su mayor exposición a posibles sequías, plagas y otros riesgos.

En el ciclo de crecimiento de la papa se pueden diferenciar tres períodos: preemergencia/emergencia, crecimiento de la parte vegetativa (follaje), y crecimiento de los tubérculos (figura 6). Los períodos de crecimiento de la parte vegetativa y del tubérculo pueden superponerse por un tiempo considerable, especialmente en las variedades tardías. Los tallos se originan y crecen de los brotes de tubérculos-semillas. Después de que los tallos emergen del suelo, la parte vegetativa y las raíces se desarrollan simultáneamente y sus crecimientos están correlacionados. Los tubérculos generalmente comienzan a crecer lentamente dos a cuatro semanas luego de la emergencia, y continúan creciendo a una tasa bastante uniforme. Las variedades de maduración temprana tienen una

emergencia temprana y un crecimiento moderado de la parte vegetativa, produciendo un rendimiento relativamente elevado en un período corto. En contraste, las variedades de ciclo largo tienen una emergencia más tardía y un follaje más abundante. Si las variedades de madurez tardía o de ciclo largo se cosechan temprano en la estación de crecimiento, su rendimiento será relativamente bajo, pero cuando se cosechan más tarde sus rendimientos sobrepasan a los de las variedades tempranas o de ciclo corto.

El largo del ciclo de crecimiento de una variedad de papa está afectado por las condiciones ambientales, de modo que una variedad que es tardía en un determinado conjunto de condiciones de crecimiento, puede comportarse como de ciclo corto (temprana) cuando las condiciones ambientales son diferentes. Los productores también pueden alargar o

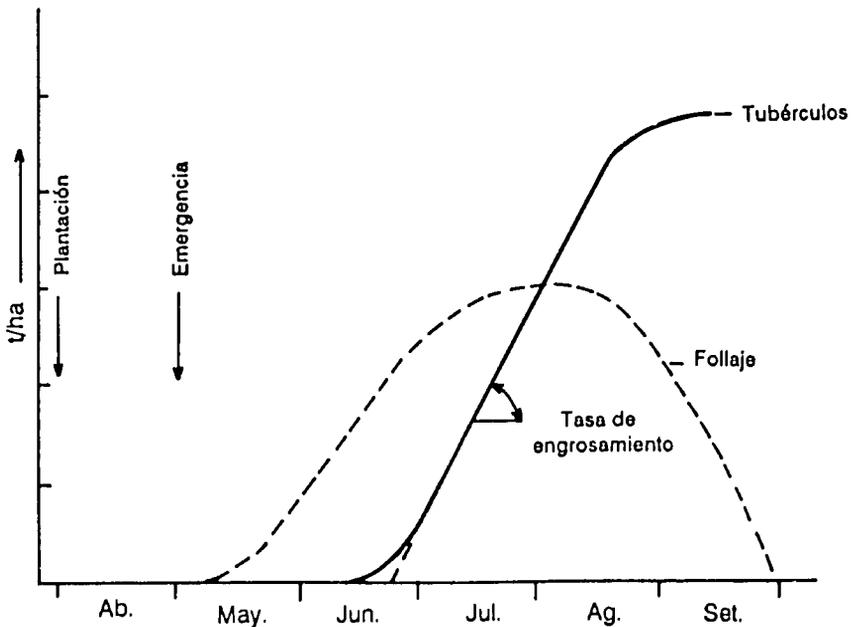


Figura 6. Ciclo de crecimiento de un cultivo de papa. Adaptado de: H. P. Beukema y D. E. van der Zaag, *Potato improvement* (Wageningen: International Agricultural Centre, 1979).

acortar el ciclo de crecimiento de una variedad. Por ejemplo, si se fertiliza con nitrógeno y se riega en abundancia se puede prolongar el período vegetativo y aumentar -en consecuencia- los rendimientos. Así mismo, si se plantan tubérculos-semillas bien brotados se puede acortar el ciclo de crecimiento de la variedad plantada. Es frecuente que los agricultores modifiquen sus prácticas de manejo agronómico para que las variedades disponibles se adecúen a su sistema de cultivo.

El ambiente físico

La decisión de los agricultores de plantar papa y cómo plantarla, estará siempre bajo la influencia de las condiciones ambientales. Estas condiciones también afectarán los niveles de rendimientos y el uso posterior de la cosecha. Los tres grupos de condiciones ambientales de primordial importancia son: tiempo y clima; suelos, fertilización y relieve; plagas y enfermedades.

El tiempo y el clima

Duración de la luz diaria y temperatura. La papa se cultiva como económicamente conviene en un rango amplio de regímenes de duración de luz diaria -desde 12 horas de luz solar en los Andes y zonas ecuatoriales de África y Asia, hasta días de más de 16 horas de luz en Alaska a 60 grados de latitud Norte y Punta Arenas, Chile, a 53 grados de latitud Sur.

Las horas de luz y la temperatura pueden modificar el hábito de crecimiento del cultivo de maneras imprevistas. Por ejemplo, en variedades de la subespecie *tuberosum*, los días cortos y las temperaturas moderadas, particularmente cuando son bajas durante la noche, estimulan la iniciación de tubérculos; sin embargo las variedades de la subespecie *andigena* maduran tarde en condiciones de días cortos. La temperatura del suelo entre 15 y 18°C es aparentemente la más favorable para las variedades comunes de papa.

La tasa diaria de engrosamiento de tubérculos ("bulking") está relacionada con las horas de duración de la luz diaria, por lo cual este aumento tiende a ser más rápido en climas templados y de días largos que en la zona tórrida. En algunas zonas tropicales, las diferencias en el rendimiento final son compensadas por períodos de crecimiento más largos, pero en otras

zonas tropicales tanto las horas diarias de luz como el período de crecimiento para la papa son más cortos que en las zonas templadas. Por estas razones, y para reducir la exposición a enfermedades y riesgos climáticos, en la zona tórrida normalmente se recomienda el uso de variedades de madurez temprana.

En la producción de papa hay dos aspectos relativos a la temperatura que son particularmente significativos. Temperaturas diarias altas están correlacionadas normalmente con tasas de respiración y transpiración elevadas, lo cual puede producir un estrés de humedad en la planta aun cuando el contenido de humedad del suelo sea alto. Más aún, la tasa de fotosíntesis neta disminuye con temperaturas mayores de aproximadamente 25°C.

La segunda variable, y más crítica, es la temperatura mínima nocturna. Como regla general, los tubérculos no comenzarán a formarse si las temperaturas nocturnas permanecen por encima de 20°C. Las temperaturas nocturnas altas aumentan la respiración de las plantas, agotando la reserva de hidratos de carbono y frenando el crecimiento de los tubérculos.

El crecimiento de los brotes también es afectado por la temperatura del suelo. Temperaturas en el suelo menores aproximadamente a 12°C o superiores a 28°C perjudican el desarrollo de los brotes.

La helada y el granizo pueden dañar las plantas de papa y disminuir los rendimientos drásticamente. Los agricultores de los altos Andes cultivan papas "amargas" porque toleran mejor las heladas que otros cultivos. Las papas cultivadas en otras partes del mundo son vulnerables a la helada, aunque están bien adaptadas a climas frescos.

Necesidades de agua y riego. La planta de papa es más susceptible a la sequía que otros cultivos. Solo una pequeña porción del agua absorbida por esta es utilizada directamente en la fotosíntesis. Las funciones primarias del agua son enfriar la planta por evapotranspiración y proveer el medio de transporte de compuestos orgánicos y minerales dentro de la planta.

Una humedad relativa alta estimula la formación de raíces en los brotes de papa. Así, para favorecer una rápida emergencia, al momento de la siembra debe existir una gran disponibilidad de agua en el suelo. Luego de la emergencia, la disponibilidad de agua continúa afectando la potencialidad productiva debido a que el sistema radicular de la papa es superficial y al efecto negativo de un estrés de agua en la fotosíntesis. En general, una sequía durante las últimas etapas del período de crecimiento provoca mayores disminuciones en el rendimiento que si la sequía ocurre

en etapas más tempranas. En períodos cálidos la papa necesita irrigaciones más frecuentes que otros cultivos. Aquellos agricultores que no tienen experiencia con el cultivo pueden no conocer esta característica y -en consecuencia- pueden suministrar menos agua que la realmente necesaria. Durante períodos frescos, la papa tolera mejor sequías breves.

Un exceso de agua en el suelo, aunque menos común que la falta de humedad, también puede reducir los rendimientos del cultivo. En un suelo muy húmedo el bajo contenido de oxígeno daña las raíces, y en suelos saturados los tubérculos nuevos pueden podrirse porque las lenticelas se abren permitiendo la entrada de bacterias.

Un suministro irregular de agua induce rajamientos "corazón hueco", crecimiento irregular, y otras malformaciones que pueden disminuir el valor comercial de los tubérculos.

Suelos

El cultivo de papa se desarrolla mejor en suelos profundos y friables, con buena capacidad de retención de agua. Las capas impermeables de suelo limitan la profundización de las raíces debido a que el sistema radicular de la papa es débil; lo cual a su vez restringe la disponibilidad de agua para las plantas durante períodos secos. Como resultado, la compactación del suelo puede disminuir en forma importante los rendimientos de papa. Un problema adicional de los suelos con capas densas o compactadas es que se saturan rápidamente luego de una lluvia fuerte o un riego abundante, produciendo la muerte de raíces y causando la putrefacción de tubérculos.

Fertilización

La mayoría de los productores fertilizan los cultivos de papa, ya que responde muy bien a los fertilizantes tanto orgánicos como minerales. Las recomendaciones sobre cantidad de fertilizante y relación de nutrientes en los mismos para aplicar a la papa deben basarse en la experiencia local y en resultados de ensayos en campos de los agricultores; sin embargo, pueden hacerse algunas generalizaciones. El nitrógeno estimula el crecimiento de la parte aérea (follaje) y retarda la formación de tubérculos. Por lo tanto, un cultivo bien fertilizado madurará más tarde y rendirá más que un cultivo con menos nitrógeno. Los tubérculos de un cultivo muy



Para reducir el daño causado por heladas a papas sembradas temprano en Corea del Sur, los agricultores plantan debajo de plástico.

fertilizado, si se cosechan temprano, pueden dañarse y presentar dificultades durante el almacenamiento. Por estas razones, los productores normalmente usan mayores cantidades de fertilización nitrogenada en la estación de crecimiento principal o en cultivos tardíos, y dosis más bajas en cultivos tempranos (que se cosechan antes de la madurez para conseguir precios mayores) y en cultivos para tubérculos-semillas (en los cuales se busca tubérculos pequeños).

La aplicación de fósforo favorece una temprana formación de tubérculos y desarrollo del cultivo. La adición de potasio normalmente tiene un efecto menor en los rendimientos que el uso de nitrógeno o fósforo, pero puede reducir el contenido de materia seca de los tubérculos. La papa tolera la acidez de los suelos, pero si el pH del suelo es inferior a 4.8 los rendimientos pueden verse severamente deprimidos por una deficiencia de calcio.

Los nutrientes adicionados por los fertilizantes orgánicos (excremento animal) benefician al cultivo de papa, pero en este caso lo más importante

es la materia orgánica que se agrega al suelo. El humus mejora la estructura de los suelos pesados y aumenta la capacidad de retención de agua de los suelos livianos. Además, la incorporación de desechos orgánicos acrecienta el efecto del nitrógeno adicionado en los fertilizantes químicos.

Relieve

En la producción agrícola, diferencias en altitud compensan de alguna manera las diferencias en latitud. Dado que las temperaturas promedio se correlacionan inversamente con la altitud, las variedades europeas algunas veces se comportan bien en áreas tropicales elevadas. La producción de papa se está expandiendo en zonas tropicales a medida que los productores usan variedades más tempranas adaptadas a condiciones de crecimiento más cálidas, y emplean prácticas de cultivo que moderan los efectos adversos del clima cálido sobre el crecimiento de este cultivo.

Como regla general, los especialistas en suelos y los extensionistas recomiendan que los cultivos extensivos, incluyendo la papa, se realicen en tierras a nivel y no en laderas con pendiente pronunciada a efectos de controlar la erosión y aprovechar los suelos fértiles de los valles. Cuando se deben cultivar las laderas empinadas, se recomienda plantar en curvas de nivel. Sin embargo, y para consternación de los expertos, en muchas zonas tropicales altas los agricultores plantan sus cultivos en las laderas mientras los animales pastan en las zonas llanas bajas. Para empeorar la situación, desde el punto de vista de los especialistas en suelos, los agricultores a menudo orientan las hileras del cultivo en el sentido de la pendiente.

Aunque en el largo plazo se sabe que el cultivo de laderas con pendiente fuerte fomenta la erosión del suelo, los agricultores a menudo tienen buenas razones para cultivar papas en laderas. Debido a que aumenta la escasez de nuevas tierras cultivables y a la presión del crecimiento de la población, los agricultores se ven forzados a intensificar los cultivos en áreas montañosas. Cuando ocurren heladas nocturnas, el frío se desplaza hacia abajo y se concentra en los valles, por lo que al sembrar los cultivos en las laderas se reducen los riesgos de daño por heladas. Así mismo, aunque el cultivar las laderas seguramente causa erosión y debería desalentarse, la erosión de hecho puede ser controlada si se planta hacia

arriba y hacia abajo o diagonalmente a la pendiente, en vez de cultivar horizontalmente siguiendo el contorno de la montaña. Los agricultores han aprendido que el cultivo siguiendo el contorno impide el drenaje rápido de agua y que los surcos pueden ser totalmente destruidos y arrastrados en caso de lluvias torrenciales.

Plagas y enfermedades

El cultivo de papa es susceptible a más de 300 plagas y enfermedades, pero no es práctico ni necesario controlarlas todas ya que la mayoría tienen efectos negativos menores sobre la producción. Un control total indiscriminado puede producir más daño que beneficio, ya que este tipo de control puede destruir organismos benéficos y desequilibrar delicados ecosistemas. Por lo tanto, los agricultores tratan de controlar sólo aquellas plagas y enfermedades que causan pérdidas importantes de producción, que sobreviven por períodos prolongados en el suelo, o que atacan otros cultivos además de la papa.

Las enfermedades se pueden propagar por medio de la semilla, el suelo, implementos de labranza, insectos portadores (vectores), y por otros medios. Debido a la importancia que tienen los tubérculos-semillas como fuente de infección, a menudo se establecen sistemas de cuarentena y programas nacionales de certificación de semilla para controlar la diseminación de enfermedades.

Enfermedades virósicas. Los virus se encuentran en todas las regiones productoras de papa. Las plantas de papa no pueden curarse luego de infestadas. En consecuencia, los métodos para controlar los virus se centran en el uso de variedades resistentes a virus, y en la detección y eliminación de plantas infectadas y sus tubérculos de las chacras y existencias de tubérculo-semilla. Algunas de las enfermedades más dañinas causadas por virus, como el enrollamiento de la hoja, son comúnmente transmitidas por insectos. Por lo general, los tubérculos producidos en zonas frescas, lluviosas y con vientos (como Escocia, el sur de Chile, zonas altas y tropicales) están poco infectados por virus porque las poblaciones de insectos transmisores de virus, particularmente áfidos, son escasas en esas áreas.

Enfermedades bacterianas. Algunas enfermedades bacterianas son transmitidas por la semilla y por el suelo. Por lo general, la más destructiva en las áreas en desarrollo es la pudrición bacteriana, producida por

Pseudomonas solanacearum. Esta enfermedad es endémica en muchas de las tierras bajas húmedas de la zona tórrida y es una barrera importante al cultivo de la papa. Muchos productores tratan de evitar la enfermedad comprando sólo tubérculos-semillas de zonas libres de la enfermedad. En zonas que ya están infestadas, las rotaciones con otros cultivos o pasturas ayudan evitando el aumento de enfermedades bacterianas. Las agencias gubernamentales a menudo imponen cuarentena al movimiento de tubérculos-semillas cuando se producen epidemias bacterianas severas, a efectos de impedir la diseminación de las enfermedades a zonas no infestadas. Sin embargo, las cuarentenas rara vez son efectivas debido a que el patógeno ataca cientos de especies vegetales, muchas de las cuales también son cultivadas.

Enfermedades fungosas. Dentro de este grupo de enfermedades, el tizón tardío, producido por *Phytophthora infestans*, es la más extendida y dañina. De hecho, esta es la enfermedad de la papa más importante a nivel mundial. Los cultivos infestados con esta enfermedad rara vez pueden curarse. Su control consiste en el uso de variedades resistentes o en la fumigación del cultivo con productos químicos.

Desde el siglo XIX se ha usado el tratamiento de la parte aérea de la papa con compuestos que contienen cobre para proteger las plantas del tizón tardío. Actualmente existen docenas de fungicidas de aplicación foliar para controlar el tizón tardío.

Para prevenir lesiones que sirven como fuente de infección, el fungicida debe estar presente en la parte aérea de la planta en el momento del ataque del hongo. Los agricultores a menudo comienzan a fumigar el cultivo desde temprano en la época de crecimiento, antes del momento en que se espera el primer ataque. La frecuencia de las aplicaciones del fungicida depende de las condiciones locales. Las lluvias intermitentes, los días soleados y temperaturas entre moderadas y algo mayores son favorables para ataques de tizón. Cuando esta enfermedad ocurre, y hay fungicidas disponibles, los productores generalmente fumigan cada 3 a 20 días, dependiendo de la probabilidad y severidad esperada del ataque.

Pocas de las variedades de papa europeas o norteamericanas son resistentes al tizón tardío, mientras que varias de las variedades desarrolladas en los países en desarrollo lo son. El progreso más notable en la selección de variedades resistentes al tizón tardío ha sido hecho en México, donde desde la década de 1950 se han identificado y distribuido a otros países unas cuantas variedades nuevas resistentes a la enfermedad. Estas

variedades son cultivadas por productores de bajos ingresos en más de una docena de países tales como Costa Rica, Nepal, Ruanda y Filipinas. Estas variedades han permitido a los productores cultivar la papa en zonas o estaciones de crecimiento lluviosas en las cuales nunca se había podido cultivar antes. Considerando el alto costo y toxicidad de los fungicidas, la selección por mejoramiento genético de variedades resistentes al tizón tardío es una estrategia importante para el control de esta enfermedad.

Insectos y nematodos. En muchas zonas productoras de papa la población de insectos ha aumentado como consecuencia de la eliminación de períodos de descanso entre cultivos y de la intensificación de las rotaciones. A efectos de sólo mantener constante el nivel de control, muchos agricultores han entrado en una rutina que los obliga a aplicar cantidades cada vez mayores de plaguicidas. A menudo notan que hasta con mayores dosis y gastos, los insecticidas controlan menos que unos pocos años antes.

La polilla de la papa, *Phthorimaea operculella*, se considera como la principal plaga de la papa en los países en desarrollo. Varios años atrás esta plaga era un problema principalmente en los climas moderadamente cálidos, pero últimamente se han detectado varias infestaciones en climas más frescos, tales como en las tierras altas de Colombia, Kenia, Nepal, y Perú, siendo probable que actualmente ya se haya diseminado a todos los países en desarrollo donde se cultiva la papa. Este insecto tiene un alto potencial reproductivo, y su resistencia a los insecticidas parece ir en aumento. La mayoría de las variedades de papa son altamente vulnerables, ya sea en el campo como durante el almacenamiento.

Los insectos causan daño a los cultivos tanto directa como indirectamente. Cuando los niveles de infestación con insectos son altos, el daño mecánico directo al follaje y a los tubérculos puede disminuir seriamente los rendimientos y la calidad de los tubérculos. Algunos insectos también dañan indirectamente al cultivo por ser transmisores de enfermedades. Los áfidos, por ejemplo, diseminan virus, los cuales van a disminuir los rendimientos de futuras cosechas de papa ya que son transmitidos a través de los tubérculos-semillas de baja calidad.

Los nematodos, microorganismos parecidos a lombrices que se hospedan dentro del tubérculo, causan daño primario y secundario. Estos patógenos disminuyen los rendimientos y la calidad de los tubérculos en cultivos infestados, y se diseminan a cultivos siguientes por medio de los tubérculos-semilla. Los agricultores que producen papa para consumo



Los productores de papa en Costa Rica y muchos otros países aplican altas dosis de fungicidas. La investigación puede reducir el costo de insumos usados por los productores.

concentran sus esfuerzos en prevenir el daño directo causado por insectos, pero los agricultores que producen papa para plantar deben impedir tanto el daño directo como el indirecto.

En los países en desarrollo hay dos nematodos de gran importancia económica para la papa: el nematodo del quiste, (*Globodera* sp.) que se encuentra principalmente en las zonas altas tropicales, y el nematodo del nódulo radicular (*Meloidogyne* spp.) fundamentalmente en las zonas bajas tropicales. El nematodo del quiste también aparece en Europa y América del Norte. Aunque se conoce la distribución general de las principales especies de nematodos, no existen datos sistemáticos sobre su incidencia y sobre pérdidas en cosechas como consecuencia de su ataque. El control de los nematodos también se hace difícil por la gran variabilidad de patogenias que causan, y porque atacan muchas otras especies y viven varios años en el suelo.

La resistencia planta-huésped es uno de los medios potencialmente más efectivos y económicos para el control de nematodos. El mejoramiento genético de la papa por resistencia al nematodo del quiste comenzó en Europa después de que se descubrió la característica de resistencia en unas pocas variedades andinas nativas y especies silvestres emparentadas. Sin embargo, la resistencia incorporada a variedades en Europa no es efectiva en la región andina. Existen programas de mejoramiento genético en Europa, el Reino Unido, la URSS, los Estados Unidos de Norte América, Colombia, Ecuador, India, y Perú. Panamá está probando variedades por resistencia a nematodos.

Nuevas variedades de papa mediante mejoramiento genético

La diversidad genética de las papas cultivadas y silvestres es mayor que la de cualquier otro cultivo alimenticio. Además de *S.tuberosum*, existen otras siete especies cultivadas y más de 200 especies silvestres de papa. En contraste, existe solo una variedad cultivada de maíz, y no se conocen especies silvestres de este cultivo. El trigo y el arroz no tienen más de ocho especies. Si bien se encuentra una considerable diversidad entre los cultivos de raíces tales como la batata, la yuca y el ñame, en ningún caso la diversidad genética se aproxima a la de la papa.

La mayoría de las variedades cultivadas de papa son tetraploides con 48 cromosomas ($2n=48$). Sin embargo, en los Andes también se encuentran variedades cultivadas diploides ($2n=24$), triploides ($2n=36$) y pentaploides ($2n=60$). En América Central y América del Sur existen variedades silvestres con 24, 36, 48, 60 y 72 cromosomas.

Debido a esta gran variabilidad genética, las papas cultivadas son altamente heterocigóticas: el cruzamiento aún dentro de una misma variedad, produce una progenie (o hijos) altamente variable. Por esta razón, la pureza varietal sólo puede mantenerse por reproducción asexual (o vegetativa) usando los tubérculos u otras partes de los tallos como material para plantar.

El hecho de que la papa sea altamente heterocigótica tiene como consecuencia práctica que la probabilidad de seleccionar un hijo que sea superior a cualquiera de sus padres es extremadamente baja. Los programas de mejoramiento genético en papa comúnmente deben realizar cientos de cruzamientos y evaluar cientos de miles de plantas (crecidos de las

semillas resultantes de los cruzamientos) y clones (derivados asexualmente de las plántulas) por varios años -a menudo 10 o más- antes de poder liberar una única nueva variedad.

Los conquistadores españoles llevaron a Europa solo unas pocas papas que representaban una porción muy pequeña de la diversidad genética dentro de *Solanum tuberosum*. Parte de esta variabilidad genética inicial se perdió porque algunas de las variedades andinas no tuberizaron en las condiciones europeas de días largos. La base genética de las papas europeas se vio reducida más aún en el siglo XIX por ataques de tizón tardío, que eliminaron otras variedades.

La estrecha base genética de las variedades europeas ha impedido el desarrollo de muchos programas de selección de papa. En consecuencia, muchos fitomejoradores han recurrido al germoplasma de papa de los Andes -especies silvestres y variedades cultivadas- como fuentes de resistencia a las principales plagas y enfermedades, y como fuentes de capacidad de adaptación a determinadas condiciones ambientales como heladas, sequías y temperaturas altas. Se han desarrollado nuevos enfoques para trabajar a nivel diploide volviendo posteriormente a nivel tetraploide.

En la papa se ha utilizado con éxito la tecnología de la ingeniería genética (ADN recombinante). Los sistemas de vectores de genes son claramente funcionales. Sin embargo, al momento se dispone sólo de unos pocos genes purificados que podrían modificar la calidad de la papa. La principal ventaja de la ingeniería genética es que permite agregar una o más características deseables -por ejemplo resistencia a virus- a una variedad existente, manteniendo sus otras características tales como adaptación agronómica y calidad culinaria.

El Centro Internacional de la Papa emplea el "mejoramiento poblacional", proceso basado en cruzamientos en gran escala y selección recurrente con pruebas de progenie, para desarrollar materiales de selección mejorados con una amplia diversidad genética, a fin de asegurar altos rendimientos y estabilidad de comportamiento, así como también una mayor frecuencia de genes que controlan resistencias, adaptación, rendimiento y factores de calidad deseables. De esta manera, quedan disponibles para los científicos de los programas nacionales de papa líneas avanzadas y clones seleccionados, quienes pueden realizar nuevos cruzamientos o seleccionar clones de acuerdo a sus objetivos para satisfacer necesidades locales.

Recientemente, varios programas nacionales de mejoramiento han lanzado nuevas variedades: Molinera, Caxamarca y Perricholi en Perú; Bastides en Ecuador; Kinigi y Nseko en Ruanda; Naataange en Senegal; Muziranzara en Burundi; Dalat 004, 006 y 012 en Viet Nam; Domoni en Fiji; y Sita y Krushi en Sri Lanka. Los trabajos de mejoramiento genético y selección a partir de los cuales se basan estas variedades fueron desarrollados en Argentina, México, Perú y en programas nacionales de otros países así como en el CIP.

Rendimiento y valor de la cosecha

Los rendimientos o producción total de cultivos normalmente se expresan en peso físico por unidad de superficie. Sin embargo, a los productores, comercializadores, procesadores y consumidores de papa les interesa más el tamaño de los tubérculos y su calidad -que se evidencia en el color de su piel y pulpa, contenido de materia seca, gusto, textura y síntomas de daños causados por plagas, enfermedades y manipuleo- que la producción total del cultivo.

El rendimiento total está determinado por la duración del período de crecimiento y la producción diaria promedio de tubérculos. Rendimientos máximos implican un nivel alto de producción diaria durante un período prolongado. En algunas zonas los productores sacrifican altos rendimientos finales matando la parte aérea y cosechando temprano a efectos de: preparar la tierra para otro cultivo (como en Corea del Sur), lograr mayores precios en la comercialización (como en Bangladesh), u ofrecer un alimento cuando otros alternativos son escasos (como en Burundi). Por lo tanto, las prácticas culturales que realicen mediante los productores modifican significativamente la producción diaria promedio, dada por la diferencia entre asimilación y respiración. Para lograr rendimientos elevados, los agricultores deben plantar la variedad adecuada a las condiciones locales, usar tubérculos-semillas sanos y en buenas condiciones fisiológicas, y poner especial atención a la humedad del suelo, fertilización y control de plagas.

La cantidad y tamaño de los tubérculos producidos por hectárea están determinados por el número de tubérculos producidos por tallo y el número de tallos por hectárea (densidad de tallos). El número de tubérculos producidos por tallo depende en gran medida de la variedad plantada, de las condiciones climáticas y del suelo. La densidad de tallos depende de

la variedad, número de brotes viables sembrados por hectárea, daños que se produzcan a los brotes al momento de la plantación, y las condiciones de crecimiento.

La calidad de los tubérculos está influenciada por la variedad cultivada, clima, incidencia de plagas y enfermedades, y prácticas culturales. El deterioro de los tubérculos y los problemas fungosos y bacterianos durante el almacenamiento pueden ser consecuencia de suelos inundados o tiempo lluvioso al momento de la cosecha. Las rajaduras en los tubérculos son producto de un suministro irregular de agua durante la estación de crecimiento. Ante condiciones similares de crecimiento y manejo, diferentes variedades producen tubérculos que difieren en tamaño, contenido de materia seca, y sabor.

El precio que se pague por la papa depende no sólo de los atributos físicos de los tubérculos, sino también de cómo serán usados, de los gustos y preferencias locales, y de las condiciones del mercado. Los consumidores y procesadores generalmente pagan precios mayores por variedades específicas, tamaños y calidades de papa. Relaciones de precios tan grandes como 5:1 se observaron para diferentes tipos de papa en determinado día en el mercado de Lima; las papas nativas -con una cáscara azul oscura y ojos profundos- que se venden a los precios más altos no se considerarían adecuadas para consumo humano en muchas otras partes del mundo. En muchos lugares los consumidores prefieren tubérculos grandes, pero en Indonesia, por ejemplo, normalmente se aprecia más la papa pequeña. Los productores normalmente prefieren tubérculos pequeños para usar como material para plantar, ya que con una tonelada de tubérculo-semilla de este tamaño pueden sembrar una superficie mayor que con una tonelada de tubérculos más grandes. Por esta razón el precio por kilogramo de tubérculo-semilla tiende a estar inversamente correlacionado con el tamaño promedio del tubérculo. Por la papa dañada se paga menos, si bien la importancia que los consumidores asignan a daños específicos varía en las distintas regiones. Los procesadores necesitan tubérculos con características específicas.

Los elaboradores de almidón prefieren la papa con un alto contenido de materia seca ya que dan mayor rendimiento de almidón; los productores de alimentos fritos también prefieren papas con alto contenido de materia seca porque absorben menos aceite en la cocción.

En su labor de selección de variedades y evaluación de nuevos métodos de producción, los investigadores deben enfocar sus miras más

allá del rendimiento total como objetivo final, y considerar también factores de calidad que influyen en el valor económico y la aceptabilidad de la papa. Para que nuevas variedades sean exitosas entre productores y consumidores, los estándares que los fitomejoradores usan para medir variables tales como "calidad de tubérculo" y "rendimiento comercializable" deberían reflejar los usos, condiciones y mercado y preferencias de los consumidores locales. El uso de estándares que no reflejan las condiciones locales es una razón importante por lo cual muchas nuevas variedades "mejoradas" son ignoradas por los agricultores.

Implicancias económicas

La diversidad genética que se encuentra en la papa implica que por medio del mejoramiento genético y la selección se pueden lograr nuevas variedades que crecen bien en un espectro amplio de condiciones ecológicas. La mejora varietal ha sido el factor determinante de la expansión de la papa a nivel mundial. A pesar de ello, existen condiciones ambientales que impiden el cultivo de las variedades de papa existentes. La papa no puede ser cultivada para alimento en las tierras bajas tropicales que tienen temperatura nocturna elevada, ya que para que el cultivo tuberece se necesitan temperaturas nocturnas inferiores a los 20°C.

Generalmente, la papa se caracteriza por ser un cultivo de ingresos altos, egresos altos y riesgos altos. La gran capacidad de respuesta en rendimiento a insumos -tales como tubérculo-semilla de alta calidad, fertilizantes, pesticidas, mano de obra adicional y otras formas de energía- motiva a los productores a realizar mayores inversiones en la papa que en otros cultivos. Dados los niveles relativamente altos de rendimiento de la papa, su corto período de crecimiento, y el alto valor de mercado de los tubérculos, el cultivo de papa genera mayores retornos por hectárea y por día que la mayoría de los otros cultivos explotados en países en desarrollo. La susceptibilidad de la papa a plagas, enfermedades, estrés de agua y extremos climáticos hacen que sus rendimientos sean más variables que los de muchos otros cultivos. La variación en los rendimientos junto con las fluctuaciones de precio y alto costo de los insumos, hacen que el cultivo de la papa sea riesgoso. Debido a los altos costos de producción y altos riesgos, son pocos los agricultores que se especializan en la producción de papa; la mayoría cultiva papa como un componente de su sistema de producción, el cual incluye varios otros cultivos y ganado.

El alto contenido de humedad y la alta perecibilidad de los tubérculos de papa hace que sea caro su transporte, almacenamiento y procesamiento. Los costos de comercialización de la papa son menores que los de frutas y vegetales altamente perecederos, pero son mayores que los de cereales y granos leguminosos que tienen menor contenido de humedad. La comercialización de la papa es particularmente costosa en las zonas de tierras bajas tropicales y subtropicales, donde la cosecha se realiza en primavera y las operaciones de comercialización se llevan a cabo en los meses calurosos del verano. En tales regiones, las mejoras en almacenamiento han estimulado la expansión del cultivo de papa.

Las principales razones por las cuales es poca la papa producida en el mundo que se importa o exporta son su volumen y perecibilidad. Los costos de transporte entre la mayoría de los países exceden las diferencias en los costos de producción. El alto riesgo de deterioro -e incluso pudrición- también desalienta el comercio internacional, particularmente en áreas en desarrollo donde las temperaturas son elevadas, las instalaciones refrigeradas para carga y almacenamiento son escasas, y la coordinación para la carga y descarga de ultramar, camión y tren son comúnmente dificultosas.

La variabilidad en los rendimientos del cultivo de papa, la perecibilidad de los tubérculos cosechados, y los altos costos de transporte y almacenamiento conducen a la inestabilidad de precios. Las fluctuaciones de precios son mayores en los países en desarrollo, pero aún en los países desarrollados los precios de la papa fluctúan más que los de los cereales.

La reproducción vegetativa de la papa tienen varias implicaciones económicas. A diferencia de otros cultivos que crecen de semillas, el material de siembra de la papa es a menudo el insumo más costoso, que representa la cuarta parte o más del costo total de producción en la mayoría de las regiones en desarrollo. Si los tubérculos-semillas son importados, el costo de los mismos puede representar más de 50% del costo total del cultivo. Por lo tanto, un material de siembra más barato podría reducir sustancialmente los costos de producción. En muchas regiones en vías de desarrollo no se dispone de semilla sana en el estadio fisiológico apropiado (estado de madurez) en el momento que los productores quieren plantar la papa. El plantar tubérculo-semilla infectado con enfermedades virósicas o que no está en el estado de madurez correcto puede disminuir los rendimientos sustancialmente. En muchas áreas en desarrollo, el no disponer de tubérculo-semilla sano y a precio

razonable al momento de la siembra es el principal factor que inhibe la producción de este cultivo.

Como la papa se reproduce vegetativamente, las necesidades técnicas e institucionales para lograr un programa de producción de tubérculo-semilla exitoso son muy diferentes de las que se requieren para los granos. El tubérculo-semilla tiene un mayor costo de multiplicación y distribución que las semillas de los cereales, leguminosas de granos y oleaginosas. A menudo, una sola institución o instalación de procesado y distribución puede manejar semilla de varios cultivos. Pero la papa y otros cultivos que se reproducen vegetativamente requieren instalaciones y personal especializados. Debido a la problemática única específica que implica la reproducción vegetativa, el personal técnico que establece los programas de certificación de semillas a menudo decide incluir a los granos pero no a la papa y otros cultivos de raíces. Por esta razón, aquellos que formulan programas nacionales de papa deben establecer mecanismos para la multiplicación de tubérculos-semillas sanos y la distribución de nuevas variedades.

Notas bibliográficas

Existe una vasta cantidad de literatura técnica sobre el cultivo de la papa, la mayoría basada en investigaciones llevadas a cabo en el hemisferio norte y en condiciones de crecimiento con clima templado. Desafortunadamente, muchos de los resultados de las investigaciones obtenidos en países desarrollados de climas templados tienen poca aplicación directa en las zonas tropicales y subtropicales. Se citan aquí solo algunas de las referencias más recientes, significativas y accesibles. De la biblioteca del CIP Aptdo 5969, Lima, Perú, se puede obtener mayor información sobre temas específicos.

Potato Abstracts, publicado mensualmente por el Commonwealth Agricultural Bureaux, es la mejor guía sobre investigación en papa. *Potato Research* (revista cuatrimestral de la European Association of Potato Research), *American Potato Journal* (publicada mensualmente por la Potato Association of America), y *La Pomme de Terre Francaise* son las publicaciones periódicas internacionales más importantes dedicadas a la divulgación de trabajos científicos sobre la papa. Otras publicaciones periódicas sobre la papa también se publican en varios otros países desarrollados y en algunos pocos países en desarrollo, incluyendo la India y China.

Existen numerosos manuales sobre producción de papa, así como textos y colecciones de trabajos científicos en el tema. Entre los principales se encuentran los de Beukema y van der Zaag (1979), Burton (1966), Harris (1978), Li (1985) y Smith (1977). El trabajo más completo sobre la producción de papa en condiciones subtropicales (particularmente India) es el de Pushkarnath (1976). Una extensa, aunque algo desactualizada, bibliografía sobre la papa en América Latina fue la realizada por Montaldo (1964). Ahmad (1977) presenta información útil sobre la papa en Bangladesh. Booth y Shaw (1981), y Shaw y Booth (1982) han publicado manuales sobre almacenamiento y procesamiento, respectivamente, de la papa. Espinoza *et al.*, (1986), y Jaynes, Espinoza y Dodds (en prensa), presentan información sobre cultivo de tejidos e ingeniería genética en papa.

La primera sección de este capítulo referida a la planta de papa está basada principalmente en Beukema y van der Zaag (1979), y Thornton y Sieczka (1980). La sección referida al ambiente físico ha sido elaborada utilizando la información de Beukema y van der Zaag (1979). La sección sobre desarrollo de nuevas variedades de papa esta basada en Mendoza y Sawyer (1985), Hawkes (1978a), Howard (1978), Huamán y Ross (1985), y en entrevistas con Carlos Ochoa, Zosimo Huamán y Humberto Mendoza, pertenecientes al CIP.

El ambiente socioeconómico: Niveles de desarrollo y políticas públicas

Los factores físicos como clima, suelos, plagas y enfermedades influyen en el crecimiento de la papa, pero no determinan dónde o cómo se desarrollará el cultivo o cómo se usará la cosecha. Factores sociales, económicos y políticos también tienen un papel crítico en tales efectos. Los seres humanos intervienen en el proceso de producción de la papa, manejando la planta y su ambiente físico. La sofisticación de la agricultura precolombina de los Andes ilustra la complejidad de estos manejos o manipulaciones de la planta y su ambiente.

Los Andes Peruanos presentan uno de los paisajes ecológicos más diversos de la Tierra. Sus suelos y condiciones climáticas varían dramáticamente en distancias cortas. Los antiguos agricultores andinos seleccionaron un abanico de variedades de papa a efecto de adecuarse a diferentes ambientes locales. En las zonas más altas, a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar, las papas amargas resistentes a heladas (*S. juzepczukii* y *S. curtilobum*) eran el único cultivo alimenticio que podía sobrevivir. Después de su cosecha y secado por congelación, los tubérculos podían almacenarse fácilmente, proveyendo un grado de seguridad de disponibilidad de alimento muy valioso en este ambiente riesgoso y riguroso. Para altitudes intermedias (2.000 a 4.000 metros, donde se podía realizar un solo cultivo de papa al año y el tubérculo-semilla debía almacenarse durante 5 ó 6 meses, se seleccionaban variedades de maduración tardía y mayor potencialidad productiva, con poca resistencia a heladas y largos períodos de reposo. Las variedades de maduración

temprana se usaban en áreas más bajas, con temperaturas algo mayores, donde la papa podía cultivarse en cualquier momento del año. Estas variedades tempranas generalmente rendían menos que las variedades tardías cultivadas en áreas más altas, pero su precocidad y reposo cortos permitían a los agricultores plantar papas en secuencia con maíz y otros cultivos, y replantar papas enseguida de la cosecha de esos otros cultivos.

Los antiguos agricultores andinos también modificaban significativamente el ambiente físico. Por todo el imperio incaico se construyeron canales de irrigación y terrazas con paredes de piedra, convirtiendo los áridos e improductivos costados de montañas en tierras productivas para el cultivo de maíz, papas y otros cultivos. Se idearon y desarrollaron implementos agrícolas, tales como el arado andino de pie (*chaquitacla*), para la preparación de tierras, desmalezado y cosecha. Se aplicaba estiércol animal para mejorar la fertilidad y estructura del suelo. Las plagas, tal como el nematodo del quiste, se controlaban mediante el uso de rotaciones comunales y largos períodos en barbecho, con sólo un cultivo de papa cada siete años como mínimo.

En Perú, como en otros lugares, la agricultura tradicional ha sido alterada por el crecimiento poblacional, la urbanización, la expansión de mercados y un aumento en la especialización de la producción, el avance en el conocimiento científico, y la creciente influencia de políticas y programas gubernamentales. En tiempos recientes, los Andes Peruanos se han vinculado al mercado nacional y mundial promoviendo la producción de papa comercial basados en insumos comprados. Aunque los agricultores en áreas remotas continúan cultivando variedades nativas para autoconsumo, la mayoría de ellos vende parte de la cosecha y compran algunos insumos. El proceso de selección varietal ha sido acelerado por el Ministerio de Agricultura de Perú, el cual ha estado liberando nuevas variedades por 30 años. Se introdujeron nuevos cultivos, como arroz y trigo, y la importación de alimentos ha crecido dramáticamente. Las políticas de comercio pensadas para ayudar las industrias peruanas han tenido el efecto de sobrevalorar la moneda de Perú en los mercados financieros internacionales y de reducir el precio de los alimentos importados en Perú. En consecuencia, la posición competitiva del cultivo de la papa se ha erosionado gradualmente. La urbanización e incrementos en el ingreso por habitante también han estimulado una diversificación de la dieta y un consumo menor de alimentos tradicionales, como la papa. El resultado final ha sido un consumo de papa por habitante en disminución,

un traslado de la producción orientada a la subsistencia, y un cambio gradual de la producción de papa a áreas con mayores ventajas comparativas, incluyendo buen acceso a mercados urbanos.

El desarrollo de la producción de papa en la India muestra un modelo sorprendentemente opuesto al de los Andes. Por varios siglos luego de su introducción, la papa se cultivó solo en regiones de colinas del norte y en pequeñas áreas cerca de grandes ciudades. Las dificultades implícitas en la producción y comercialización de papas las hizo un bocado exquisito y costoso en la mayor parte del subcontinente hindú. El consumo estaba limitado a hindúes adinerados y a extranjeros. Aun con el paso del tiempo, a medida que el ingreso fue aumentando y más gente pudo tener acceso al consumo de papa, los niveles de consumo permanecieron bajos hasta que se redujeron los costos de producción y comercialización.

El crecimiento poblacional y la urbanización han expandido el mercado de los cultivos alimenticios. La difusión de la irrigación por la técnica de perforación y la introducción de variedades tempranas de cereales permitió que la producción de papa se expandiera a la populosa llanura del Indo y el Ganges en la estación invernal. Se desarrolló un sistema efectivo de producción de tubérculo-semilla para las llanuras, y la liberación de nuevas variedades aumentó los rendimientos reduciendo los costos unitarios de producción. La construcción de infraestructura para el almacenamiento con frío permitió a los agricultores mantener la papa tanto semilla como para consumo durante los meses cálidos del verano. Estas mejoras tecnológicas y cambios en la esfera económica se han combinado para hacer de la industria de la papa uno de los subsectores más dinámicos de la agricultura hindú.

Desarrollo económico

La transformación de una economía agraria orientada hacia la subsistencia a una economía urbana con uso intensivo de capital y monetarización, con los sectores de servicios industrial en expansión tiene muchos efectos en la producción agropecuaria. No es mera coincidencia que las revoluciones industriales y agrícolas en Europa ocurrieron simultáneamente.

Puede esperarse que cuatro aspectos del desarrollo económico contemporáneo afecten la producción y uso de la papa: mayor ingreso por habitante; urbanización; mejoras en el transporte; y declinación de precios - en términos relativos- para insumos agrícolas, tales como tractores,

implementos, fertilizantes y pesticidas. Ingresos en alza estimulan la demanda de los alimentos exóticos - y por lo tanto más caros - para diversificar las dietas. Esta tendencia es más pronunciada en las ciudades, donde los consumidores generalmente emulan modelos alimentarios extranjeros. Por lo tanto, si la papa es relativamente cara, como lo es en la mayoría de los países en desarrollo, puede esperarse que ingresos en aumento estimularán su demanda. Por otro lado, donde la papa es un alimento tradicional barato, como en la zona andina sur y en zonas templadas, un aumento en el ingreso puede llevar a una disminución en la demanda de la papa.

Un mejor sistema de transporte entre áreas rurales y urbanas estimula la producción y el consumo de papa, ya que ayuda a reducir los costos de comercialización de productos voluminosos perecibles. Los precios de insumos adquiribles están disminuyendo en términos relativos a los productos finales agrícolas; esto incentiva a los agricultores a expandir la producción de cultivos como la papa, cuyos rendimientos responden en gran medida a mejoras en el manejo del suelo y riego, así como también a una aplicación mayor de fertilizantes químicos y plaguicidas.

El desarrollo económico general se une intrínsecamente al concepto de expansión e integración de mercados. En economías de subsistencia, la mayoría de los insumos agropecuarios -tierra, mano de obra, estiércol, implementos y animales de tiro- se originan en el predio, y la mayor parte de lo producido se vuelca y se usa en el predio mismo. Por estas razones los agricultores de áreas que no tienen acceso a mercados comerciales producen cultivos que están bien adaptados al ambiente natural local, que rinden adecuadamente sin el uso de insumos foráneos y que están adaptados al consumo y procesamiento familiar deseado. Los predios tienden a ser pequeños y altamente diversificados. La intensidad del cultivo y su rendimiento generalmente es bajo, y una parte sustancial del predio se reserva para pastoreo de animales y para barbecho. La disponibilidad de mano de obra y animales de tiro de un predio -fuentes principales de energía para el cultivo -generalmente limitan el tamaño e intensidad de la empresa. Los agricultores pretenden maximizar su productividad mediante la diversificación de actividades y la distribución del uso de energía en el tiempo. La diversificación también disminuye las posibilidades de pérdidas totales del cultivo debido a problemas climáticos o de plagas, lo cual constituye el riesgo más importante del agricultor. Por lo general, la papa se cultiva en economías de subsistencia porque

constituye una fuente barata de calorías para el consumo humano o para alimentación animal.

A medida que las economías se desarrollan, los agricultores tienden a concentrar sus esfuerzos productivos en menos cultivos o en aquellos tipos de ganado para los cuales tienen una ventaja comparativa. Ellos comercializan más cantidad de su producción y usan el ingreso para comprar comida, ropa y otros bienes de consumo y de capital. Los tractores comienzan a reemplazar mano de obra y animales de tiro como fuente de energía principal. Los períodos de barbecho se acortan, aumenta la intensidad de cultivo, se realizan mejoras en la infraestructura de los campos, y se aplican fertilizantes y plaguicidas para aumentar y estabilizar los rendimientos. Sin embargo, el retorno de dinero y los ingresos netos a menudo fluctúan sustancialmente de año en año debido a cambios en los precios y producción total. En economías de mercado, la papa puede ser producida debido a que es una fuente de energía barata o a que se comercializa en forma rentable por constituir un producto altamente apreciado y caro.

Es imposible predecir los efectos precisos del desarrollo económico sobre la producción de papa. Sin embargo, pueden hacerse las siguientes generalizaciones. En la medida que los mercados se expanden se torna rentable comprar insumos que permiten aumentos de rendimientos como fertilizantes y pesticidas. La expansión del mercado también lleva a una especialización en la producción. El primer resultado puede ser que unos pocos establecimientos o fincas para la producción comercial de papa dominen el mercado, con pequeños predios donde cultivan papa sólo para autoconsumo; o puede ser que muchos establecimientos de tamaño reducido cultiven papa para el mercado contratando equipos externos y usando productos químicos agrícolas. Cuál de ambas alternativas resulta dependerá en gran parte de políticas de gobierno. Ambas posiciones cuentan con importantes defensores. Donde la producción de papa ha estado restringida por condiciones de cultivo desfavorables, tecnología inapropiada, insumos caros, y mercados limitados, es de esperar que el desarrollo económico implique una reducción de costos y se estimule la producción y el consumo de papa. Esta situación puede considerarse como típica en la mayoría de los países en desarrollo. Por otro lado, donde la papa ya es un cultivo alimenticio tradicional y de bajo costo porque se cultivan bien en el ambiente local con un uso mínimo de insumos comprados, el desarrollo económico probablemente hará disminuir su

posición competitiva en relación a otros cultivos de mayor valor que responden bien a los insumos comprados y que ahora pueden venderse rentablemente en mercados distantes. Una razón de ello es que a medida que aumentan los ingresos, los consumidores diversifican sus dietas alejándose de los alimentos básicos tradicionales. Más aún, una mejora en la integración de mercados reduce el precio de alimentos importados desde otras áreas. Esto sucedió en Irlanda hace un siglo y está sucediendo hoy en algunas zonas altas y templadas de países en desarrollo. La generalización final es que el crecimiento de la población rural, el cual lleva a una disminución del tamaño de los predios y al aumento en el precio de la tierra, estimula la producción de cultivos de altos rendimientos tales como la papa.

Políticas y programas gubernamentales

Las políticas y programas gubernamentales influyen en la producción y uso de la papa de muchas maneras, algunas de las cuales no pueden ser anticipadas o deseadas. En esta sección se tratan los efectos de políticas y programas generales que se preparan para lograr propósitos de amplio espectro social, económico o político. En capítulos posteriores se discuten



La papa es un importante cultivo comerciable en el norte de Ecuador.

los programas y políticas enfocadas a fines relacionados específicamente con la papa.

Políticas macroeconómicas y estrategias de desarrollo

Las políticas y programas de gobierno que no centran su atención en la agricultura pueden estimular u obstaculizar la producción de papa. Los programas de gobierno también pueden influir en el curso del cambio tecnológico y en la distribución de sus beneficios entre los diferentes grupos sociales.

Las políticas que cambian la relación entre el precio de la papa y el de los insumos y de otros productos agrícolas afectan la rentabilidad y el crecimiento del subsector papero en relación con la agricultura en su conjunto. Por ejemplo, grupos urbanos políticamente poderosos a menudo presionan al Gobierno para que se mantenga bajo el precio de los alimentos, y los industriales pueden influir para lograr políticas que resulten en la disponibilidad de alimentos baratos lo cual les ayuda a mantener bajos los salarios. Donde los grupos urbanos tienen éxito en lograr precios máximos o tope para la papa, como ha ocurrido cada cierto tiempo en países andinos, los agricultores pierden interés en expandir la producción de papa, lo cual -eventualmente- causa un aumento aún mayor de los precios.

Las restricciones comerciales y las políticas cambiarias también pueden desalentar la producción de papa. Con el objetivo de proteger la industria local, muchos gobiernos imponen tarifas y otras barreras a la importación. Estas barreras comerciales limitan la demanda local por moneda extranjera y causan la sobrevaloración de la moneda del país en el mercado internacional. Esto, a su vez, hace disminuir el precio (en moneda local) de los alimentos importados - fundamentalmente trigo y arroz. En consecuencia, la protección de la industria manufacturera y la sobrevaloración del tipo de cambio resulta en una sobrecarga para la agricultura y en la reducción de la posición competitiva de alimentos producidos en el país, tales como la papa. Un crecimiento agrícola lento aumenta la dependencia del país hacia alimentos importados. Dada la tendencia de muchos países en desarrollo a sobrevaluar sus tipos de cambio, y -en efecto- a subsidiar la importación de alimentos, es bastante sorprendente el rápido aumento en el consumo de papa en estos países.

Las políticas que influyen en la disponibilidad y precio de insumos agropecuarios también pueden afectar los métodos de producción y los

rendimientos. En Ruanda, por ejemplo, los fertilizantes y fungicidas químicos son escasos porque no son producidos localmente y porque no se consigue fácilmente la moneda extranjera necesaria para importarlos. Sin embargo, ensayos realizados en campos de agricultores de Ruanda muestran que, aún considerando un abanico amplio de precios, el uso de fungicidas en el cultivo de la papa sería altamente rentable. Una política que facilitara la importación de fungicidas estimularía la producción de papa y disminuiría los problemas del cultivo en la temporada lluviosa.

De igual manera, en muchos países en desarrollo, una política que aumentara el crédito a los agricultores y bajara la tasa de interés real (tasa corriente menos la tasa de inflación) favorecería el uso de insumos comprados para el cultivo de la papa. Además, el permitir a los agricultores un mayor plazo para cancelar sus préstamos estimularía el almacenamiento de papa, lo cual contribuiría a moderar las fluctuaciones estacionales en la oferta y precio de la papa en el mercado. Por lo general, los préstamos a los agricultores vencen al momento de la cosecha, forzándolos a venderla cuando los precios son los más bajos.

Las políticas de comercialización pueden afectar la producción y uso de la papa de muchas maneras, algunas de las cuales se tratan en el capítulo siguiente.

Tenencia de la tierra

Los sistemas de producción y comercialización de la papa, así como también la investigación y extensión, deben tener en cuenta el arreglo existente de tenencia de la tierra, y los cambios que ocurran en el modelo de tenencia que requieren un ajuste correspondiente en estos sistemas. Los establecimientos productores de papa a escala comercial (gran tamaño) pueden ejecutar o tener acceso a diversas funciones relativas a la comercialización, crédito, investigación y extensión, para las cuales las explotaciones pequeñas deben confiarse en el sector público o asociaciones de productores.

En el Valle Cañete de la costa peruana, por ejemplo, antes de la reforma agraria de 1968, los sistemas de transportes, comercialización, riego, investigación y extensión habían evolucionado de acuerdo a las necesidades de unos pocos agricultores de gran tamaño. Inicialmente, la reforma agraria transformó las haciendas grandes en cooperativas de producción; luego, estas cooperativas fueron subdivididas en muchos predios pequeños. Como resultado, fue necesario reestructurar drásticamente el sistema de

riego del valle. Se debió reemplazar los equipos grandes con otros de menor tamaño. El gobierno también tuvo que expandir sensiblemente el servicio de extensión para satisfacer las necesidades del gran número de nuevos pequeños productores en el valle. Los arreglos para el crédito y la comercialización tuvieron que cambiar también. El proceso de transformación de grandes haciendas privadas a cooperativas de producción y de estas a su vez a pequeños predios privados fue acompañado por una disminución en los rendimientos y producción de papa. En años recientes, estas tendencias se han acentuado por la ocurrencia de clima inusualmente más cálido que lo normal durante la estación de crecimiento y por un aumento dramático en la población de insectos, lo cual hizo disminuir más los rendimientos.

Dado que los diferentes tipos de productores - pequeños agricultores de subsistencia, grandes productores a nivel comercial, pequeños cultivadores orientados al mercado, cooperativas de producción - tienen requerimientos tecnológicos diferentes y presentan demandas diferentes sobre servicios tales como créditos, comercialización y riego, es importante que los investigadores y políticos actúen siendo conscientes de las situaciones locales en lo relativo a tenencia de la tierra.

Prioridades de desarrollo regional

Las políticas, inversiones y programas de desarrollo gubernamental usualmente favorecen a algunas regiones sobre otras por variadas razones sociales, económicas y políticas. Estas prioridades regionales pueden tener efectos importantes sobre la producción y el uso de la papa. En México, por ejemplo, la región donde la papa se ha expandido con mayor rapidez es la noroeste, donde están localizados los proyectos de irrigación más importantes del país. En Bangladesh, se estimuló la producción de papa cerca de la ciudad de Dacca mediante la construcción de plantas refrigeradas de almacenamiento. En el Perú, la región donde la papa se ha expandido más es la de los valles costeros, la cual se ha beneficiado desproporcionadamente de la inversión pública.

Considerando el alto costo del transporte de la papa, la construcción de un camino en determinada área puede mejorar dramáticamente la posición competitiva de esa área en relación a otras. En los últimos años, la producción de papa en varias áreas montañosas de África y Asia ha seguido a la construcción de caminos en esas áreas. Si un área productora de papa no tiene una posición prioritaria en la lista regional del gobierno,

y no se beneficia de la construcción de caminos, créditos agrícolas, proyectos de desarrollo rural y otros apoyos institucionales, es improbable que esfuerzos de investigación y extensión lograrán mucho en términos de aumentos en la producción y bienestar rural.

Política de investigación agropecuaria

La política de investigación es probablemente el instrumento aislado más poderoso que el sector público puede emplear para influir directamente sobre las tendencias en la producción de cultivos. Nuevas tecnologías que permitan reducir los costos de producción y comercialización pueden reforzar la posición competitiva del cultivo de la papa y proveer incentivos para una expansión de la producción, consumo, procesamiento y comercio. Las prioridades y estrategias en investigación se tratan en el capítulo 7, y su impacto sobre la producción y uso de la papa en el capítulo 8.

Notas Bibliográficas

"Agricultural development", por Hayami y Ruttan (1985) es la referencia más autorizada sobre los tópicos tratados en este capítulo. Otras referencias importantes, son Mellor (1966), Johnston y Kilby (1975), y Eicher y Staatz (1984). Las notas a pie de página en el texto de Hayami y Ruttan contienen referencias adicionales útiles.

Oferta, demanda y comercialización

La mayoría de los productores de papa obtienen un ingreso monetario del cultivo. Donde la papa es un alimento muy valorado, los agricultores normalmente comercializan la cosecha y usan el ingreso para comprar alimentos más baratos para cubrir sus propias necesidades. Inclusive donde la papa es lo suficientemente barata para que la familia del productor decida consumirla como alimento común, los agricultores usualmente venden parte de su producción.

En la mayoría de los países el precio de la papa es fijado por las fuerzas del mercado y no por mandato del gobierno. Cambios en los niveles de precio afectan fuertemente tanto las decisiones como la prosperidad y bienestar de los productores y consumidores de papa. Por lo tanto, la comercialización no solo es importante sino que es también polémica. Los productores usualmente piensan que los precios que reciben por la papa son demasiado bajos, mientras que los consumidores dicen que los precios que pagan son demasiado altos. Más aun, comúnmente se cree que los precios bajos al productor, precios altos al consumidor, y la inestabilidad de precios se debe a prácticas de comercialización ineficientes o abusivas. Este es el caso, algunas veces, pero no siempre.

Oferta y demanda

La rama de la economía conocida como análisis de precio brinda un marco de referencia útil para comprender como se determinan los precios y para identificar problemas en la comercialización. Los conceptos de oferta y demanda se ubican en el corazón del análisis de precio. Una **curva de oferta** indica las cantidades que serían ofrecidas para la venta por los productores a diferentes niveles de precio; una **curva de demanda** indica

las cantidades que serían demandadas por los consumidores a diferentes precios (figura 7). Cuando las curvas de oferta y de demanda se diagraman superpuestas y en la misma escala o ejes coordinados, su punto de intersección marca el precio de equilibrio al cual la cantidad ofrecida para la venta es igual a la cantidad que será comprada.

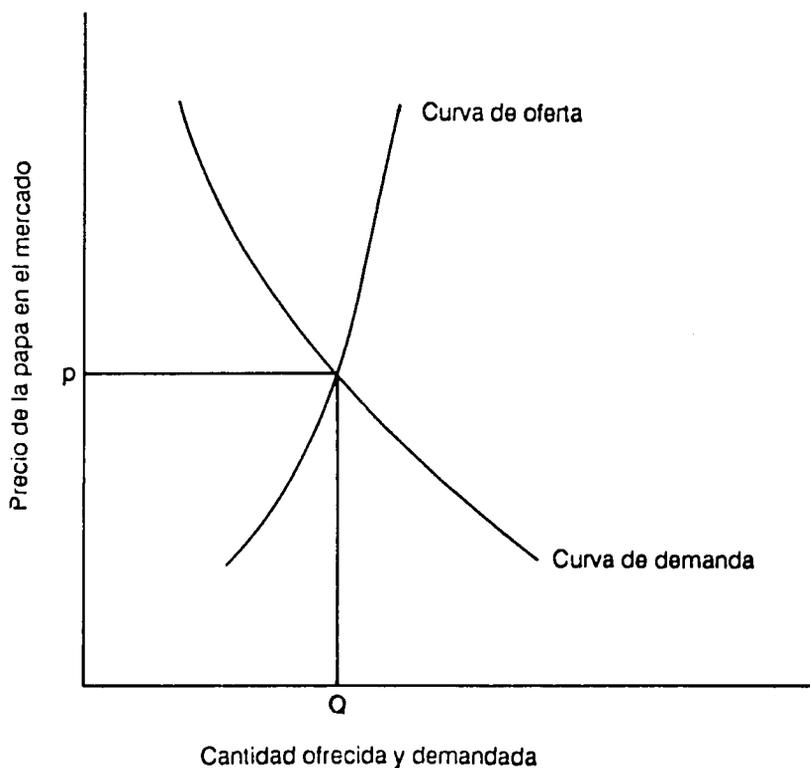


Figura 7. Curvas de oferta y demanda mostrando el precio equilibrio de mercado (P) y cantidad (Q).

Los principios de oferta y demanda son válidos tanto en economías de mercado como en economías planificadas centralmente. Cuando los gobiernos fijan los precios, la señal indicadora de que el precio impuesto es menor al correspondiente del nivel de equilibrio de mercado son la escasez o desabastecimiento, el racionamiento y largas colas de compradores fuera de las tiendas que venden alimentos. Por otro lado, excedentes almacenados indican que los precios impuestos están por encima del nivel de equilibrio.

Oferta

Con el paso del tiempo, la curva de oferta de la papa puede moverse en respuesta a una variada gama de cambios: en los precios de insumos usados en la producción de papa; en la tecnología de producción utilizada por los agricultores; en la oferta de tierra, mano de obra y capital; y en condiciones ambientales. Si el precio de los insumos aumenta, por ejemplo, la curva de oferta se moverá hacia arriba y a la izquierda (de S1 a S2 en la figura 8). Los productores ofrecerán menos papa al mercado (Q2 en vez de Q1), y los precios aumentarán (de P1 a P2). Por el contrario, si el precio de los insumos disminuye, la curva de oferta se moverá hacia abajo y a la derecha (de S1 a S3). Los agricultores ofrecerán más papa (Q3 en vez de Q1), y los precios caerán (de P1 a P3). Si los productores de papa empiezan a usar nuevas tecnologías que aumentan la productividad de los insumos, la curva de oferta se moverá hacia la derecha, aumentando las cantidades enviadas al mercado y reduciendo los precios.

En el corto plazo, las ofertas de muchos factores de la producción, tales como tierra, equipos y mano de obra permanecen fijas; pero con el tiempo, ellas también pueden cambiar. Los cambios en la cantidad de tierra, mano de obra y capital dedicado a la producción de papa afectará la oferta de papa en el mercado, y viceversa.

Las condiciones ambientales también influyen sobre la oferta de papa. Por ejemplo, tiempo malo o un ataque de tizón tardío puede reducir la oferta de papa y causar un aumento de los precios, mientras que condiciones de crecimiento excepcionalmente buenas, aumentarán la cantidad ofrecida y causarán una disminución de los precios.

Estos principios de oferta y demanda tienen varias inferencias en la política, investigación y extensión agrícolas. En el corto plazo, políticas gubernamentales que tienden a hacer más accesible y a menor precio determinados insumos -como semillas y crédito- inducirán a los productores a ofrecer más papas a menores precios en el mercado. Por otro lado, determinadas políticas -como restricción a la importación de fertilizantes o pesticidas- que resulten en precios relativamente mayores de insumos, tenderán a limitar la oferta de papa y a aumentar su precio. Los programas de investigación y extensión agrícola que incorporan mejoras como nuevas variedades y sistemas de manejo de plagas también animarán a los agricultores a producir más papa, lo cual resultará en mayor oferta y menor precio. Las políticas y programas que estimulan la formación y acumulación de capital y la puesta en marcha de mejoras en los predios

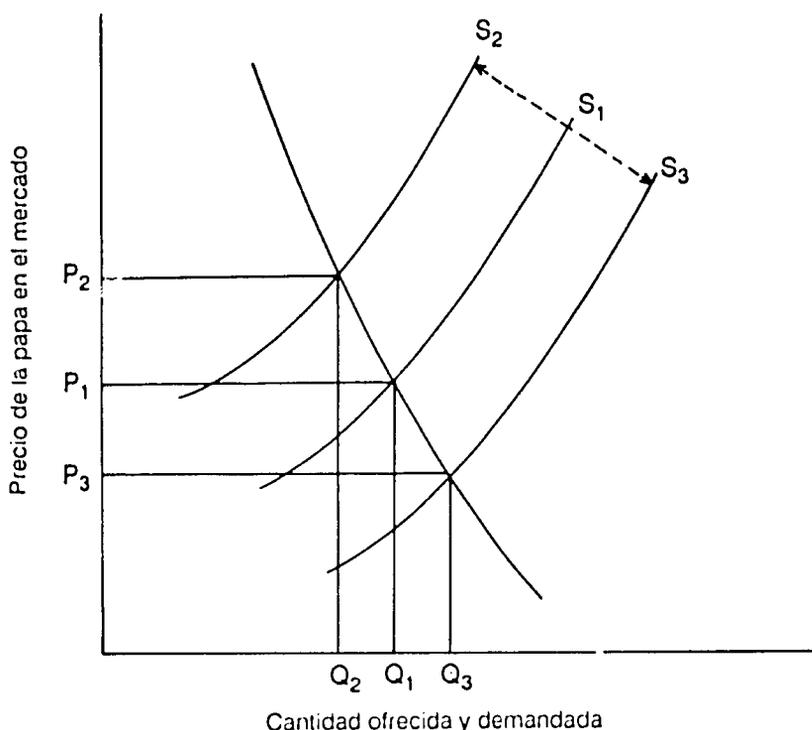


Figura 8. Efectos de un movimiento en la curva de oferta sobre el precio y cantidad ofrecida y demandada de papas.

productores de papa, llevarán a una expansión gradual de la oferta de papa. Finalmente, determinadas medidas o resoluciones políticas pueden colaborar para moderar las fluctuaciones de la oferta de papa al mercado y sus precios, cuando ellas son causadas por condiciones climáticas o ambientales específicas, pero es muy improbable que esas medidas políticas eliminen totalmente las fluctuaciones mencionadas.

La respuesta en la oferta se refiere a modificaciones a lo largo de la curva de oferta, en contraste con movimientos de la curva de oferta, discutidos anteriormente. Una medida convencional de respuesta en la oferta es la **elasticidad de la oferta** en relación con el precio, que se define como el cambio porcentual en la cantidad ofrecida que resulta de un cambio en 1% en el precio de mercado del producto. La magnitud precisa de esta medida depende de una variedad de factores que varían de acuerdo al lugar que se considere. A pesar de que no se dispone de estimaciones muy

confiables para la papa en la mayoría de las áreas en desarrollo, pueden hacerse varias generalizaciones útiles.

Primero, el grado de respuesta en la oferta se incrementa con el tiempo porque los factores de la producción que son fijos en el corto plazo, como la tierra y la mano de obra, se vuelven variables en el largo plazo. Por lo tanto, si una demanda mayor por papa hace aumentar su precio, es probable que los agricultores incrementen el área de cultivo de papa e inviertan más dinero en insumos para el cultivo.

Segundo, la respuesta en la oferta para cualquier cultivo en particular es mayor que la respuesta en la oferta conjunta de todos los cultivos, porque los agricultores pueden reaccionar fácilmente a cambios en los precios mediante el cambio de sus recursos de un cultivo a otro, pero su respuesta agregada en la oferta está limitada por la disponibilidad total de tierra, mano de obra y capital.

Tercero, las respuesta en la oferta de los agricultores son mayores en las áreas más avanzadas económicamente -con mercados bien desarrollados para insumos y productos- que en áreas más atrasadas. En las áreas más prósperas los agricultores son más "orientados hacia el mercado", y los insumos comprados juegan un papel mucho más importante en sus sistemas de producción.

En conclusión: un país puede desarrollar una estructura "dual" para la producción de papa: una que es altamente orientada al mercado y dinámica, y la otra que es orientada a la agricultura de subsistencias y relativamente estática.

Cuarto, de entre todos los cultivos alimenticios, la respuesta en la oferta es mayor para cultivos como la papa, cuyos rendimientos responden en gran medida a insumos variables como mano de obra, fertilizantes, pesticidas y administración del predio.

Por otras razones, en la mayoría de los países el área dedicada y la producción de papa fluctúa mucho de año en año como consecuencia de que los productores ajustan sus niveles de siembra y aplicación de insumos en respuesta a las condiciones cambiantes del mercado. Una causa adicional de variaciones puntuales de la oferta es la fluctuación en los rendimientos causada por cambios del clima y en la incidencia de plagas y enfermedades.

Demanda

La demanda de papa refleja necesidades biológicas, hábitos alimentarios, niveles de ingreso, y precios.

Necesidades biológicas y hábitos alimentarios. Aunque el consumo de alimentos es esencial para el mantenimiento y crecimiento del ser humano, el comer es mucho más que un proceso biológico. La cultura y los hábitos afectan de manera muy importante las normas y patrones de consumo de alimentos. Desde las primeras etapas de vida, las personas desarrollan preferencias por determinados alimentos, las cuales usualmente permanecen estables por el resto de sus vidas. Estudiantes asiáticos que viven en Europa, por ejemplo, siguen prefiriendo el arroz y no la papa, mientras que europeos que viven en la zona tórrida prefieren seguir consumiendo papa en vez de ñame o arroz.

La naturaleza conservadora de los hábitos alimentarios ha tenido un efecto profundo sobre las tendencias de consumo de papa en diferentes partes del mundo. En 1850, cuando comenzó una migración europea masiva a los Estados Unidos, los niveles de consumo de papa en Europa eran más que el doble de los de Estados Unidos. Los inmigrantes siguieron comiendo mucha papa, aun cuando el maíz y el trigo eran fuentes de calorías más baratas en América del Norte. El resultado fue un crecimiento significativo en el consumo de papa por habitante en los Estados Unidos en la segunda mitad del Siglo XIX. Luego, a medida que los inmigrantes gradualmente adecuaron sus hábitos alimentarios en acuerdo con las costumbres norteamericanas y los precios de alimentos, los niveles de consumo de papa disminuyeron. La llegada de las "comidas rápidas", a menudo consumidas con papas fritas, ha estimulado una vez más el consumo de papa.

La resistencia al cambio que es característica de los hábitos alimentarios algunas veces ha limitado el consumo de papa en países en desarrollo; sin embargo, con el tiempo se constatan cambios significativos en las dietas. En países culturalmente tan diferentes como Alemania y Francia, el consumo de papa estaba inicialmente restringido porque la gente pensaba que las papas no eran saludables. Cuando hubo dificultad para conseguir otros alimentos debido a cosechas pobres o a perturbaciones políticas, la gente se dio cuenta de que la papa era un alimento apetitoso y nutritivo. En esencia, la curva de demanda de papa cambió de dirección hacia arriba y hacia la derecha. Luego de ello, la demanda nunca volvió a su más bajo nivel original.

Los hábitos alimentarios también pueden cambiar a través del efecto demostrativo. A medida que las regiones se integran a una economía y sociedad global, los hábitos alimentarios se tornan más universales. Independientemente del precio, los europeos comienzan a comer más arroz, por ejemplo, y los asiáticos comienzan a comer más papa. La urbanización y los cambios en la economía del hogar también influyen en los hábitos alimentarios. En la medida que las mujeres comienzan a trabajar fuera del hogar y tienen menos tiempo para la preparación de los alimentos, se comen más comidas en restaurantes e instituciones (tales como escuelas), y las tendencias del consumo cambian hacia el uso de alimentos rápidos y precocidos.

Ingreso. Los hogares varían la composición de sus dietas en respuesta a cambios en sus ingresos. Consumidores de bajos ingresos obtienen calorías y proteínas mayormente de cereales, raíces, plátanos o granos leguminosos. A medida que aumentan sus ingresos, diversifican sus comidas consumiendo cantidades mayores de productos más caros, como frutas, hortalizas, carnes, aceite, y lácteos.

La ley de Engel, una de las más generales de todas las relaciones económicas, relaciona el ingreso con la proporción del total del gasto que se dedica a la alimentación: **cuanto menor es el ingreso familiar, mayor es la proporción del ingreso familiar que se gasta en comida.** Una segunda relación, formulada por Merrill K. Bennett en la década de 1930, relaciona el nivel de ingreso con la composición de la canasta alimenticia: **cuanto menor es el ingreso familiar, mayor es la contribución relativa de alimentos primarios almidonosos al total de ingesta calórica.** Bennett también observó que dentro de la amplia categoría de alimentos primarios ricos en almidón, los consumidores tienden a cambiar de raíces y granos ordinarios a los cereales preferidos, generalmente trigo o arroz, a medida que el ingreso aumenta. Sobre la base de estas observaciones, que han demostrado una amplia validez en diferentes tiempos y lugares, algunas veces se ha concluido que a medida que aumenta el ingreso, el consumo de papa por habitante caerá. Esto no es necesariamente cierto. Todo depende del nivel de ingreso, el precio relativo de la papa, y de si la papa se consume prioritariamente como un proveedor de calorías o por su sabor y textura.

La respuesta del consumo a cambios en el ingreso se mide con la elasticidad de la demanda en relación con el ingreso, que se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada que resulta del cambio en 1% del ingreso por habitante. En áreas pobres, las elasticidades de la

demanda por alimento, inclusive papa, en relación con el ingreso tienden a ser mayores que en áreas ricas. De hecho, las elasticidades de la demanda por papa fresca en relación con el ingreso tienden a ser negativas en países industrializados (lo contrario ocurre con las papas procesadas), y positivas en países en desarrollo (cuadro 8). Es decir, a medida que aumenta el ingreso en países desarrollados, el consumo de papa fresca disminuye; mientras que en países en desarrollo, ingresos en aumento llevan a un aumento del consumo. También, para cualquier país, las elasticidades de la demanda por papa en relación con el ingreso tienden a ser mayores para los pobres que para los ricos (cuadro 9).

Estas relaciones tienen implicaciones importantes para el consumo de papa en el futuro. Primero, en la mayoría de los países en desarrollo, aumentos en el ingreso nacional incrementarán la demanda de papa; (esto no siempre se cumple en países industrializados). Segundo, para un determinado país, un aumento en el ingreso de los pobres normalmente tendrá más impacto en la demanda por papa que un aumento en el ingreso de los ricos. Finalmente, la manera en que la demanda de papa responde a cambios en el ingreso depende del precio de la papa y del papel que juegan las papas en la dieta. Por ejemplo, donde las papas son tan caras que los pobres no las consumen en absoluto, un aumento en sus ingresos puede no tener efecto alguno sobre la demanda de papa.

Precio. Se han estudiado muy poco los efectos a largo plazo de precios cambiantes de los alimentos sobre los patrones o pautas de su consumo. Sin embargo, es claro que los precios tienen una fuerte influencia sobre las decisiones de consumo en los países en desarrollo. Los consumidores en áreas pobres eligen alimentos baratos que son abundantes localmente como su fuente de energía más importante. Estos alimentos son mayormente raíces ricas en almidón, o cereales y granos leguminosos, que están bien adaptados a las condiciones locales de crecimiento. A medida que con el tiempo va cambiando la disponibilidad local y los precios de alimentos, también cambian los patrones de consumo. En Europa, por ejemplo, cuando la papa se volvió la fuente energética más barata, reemplazó a la avena, al alforfón y a otros cereales en la dieta. Similarmente, en partes de África, la yuca ha reemplazado al ñame y al taro (*Colocasia antiquorum*); y en China, la batata se ha transformado en un alimento popular principal. Todos estos cultivos, introducidos desde las Américas, reemplazaron otros cultivos alimenticios nativos más costosos.

Cuadro 8. Elasticidad de la demanda de papa debida al ingreso, comparada con el ingreso por habitante.

	Elasticidad de la demanda	PBI por habitante 1980
Economías de mercado desarrolladas		
América del Norte	-0,21	9.610
Oceanía	-0,19	11.243
Europa	-0,10	9.314
URSS y Europa del Este	-0,19	9.059
Economías de mercado en desarrollo		
América Latina	-0,33	4.475
Cercano Oriente	0,19	773
Africa	0,12	1.831
Lejano Oriente	0,11	1.617
China y otras economías de planificación centralizadas de Asia	0,51	611
	0,16	371
	0,30	268

Fuente: FAO, Commodity Policy and Projections Service, Commodity and Trade Division (1984, sin publicar); y D. Horton y H. Fano, Atlas de la Papa (Lima: Centro Internacional de la Papa, 1985).

En la medida de lo posible, la gente prefiere comer una gama variada de alimentos en vez de un solo producto. Manejándose con un presupuesto fijo, la gente compra diferentes cantidades de distintos alimentos, dependiendo de sus precios. Compra más de un alimento cuando es barato que cuando es caro, pero aun cuando sea muy caro es raro que se decida eliminarlo totalmente de la dieta. Si el precio de la papa aumenta, la gente consume menos papa y aumenta el consumo de alimentos más baratos. Pero aun cuando las papas estén caras, muchos consumidores compran aunque sea algunas pocas, quizás para consumirlas en ocasiones especiales.

La relación entre el precio y la cantidad demandada se refleja en la curva de demanda de un producto. El grado en que la gente aumenta o

Cuadro 9. Elasticidad de la demanda debida al ingreso estimados, de acuerdo con grupos de ingreso, en países seleccionados.

Países	Elasticidad de la demanda en relación al ingreso por grupo de ingreso			
	Ingreso menor	Segundo menor	Tercero menor	Ingreso mayor
Países en desarrollo				
Bangladesh (nivel nacional, 1973/74)	0,32	7,11	0,23	0,31
Chile(Gran Santiago, 1977/78)	0,63	-0,14	-0,17	-0,14
Panamá (nivel nacional, 1981)	0,68	0,27	0,45	0,03
Senegal (Dakar, 1975)	6,24	0,91	0,47	0,35
Somalia (Mogadishu, 1977)	4,59	9,05	6,97	2,1
Sri Lanka (Colombo, 1977)	0,48	1,09	1,42	1,1
Zimbawe (áreas urbanas, 1975/76)	-0,11	0,97	0,56	-0,13
Países desarrollados				
Australia (Sidney, 1974/75)	-0,16	0,00	0,00	-0,14
Bélgica (nivel nacional, 1974/75)	-0,43	0,36	0,37	-0,27
Canadá (áreas urbanas, 1976)	0,75	-0,70	-0,49	-0,23
Grecia (nivel nacional, 1974)	0,43	0,50	0,22	-0,02
Irlanda (pueblos con 1000 habitantes o más, 1979)	0,00	-0,09	-0,03	-0,21
Polonia (nivel nacional, agricultores, 1976)	0,24	0,08	0,08	0,00
Reino Unido (nivel nacional, 1980)	-0,10	-0,18	-0,50	0,18

Fuente: Desarrollado a partir de FAO, *Review of food consumption surveys* 1981 (Roma, 1983).

disminuye el consumo de un alimento en respuesta a un cambio en su precio es medido por la elasticidad de la demanda debida al precio, el cual es el cambio porcentual en la cantidad demandada de un alimento que resulta de un cambio de 1% en su precio. Dado que una reducción del precio típicamente resulta en mayor consumo (y viceversa), por lo general la elasticidad de la demanda en relación con el precio es un número negativo.

Es importante conocer cómo responden los consumidores a cambios en el precio de la papa. Aunque, desafortunadamente, pocos economistas

han estudiado la demanda de papa en áreas en desarrollo, es claro que en una determinada localidad, el valor absoluto de la elasticidad de la demanda de papa en relación con el precio aumenta en la medida en que el precio se mantiene. La implicación práctica es que una expansión repentina en la oferta de papa probablemente causará una caída pronunciada del precio, pero si se mantiene un nivel alto de oferta los precios subirían lentamente otra vez a medida que aumenta el consumo. En el muy corto plazo (unos pocos días o semanas), la gente normalmente no cambia rápidamente del consumo de un alimento popular a otro en respuesta a cambios en el precio. Incrementos inesperados en la oferta de papa, frecuentemente llevan a caídas pronunciadas del precio debido al costo de transporte y almacenamiento. Sin embargo, si el precio de la papa permanece bajo durante varias estaciones puede esperarse que los consumidores consuman papa más a menudo. A mayor número de usos alternativos y de sustitutos para determinado alimento, mayor será la sensibilidad de la demanda respecto al precio. Por esta razón, la elasticidad de la demanda respecto al precio para la papa depende de los hábitos alimenticios y de los precios de alimentos para humanos y animales, y de insumos industriales competidores. Dado que la gente pobre tiene mayor dificultad en satisfacer sus requerimientos alimentarios y gastan una proporción mayor de su ingreso en alimentos, responden más a cambios en el precio de los alimentos que los grupos más adinerados. Por ello, elasticidades de la demanda respecto al precio para la papa son generalmente mayores en países pobres que en los ricos.

En muchos países, problemas en la comercialización han acompañado a los aumentos rápidos en la producción de papa. Importantes problemas ocasionales, como la inundación del mercado (sobreoferta) y la pudrición de grandes volúmenes de papa, han opacado la imagen -de lo contrario favorable -de programas de papa en países como India, Bangladesh y Pakistán, donde debido a la falta de una estructura adecuada para el transporte y almacenamiento, las cosechas abundantes han conducido a excedentes a nivel local. Sin embargo, estos problemas de comercialización de corta duración no han desanimado aumentos posteriores en la producción. En todo lugar donde la introducción de tecnología mejorada ha aumentado la oferta de papa, la demanda también ha crecido. A pesar de la ocurrencia de problemas ocasionales de comercialización, la producción de papa se ha triplicado o cuadruplicado en varios países en desarrollo durante las últimas dos décadas, y la producción de papa

continúa siendo altamente beneficiosa o lucrativa para la mayoría de los agricultores. Las reducciones en el costo de producción y comercialización de papa le han permitido a los productores expandir la producción y aumentar sus ganancias al tiempo que han bajado los precios al consumidor.

Comercialización y precios

En una economía totalmente de subsistencia, cada hogar o familia consume lo que produce y no hay comercialización. Sin embargo, las funciones de comercialización consideradas convencionalmente se realizan de todos modos; la familia productora transporta alimentos y otros productos agrícolas desde el campo donde se produjeron hasta su casa, los almacena desde el momento de la cosecha hasta que se necesitan posteriormente, y los transforma en productos que se mantienen mejor o que son más apetecidos para el consumo familiar. Se debe financiar estas actividades, en el sentido que debe asignárseles recursos (mano de obra, espacio) que son escasos. Además, deben tomarse decisiones sobre la distribución física de la cosecha dentro del hogar.

Pero la mayoría de los productores de papa, incluso en localidades aisladas, venden por lo menos una parte de lo producido. Para ellos, la comercialización puede ser más crítica que la producción, debido a que una caída pronunciada del precio puede eliminar todos los beneficios potenciales de una cosecha abundante. Al momento de la cosecha, si se pone a la venta toda la papa en una región, la oferta en el mercado aumenta abruptamente y el precio se desmorona. Luego de la cosecha, la oferta de papa en el mercado se contrae y el precio aumenta nuevamente. En países como Bangladesh antes de la introducción del almacenamiento en frío, cada año los precios de la papa al momento de la cosecha caían tremendamente; pocos meses después, los precios eran altísimos en la medida en que las papas virtualmente desaparecían del mercado. El almacenamiento ha ayudado a moderar los ciclos de precios en Bangladesh pero no los ha eliminado por completo (figura 9). En el momento de la cosecha, febrero y marzo, las papas cuestan un tercio de lo que cuestan en octubre y noviembre (figura 10).

Estrategias de comercialización

Los productores pueden tomar diversas precauciones para protegerse del colapso de los precios en el momento de la cosecha. Entre ellas, se destacan: producción fuera de estación, transporte a otros mercados (domésticos o extranjeros), almacenamiento, procesamiento, y alimentación de ganado con papa excedente. Dejando de lado la producción fuera de estación, estas actividades generalmente se consideran como funciones de comercialización, y pueden también ser efectuadas por intermediarios de mercado o algunas veces por consumidores.

Plantación fuera de estación . Algunos agricultores plantan un área de papa pequeña antes o después del período de siembra principal para aprovechar los altos precios de fuera de estación. La desventaja es que los



Trabajadores clasificando papas que serán conservadas en frío, cerca de Agra, India

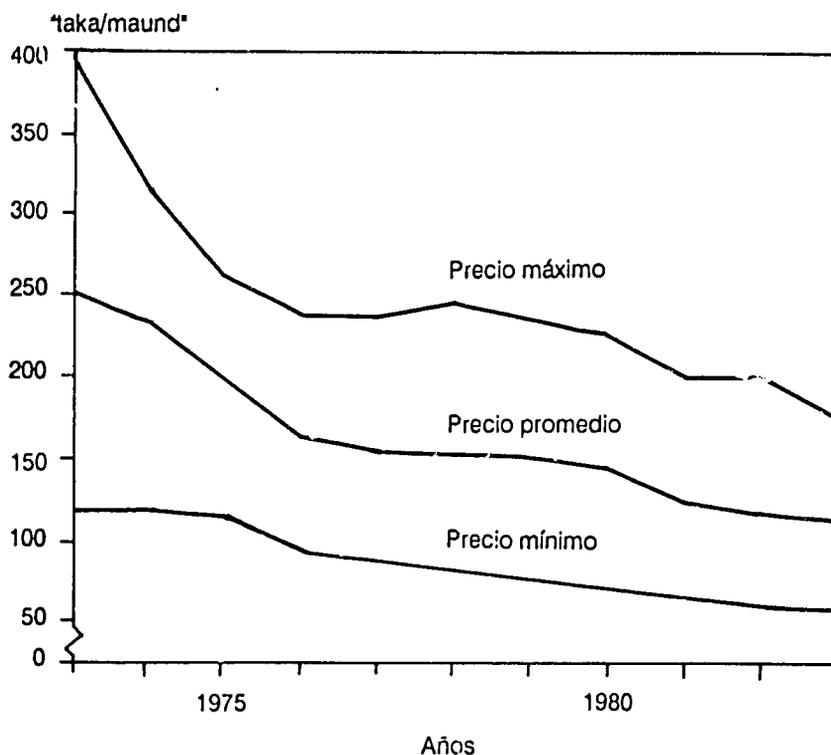


Figura 9. Bangladesh: Precio promedio, mayorista, de papa cada tres años (Deflactado por índice de precios de alimentos, mayorista : 1984=100). Fuente: Datos provistos por la Dirección de Comercialización Agrícola, Dacca.

cultivos tempranos o tardíos usualmente son más costosos de producir que el cultivo principal, y sus rendimientos por lo común son menores y más variables. De cualquier manera, a menudo los agricultores deciden que una plantación y cosecha variable o poco segura es más económica que el almacenamiento, procesamiento, transporte a otros mercados, o darle las papas como comida a los animales. Una acción que pueden decidir los programadores para incentivar la producción fuera de temporada es asegurar la disponibilidad de crédito cuando lo necesitan los productores. Los investigadores y extensionistas pueden colaborar priorizando la solución de los impedimentos tecnológicos principales, tales como la poca disponibilidad de tubérculo-semilla para la plantación fuera de temporada o la falta de variedades apropiadas de crecimiento rápido.

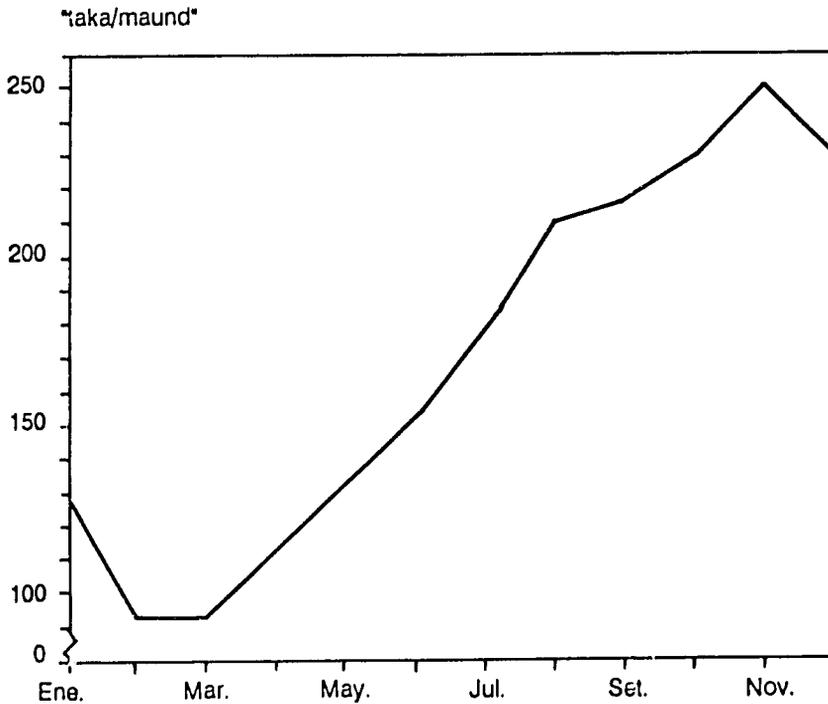


Figura 10. Bangladesh: Ciclo estacional de precio de la papa minorista (precios promedio mensuales 1972-84 deflactados por el índice de precios al consumidor: 1984=100). Fuente: Datos provistos por la Dirección de Comercialización Agrícola, Daca.

El encontrar formas de solucionar tales problemas puede hacer mucho para suavizar las fluctuaciones en la oferta y los precios de la papa.

Comercialización doméstica. El gran volumen y la perecibilidad del tubérculo de papa hace que sea costoso su transporte desde áreas con producción excedente a mercados distantes donde los precios son mayores, especialmente si se produce en áreas montañosas y los centros urbanos consumidores están en las zonas bajas. Pero si las diferencias de precio entre esos mercados son grandes, si los costos de transporte son bajos, y si se puede reducir las pérdidas durante el traslado, las papas viajarán grandes distancias.

Para lograr que productores o comerciantes envíen papa a otros mercados, la diferencia de precios entre mercados debe ser mayor que el

costo del envío de la papa. Por esta razón, las mayores diferencias de precio entre mercados se da donde los costos de transporte y las pérdidas son muy altos. En algunos casos, los gobiernos locales prohíben el envío de papas a otras provincias o estados, para disminuir el precio local a los consumidores. Los programadores pueden ayudar a mejorar la comercialización doméstica de la papa eliminando tales barreras al movimiento de la papa. Debería ser altamente prioritario para investigadores y extensionistas encontrar los medios para reducir los costos de transporte y las pérdidas, especialmente en áreas cálidas.

Comercio Exterior. La exportación a menudo parece una vía tentadora para expandir el mercado para la papa. Sin embargo en la mayoría de los países sólo se exporta una pequeña fracción de la cosecha de papa debido a su gran volumen y perecibilidad. Exportar requiere equipo especializado y una coordinación eficiente para evitar altas pérdidas en el tránsito entre los lugares de producción, almacenamiento y destino final. Pero a no ser que la papa disponible para exportar sea confiable, la refrigeración necesaria para el transporte y almacenamiento de papa en áreas cálidas no es económica. También, algunos mercados potenciales imponen barreras a las importaciones. Los sistemas cuarentenarios pueden restringir las importaciones de materiales vegetativos -como la papa -que pueden ser portadores de enfermedades. A menudo, grupos de productores locales presionan a agencias del gobierno para que se prohíba la importación, basándose en que las papas extranjeras tienen enfermedades. Este argumento puede ser válido, pero algunas veces es simplemente una excusa para evitar la entrada de papa barata.

Debe hacerse una distinción importante entre cereales y papa en el comercio internacional. Mientras que los mercados mundiales para los cereales está altamente organizados, la papa se comercia habitualmente entre regiones y sobre bases al nivel más personal. El alto costo del transporte de la papa (en relación con el precio del producto), la inestabilidad de los abastecimientos y de los precios, y la heterogeneidad de la papa comercializada (diferencias en variedades, tamaño, condiciones fisiológicas, y sanidad) impiden la operación de un mercado mundial amplio con estándares aceptados generalmente y transacciones impersonales. Consecuentemente, las agencias que traten de desarrollar la exportación de papa deben hacer una investigación de mercado más cuidadosa y establecer arreglos de comercio más personales que los que se requerirían para iniciar la exportación de cereales.

A pesar de los problemas, un comercio de papa bien manejado puede ser lucrativo. Por ejemplo, comerciantes taiwaneses tienen grandes ganancias en sus ventas de papa a Hong-Kong y Singapur. Guatemala, debido a que su área de producción de papa está ubicada en zonas altas y a que sus costos de producción son bajos, exporta a países vecinos. Similarmente, Ruanda exporta a sus vecinos Burundi y Zaire. Países en desarrollo en la región del mediterráneo, tales como Chipre, Egipto, Líbano y Marruecos, exportan volúmenes importantes de papa a Europa. Muchos de ellos han establecido arreglos comerciales recíprocos: estos países exportan papa para el consumo a países desde los cuales importan tubérculo-semilla.

Debido a recientes reducciones sustanciales en los costos de producción y en los precios de la papa en países como India y Bangladesh, sus exportaciones a mercados cercanos quizás puedan generar divisas y estimular una mayor producción de papa. De hecho, sobre finales de la década del 70, comerciantes hindúes estaban desarrollando mercados lucrativos en Oriente Medio; pero presiones políticas de grupos de consumidores en Bombay determinaron que el gobierno nacional prohibiera las exportaciones de papa sobre la base de que las exportaciones estaban agotando las existencias locales y aumentando el precio de la "hortaliza del pobre".

Un primer paso razonable hacia la expansión del comercio sería eliminar las barreras legales para la exportación. Luego, se debería estudiar las ofertas estacionales y los movimientos de precios, e identificar los principales costos y riesgos involucrados en el mercado. Antes de efectuar inversiones en vagones refrigerados de ferrocarril, locales de almacenamiento y depósito, y contenedores especiales, deberían realizarse embarques experimentales en pequeña escala para confirmar la rentabilidad del comercio de papa. Por lo general, el mejor papel reservado para el gobierno es facilitar el comercio privado de papa, en vez de involucrarse directamente en actividades comerciales.

Almacenamiento. En muchas áreas, los productores pueden beneficiarse al mantener las papas -sin venderlas- en el momento de la cosecha, y venderlas más tarde a precios mayores. Pero el gran volumen y perecebilidad de los tubérculos de papa hace que el almacenamiento sea caro y riesgoso. El interés del dinero inmovilizado en el almacenamiento de papa es un costo adicional. El interés del dinero también debería considerarse como un "costo" cuando la papa es embarcada para ser comercializada

en otros mercados, (pero dado que ello es efectuado usualmente en poco tiempo, los costos que representan el interés del dinero en estos casos son mucho menores). En áreas donde luego de la cosecha el tiempo es frío, la papa puede ser conservada en estructuras simples por varios meses, con pérdidas mínimas. Pero en áreas tropicales bajas donde debe almacenarse durante estaciones cálidas, las pérdidas pueden ser altas a menos que se usen costosas estructuras refrigeradas.

Los productores o agentes comerciales pueden decidirse a almacenar papa sólo si el aumento esperado del precio cubriera los costos y riesgos de almacenamiento. Si la cosecha de papa se concentra en un período corto cada año y se puede predecir un aumento de su precio luego de la cosecha, el almacenamiento puede ser rentable aun con costos o pérdidas altas. En zonas templadas, la papa para consumo generalmente se almacena porque los costos y pérdidas son relativamente bajos, y porque la cosecha se concentra durante unos pocos meses, luego de los cuales los precios aumentan de manera predecible. En India, Bangladesh y en Pakistán es rentable conservar o almacenar papa en frío porque los altos costos que implica esta tecnología son cubiertos por el aumento grande y predecible en los precios de la papa luego de cada cosecha de primavera (como se evidencia en la figura 10). El almacenamiento es menos común en las áreas de producción elevadas, donde la papa se cultiva y cosecha a lo largo del año y con ciclos de variación de precios poco claros.

A menudo, las agencias gubernamentales asumen erróneamente que la inestabilidad en el precio de la papa puede solucionarse con la construcción de grandes estructuras para su almacenamiento y conservación. Sin embargo y por lo general, los altos costos de almacenamiento de papa y las pérdidas por pudrición no se cubren con el aumento en los precios. Como consecuencia de ello, las construcciones realizadas por los gobiernos para la conservación de papa, por lo general se usan sólo durante unas pocas estaciones.

Los programadores gubernamentales pueden mejorar la comercialización de la papa, haciendo que el almacenamiento y la conservación sean una empresa atractiva para los productores o agentes comerciales, en vez de que el propio gobierno tenga responsabilidades directas en esta etapa. En algunas áreas, el almacenamiento se considera una actividad antisocial o especulativa, y es penada con multas o ventas forzadas en momentos de escasez. Estas medidas aumentan los costos y riesgos de comercialización

resultando en una mayor diferencia entre el precio recibido por el productor y el pagado por el consumidor, lo cual desalienta la producción y consumo de papa. Desde el punto de vista tecnológico, los investigadores pueden contribuir a la eficiencia del mercado desarrollando técnicas para disminuir los costos de almacenamiento y conservación, así como también las pérdidas en los predios productores de papa. En climas cálidos, los sistemas de enfriamiento por evaporación pueden ser más convenientes, desde el punto de vista cost-beneficio, que la refrigeración, en especial para almacenamientos a corto plazo. También sería posible identificar nuevas variedades que se conservan mejor que las usadas actualmente.

Procesamiento. Mediante un adecuado procesamiento la papa puede convertirse en productos que son menos voluminosos, menos perecibles, y más baratos para almacenar, conservar y transportar. En los Estados Unidos de Norteamérica, más de la mitad de las papas consumidas son procesadas; la mayoría son papas fritas, pre-cortadas. La investigación para lograr instalaciones y procesos de bajo costo durante la Segunda Guerra Mundial marcó el punto de partida para una gran extensión del mercado de procesamiento de papas en los Estados Unidos de Norteamérica. En la medida que más mujeres comenzaron a trabajar fuera del hogar, se fue creando un mercado masivo para la papa procesada. El procesamiento en los Estados Unidos también se vio estimulado por estándares rígidos de clasificación y la disponibilidad de papa de baja calidad y barata.

En áreas en desarrollo donde no existe esa combinación de factores, no puede esperarse que un aumento en el procesamiento de papa provoque una gran expansión de su demanda o resuelva los problemas de comercialización. El consumo de papas fritas se está expandiendo rápidamente (a partir de una base muy pequeña) en muchas áreas urbanas, a medida que consumidores de medios y altos ingresos emulan hábitos de consumo extranjeros. Sin embargo, éstas y la mayoría de las otras formas de papa procesada probablemente continuarán siendo alimentos caros consumidos en cantidades relativamente pequeñas. Un obstáculo adicional para el procesamiento de papa es que el equipo es por lo general costoso, importado y complejo. Cualquier inversión sustancial en instalaciones físicas para el procesamiento de papa debería estar precedida por estudios de mercado. Debe tenerse a encontrar maneras para lograr los productos deseados en instalaciones que puedan ser construidas con materiales locales y no importados.

Alimento animal y uso industrial. Las papas se cultivan para su uso como alimento para ganado o como materia prima para la producción de almidón o alcohol, sólo donde son más baratas que otras fuentes alternativas. Esa situación se dio en Europa hace un siglo, pero hoy en día no es común en la mayoría de las áreas. Sin embargo, las papas pequeñas, dañadas o enfermas a menudo se usan para procesamientos simples o como alimento para animales. Por supuesto, en años de cosechas abundantes en que los precios son bajos, la proporción de la producción que se procesa o que usa como alimento animal es mayor que en años de producciones bajas y altos precios.

El ganado puede consumir la papa cruda pero, para cerdos, el valor alimenticio de las papas se aumenta con la cocción (lo cual produce la ruptura del grano de almidón). Las papas cocidas pueden preservarse como ensilaje de papa. En raciones para animales, el valor alimenticio de cuatro toneladas de papa fresca (para ganado) o papa cocida (para cerdos) equivale generalmente al de una tonelada de maíz.

Dado el relativamente alto costo de la papa en la mayoría de las áreas en desarrollo, los investigadores y planificadores deberían durante un futuro previsible, concentrar sus esfuerzos en mejorar el uso de la papa como un alimento humano, y no como alimento para animales o insumo industrial.

Fluctuaciones de precios

Inestabilidad de precios y ciclos de precios. Los precios de la papa fluctúan de manera importante prácticamente en todo el mundo; sin embargo, no es frecuente la ocurrencia de ciclos de precios predecibles. Los ciclos regulares de producción y precios generalmente se dan en áreas templadas donde se produce una sola -e importante- cosecha cada año. En áreas tropicales y subtropicales, donde la papa se cultiva en muchos nichos ecológicos diferentes y en varias estaciones en el año, los precios tienden a ser altamente inestables y sus variaciones tienden a ser impredecibles.

Las inferencias o implicancias económicas de ciclos de precio regulares son bastante diferentes de las inferencias de la -más común- inestabilidad de los precios. Donde los productores, agentes de mercado, y consumidores pueden predecir con confiabilidad los ciclos de producción y de precios,

ellos ajustan sus actividades económicas para protegerse o aprovecharse de estos ciclos. Esta conducta tiende a moderar los ciclos.

La siembra fuera de estación y el almacenamiento son dos ejemplos. Estas actividades, que a menudo se toman como la causa de fluctuaciones de precios, de hecho tienden a suavizar las fluctuaciones en el abastecimiento del mercado y en los precios. El retirar del mercado una parte de la oferta en el mercado en el momento de la cosecha amortigua la caída estacional de los precios, y -algunas semanas o meses más tarde- la disponibilidad para la venta de papas almacenadas impide el aumento de precios típico de las épocas de escasez. La siembra fuera de estación, el procesamiento, y otras estrategias usadas por agricultores y agentes de mercado para hacer frente a los ciclos de precios también tienden a disminuir fluctuaciones de precios. Es la imposibilidad de predecir la producción y los precios de la papa en muchos países en desarrollo lo que desalienta su siembra fuera de estación, almacenamiento, procesamiento, transporte interno, y comercio internacional. En consecuencia, en la medida en que se mejoren las estimaciones de cosechas de papa futuras, los investigadores y planificadores pueden ayudar a fortalecer la eficiencia del mercado.

Algunos ciclos de precios de la papa duran años en vez de meses. Dado que la papa no puede ser almacenada por más de un año, aun con refrigeración, los ciclos de larga duración pueden desalentar el almacenamiento de la papa. En Ecuador, con producción en zonas altas, por ejemplo, se da un ciclo de tres años lo que hace rentable el almacenamiento sólo un año de los tres (figura 11). En el primer año del ciclo, los agricultores aumentan significativamente la producción en respuesta a los altos precios del año anterior. Sin embargo, el aumento de producción que puede lograrse está limitado por la escasez de tubérculo-semilla, lo cual a su vez resulta de la baja producción del año anterior. En el segundo año del ciclo, los agricultores siguen expandiendo la producción y los precios caen en forma sustancial. Esto motiva a los productores a restringir la producción en el tercer año, causando un aumento de los precios y un nuevo comienzo del ciclo.

Los ciclos de precios temporales y de larga duración varían de un lugar a otro, y en algunas áreas no existen patrones cíclicos. Siempre que se realicen propuestas para modificar las épocas de siembra o cosecha, o cualquier otro aspecto del sistema de comercialización, debe examinarse la información local sobre movimientos estacionales de precios.

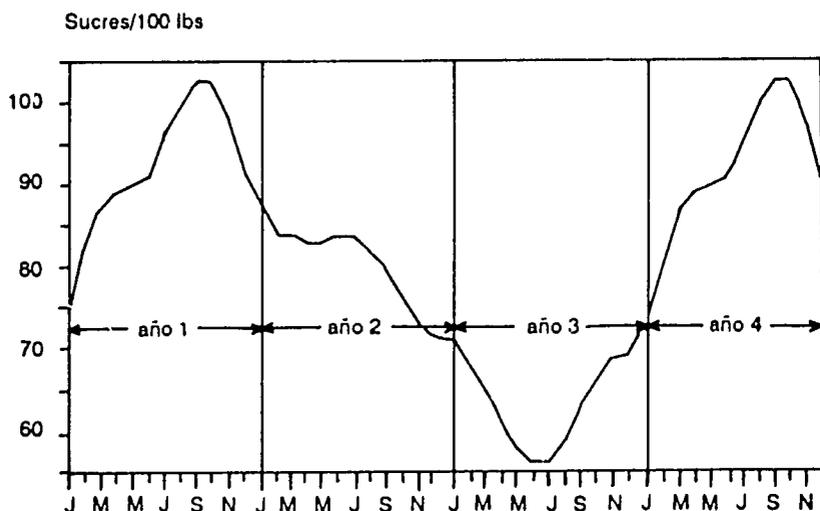


Figura 11. Ecuador: Ciclo de precios de la papa de tres años de duración (promedio de movimiento cada tres meses). Fuente: Derivado de M. Valderrama y H. Luzuriaga, *Producción y utilización de la papa en el Ecuador* (Lima: Centro Internacional de la Papa, 1980).

Controles de precio. Los controles de precio realizados por el gobierno a menudo se proponen como un medio para estabilizar los precios de la papa. Sin embargo, la mayoría de los programas de control de precios de la papa en países en desarrollo han fracasado. Los controles de precio efectivos requieren que la producción y el almacenamiento se equiparen con las cantidades ofrecidas y demandadas al precio deseado. Esto es extremadamente difícil con un producto perecible como la papa. Inclusive en el Reino Unido, donde la Junta para la Comercialización de la Papa regula estrictamente la plantación de papa, las fluctuaciones en los rendimientos provocan variaciones en la oferta, lo cual, a su vez, causa inestabilidad en los precios. En la mayoría de los países en desarrollo, donde los mecanismos institucionales y financieros necesarios para regular la producción y almacenamiento son débiles, es prácticamente imposible que una agencia gubernamental pueda controlar los precios de la papa. La mayoría de los esfuerzos para controlar los precios de la papa han tenido serios problemas de sobreoferta o suboferta. En el primer caso, ha sucedido que existencias sin vender se han acumulado con grandes pérdidas, hasta que la papa fue destuida o usada como alimento animal. En el segundo caso, es común el desarrollo de un mercado negro ilegal,

con altos precios al consumidor y altos beneficios promedio -pero con altos riesgos- para los comerciantes.

Tendencias de los precios y proyecciones de la demanda

Tendencias de los precios

En muchas áreas pueden observarse tendencias de largo plazo en la producción y precios de la papa. En varios países en desarrollo, los precios de la papa han caído a medida que ha aumentado el consumo de papa por habitante. Por otro lado, en varios países desarrollados los precios de la papa han aumentado (cuadro 10 y figura 12) acompañando una caída en los niveles de consumo. Estos cambios en los precios y niveles de consumo proporcionan importantes indicios de los movimientos subyacentes de la oferta y la demanda (como se mostró previamente en las figuras 7 y 8). La disminución sustancial en los precios de la papa que han acompañado a un aumento en el consumo en países como India, Bangladesh, Tailandia y Colombia implica que la oferta de papa se ha expandido más rápidamente que la demanda (en términos económicos, la curva de la oferta se ha movido hacia la derecha más que la curva de la demanda). El crecimiento de la oferta ha resultado, en gran parte, de mejoras en la tecnología de producción y comercialización de la papa. En contraste, en Sri Lanka la demanda ha aumentado más rápidamente que la oferta. El aumento marcado en los precios de la papa a partir de los últimos años de la década del 60 es uno de los resultados de la prohibición de importar papas para el consumo desde 1967. En muchos países del norte de África y el Oriente Medio, los precios relativos de la papa crecieron durante las décadas de 1960 y 1970, en parte debido a subsidios concedidos al pan y otros productos derivados del trigo.

El incremento de los precios de la papa mientras que el consumo ha declinado en países europeos como Alemania implica que la oferta de papas ha caído más rápidamente que su demanda. Esto se ha debido, por lo menos en parte, a la reducida velocidad del cambio tecnológico en la producción y comercialización de la papa en esos países; (una severa sequía en Europa a mediados de la década del 70 causó un rápido aumento de los precios de la papa).

Cuadro 10. Precio relativo ^a de la papa en varios lugares, alrededor de 1950 y en 1980.

	1950	1980
Países en desarrollo (precio de papa/precio de arroz)		
Bangkok	3,9	0,8
Calcuta	1,6	0,9
Dacca	2,4	0,7
Deli	1,2	0,9
Manila	1,6	1,3
Mauricio	0,9	0,4
Seúl	0,3	0,5
Colombo	0,7	1,1
Países desarrollados (precio de papa/precio de harina de trigo)		
Amsterdam	0,3	0,3
Dublín	0,7	0,7
Alemania Occidental, promedio nac.	0,2	0,5
Nueva York	0,4	0,9
Oslo	0,5	1,3
París	0,2	0,4
Viena	0,3	0,2
Reino Unido, promedio nacional	0,5	0,6

^a Las relaciones de precio son promedios de 3 años de precios minoristas con eje en 1950 y 1981 con la excepción de Bangkok, 1955/57 y 1978/80; Calcuta, 1948/50; Dacca, 1952/54; Manila, 1959/61 y 1974/76; Mauricio, 1953/55; Seúl, 1955/57.

Fuente: Deducido a partir de cuadros estadísticos incluidos en *International Labour Review, Statistical Annex* (Ginebra, varios años).

Estas realidades dan apoyo empírico al concepto que los consumidores responden a una reducción en el precio de la papa con un incremento en su consumo, y viceversa. A medida que la tecnología es una de las determinantes principales de los costos de producción y comercialización, este análisis sugiere un vínculo vital y a menudo olvidado entre el cambio tecnológico y las tendencias en el consumo de papa: en el grado en que los programas de investigación y extensión conduzcan a menores precios

de la papa en países en desarrollo, es de esperar que a continuación haya mayor consumo de papa.

Proyecciones de la demanda

Al proyectar la demanda de alimentos por los consumidores, los economistas por lo común suponen que las necesidades biológicas, hábitos alimentarios, y precios relativos son estables, y que todo ello no influye en las tendencias de la demanda. Usualmente, los únicos factores que se toman en cuenta en las proyecciones de la demanda son el crecimiento poblacional, los cambios en el ingreso, y la elasticidad de la demanda en relación con el ingreso.

En 1971, la FAO publicó *Proyecciones de Productos Agrícolas, 1970-80*, el cual presenta las demandas proyectadas para alimentos individualizados, incluyendo la papa, para la mayoría de los países del mundo. Las proyecciones de la demanda más recientes realizadas por la FAO no incluyen estimaciones para la papa en forma específica, sino sólo para la gran categoría de alimentos almidonosos, los cuales abarcan yuca, batata, (camote o boniato), ñame, taro, banano y plátano, así como también papa. Cuando en los países en desarrollo se necesitan proyecciones de la elasticidad de demanda de papa en relación al ingreso o proyecciones de la demanda de papa, la mayoría de los analistas utilizan las estimaciones publicadas por FAO en 1971, o las más recientes que incluyen todos los alimentos almidonosos. En algunos casos, estos analistas incluso usan estimaciones de estudios realizados en países desarrollados.

Las proyecciones de demanda realizadas por FAO en 1971 estuvieron basadas en las proyecciones de crecimiento de la población y del ingreso por habitante en cada país y en las elasticidades de la demanda en relación al ingreso para cada alimento. Las tasas de incremento poblacional y de ingreso por habitante proyectadas se originaron en los modelos estándar demográficos y económicos de las Naciones Unidas. Las elasticidades de la demanda para papas en relación con el ingreso se basaron en la información resultante de encuestas de hogares realizadas en 17 países desarrollados y 8 países en desarrollo, mayormente en grandes ciudades donde los patrones de consumo, vale la pena notarlo, difieren mucho de los correspondientes a pueblos pequeños, villas o poblados, y áreas rurales. En 18 de las 25 encuestas, la papa se consumía como elemento alimenticio principal y no como una hortaliza.

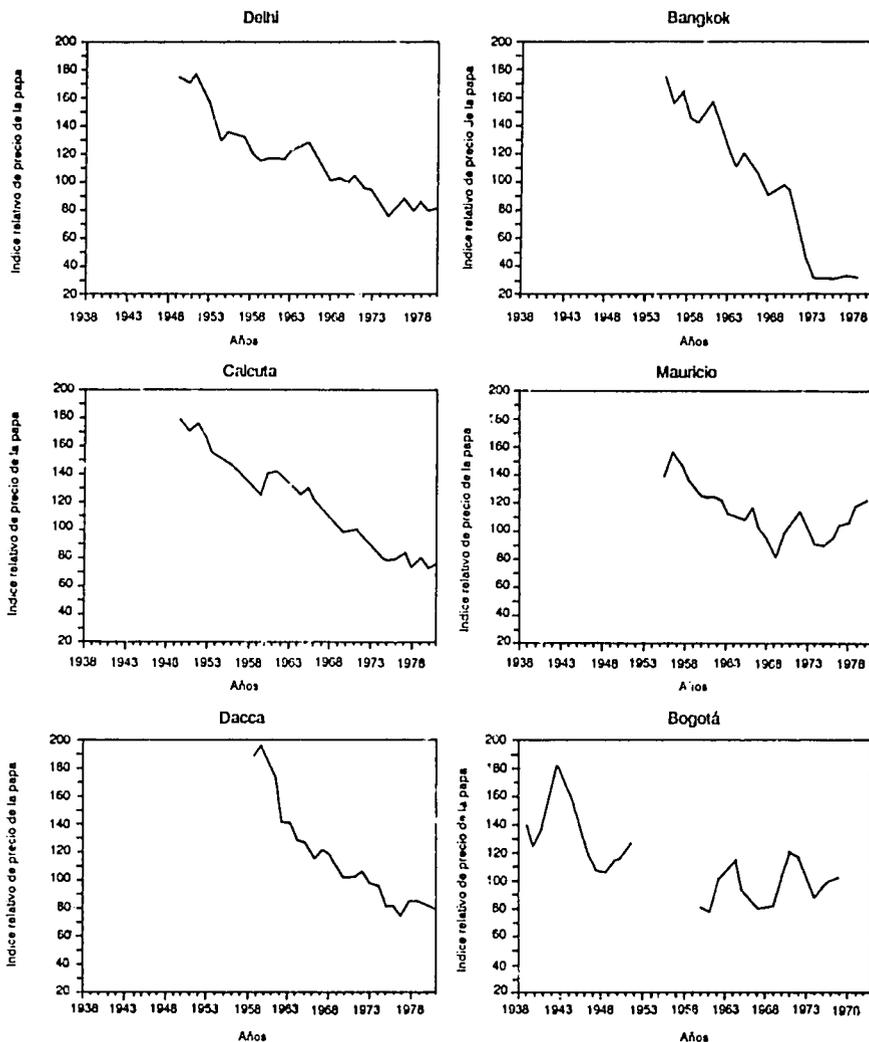
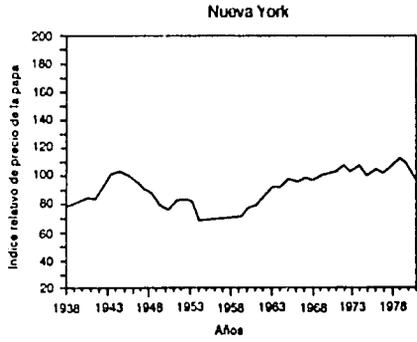
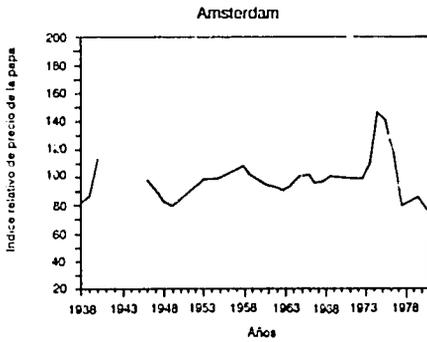
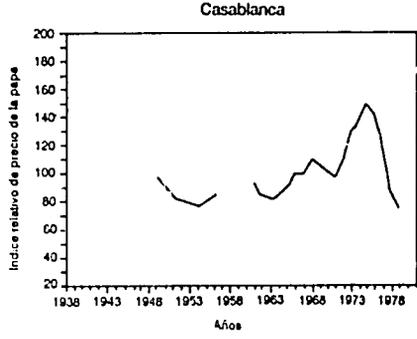
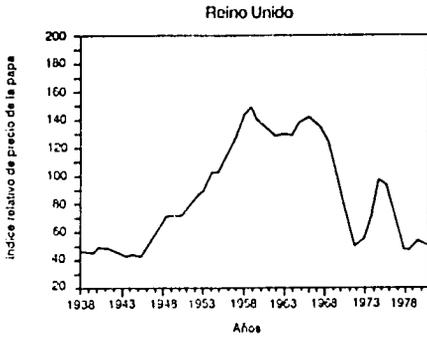
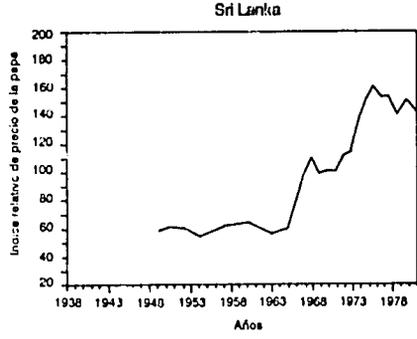
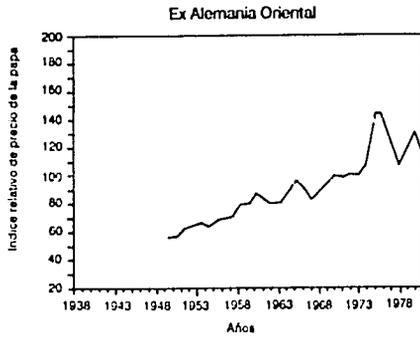


Figura 12. Tendencias en los precios de la papa (promedio cada tres años de precio de la papa, minorista, deflactado por el índice de precios de todos los alimentos, (1970=100). Fuentes: Oficina Internacional del Trabajo. *Statistical yearbook* (Ginebra, varios años); FAO, *Production yearbook* (Roma, varios años).



Cuadro 11. Comparación de las proyecciones de la FAO con los cambios reales en consumo de papa, 1965-1980.

	Consumo en 1965 (millones de t)	Cambio, (%) 1965/80	
		Real	Proyectado
Mundo	117,15	15	7
América del Norte	11,14	22	9
Canadá	1,48	29	18
USA	9,66	21	8
Europa Occidental	31,42	-6	1
Francia	5,05	-15	-3
Alemania Occidental	6,82	-27	
Holanda	1,12	4	5
Reino Unido	5,54	4	6
Yugoslavia	1,25	4	17
Europa Oriental y URSS	42,05	-6	-18
Alemania Oriental	2,38	0	-19
Polonia	3,99	6	-30
URSS	31,83	-9	-19
Africa Sub-Sahara	0,72	127	54
Kenia	0,11	111	82
Madagascar	0,07	71	48
Ruanda	0,03	527	65
Africa del Sur	0,26	93	45
Zaire	0,03	342	58
América Latina	5,80	48	58
Argentina	1,47	15	27
Brasil	0,79	94	91
Chile	0,58	-12	49
Mexico	0,27	207	96
Perú	0,99	25	65
Africa del Norte y Cercano Oriente	2,08	133	63
Argelia	0,19	197	71
Egipto	0,25	234	52
Turquía	1,28	81	66

Continuación

Asia	23,23	54	42
China	16,29	55	43
India	2,29	183	55
Japón	2,64	-35	19
Corea del Norte	0,71	58	53
Corea del Sur	0,49	-51	47
Paquistán	0,43	-28	74

Fuente: Desarrollo de información en FAO, *Proyecciones de Productos Agrícolas 1979-1980* (Roma, 1971); y FAO, *Hojas de Balance Alimentario, promedio 1979-1981* (Roma, 1984). Las cifras de consumo para China se ajustaron para reflejar las estimaciones más recientes realizadas por FAO.

Sobre la base de los resultados de estas encuestas de hogares, que fueron pocas y que claramente no representaron un universo global, se estimaron las elasticidades de la demanda por papa para todos los países del mundo, y se proyectó la demanda para 1980. Un examen del cambio que ocurrió durante ese período revela que en países desarrollados, la demanda proyectada fue mayor que la demanda real; mientras que en la mayoría de los países en desarrollo la demanda proyectada fue menor que la real (cuadro 11). Por ejemplo, para la demanda de papa por los consumidores en África del Norte y el Cercano Oriente se había proyectado que aumentaría en 60%, cuando en realidad se incrementó en más del doble de esa cifra. En el África al sur del Sahara, se proyectó un aumento de la demanda de 54%, pero ahí también la demanda se incrementó más del doble de esa proyección. Para muchos países, las disparidades entre la demanda proyectada y los cambios reales en la demanda fueron mayores aún. En la India, por ejemplo, el crecimiento en la demanda de papa fue proyectado en 55%, pero este crecimiento fue en realidad de más de 180%. Entre las regiones en desarrollo, sólo en América Latina las proyecciones superaron a la demanda real.

Una de las razones por lo cual las proyecciones de la FAO resultaron menores que la demanda real por papa en la mayoría de los países en desarrollo es que las elasticidades esperadas de la demanda en relación con el ingreso fueron demasiado bajas. Pero, más importante, las proyecciones no consideraron cambios en el precio de alimentos y en los hábitos alimentarios. Los precios relativos de la papa han tendido a bajar en países en desarrollo y a subir en países desarrollados. Los hábitos

alimentarios cambiantes también favorecen un mayor consumo de papa en muchas áreas en desarrollo y un menor consumo en áreas desarrolladas.

Notas bibliográficas

Los capítulos 1 a 4 de *Food policy analysis* (Timmer, Falcon y Pearson, 1983) tratan con mayor detalle y en términos más generales muchos de los conceptos y principios aquí presentados. Las notas bibliográficas al final de sus capítulos también incluyen una útil selección de referencias sobre aspectos económicos del consumo de alimentos y nutrición, sistemas de producción, comercialización y formación del precio. Ese libro es altamente recomendable para aquellas personas relacionadas o preocupadas con cualquier aspecto de la programación agrícola. Un defecto de *Food policy analysis* es que, siguiendo una costumbre consistente en la mayoría de los textos económicos, frecuentemente cita a la papa como un bien inferior típico, es decir, un producto con elasticidad negativa de la demanda en relación al ingreso. Este no es caso en muchas áreas en desarrollo.

El tratamiento de los temas sobre comercialización en este capítulo se nutre de tres fuentes principales de información: experiencia personal; numerosos estudios conducidos en el Instituto para la Investigación Alimentaria, Universidad de Stanford (Food Research Institute, Stanford University); y estudios realizados por Gregory Scott y otros en el CIP. Entre los estudios de Stanford, un trabajo realizado por W.O. Jones (1984) plantea una discusión especialmente reveladora sobre problemas y políticas de comercialización doméstica de alimentos en países en desarrollo e incluye una útil lista de referencias. A pesar que el artículo de Jones estudia la situación en África y no trata sobre papa en forma específica, muchas de las conclusiones son válidas para otras áreas geográficas y para la comercialización de papa. Gray, Sorenson, y Cochrane (1954) presentan una discusión fascinante sobre los efectos de la inmigración, la Segunda Guerra Mundial, la política de precios, y el cambio tecnológico sobre la industria de la papa en los Estados Unidos de Norteamérica.

Las publicaciones de Scott (1981, 1983, 1985, 1986a, 1986b) dan información detallada sobre la comercialización de la papa en Perú, Bután, Tailandia y África. El trabajo de Scott en Perú (1985) es tal vez el estudio más minucioso y completo sobre comercialización de papa en áreas en desarrollo. Muchas de las conclusiones de Scott son de una validez bastante general, y su bibliografía contiene numerosas publicaciones

sobre comercialización de la papa en otros países. Durr y Lorenzi (1979) y Durr (1980) presentan información similar sobre Kenia. Fu (1979), Valderrama y Luzuriaga (1980), y Durr (1983) discuten la comercialización de la papa en Chile, Ecuador y Ruanda, respectivamente.

Las proyecciones de oferta de demanda de alimentos más completas y ampliamente usadas son las publicadas por la FAO. El estudio, que comprende dos volúmenes y se titula *Agricultural commodity projections* Proyecciones de Productos Agrícolas, 1970-80 (FAO 1971) , brinda gran detalle por producto y país y reseña los supuestos y métodos empleados en estudios posteriores, los cuales presentan estimaciones sólo para los alimentos almidonosos como grupo. Dado que los patrones de oferta de demanda para papa, batata o camote, yuca, ñame, cocoyams y bananos son distintos, las estimaciones de elasticidades en relación con el ingreso y las proyecciones de la demanda para los alimentos almidonosos como un grupo tienen poco valor en análisis de políticas alimentarias o para administrar programas de investigación y extensión.

R.J. Perkins, Jefe del Servicio de Política de Productos y Proyecciones de la FAO, ha brindado una valiosa ayuda al proveer información que se usó para preparar la sección en este capítulo sobre tendencias de los precios y proyecciones de la demanda .

Una fuente útil y poco conocida de datos sobre precios de alimentos es la encuesta "October Enquiry", realizada por Oficina Internacional del Trabajo, en Ginebra, y los resultados divulgados cada año en la publicación de la OIT *Statistical yearbook*. En 1924, el primer año de la encuesta, se publicaron los precios de 30 alimentos para consumo humano, incluyendo papa, junto con valores de salarios representativos para los Estados Unidos y 13 países europeos. Con el transcurrir de los años, se agregaron más países a la encuesta, pero la lista de alimentos se mantuvo sin mayores cambios. Actualmente, se publican los precios urbanos minoristas y los salarios correspondientes a más de 100 países. Desafortunadamente, los precios de muchos alimentos que son importantes en la zona tórrida, como maíz, plátanos, yuca y sorgo, no están incluidos.

Aspectos nutricionales y consumo de la papa

Aspectos nutricionales

Convencionalmente se considera a la papa como una buena fuente de energía pero con poco valor nutricional. De hecho, la papa no es una fuente especialmente rica en energía, pero contiene cantidades sustanciales de proteínas de alta calidad y vitaminas esenciales, minerales y microelementos (cuadro 12).

Composición

El valor nutricional varía de una papa depende en gran medida de su contenido en materia seca, el cual promedia alrededor del 20% del tubérculo entero. El valor nutricional varía mucho dependiendo de la variedad, prácticas de cultivo, condiciones ambientales, y de la incidencia de plagas y enfermedades. En la literatura científica por lo general se asevera que el contenido proteico de la papa (gramos de proteína por 100 gramos de materia seca) decrece a medida que el porcentaje de materia seca aumenta. Aunque esto es verdad en términos generales, no es muy importante. En la forma en que son consumidas, las papas que tienen un alto contenido de materia seca también tienen más proteínas. Es decir, los gramos de proteína por 100 gramos de peso fresco o cocinado se relacionan en forma positiva con el porcentaje de materia seca.

Para evaluar variedades de papa cultivadas en condiciones diferentes, los investigadores deberían medir la composición de nutrientes con "base en materia seca" así como también con "base en peso fresco". Además, son importantes los niveles de nutrientes de las papas tal como son consumidas

Cuadro 12. Composición nutricional de una porción (100 g) comestible de varios alimentos.

Alimento ^a	Agua (%)	Proteína (g)	Energía del alimento (kcal)	Relación prot. caloría (g/1000/kcal)	Grasa (g)	Ceniza	Ca	P	Fe	Na	K (mg)	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Acido ascórbico
Maiz (sémola)	87	1,2	51	24	0,1	0,6	1	10	0,1	205	11	0,02	0,01	0,2	0
Papa	80	2,1	76	27	0,1	0,9	7	53	0,6	3	407	0,09	0,04	1,5	16
Plátanos	80	1,3	77	17	0,1	0,7	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ñame (crudo)	74	2,1	101	21	0,2	1,0	20	69	0,6	---	600	0,10	0,04	0,5	9
Arroz	73	2,0	109	18	0,1	1,1	10	28	0,2	374	28	0,02	0,01	0,4	0
Espágueti	72	3,4	111	31	0,4	1,2	8	50	0,4	1	61	0,01	0,01	0,3	0
Batata (camote)	71	1,7	114	15	0,4	1,0	32	47	0,7	10	243	0,09	0,06	0,6	17
Frijoles	69	7,8	116	66	0,6	1,4	50	148	2,7	7	416	0,14	0,07	0,7	0
Yuca (mandioca)	68	0,9	124	7	0,1	0,6	---	---	---	---	---	---	---	---	26
Pan blanco	36	8,7	269	32	3,2	1,9	70	87	0,7	507	85	0,09	0,08	1,2	trazas

^a Hervido, a no ser que se especifique de otra manera. Las porciones comestibles de papa y otros cultivos de raíz y plátanos no incluye la piel

---: No se dispone de información confiable

Fuentes: USDA, *Composition of foods* (Dpto. de Agricultura de los EEUU de Norteamérica, composición del alimento) (Washington D.C., 1975); W-T. Wu-Leung, F. Busson, and C. Jardin, *Food composition table for use in Africa* (cuadro de composición de alimentos para uso en Africa) (U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service (Servicios de Salud Pública, Dpto. de Salud, Educación y Bienestar Público de los EEUU de Norteamérica), Bethesda, MD, 1968.

dado que muchos nutrientes se pierden durante el almacenamiento, conservación, procesamiento y cocción.

Valor nutricional

La papa rinde alrededor de 80 kilocalorías (335 julios) por 100 g de peso fresco, lo cual es menor que en los cereales (alrededor de 350 kilocalorías por 100 g) y algo menor que en cultivos de raíz. Las diferencias se achican cuando estos alimentos se cocinan, aunque las tortillas y los panes rinden típicamente entre 200 y 300 kilocalorías por 100 gramos.

La baja densidad energética de la papa significa que es un alimento bastante voluminoso, al igual que el arroz hervido y los cereales cocidos como guisos y potajes. Aunque su voluminosidad puede representar una desventaja para bebés y niños, algunos estudios han demostrado que la papa puede proveer a niños pequeños con 50 a 75% del total de sus necesidades energéticas diarias. La baja digestibilidad del almidón de la papa puede impedir altos niveles de consumo en el caso de niños. Para adultos, sin embargo, la papa puede satisfacer una mayor proporción de las necesidades energéticas. El requerimiento energético total diario de un hombre adulto -2,550 calorías- puede satisfacerse con el consumo de alrededor de 3,3 kg de papa hervida. En Irlanda y en los Andes se reportaron niveles de consumo de este tenor.

La papa tiene alrededor de 2% de proteína, un nivel similar al del ñame y casi el doble que la batata o camote y la yuca. La papa fresca tiene un contenido proteico mucho menor que los cereales, pero luego de la cocción, la proteína cruda (nitrógeno total multiplicado por 6,25) de la papa es comparable a la del arroz hervido y a la de otros cereales cocinados como guisos o potajes. La razón de ello es que cuando la papa se hierve absorbe poca humedad, mientras que los cereales absorben dos a tres veces su peso en agua.

Metionina y cistina, los aminoácidos que contienen azufre, son moderadamente limitados en la proteína de la papa. Pero la lisina es relativamente abundante en la papa, haciéndola un aditivo valioso en dietas basadas en cereales, las cuales son por lo general deficientes en este aminoácido. El valor biológico promedio de la proteína de la papa -alrededor de 70% del huevo entero- es mejor que el de la mayoría de las otras fuentes vegetales, y es comparable con la leche de vaca (cuadro 13).

La calidad de la proteína de la papa es alta. Cantidades menores de 100 gramos de papa hervida pueden suministrar 10% del total de proteína

diaria recomendada para niños, y más de 5% del correspondiente para adultos. En ensayos de alimentación, adultos que consumían dietas en las que la papa proveía 100% del nitrógeno, mantuvieron de manera consistente su equilibrio de nitrógeno y buena salud. Los bebés y niños pueden consumir sin riesgo hasta 80% del total del nitrógeno alimenticio en la forma de papa.

Cuadro 13. Aminoácidos limitantes y utilización de proteína neta (UPN) de proteínas seleccionadas.

	Aminoácido limitante a	Utilización de proteína neta b UPN
Huevo	--	100
Pescado	Triptófano	83
Leche de vaca	S	75
Caseína	S	72
Batata (boniato o camote)	S	72
Papa	S	71
Semilla de girasol	S	65
Arroz	Lisina	57
Harina de soja	Lisina	56
Mijo	S	56
Harina de maíz	Triptófano	55
Harina blanca	Lisina	52
Harina de maní	S	48
Frijol "navy"	S	47
Arveja	S	44
Yuca (mandioca)	S	c

^a "S" significa aminoácidos esenciales que contienen azufre (metionina y cistina).

^b Porcentaje de nitrógeno del alimento que es retenido en el cuerpo

^c Sin información.

Fuente: World Health Organization (Organización Mundial de la Salud), *Protein requirements* (Ginebra, 1965).

La papa es un alimento bien balanceado cuando se considera la relación de proteína a calorías. La relación proteína-caloría de la papa, cuyo valor es alrededor de 10% menor que las relaciones proteína-caloría del pan blanco y de la pasta, es considerablemente mayor que el de otros cultivos de raíz, la mayoría de los cereales, y el plátano. El porcentaje neto de calorías proteicas dietéticas de la papa, o %NCp Dp -el cual mide el contenido proteico y la calidad de un alimento en términos de la proporción de calorías totales provistas como proteína -es cercano al nivel requerido por niños de un año y es adecuado para personas con edades mayores que un año. Por lo tanto, si una persona come suficiente papa como para satisfacer sus requerimientos energéticos, las necesidades proteicas también estarán satisfechas.

En contenido de vitaminas, la papa es comparable con otras hortalizas comunes. Cien gramos de papa hervida suministran alrededor de 10% de la cantidad total diaria recomendada para adultos de tiamina, niacina, y vitamina B6; 5 a 10% de ácido fólico y ácido pantoténico; y 50% de ácido ascórbico. Los únicos otros alimentos populares con cantidades comparables o mayores de ácido ascórbico son la batata o camote, la mandioca y el plátano. Los cereales y los frijoles secos no suministran vitamina C en absoluto, a no ser que sean ingeridos como productos germinados.

El contenido mineral de los tubérculos de papa depende altamente del tipo de suelo en el que se realiza el cultivo. Normalmente, la papa es una fuente moderadamente buena de hierro, una buena fuente de fósforo y magnesio, y una fuente excelente de potasio.

Influencias de postcosecha sobre el valor nutricional

El almacenamiento, congelamiento, secado, y cocción tienden a disminuir los niveles de nutrientes de todos los alimentos. En países en desarrollo, las pérdidas de nutrientes más significativas en la papa ocurren durante el almacenamiento y la cocción.

Almacenamiento. La mayoría de los estudios sobre pérdidas de nutrientes durante el almacenamiento se han realizado en condiciones controladas, con bajas temperaturas. Las pérdidas que ocurren en los almacenamientos sin temperatura controlada en los predios productores no han sido estudiadas en forma sistemática, siendo éste una importante área para desarrollar investigaciones.

Durante el almacenamiento en frío, el contenido de nitrógeno total se mantiene estable. El brotamiento que ocurre durante largos períodos de almacenamiento aumenta algo el contenido de aminoácidos libres. El almidón se convierte en azúcares reductores, y si luego de ello la papa se fríe, aparece una decoloración llamada "amarronado" que puede disminuir la buena apariencia de las papas a la francesa y de las "papas fritas", pero se desconoce su significado nutricional.

El ácido ascórbico y el ácido fólico son las vitaminas más duramente afectadas por el almacenamiento y, desafortunadamente, las que se agotan en forma más severa en la cocción y el procesamiento. Se han constatado pérdidas de ácido ascórbico de entre 40 y 75% luego de ocho meses de almacenamiento en frío. Para reducir las pérdidas de ácido ascórbico, parece que la temperatura óptima durante el almacenamiento debe ser entre 10 y 15 grados Celsius. El hecho que las pérdidas aumenten a temperaturas menores sugiere que las pérdidas de vitamina C pueden ser menores en almacenamiento a nivel del establecimiento del productor que en almacenamiento con frío. El ácido fólico también disminuye significativamente durante el almacenamiento en frío; se han constatado pérdidas de hasta 40%.

El nivel de niacina aumenta durante el primer o segundo mes de almacenamiento en frío y luego declina hasta cerca de la mitad del nivel que tienen los tubérculos frescos recién cosechados. La vitamina B6 aumenta en hasta 150% por razones desconocidas. Los cambios en los constituyentes minerales durante el almacenamiento son insignificantes.

Para maximizar la retención de vitaminas, las papas almacenadas deberían ser tratadas con vapor o hervidas con su piel. Después de varios meses de almacenamiento, apenas 100 gramos de papa que fueran cocidas con su piel todavía pueden proveer alrededor de 25% de la cantidad diaria recomendada de vitamina C. Después de la cocción, los niveles de niacina y tiamina en papa almacenada son similares a los tubérculos frescos recién cosechados, y los niveles de vitamina B6 son aún mayores.

Cocción. La cocción de la papa es necesaria para hacerla digestible, pues el almidón de la papa cruda es casi totalmente indigestible. Todos los métodos de cocción disminuyen el contenido vitamínico, aunque las únicas pérdidas significativas -en tubérculos intactos y con piel- son las de los ácidos ascórbico y fólico. La cocción tiene poco efecto sobre los minerales y microelementos.

A diferencia de muchas hortalizas, la papa tiene una piel comestible que actúa como una barrera a la pérdida de nutrientes durante la cocción. Por lo tanto, el hervir un tubérculo con su piel es la mejor manera de retener sus nutrientes.

Si los tubérculos se pelan y cortan en trozos antes de hervirlos, los nutrientes drenan fácilmente. El pelado antes de la cocción también hace que se pierda parte del tubérculo con la piel, y acentúa la pérdida de minerales y ácido fólico, los cuales tienden a concentrarse en la piel.

En términos generales, otros métodos de cocción tienen efectos más severos sobre los nutrientes que el hervido, y el cocido por más de una vez provoca un aumento aún mayor de las pérdidas de nutrientes. Por ejemplo, cuando la papa hervida posteriormente se fríe, las pérdidas son mucho más grandes que cuando sólo se hierven o se fritan.

Por lo general, las pérdidas de nitrógeno del tubérculo que resultan de la cocción son pequeñas. Las pérdidas de todas las vitaminas -excepto tiamina- son mayores cuando las papas se hierven peladas que cuando se les deja la piel. El remojo de papas peladas antes de su cocción puede reducir sustancialmente el contenido de ácido ascórbico y tiamina. El mantener calientes o frías las papas ya cocidas antes de comerlas directamente o de preparar con ellas "hash browns" (papas hervidas, que luego se cortan en trozos pequeños y se fríen), ensalada de papas, o pudines, reduce aún más el ácido ascórbico. Las pérdidas totales de ácido ascórbico pueden variar desde alrededor de 20% en papas hervidas con piel, hasta casi 50% en pudines de papa. En las dietas en que la papa es una fuente primordial de vitamina C, debería cocinarse con la piel, especialmente si la papa estuvo almacenada.

Procesamiento. El contenido nutritivo de las papas se ve fuertemente afectado por muchas operaciones de procesamiento. El procesamiento puede acentuar las reducciones de nutrientes que ocurrieron durante el almacenamiento. Cuando los productos procesados son posteriormente cocidos y servidos, el contenido de vitaminas -particularmente los ácidos ascórbico y fólico- puede disminuir a niveles insignificantes. Los productos deshidratados tienden a tener contenidos bajos de nutrientes. Las papas fritas ("potato chips") sufren grandes pérdidas de aminoácidos y de vitamina C. Sin embargo, la reducción del contenido de humedad a alrededor de 2% concentra nutrientes, y las papas fritas son una fuente razonablemente buena de la mayoría de nutrientes.

Constituyentes tóxicos

No hay evidencia de que altos niveles de consumo de papa estén asociados con alguna enfermedad nutricional. Aunque la papa contiene tres sustancias potencialmente tóxicas -glicoalcaloides, inhibidores de la proteinasa, y lectinas- se han constatado pocos casos fatales de toxicidad relacionados a consumos altos de papa.

Los glicoalcaloides se encuentran mayormente en las capas exteriores del tubérculo, de manera que el pelado tiende a eliminarlos. La acumulación de glicoalcaloides se retarda si se evita la exposición prolongada de los tubérculos a la luz durante la cosecha y posterior manipulación. Dado que los niveles de glicoalcaloides difieren entre las distintas variedades, y que además juegan un papel en la resistencia a enfermedades y plagas, es importante que los mejoradores de papa seleccionen por contenido de glicoalcaloides a nuevas variedades potenciales.

Los inhibidores de la proteinasa, que pueden constituir más de 15% de la proteína soluble del tubérculo maduro, se destruyen durante la cocción, y no se han constatado efectos adversos en seres humanos. El significado nutricional de las lectinas de la papa no está bien comprendido. Dado que ellas también son destruidas por el calor, es probable que no se encuentren efectos nocivos como resultado de consumir papas cocidas, y nunca se ha reportado un vínculo entre consumo de papa y toxicidad causada por lectina.

Consumo de Papa

Desde su domesticación en las zonas altas andinas de América del Sur, la papa se ha expandido en todo el mundo. No sólo se ha adaptado a una variada gama de ambientes de cultivo, sino que también encontró un lugar en diversas dietas humanas. Para algunos, la papa es un bocado exquisito; para otros es un alimento común y popular; y para otros es tabú, que debe evitarse o comerse con precaución. En la planificación e implementación de programas agrícolas, los investigadores y planificadores por lo general concentran su atención en aumentar la producción. Sin embargo, una mayor producción de alimentos no siempre es suficiente para asegurar un mayor consumo y una mejor nutrición. El potencial para aumentar el consumo de un determinado alimento está afectado por un papel en la dieta, y por el grado en que tal función sea probable de ser alterada frente

a cambios en la oferta del producto. Por lo tanto, cuando se planifica y pone en marcha un programa de papa, es esencial considerar no sólo producción, almacenamiento, y comercialización, sino también la conducta del consumidor.

Estimaciones del consumo de papa

Las estimaciones del consumo de papa por lo general se realizan con base en las hojas de balance alimentario. Tal como se muestra en el cuadro 4 del capítulo 1, la hoja de balance alimentario equipara la producción doméstica (nacional) más las importaciones, menos las exportaciones y los cambios netos en las existencias al final del período, con la disponibilidad doméstica total (la suma de las cantidades usadas para semilla, procesamiento industrial, alimento animal, desperdicios, y consumo humano). De hecho, el consumo humano generalmente se estima como aspecto residual. Luego, se divide por la población nacional para obtener el consumo por habitante.

Desafortunadamente, la información que se usa en la ecuación mencionada a menudo no es confiable. En el lado de oferta, la producción total es difícil de determinar porque a menudo la papa se cultiva en áreas montañosas aisladas en pequeñas parcelas irregulares, frecuentemente entre otros cultivos, como cultivo alternativo, cultivo secundario, o como cultivos en los huertos hogareños. En consecuencia, la papa puede ser fácilmente subestimada en las estadísticas nacionales.

En el lado de la utilización de la papa, las cifras también son sospechosas. Usualmente se supone que las densidades de siembra usadas en los países en desarrollo son similares a las usadas en los países industrializados. Sin embargo, dado que los productores en países pobres tienden a usar tubérculos pequeños como tubérculo-semilla, el tonelaje plantado puede ser muy sobreestimado. Los compiladores de las hojas de balance alimentario pueden decidir en forma indiscriminada la aplicación de factores de desperdicio de 10, 15 ó 20% sin tomar en cuenta las prácticas indígenas de pelado, cocido, o utilización de las pieles retiradas del tubérculo. Hasta donde se sabe, las estimaciones de tubérculo-semilla usado, desperdicio, o procesamiento en países en desarrollo no están basadas en investigaciones en los establecimientos productores o al nivel del mercado, sino en suposiciones.

Además del problema de la exactitud de los datos, las hojas de balance alimentario tiene la limitación de todas las estimaciones de promedios nacionales. Sus cifras no reflejan importantes diferencias en consumo que ocurren entre regiones y los grupos sociales. Pero a pesar de estas limitaciones, las hojas de balance alimentario facilitan una indicación general de niveles y tendencias de consumo y sirven como un punto de partida para estimar el consumo de papa. Además, dado que la mayoría de las estimaciones oficiales se basan en las hojas de balance alimentario, es conveniente estar familiarizados con estos datos.

Las encuestas de hogares constituyen una alternativa para estimar el consumo de papa. Encuestas bien planificadas pueden mostrar patrones estacionales de consumo de papa, así como también diferencias entre regiones y grupos sociales. Los resultados de encuestas de hogares realizadas en muchos países implican que los niveles de consumo promedio son considerablemente mayores que los indicados por las estimaciones derivadas de las hojas de balance alimentario.

El caso de Túnez brinda un ejemplo de la discrepancia entre los resultados de cálculos a partir de las hojas de balance alimentario y de las encuestas de hogares. Con base en la estimación oficial de producción del Ministerio de Agricultura, la hoja de balance alimentario indica el consumo de papa en alrededor de 18 kg por habitante. Sin embargo, las encuestas de hogares para determinar consumo realizadas recientemente a nivel nacional, estima un consumo promedio de papa cercano a los 25 kg.

Desafortunadamente, las encuestas por lo general se realizan en áreas urbanas; es raro disponer de cifras para áreas rurales. Otra limitación de las encuestas publicadas es que pocas incluyen estimaciones específicas de consumo de papa. Se dan estimaciones generales para todos los cultivos de raíces o alimentos almidonosos. Por estas razones, es necesario realizar estudios especiales para determinar patrones de consumo de papa en muchas áreas.

Grupos de consumidores

En la mayoría de los países, hay diferencias sustanciales en los patrones de consumo de papa de: productores de papa, habitantes urbanos en áreas productoras de papa, residentes de centros de consumo importantes, agricultores en zonas donde no se produce papa, expatriados y grupos étnicos minoritarios, y consumidores institucionales.

El flujo de mercado de papa principal es desde áreas productoras a grandes mercados urbanos. Desde estos últimos, sólo una pequeña proporción de la papa comercializada puede trasladarse a centros de distribución en pequeños pueblos y áreas rurales. Dada la acumulación de costos que implica la comercialización de papa, el precio al por menor por lo general es menor en las áreas rurales productoras y se va haciendo progresivamente mayor en pueblos ubicados en las áreas rurales productoras, en capitales regionales y nacionales, en pueblos de áreas no productoras, y en áreas rurales no productoras de papa. Los niveles de consumo tienden a variar inversamente con los niveles de precio. Más aún, dentro de cada área, el consumo de papa normalmente variará con el nivel de ingreso. En países en desarrollo, con la excepción de la América del Sur andina y templada, la gente adinerada usualmente come más papa que la gente pobre en la misma localidad.

Los productores de papa tienen un mejor acceso a papa barata que cualquier otro grupo consumidor y, por lo tanto, tienden a consumir más que los otros grupos. Sin embargo, si las papas son una hortaliza cara, inclusive los consumidores urbanos adinerados y los extranjeros pueden tener los mayores niveles de consumo.

Aparte de los productores, los vendedores de papa mayoristas y minoristas tienen el acceso más fácil a papa barata. Los centros comercializadores en las zonas productoras tienen precios de la papa menores que otras ciudades, especialmente en la época de cosecha. Por lo tanto, sus niveles de consumo pueden dar una indicación de la demanda urbana potencial de papa a precios relativamente reducidos. Las familias agricultoras ubicadas fuera de las zonas productoras de papa tienen el peor acceso al mercado de papa y deben pagar por ella un precio mayor. Estas familias también tienden a tener bajos ingresos y un acceso fácil a otros alimentos más baratos que ellos mismos producen. En consecuencia, estos consumidores por lo general comen menos papa que los otros grupos.

Todos los países tienen grupos cuyos patrones de consumo difieren de los de la población general debido a atributos especiales, ya sea económicos, sociales, culturales o políticos. Por ejemplo, los extranjeros traen con ellos una serie de hábitos alimentarios que nunca se acomodan por completo al nuevo ambiente. En la mayoría de los países en desarrollo, los extranjeros provenientes de Europa Occidental tienden a consumir más papa que la población local. Grupos étnicos diferentes que viven en la misma localidad,

con el mismo nivel de ingreso, y ante un mismo precio, también pueden tener niveles de consumo marcadamente diferentes. En ciudades indonesas, por ejemplo, los descendientes de chinos comen más papa que los residentes relacionados a otras etnias de su mismo nivel socioeconómico.

Encuestas realizadas en países tales como Indonesia, Guatemala y Ruanda indican que dentro de una localidad, ya sea urbana o rural, el consumo de papa por habitante se correlaciona positivamente con el ingreso familiar. Comparando entre áreas, se encontró que el consumo mayor se da en zonas productoras de papa y en grandes ciudades, y que el menor corresponde a áreas rurales donde no se produce papa. En áreas productoras de papa, las familias agricultoras más adineradas consumían más papa que las más pobres. En algunas instancias, este patrón de conducta se relaciona con la falta de instalaciones para el almacenamiento de los agricultores pobres, pero por lo general radica en la tendencia que tienen las familias pobres a vender una mayor parte de su cosecha y comprar con ello alimentos más baratos.

Las encuestas en Perú revelan que los niveles de consumo difieren mucho entre las tres regiones agroecológicas mayores del país. En las tierras altas, la papa es un alimento popular de extrema importancia: en muchas áreas el consumo por habitante es alrededor de 0,5 kg/día, o más de 150 kg/año. En la costa, donde otros alimentos populares de bajo costo, como fideos, pan, y arroz compiten con la papa, el consumo urbano es menor y de carácter altamente estacional. En la cuenca del Amazonas, donde es tecnológicamente imposible cultivar papa, el consumo de papa por habitante es muy bajo. El transporte de papa a esta región es muy costoso, y el almacenamiento es extremadamente difícil en su clima cálido y húmedo. En consecuencia, la gente tiende a consumir mayormente alimentos locales, tales como arroz, plátano y yuca, y -en menor medida- cereales y legumbres.

Patrones de consumo

Los ejemplos citados ilustran la gran diversidad de costumbres respecto al consumo de la papa. No obstante, pueden detectarse ciertos patrones en la frecuencia y cantidad de papa consumida y la relación de la papa con otros elementos alimentarios.

La papa puede ocupar una de cuatro situaciones posibles en una comida. Puede ser el alimento más común, tal como lo fue durante el siglo

diecinueve en una parte importante de Europa, y en ciertas áreas en desarrollo hoy en día, tal como en las tierras altas de Ruanda, India, Nepal, los Andes, y zonas templadas de América del Sur y China. En tales áreas, especies y salsas le dan un toque de variación al siempre presente plato de papa. Segundo, la papa puede ser uno entre varios alimentos comunes o populares. En los mercados de las ciudades de Perú, por ejemplo, es posible que en un mismo plato se sirvan papa, arroz y fideos, en porciones más o menos iguales. Tercero, la papa puede aparecer servida como un importante plato independiente, acompañando uno o más alimentos populares. En este caso, la papa sólo complementa la comida, pero no es una fuente mayor de energía. Esta situación se encuentra en América Central donde las tortillas de maíz y los frijoles constituyen los alimentos básicos populares, y la papa se consume -como hortaliza- regularmente pero en pequeñas cantidades. De igual manera, en la India y Bangladesh la papa se come frecuentemente como una hortaliza, completando al arroz y al trigo, que son los alimentos populares. En estos países, la papa se considera "la hortaliza del pobre", es decir la más barata y más ampliamente consumida por todos los sectores de la sociedad. Finalmente, la papa puede ser el único plato complementario de los alimentos básicos populares. Este patrón es común en Indonesia, Malasia, Filipinas y otros países asiáticos donde la papa es más cara que la mayoría de las otras hortalizas.

Ciertas creencias sobre la papa se relacionan con su función en la dieta. Donde la papa es un alimento básico popular, por lo general se valoriza por sus cualidades como productora de energía y es agrupada junto con granos o con otros cultivos de raíces en vez de hacerlo con otras hortalizas. En contraste, donde la papa es consumida como un bocado exquisito, por lo general no se le asigna gran valor nutricional o energético. En muchos países asiáticos, "alimento" y "arroz" son sinónimos, y todos los otros elementos alimenticios, incluyendo la papa, son meramente guarniciones, aderezos, o condimentos. En este rol, la papa se agrupan con otras hortalizas "de lujo" producidas en la estación fresca, tales como repollo, coliflor, zanahoria, pepino y apio. En el mercado de la ciudad Baguio en Filipinas, la papa se vende en bolsas plásticas, como evidencia de su alto estatus.

Algunos grupos de personas le asignan un significado social especial a la papa. Por ejemplo, en Indonesia las papas se intercambian en fuentes abundantes para cimentar relaciones sociales durante las celebraciones

que siguen al Ramadán, el mes de ayuno musulmán. En los Andes, los campesinos intercambian papas nativas muy estimadas llamadas "papas de regalo" entre parientes, amigos íntimos y allegados rituales.

Factores que influyen en el consumo

La cantidad y frecuencia de consumo de papas están afectadas por varios factores. La importancia del precio y del nivel de ingreso ya se trató en el capítulo 4. En términos de energía y proteína alimentaria, la papa es relativamente más cara en las zonas tropicales y subtropicales que en Europa (cuadro 14). Dado que los ingresos son menores en las áreas en desarrollo y los precios de la papa son mayores, la mayoría de la gente en estas áreas no puede darse el lujo de comer tanta papa como los europeos.



En toda Asia, la papa se expone para la venta junto con otras hortalizas frescas.

Cuadro 14. Precios promedio de la papa en relación a precios de harina de trigo, arroz y salarios urbanos para principales regiones del mundo, 1980.

Región	Precio al por menor ^a (US\$/t)			Precio relativo de la papa contra		Salario a 1930 de albañil (US\$/hr)	Poder de compra de la papa ^b (kg/hr)
	Papa	Trigo	Arroz	Harina de trigo	Arroz		
Europa Occidental ^c	366	719	1.437	0,51	0,25	6,35	17
África al sur del Sahara ^d	720	806	883	0,89	0,82	0,82	1
África del Norte							
Cercano Oriente ^e	390	369	651	1,05	0,60	2,58	7
América Latina ^f	560	643	931	0,87	0,60	1,54	3
Asia ^g	435	511	528	0,85	0,82	0,49	1

^a Convertido a partir del precio en moneda local, usando el tipo de cambio oficial.

^b Nivel de salario dividido por el precio de la papa.

^c 13 países.

^d 7 países.

^e 6 países.

^f 14 países.

^g 10 países.

Fuente: Desarrollo a partir de información en *Bulletin of Labour Statistics*, Internacional Labour Office (Boletín de Estadísticas Laborales, Oficina Internacional del Trabajo). (Ginebra, 1983).



En el mercado de la ciudad de Baguio en las Filipinas, la papa se ofrece en bolsas de plástico indicando su estatus como un alimento "de lujo".

Los tabúes las hambrunas, las influencias extranjeras y el estatus social también pueden modelar los patrones de consumo de la papa. Cuando se introdujo la papa en Ruanda, se le consideraba algo tabú, y la gente local no la consumía en absoluto. Se creía que si alguien la comía, sus vacas se enfermarían y morirían, o que la leche de su vaca se echaría a perder.

Los colonizadores europeos influyeron grandemente sobre los hábitos alimentarios en los países en desarrollo. Los administradores coloniales a menudo introdujeron el cultivo de la papa. En Ruanda, misioneros y directores de colegios belgas estimulaban a los niños en internado a comer papa. Las variedades holandesas introducidas en Indonesia todavía se cultivan y se prefieren en forma generalizada debido a su piel blanca y pulpa amarilla. Los ingleses promovieron el consumo de papa en Kenia, así como también en el sur de Asia. En las Filipinas, el consumo aumentó luego de la ocupación norteamericana.

En el sudeste de Asia, aunque la papa es cara en relación con otros alimentos comunes populares y hortalizas nativas, también se asocia con hábitos occidentales prestigiosos de comida. Por lo tanto, el consumo conspicuo de papa es una manera de demostrar abundancia económica y asimilación de cultura occidental. En Singapur, el comer papas fritas en Mc.Donald's es un símbolo de estatus entre los jóvenes.

Tipo y calidad de papa

Las preferencias de los consumidores por tipos y calidades de papa varía muchísimo entre localidades, y aún dentro de una misma localidad, los consumidores prefieren diferentes papas para diferentes preparaciones de comidas. En Filipinas, por ejemplo, las personas que cocinan en Luzón eligen tubérculos con piel roja para preparar ensaladas y los de piel blanca para cocinar con carnes y hortalizas. Pero en Mindanao, los consumidores prefieren la papa con piel blanca, pues creen que los de piel roja se malogran pronto. En Indonesia, los consumidores rechazan la papa de piel roja o púrpura porque se les parece a la batata (camote o boniato), el cual es un alimento con estatus bajo.

En muchos países, los consumidores prefieran la papa cultivada en ciertas áreas específicas. Por ejemplo, en Guatemala, la villa de Santa Rosa fue un área líder en la producción de papa por muchos años, las cuales eran altamente preferidas por los consumidores en las ciudades. A mediados de la década de 1980 la producción del área de Santa Rosa había caído abruptamente; sin embargo, los vendedores ofrecen papa originada en muchas otras localidades como "papas de Santa Rosa", y los consumidores siguen pagando precios muy altos por ellas.

La significancia que se da al tamaño y forma del tubérculo, al color de su piel y pulpa, y a su calidad de cocción depende en parte de como se usará la papa y también del grupo de consumidor en cuestión. La mayoría

de los consumidores prefieren papa grande en vez de pequeña, pero en muchos lugares -desde Perú y Colombia, hasta Nepal, Bangladesh e Indonesia- las papa pequeñas de variedades tradicionales son muy estimadas para ciertas comidas.

Más aun, la papa de tamaño medio a menudo se vende a precios mayores que la más grande, que a menudo tiene el centro hueco o resquebrajado. En algunas áreas tales como las tierras altas de Perú los consumidores prefieren una papa con alto contenido en materia seca porque mantiene su forma cuando se hierve; mientras que en otras áreas se prefiere una papa con baja materia seca porque se desintegra al hervirla -como en Chile-.

La generalización más amplia que puede hacerse es que independientemente de dónde o en qué papel la papa se consuma, los consumidores buscan y pagan altos precios por papa con cualidades culinarias específicas, las cuales a su vez están asociadas con nombres varietales; tamaños y formas; colores distintivos; y en muchos casos zonas de producción. Cualquier nueva variedad de papa, o papa de una nueva zona de producción no sólo debe producir bien, sino que además debe cumplir con los requerimientos de los consumidores locales o arriesgar una penalización en precios.

Notas bibliográficas

Se han realizado muchos estudios sobre el valor nutricional de la papa. Desafortunadamente, la mayoría de las publicaciones tienen un enfoque estrecho, altamente técnico e inaccesible a personas que no son especialistas. Se usan numerosos criterios para realizar la evaluación nutricional, y los materiales y métodos difieren entre estudios. En consecuencia mucha información aparentemente contradictoria resulta de diferentes autores que miden cosas diferentes o las miden de distintas maneras.

Contrastando con la vasta literatura sobre el valor nutricional de la papa, poco se ha escrito sobre consumo de papa, especialmente en áreas en desarrollo. Para que investigadores y planificadores puedan disponer de información confiable sobre consumo y nutrición de la papa, el CIP patrocinó una serie de estudios sobre consumo de papa en países en desarrollo, algunos de los cuales se incluyen en Poats (1983), e hizo los

arreglos para la preparación de un libro en que se detallan aspectos nutricionales de la papa (Woolfe, 1987*).

La sección de este capítulo sobre aspectos nutricionales está enteramente basado en Woolfe (1987). La sección sobre consumo de papa está basada en Poats (1983).

* Nota del editor. El libro fue publicado en 1992 en inglés por Cambridge University Press.

Sistemas de producción de la papa

Se ha escrito más sobre como debería producirse la papa en los países en desarrollo que sobre como se produce en realidad. Las publicaciones de investigación que tratan el tema de la papa, por lo general presentan resultados de estudios técnicos especializados realizados en laboratorios o en parcelas experimentales. Muchos programas de investigación y extensión en papa en países en desarrollo no han tenido éxito debido a la falta de información adecuada sobre la manera en que se produce la papa y sobre los obstáculos existentes para expandir su producción. Este capítulo brinda información sobre las prácticas reales de producción, lo cual seguramente ayudará a paliar estos problemas.

La papa se cultiva en áreas situadas desde el nivel del mar hasta más de 4.000 m de altitud, y desde el Ecuador hasta más de 40° de latitud norte y sur. Esta vasta área incluye una inmensa combinación de condiciones agroclimáticas. Cada ambiente local presenta un conjunto específico de condiciones que favorecen o que dificultan la producción de la papa, las cuales se reflejan en las prácticas de cultivo de los agricultores de cada ambiente. La mayoría de las variables ambientales que influyen en la producción de papa, tales como altitud y latitud, son de variación continua y no discreta. Dado que es imposible describir una situación en forma continua, se hace conveniente pensar en términos de una tipología simple que incluye zonas de producción de papa en países en desarrollo, que presentan diferencias significativas entre ellas. En tal sentido, y a los efectos de su discusión en este capítulo, se consideran cuatro zonas principales : zonas altas de clima tropicales y subtropicales, zonas bajas de clima tropicales y subtropicales, zonas templadas y zonas mediterráneas (figura 13).

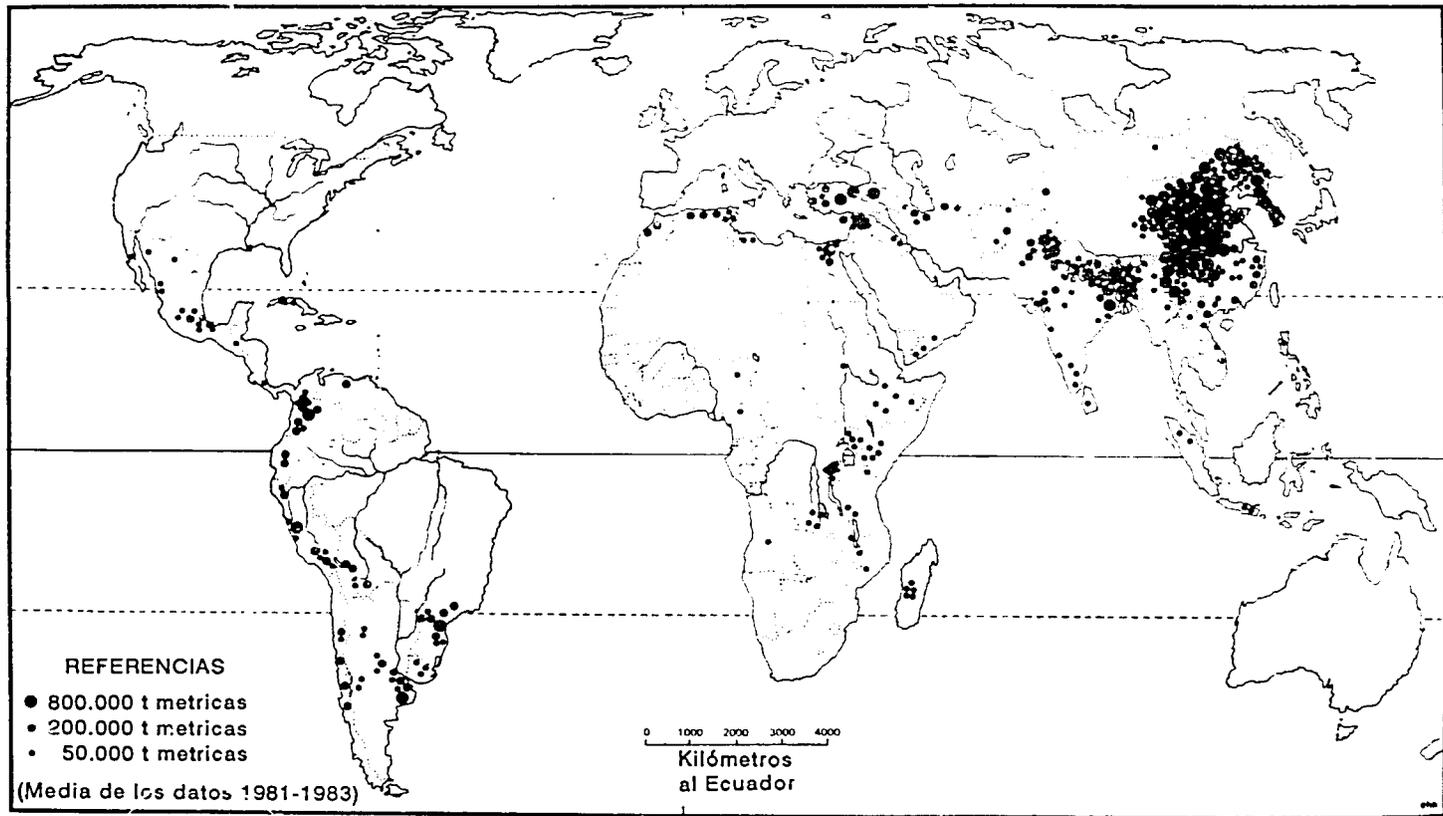


Figura 13. Ubicación aproximada de las principales regiones productoras de papa en países en desarrollo (no se indican países con producciones menores a 25.000 toneladas). Fuente: R. Rhoades, *Potato production zones and systems of developing countries* (Lima: Centro Internacional de la Papa, en prensa). Cartografía por Robert y Ellie Huke.

211-

Las zonas de clima tropicales y subtropicales se pueden definir como aquellas áreas con temperaturas medias mensuales de 10°C o mayores. Las zonas mediterráneas pueden definirse como áreas con un verano seco y un período húmedo y con poca radiación solar, en el cual el mes más frío promedia una temperatura entre 0 y 10°C. Las áreas templadas tienen por lo menos un mes con una temperatura promedio menor que 0°C. En este esquema de clasificación, las zonas templadas incluyen un amplio espectro de climas, fundamentalmente en China, donde son más diversos que los correspondientes al norte de Europa y América del Norte.

Las más importantes zonas elevadas de producción de papa tropicales y subtropicales están en los Andes de América del Sur, el sur de Brasil, México, América Central, África Central y en los Himalayas. Prácticamente, toda la papa producida en Bolivia, Colombia, Ecuador, Etiopía, Kenia, Madagascar, Malawi, Nepal, Ruanda, Uganda, Yemen y Zaire se cultiva en áreas de tierras elevadas. En contraste, toda la papa producida en Bangladesh y la mayor parte de la producida en Birmania, Cuba, India y Pakistán son cultivadas en áreas bajas.

Las áreas de producción de papa en China, Bután, Corea del Norte y del Sur, Afganistán y Argentina se ubican mayormente en zonas templadas. Muchas de estas áreas son elevadas (tierras altas). De acuerdo con la clasificación climatológica de Köppen, en China la papa se cultiva en por lo menos ocho regímenes climáticos diferentes, que difieren según las temperaturas y lluvias durante el verano y el invierno. De ahí que, dentro de la amplia categoría "templado", los ambientes de cultivo varían desde veranos secos y cálidos e inviernos frescos a fríos y secos (norte de China), hasta veranos húmedos con temperaturas medias a cálidas e inviernos secos y frescos (sur de China). En la medida que la producción de papa de China es mayor que la suma de la producción de todos los otros países asiáticos, africanos y latinoamericanos, la zona templada es la responsable por una parte sustancial de la papa cultivada en todos los países en desarrollo.

Las áreas con clima mediterráneo producen una fracción pequeña de la papa del mundo en desarrollo; sin embargo, hay regiones productoras importantes en Argelia, Marruecos, Túnez, Chipre, Irán, Irak, Chile y Turquía.

Los métodos de cultivo y las prácticas de postcosecha en estas regiones difieren. Los sistemas de producción en áreas templadas y en áreas elevadas, particularmente por encima de 2000 m, tienen más en

común entre ellas que con los sistemas de producción de las zonas bajas. Los sistemas en áreas con clima mediterráneo y de mediana altura son intermedias en muchos aspectos. Por ejemplo, áreas templadas y de gran altitud tienen inviernos fríos, por lo que los agricultores usualmente cultivan papa en el verano. Las zonas bajas tienen veranos muy cálidos, por lo que los agricultores usualmente producen papa en el invierno.

En zonas de altitud media y mediterránea, los productores cultivan papa en varios momentos del año, dependiendo del clima local y de las condiciones de mercado. Por lo general, los tubérculos-semillas se producen en zonas templadas y altas, y se llevan a zonas bajas y mediterráneas. El almacenamiento es más fácil en zonas templadas y en zonas altas donde la papa se cosecha antes de la estación fresca, que en zonas tropicales bajas, donde se cosecha al comienzo de la estación cálida.

Dentro de cada una de las zonas definidas de manera general, los sistemas de producción varían, dependiendo de las condiciones ecológicas y socioeconómicas locales. La papa puede ser producida como un cultivo de subsistencia para consumo del hogar o como un cultivo comercial para su venta. Como cultivo comercial, puede ser cultivada en sistemas extensivos o en pequeñas huertas con técnicas más intensivas.

En áreas de subsistencia, los agricultores rara vez plantan más de un cuarto de hectárea de papa, porque esa pequeña cantidad de tierra puede rendir más de una tonelada de papa, lo cual es más de lo que la mayoría de las familias consumen en un año, inclusive en los Andes. Los rendimientos que obtienen los agricultores de subsistencia son generalmente bajos porque no usan insumos comprados. Sin embargo, a menudo produce papa en forma bastante eficiente, en términos del valor del producto generado en relación con los recursos disponibles.

En áreas de cultivo extensivo, comerciales, pueden encontrarse granjas productoras de papa tanto grandes como chicas. Típicamente son numerosas las granjas chicas, en las que los agricultores cultivan papa para autoconsumo, comprando pocos insumos y logrando cosechas bajas. Las pocas granjas grandes tienden a utilizar técnicas de producción más avanzadas y logran cosechas mayores. Pocos agricultores se especializan en la producción de papa debido a los altos costos y riesgos que lleva implícito el cultivo. La mayoría emplean sistemas productivos que incluyen varios cultivos y ganado. La diversificación ayuda a los agricultores a expandir la demanda de insumos a lo largo de la estación de crecimiento

y a reducir el riesgo. Las rotaciones y la mezcla de cultivos ayudan a disminuir las posibilidades de enfermedades y ataque de insectos.

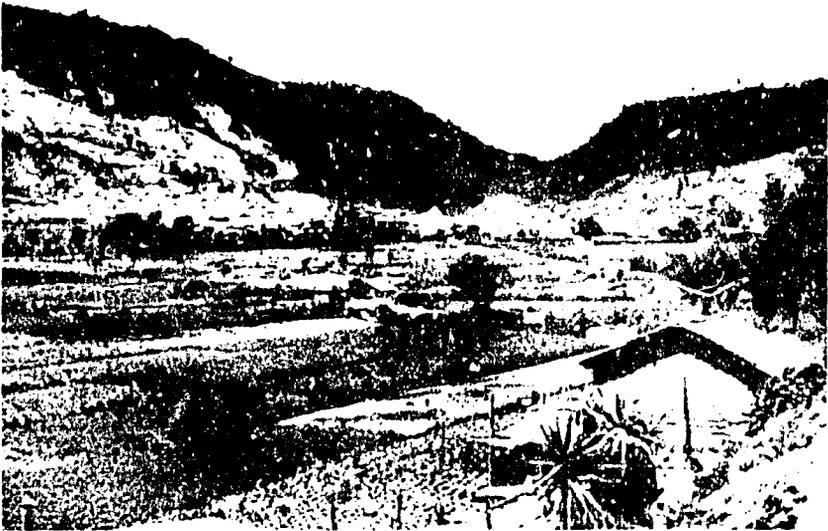
En áreas de huertas orientadas hacia el mercado, donde la papa producida se vende, por lo general la tierra es muy cara, los establecimientos tienden a ser pequeños, el uso de insumos es intenso, y las cosechas son altas. En términos generales, aún los agricultores pequeños son relativamente prósperos debido a los buenos rendimientos, a la posibilidad de cultivos múltiples (a menudo tres o más siembras por año), y al alto valor de la papa y de otras hortalizas.

Las huertas hogareñas constituyen el sistema de producción de papa menos conocido. Los programas de investigación y extensión agrícola usualmente concentran su acción en empresas medianas y grandes; por lo general se considera que las huertas en el hogar tienen poca significancia económica o nutricional. De hecho, la huerta hogareña, la forma de cultivo más antigua y perseverante, es más importante en términos de producción de alimentos de lo que se le reconoce comúnmente.

Las huertas hogareñas usan en forma intensiva la mano de obra y la capacidad administradora de la familia. En muchas partes del mundo han jugado un rol fundamental en la migración de plantas y experimentación agrícola. Dada la división del trabajo de acuerdo a los sexos dentro de la familia, a menudo la responsabilidad de la huerta recae en la mujer, cuya prioridad es normalmente satisfacer las necesidades alimentarias de la familia. Por ello, las mejoras en la producción de estas huertas puede tener un efecto directo y fuerte en la nutrición familiar. Como un objetivo secundario, las familias individualmente pueden producir hortalizas para su venta en los mercados locales. En América Central, África y Asia, la papa constituye una de las hortalizas más cultivada en las huertas de las zonas elevadas.

Producción de papa en las zonas elevadas

Entre los cultivos alimenticios importantes, la papa es el que se cultiva a mayor altitud. En los Andes se cultiva papa en tierras situadas a 4300 metros sobre el nivel del mar. En la zona tórrida, el área montañosa típica que produce papa es fresca pero las temperaturas fluctúan marcadamente entre el día y la noche, y la humedad relativa promedio es alta. Por lo general los suelos tienen buen drenaje pero hay gran variación en altitud, pendiente, fertilidad del suelo y otras variables ambientales que influyen en



En Almolonga, Guatemala, la papa es un componente importante en sistemas productivos de hortalizas de alto rendimiento.

los rendimientos. En consecuencia los métodos de producción y niveles de rendimiento pueden diferir mucho de un campo a otro y de una estación a otra. Los peligros como granizo y heladas causan rendimientos promedio bajos en muchas áreas elevadas. Donde las posibilidades de fracaso del cultivo son altas los agricultores a menudo economizan en la compra de insumos para reducir sus riesgos financieros.

Debido a su lejanía, muchas áreas montañosas no han podido seguir el ritmo de desarrollo agrícola y de integración de mercados de las zonas bajas. Sin embargo, donde la construcción de caminos hacia las áreas montañosas ha reducido los costos de transporte, la introducción de nuevas variedades de cultivos y métodos de producción ha estimulado la producción comercial de hortalizas, incluyendo papa, para su venta en los mercados urbanos de las zonas bajas.

Áreas productoras. En los Andes y en África central, la papa se planta junto a otros tubérculos, granos y legumbres en áreas montañosas por



En áreas montañosas del Asia tropical, la papa es cultivada en áreas para arroz, en sistemas de cultivos basados en el arroz.

encima de 2000 m de altitud. Las áreas elevadas representativas en que se cultiva papa incluyen el norte argentino, el altiplano de Bolivia, los páramos de Colombia, el centro y sur del Perú, y las tierras altas de Etiopía, Kenia y el norte de Ruanda.

Las áreas de altitud media en que se cultiva papa están diseminadas a lo largo y ancho de América Central y del Sur, el lejano Oriente, y Africa al sur del Sahara. Zonas de altitud media representativas incluyen el sur de Brasil, la mayor parte de las tierras altas de Colombia y Ecuador, las pendientes al norte y al este de los Andes peruanos; las tierras altas del centro y sur de México; el norte de India alrededor de Simla; la mayor parte de Nepal; el área de Dalat en Viet Nam; y áreas montañosas en muchas islas como República Dominicana, Haití, Jamaica, las Filipinas y Sri Lanka.

Patrones de cultivo. En los Andes e Himalayas, a altitudes extremas donde el clima riguroso impide plantar muchos cultivos alimentarios, a menudo la papa es el cultivo dominante y compite con la ganadería como la actividad agropecuaria principal. En elevaciones algo menores, la papa es uno de los varios cultivos producidos durante el verano, y en altitudes aún menores en las montañas, la papa compite con un gran número de cultivos por un lugar en sistemas productivos muy variados y que funcionan durante todo el año.

En las áreas más altas, donde los agricultores pueden plantar sólo unos pocos cultivos resistentes a un clima tan riguroso, tales como papa y cebada, su rotación de cultivos típica incluye el barbecho o descanso de la tierra. Hay numerosas razones para dejar la tierra en barbecho. Donde la presión poblacional es baja, el barbechar es una manera económica de permitir la restauración de la fertilidad del suelo. La alternativa -agregar fertilizante- aumentaría los costos de producción y magnificaría la pérdida económica en caso de falla del cultivo. El barbecho también reduce las poblaciones de plagas que habitan en el suelo y que atacan el cultivo de papa. En América del Sur, el período entre cultivos de papa en la rotación incaica tradicional de siete años era justo lo suficiente para reducir las poblaciones de nematodos a niveles económicamente insignificantes. Otra razón para barbechar es permitir el crecimiento de pasturas para el ganado, dado que la ganadería es una empresa muy importante en muchas áreas de tierras altas. En las rotaciones que incluyen barbecho, la papa normalmente es el primer cultivo y también el mejor fertilizado de la rotación. La papa usualmente se planta en hileras; la siembra junto con otros cultivos es inusual.

A elevaciones intermedias, donde la papa es plantada en rotación con otros cultivos, el sistema de hileras y sola es la norma, pero a veces es plantada en hileras, asociada con otro cultivo. El barbecho no es común. En áreas de cultivos extensivos, como en el norte de Perú y de la India, la papa típicamente es rotada con cereales y legumbres. En áreas con producción de huertas para el mercado, como Benguet en las Filipinas y Badulla en Sri Lanka, la papa generalmente se rota con hortalizas.

A elevaciones bajas en áreas montañosas, los agricultores ha creado sistemas productivos más complejos y diversos. La siembra asociada es más común, y algunas veces la siembra en hileras es reemplazada por arreglos especiales complejos de varias especies asociadas. En áreas

con bosques naturales, a veces la papa se planta como un componente de sistemas productivos de tala y quema de árboles, junto con maíz, frijoles, yuca, batata (o camote), y otros cultivos alimenticios.

En las áreas elevadas donde las fechas de siembra dependen de ciclos climáticos, es posible la siembra temprana y tardía en áreas sin heladas y con riego. En áreas más bajas, donde las heladas no constituyen un problema, los agricultores tienen mayores opciones para sus decisiones de fecha de siembra. Sin embargo, la amenaza de tifones o el ataque de tizón tardío pueden desanimar la siembra en ciertos momentos del año.

Variedades. La variedad que un agricultor cultiva a menudo refleja patrones históricos de colonización y comercio, así como también el ambiente productivo, sistema de producción de cultivos, requerimientos de alimentos y preferencia de los consumidores. Variedades nativas de la subespecie *S. tuberosum* spp *andigena* se cultivan a todo lo largo de los Andes, pero en ningún lugar más. En áreas con una estación de crecimiento prolongada (5 a 7 meses) seguida por un período fresco de igual duración, los agricultores prefieren variedades de maduración tardía con un período de reposo largo. Estas características permiten a los agricultores aprovechar el máximo la estación de crecimiento y almacenar papa para su posterior consumo, venta, o uso como tubérculo-semilla. En las áreas altas de los Andes, donde la helada es inevitable, los agricultores cultivan variedades amargas resistentes a la helada, las cuales deben ser procesadas antes de su consumo. Los agricultores que no tienen problemas frecuentes con la helada plantan variedades que pueden consumirse sin procesamiento.

En áreas donde es común el tizón tardío, los agricultores buscan variedades resistentes a esta enfermedad. Si las condiciones ambientales permiten el cultivo de otras especies antes y después de la papa (por ejemplo, en la mayoría de las áreas productoras de hortalizas), los agricultores generalmente eligen plantar variedades de maduración rápida. En áreas donde los tubérculos-semilla deben mantenerse durante varios meses antes de su siembra, se prefieren las variedades con períodos largos de reposo. Donde los tubérculos-semillas, deben almacenarse sólo por períodos cortos, se prefieren las variedades con reposo corto, que pueden ser plantadas al poco tiempo de la cosecha.

Cuando los agricultores eligen una variedad, además del rendimiento y condiciones para su almacenamiento, consideran las características de cocción, calidad culinaria, y preferencias del mercado. Los gustos de los consumidores varían considerablemente. Los consumidores generalmente

prefieren las variedades locales con las cuales están familiarizados, y están dispuestos a pagar más por ellas, gracias a lo cual, en algunas áreas es rentable cultivar viejas variedades clásicas que, a pesar de que no rinden mucho en la cosecha, tienen altos precios de venta en el mercado.

Sistemas de semilla. En las zonas tropicales y subtropicales, la mayoría de los productores de papa son conscientes, de que los tubérculos-semillas provienen de áreas altas -ambientes desfavorables para los áfidos que transmiten virus- por lo general son más sanos y generan cultivos más vigorosos que tubérculos-semillas provenientes de zonas más bajas. Como resultado, en muchos países se ha desarrollado un sistema informal e intrincado para el abastecimiento de tubérculo-semilla, que une a los productores del mismo ubicados en las tierras altas con los agricultores en áreas más bajas. Los agricultores de las tierras altas, quienes por lo general no tienen riego, a menudo plantan tubérculos-semillas más chicos y menor cantidad por hectárea que lo que recomiendan los extensionistas. En la medida que los rendimientos de papa son bajos y que es frecuente la falla del cultivo, esta práctica reduce los riesgos de producción. En las áreas de menor altitud, donde el riego es más generalizado y los rendimientos son mayores y más estables, los agricultores generalmente plantan tubérculos-semillas más grandes y en mayor cantidad por hectárea.

Cultivo. La papa necesita una buena preparación del suelo si se quiere obtener rendimientos altos. En áreas montañosas, debido a que es difícil romper el suelo trabajando con animales de tiro luego de un período de barbecho, los agricultores usan azadas o implementos especializados, tal como el arado andino de pie, aunque en algunas áreas se usan tractores. En las huertas cuya producción se destina al mercado la mayoría de las operaciones se hacen a mano, dado lo pequeño del área y el alto valor de la producción.

Como regla general, los agricultores de las tierras elevadas fertilizan la papa mucho más que el resto de sus cultivos. En uso de estiércol animal es común. Si no se dispone localmente del estiércol, los agricultores lo traerán de áreas donde hay. Actualmente, los fertilizantes químicos artificiales se usan en forma generalizada en la mayoría de las áreas productoras de papa. Los agricultores tienden a usar dosis mayores en cultivos irrigados artificialmente que en los que no tienen ese riego, y en las huertas orientadas al mercado que en los sistemas de producción extensivos. Pero en los cultivos a gran altitud, donde el riesgo de falla del cultivo es

alto, por lo general no se usa mucho fertilizante químico, y en áreas lejanas como el norte de Ruanda y el este de Guatemala, donde los fertilizantes químicos son escasos, la papa se cultiva sin ellos. Los agricultores agregan materias orgánicas y cuando la fertilidad del suelo disminuye, comienzan a cultivar áreas nuevas.

La papa tiene menos problemas de plagas en regiones altas que en áreas de poca altitud. Sin embargo, en la medida que se intensifica el cultivo en las regiones montañosas, también se incrementa la incidencia de plagas. El uso de plaguicidas se está expandiendo a medida que aumenta su disponibilidad y la de aspersoras. Sin embargo, en algunas áreas no se está asperjando porque no se dispone de agua en el campo para preparar las soluciones químicas.

Por lo general, el tizón tardío es la enfermedad más importante en las áreas productoras de gran altitud, y el marchitamiento bacteriano es una traba a la producción importante en zonas de altitud media.

Dado que no es posible curar las enfermedades que atacan el cultivo, los agricultores usan varias estrategias para evitarlas. Para evitar el ataque de tizón tardío, cada vez más los productores tratan de obtener variedades resistentes, si existen en su localidad. También pueden asperjar los cultivos atacados si tienen fungicidas a su disposición. Para reducir el daño causado por la marchitez bacteriana, se evita plantar papa en campos donde se sabe que la enfermedad está presente. Muchos productores deciden "vivir con" la marchitez bacteriana rotando la papa con otros cultivos resistentes a la marchitez. Los agricultores tratan de evitar los ataques de enfermedades causadas por virus comprando las semillas provenientes de áreas productoras de mayor altitud que están relativamente libres de virus.

Costos de producción. El nivel y la estructura de los costos de producción difieren mucho entre distintas localidades (cuadro 15). En sistemas con una orientación comercial, los costos generalmente se ubican en más de US\$ 1000 por hectárea. En áreas de huertas orientadas al mercado los costos son mayores como en la provincia de Benguet en las Filipinas, y son mínimos en las áreas orientadas a la subsistencia, como en el norte de Ruanda. En las regiones donde se produce localmente tubérculo-semilla de calidad razonablemente buena, como Kenia y la Sabana de Bogotá en Colombia, éste representa un costo de alrededor de 20% del total del costo de producción. En otras áreas, como Guatemala, donde los lugares apropiados para la producción de semillas son limitados,

Cuadro 15. Distribución de gastos por tipo de insumo para la producción de papa en varias áreas.

Area	Costo (US\$/ha)	Distribución (%)					Total
		Semilla	Mano de obra	Fertilizante	Pesticidas	Tracción ^a Equipo, Combustible	
Áreas altas							
Ruhengeri, Ruanda	300	38	62	0	0	0	100
Kenia	600	21	54	12	7	6	100
Sabana de Bogotá, Colombia	1200	24	34	22	14	6	100
Benguet, Filipinas	1900	55	16	17	10	2	100
Quezaltenango, Guatemala	1500	53	10	17	15	5	100
Áreas bajas							
Cañete, Perú	1700	38	20	17	11	14	100
Dacca, Bangladesh	2600	37	27	20	15	1	100
Pujab, India	n.a.	45	27	18	6	4	100
Áreas templadas							
Puerto Varas, Chile	2400	33	15	21	31	0	100
Corea del Sur	n.a.	32	38	3	26	1	100

a: Incluye animales de tiro, herramientas e implementos. b: Puede no sumar 100 debido a redondeos.

Fuentes: D. E. van der Zaag y D. Horton. Producción y utilización de la papa en una perspectiva mundial con referencia especial a las zonas tropicales y subtropicales, en *Research for de potato in the year 2000*, ed. W.J. Hooker, 44-58 (Lima: Centro Internacional de la Papa, 1983); y H. Horton *et al.*, cultivos de raíz y tubérculo-semilla en países en desarrollo, en *Proceeding of the sixth symposium of the International Society for Tropical Root Crops* (Lima: Centro Internacional de la Papa, 1984).

o las Filipinas donde los tubérculos-semillas deben ser importados, el costo de éstos puede representar más de la mitad del costo total de producción. El uso de fertilizantes químicos y plaguicidas depende de su disponibilidad y precio. Los agricultores de Ruanda no usan insumos químicos porque no existen en los mercados locales. En otras áreas altas la mayor parte del costo de pesticidas se debe al uso de productos fungicidas. El alto costo de la semilla importada de lugares como Filipinas resalta la necesidad de desarrollar sistemas económicos para lograr la multiplicación local de la semilla importada, o para producir localmente tubérculo-semilla de alta calidad.

Tecnología de cosecha y postcosecha. La papa puede cosecharse en cualquier momento después de comenzar la formación del tubérculo. La opción de cosecha temprana -es decir antes de la senescencia- hace que la papa pueda llenar vacíos en muchos sistemas de producción que son demasiado cortos para permitir el crecimiento de un cultivo cerealero o de legumbres con sus períodos bastantes fijos o prolongados. A pesar del relativamente bajo rendimiento de los tubérculos inmaduros y de su vulnerabilidad al daño en su manipuleo y almacenamiento, a menudo los agricultores deciden cosechar sus cultivos de papa temprano para lograr un mayor precio estacional. La papa "temprana" por lo general se vende a precios que son dos o tres veces mayores que el correspondiente al del grueso del cultivo. Otra razón por la cual los agricultores pueden decidir una cosecha temprana de la papa es dejar libre el campo para la siembra de otro cultivo. Esto es común en las huertas con producción orientada al mercado. Los agricultores de subsistencia pueden cosechar parte del cultivo temprano porque necesitan alimento antes del momento de la cosecha principal. Los tubérculos que permanecen sin tocar en la tierra continúan aumentando su volumen hasta su cosecha posterior. En el caso que ocurra un ataque severo de enfermedades o insectos, una cosecha temprana constituye una manera de salvar el cultivo. Los agricultores que producen tubérculo-semilla pueden cosechar temprano para evitar un ataque de virus.

Algunos agricultores eligen cosechar tarde. Estos dejan la papa en la tierra luego del momento de la cosecha como un "almacenamiento en el suelo" para su posterior consumo, venta, o para usar como tubérculo-semilla; ésto sucede sólo cuando no se piensa sembrar otro cultivo en esa tierra, cuando el suelo no tiene plaga y no hay problemas de robo.

Muchos productores en las tierras altas almacenan parte de sus cosechas en sus casas o en estructuras externas de múltiple propósito para su posterior consumo o uso como tubérculos-semillas. Pocos agricultores invierten en la construcción de estructuras especializadas para el almacenamiento de papa con destino al mercado pues las cosechas no son seguras en las áreas montañosas, y es difícil predecir los precios de venta. Sin embargo, en el caso de tubérculo-semilla, muchos agricultores -particularmente en las áreas de huertas orientadas al mercado- están construyendo ambientes de almacenamiento especializado.

Los sistemas tradicionales de procesamiento de la papa, que aprovechan las temperaturas frescas y alta radiación solar, se encuentran en los Andes y en los Himalayas. Estos sistemas se basan en el uso de papa de descarte o excedentes, o de variedades amargas, las cuales tienen un valor económico mínimo a menos que se procesen. Sin embargo, los productos procesados no tienen una demanda generalizada, y el uso de estos sistemas tradicionales de procesamiento parece estar declinando. El procesamiento industrial en gran escala de papa no es común en las tierras altas.

Producción de papa en tierras bajas

Pocos agricultores cultivaban papas en las áreas bajas de climas tropicales, hasta hace poco tiempo. Las variedades no estaban adaptadas, los sistemas para el abastecimiento de semillas eran rudimentarios, y la infraestructura para el almacenamiento de tubérculos en áreas cálidas pocas veces existía. Además, no eran ampliamente conocidas las prácticas culturales adecuadas para la producción de papa en ambientes cálidos.

Desde la Segunda Guerra Mundial, las condiciones socioeconómicas y los avances tecnológicos se han unido para tornar las tierras bajas áridas en áreas irrigadas con la producción de papa más dinámica y productiva del mundo en desarrollo. Se comenzó a usar variedades de maduración temprana y alto rendimiento. Han mejorado los sistemas de producción y distribución de semilla, se ha expandido la capacidad para almacenamiento en frío, y los agricultores han desarrollado métodos ingeniosos para mantener la papa sin refrigeración por algunos meses. A través de la investigación aplicada por parte de especialistas y la experimentación por prueba y error de los agricultores, se han desarrollado nuevas prácticas culturales y sistemas de cultivo para explotar el potencial genético de la

papa, en las condiciones de crecimiento ideales que ofrecen muchas áreas de tierras bajas irrigadas. El resultado ha sido una expansión extremadamente rápida de la producción de papa.

Áreas productoras. Se encuentran importantes áreas bajas productoras de papa en la planicie Indo-Gangética (Bangladesh, India, Pakistán), Egipto, el delta del Río Rojo en Viet Nam, el sur de China, Cuba y la costa peruana. En muchas de estas áreas, la papa todavía sigue teniendo un costo de producción mayor que el de otros cultivos alimentarios comunes, y se consume como una hortaliza. Sin embargo, debido a lo rápido del cambio tecnológico, la papa se está volviendo cada vez más barata, lo cual está aumentando la importancia de la papa en las dietas de la gente en estas áreas.

Las tierras bajas están empezando a ser una fuente importante de papa para los grandes mercados urbanos, y en algunos países aportan una parte importante a la producción nacional del tubérculo. En el Perú, los agricultores de la costa proveen la mitad de la papa consumida en el área metropolitana de Lima. En India y Pakistán, actualmente más de la mitad de la producción total se origina en las planicies, y en Bangladesh, donde no existen áreas montañosas, la papa constituye el cultivo invernal más rentable.

Patrones de cultivo. En las tierras bajas de los climas tropicales y subtropicales, la papa por lo general se cultiva en suelos bien drenados durante la estación invernal seca, ya sea con riego o en áreas con abundante humedad residual. La papa necesita un período mínimo de 60 días con temperaturas nocturnas por debajo de 20°C. Las condiciones ambientales son más uniformes en las zonas de baja altitud que en las tierras altas. En estas tierras bajas se produce una gran variedad de cultivos, dependiendo de las condiciones de mercado local, y el tamaño de los predios es muy variable. La mayor parte de la papa se comercializa en el mercado. Debido a que el ambiente es bastante uniforme y a que los productores orientan su producción hacia el mercado, la tecnología varía menos en las zonas bajas que en las áreas ubicadas a mayor altitud. Por lo general los rendimientos de la papa son más altos, y los rendimientos en los predios pequeños pueden igualar o superar los de gran tamaño, salvo cuando existen limitaciones institucionales para que los pequeños agricultores accedan a créditos, mercados o nuevas tecnologías.

Dado que la papa tiene una estación de crecimiento corta, altos rendimientos y alto precio de venta, es un cultivo invernal atractivo en

áreas de baja altitud en la zona tórrida, donde la humedad del suelo es adecuada, los problemas de plagas son controlables, y las temperaturas nocturnas son lo suficientemente bajas como para asegurar la tuberización.

Variedades. Hasta hace poco tiempo, no se habían creado variedades para las tierras bajas. Las variedades con buenas características de almacenamiento tenían baja producción en climas cálidos y viceversa. En las áreas donde el clima limita la estación de crecimiento o se dispone fácilmente de otras opciones de cultivo rentables, los agricultores prefieren variedades de crecimiento rápido. Los agricultores que mantienen tubérculos en estructuras de almacenamiento sin refrigeración, generalmente prefieren variedades con un período largo de reposo. Desafortunadamente, muchas de estas variedades también tienen un ciclo largo de crecimiento. Por lo general, los agricultores adoptan rápidamente las variedades adaptadas a condiciones de crecimiento con altas temperaturas, tan pronto están disponibles.

Sistemas de "tubérculo-semillas". La baja disponibilidad de "semilla" de buena calidad a precio razonable ha dificultado la producción de papa en áreas de tierras bajas. Debido a las altas poblaciones de insectos que existen en las áreas bajas, los tubérculos-semillas producidos localmente se ven severamente infestados con enfermedades virósicas, tanto en el campo como en el almacenamiento. Más aún, los productores en áreas cálidas tienen dificultad para mantener en buenas condiciones la papa almacenada. Por eso, muchos agricultores prefieren traer tubérculo-semilla producidos en áreas con mayor altitud o importarlos del extranjero.

La producción de tubérculo-semilla en tierras bajas tiene requerimientos técnicos e institucionales. Requiere un programa bien organizado, con personal entrenado e instalaciones para realizar el estudio y seguimiento de áfidos, pruebas de laboratorio, e inspección, y para almacenarla y distribuirla. También se debe hacer investigación local para entender las dinámicas de las poblaciones de insectos y para solucionar los problemas de degeneración causadas por virus y de fisiología de semillas.

En varias áreas de baja altitud, programas exitosos de tubérculos-semillas han contribuido a una expansión rápida de la producción de papa. Por ejemplo, en México durante la década de los años 60, el programa de semillas vinculó a los productores de papa para consumo de las áreas bajas con los productores de semilla de las tierras altas. En la India, se desarrolló un sistema de semillas efectivo en las áreas bajas que independizó a los agricultores de las planicies de la semilla producida en

zonas de mayor altitud. El hacer disponible tubérculos-semillas sanos a precios razonables en el momento óptimo para la siembra estimuló la expansión de las áreas productoras de papa y llevó a rendimientos mejores en las tierras bajas.

Los productores de papa en las áreas bajas normalmente plantan con mayor densidad que los agricultores en áreas montañosas. En áreas bajas irrigadas la producción de papa responde más al uso de insumos que cultivos en tierras altas sin riego, y los riesgos productivos también son menores. Cuando se dan enfermedades que se transmiten por el tubérculo (particularmente la marchitez bacteriana), los agricultores generalmente plantan tubérculos enteros. Si se quiere romper el reposo y acelerar la emergencia de un cultivo más uniforme, a menudo se cortan los tubérculos-semillas.

Cultivo. Los agricultores de las áreas bajas en zonas tropicales cultivan papa en la estación invernal fresca, mientras que en zonas subtropicales también se pueden cultivar en primavera u otoño. En los establecimientos de gran tamaño se tiende a usar equipamiento con tractor para la preparación de tierras, pero en muchos establecimientos chicos se usan animales de tiro. La plantación, el control de malezas, el laboreo del cultivo y la cosecha se hacen generalmente a mano, a no ser que haya escasez de mano de obra. Durante la cosecha, algunas veces se usan levantadores con tractor o animales de tiro. Por lo general, los agricultores plantan la papa en hileras como monocultivo.

En las tierras bajas irrigadas, los agricultores agregan mucho estiércol, fertilizante y pesticidas dada la alta respuesta en rendimientos y la ocurrencia usual de ataques severos de plagas y enfermedades.

Costos de producción. Es difícil encontrar tubérculo-semilla de buena calidad, aunque sean importados. Por esta razón, éste es generalmente el insumo más costoso en la producción de papa en las zonas bajas (como se mostró previamente en el cuadro 15). Como en las áreas bajas irrigadas los rendimientos tienen una alta respuesta a la aplicación de fertilizantes, por lo general éstos constituyen el segundo insumo más costoso. El impacto de los plaguicidas en los costos de producción todavía es bajo en la mayoría de las áreas productoras de las tierras bajas; sin embargo, ya se han vuelto significativos en algunos lugares.

Tecnología de cosecha y postcosecha. Los agricultores cosechan temprano así puede planta otro cultivo luego de la papa, si piensan que los precios van a caer, o si estiman probable tener pérdidas por plagas o clima

adverso. En tierras bajas es raro que demoren la cosecha luego de la senescencia, pues en la mayoría de los casos puede plantarse otro cultivo inmediatamente, y porque la papa no se mantiene bien en suelos tibios.

Como en las áreas bajas tropicales la papa usualmente es un cultivo de invierno, los tubérculos cosechados deben ser almacenados y comercializados durante los meses cálidos. Pueden ocurrir grandes pérdidas durante el manipuleo, transporte y almacenamiento. Hasta hace poco tiempo, los productores en áreas cálidas no podían mantener la papa por períodos largos, por lo cual los precios caían abruptamente en el momento de la cosecha, se acumulaban excedentes, y mucha papa se echaba a perder antes de poder deshacerse de ella. A menudo los productores perdían dinero con esos cultivos, y los consumidores no llegaban a establecer el hábito de consumir papa porque se terminaban sus existencias a los pocos meses de la cosecha.

Las dificultades de almacenamiento también limitaban la posibilidad de los agricultores para guardar su propio tubérculo-semilla de una estación a la siguiente, lo cual los hacía depender del proveniente de las tierras altas o del extranjero. Esta situación hacía que el tubérculo-semilla fuera caro y que pocas veces estuviera disponible en el estado fisiológico óptimo cuando los agricultores querían plantar.

Los agricultores han desarrollado sistemas ingeniosos para almacenamientos de corto plazo. Dado que en las áreas bajas el problema fundamental es el calor, la mayoría de los sistemas implican el mantener las papas en lugares oscuros y bien ventilados ubicados en casas, debajo de árboles, o en edificaciones externas especialmente diseñadas. Si la humedad es baja, los agricultores pueden mojar las paredes o el piso con agua para reducir la temperatura de almacenamiento. Los materiales que se usan para esas construcciones varían mucho. En Egipto, por ejemplo, las estructuras permanentes se hacen con ladrillos de barro, mientras que en la costa peruana las estructuras de almacenamiento temporal se hacen con cañas y techo de paja.

En almacenamiento tradicional sin refrigeración pueden ocurrir pérdidas sustanciales luego de unos pocos meses. En consecuencia, la introducción del almacenamiento refrigerado que permite mantener la papa por varios meses ha influido fuertemente en la producción y uso de papas en muchas áreas de baja altitud. La disponibilidad del almacenamiento en frío ha sido un factor clave para permitir la producción de tubérculos-semillas en las planicies de la India. La expansión del almacenamiento en frío en

Bangladesh ha hecho posible que los consumidores puedan disponer de la papa luego de la cosecha por un período mayor que antes. Pero el almacenamiento en frío es caro de construir, así como también son caros su operación y mantenimiento. Los cortes o fallas eléctricas ocasionales y una administración o manejo inapropiado a menudo causan pérdidas muy importantes. La mayoría de las instalaciones de almacenamiento con frío se han construido dentro o cerca de las ciudades más importantes, por lo cual quienes se han visto más beneficiados son los consumidores urbanos y agricultores cercanos. Las áreas distantes, donde por lo general se encuentra la más severa pobreza y malnutrición, han recibido pocos efectos de este tipo de tecnología con gran componente de capital.

El procesamiento de la papa no se ha desarrollado de manera significativa en las áreas de tierras bajas.

Producción en zonas templadas

Áreas productoras. Las zonas templadas constituyen el tercer ambiente importante en que se cultiva papa en los países en desarrollo. Las principales zonas templadas productoras de papa están en el norte de Asia (China, Corea del Norte y Corea del Sur) y América del Sur (sur de Chile y sur de Argentina). También se encuentran zonas importantes de producción de papa en áreas templadas de Afganistán, Irán, Pakistán, Siria y Turquía. La papa se cultiva en verano y depende del agua de lluvia, ocasionalmente suplementada con riego. En algunas pocas áreas la papa se cultiva en base en la humedad residual del suelo. Dada la similaridad en las condiciones de crecimiento, los sistemas de producción de papa en las zonas templadas de algunos países en desarrollo y en naciones industriales son comparables. Por ejemplo, los predios productores de papa en el sur de Argentina y Chile son similares a los del noreste de los Estados Unidos y Alemania Occidental. Sin embargo, también existen diferencias, particularmente en Asia. Esto se debe a lo variado de los climas en zonas templadas de los países en desarrollo, así como también a diferencias en el contexto socioeconómico de la producción de papa, el cual incluye modelos de desarrollo económico e institucional, precios de insumos, el sistema de comercialización, y políticas económicas. Por estas razones, muchas tecnologías usadas en Europa y América del Norte tienen poca aplicación en zonas templadas de países en desarrollo como China.

Patrones de cultivo. La longitud del período de crecimiento en zonas

templadas dependen de la latitud, elevación y condiciones microambientales. En algunos lugares constituyen un cultivo que se hace en cadena con otros, tratando de usar la tierra el máximo tiempo posible. Por ejemplo, en Corea del Sur se cultiva una papa temprana antes o después del arroz, que es el cultivo principal; en el norte de China se cultivan la papa y el maíz, uno a continuación del otro. En el Sur de Chile y de Argentina la papa integra una rotación con cereales y cultivos forrajeros. En China, la papa se cultiva tanto en sistemas de cultivos extensivos en secano, como en huertas de hortalizas regadas alrededor de pueblos y ciudades. Mientras que la norma en cultivos extensivos es plantar la papa sola, en las huertas de hortalizas es común su siembra asociada a otros cultivos. En ambos sistemas predomina la siembra de la papa en hileras.

Variedades. Variedades europeas, o de América del Norte se cultivan en muchas zonas templadas. Sin embargo, en Corea del Norte y del Sur se encuentran variedades japonesas y en China se encuentran variedades rusas. Ultimamente, en la mayoría de las áreas en desarrollo de clima templado se han establecido programas de mejoramiento genético de papa para poder seleccionar nuevas variedades adaptadas a las condiciones locales. En China, donde se usa mucha papa para la producción de almidón y fideos, los fitomejoradores están buscando nuevas variedades con alto contenido en materia seca. Se trata de lograr dos tipos diferentes: variedades de ciclo corto que les permita integrarse como cultivo ocupando la tierra por poco tiempo entre los cultivos de hortalizas, que son los realmente importantes, y variedades de ciclo largo que producen mayores rendimientos en los sistemas de cultivo extensivos. Los fitomejoradores de Corea del Sur dan énfasis a la identificación de variedades de papa de maduración temprana que puedan ser cultivadas entre siembras de arroz, el cultivo más importante. En Turquía, donde en áreas secas y con temperaturas medias a altas, los rendimientos de papa son limitados por estrés debido a la falta de humedad y por enfermedades virósicas, se priorizan las variedades resistentes a la sequía y a dichas enfermedades.

Sistemas de semilla. Existe una diferencia fundamental entre los sistemas de semilla de las zonas templadas y los de los trópicos. En áreas tropicales, como regla general, los tubérculos-semillas se trasladan desde regiones de relativa mayor altitud productoras de tubérculo-semilla a áreas de baja altitud, donde se cultiva el tubérculo para consumo. En áreas templadas, por lo general el tubérculo-semilla se traslada horizontalmente: desde el norte al sur en el hemisferio norte, desde el sur al norte en el

hemisferio sur. Estos movimientos en ambos ambientes tienen la misma razón de ser: los productores de papa tratan de adquirir tubérculo-semilla con nivel bajo de infección de enfermedades virósicas y en condición fisiológica buena. Por lo tanto, buscan el tubérculo-semilla producido en zonas frescas con bajas poblaciones de insectos. En China, el mejor tubérculo-semilla se produce en las provincias norteñas de Mongolia interior y Heilunjiang. En Chile, las áreas costeras del sur cercanas a Puerto Montt producen el mejor.

En la mayoría de los países en desarrollo, con zonas templadas productoras de papa, se han establecido programas gubernamentales de certificación de "semilla de papa" sobre las mismas bases de los programas europeos. El resultado de estos programas ha sido variado. La secuencia de hechos típica es que, luego de lograrse la producción inicial de una cantidad de material sano, las multiplicaciones posteriores empezaron a mostrar infecciones con enfermedades, y como resultado baja la demanda de tubérculo-semilla de calidad certificada, por parte de los agricultores.

Cultivo. En las zonas templadas los campos se trabajan con animales de tiro o con tractores, dependiendo del nivel del desarrollo tecnológico y de los costos relativos. Por ejemplo, los tractores predominan en la zona sur de Argentina, y los animales de tiro en el norte de China. El cultivo a mano se da en áreas de huertas orientadas al mercado, en todo el mundo.

Al igual que en la zona de clima tropical y subtropical, la mayoría de los agricultores agregan estiércol a los cultivos de papa. El fertilizante químico también se usa en forma bastante generalizada. El tizón tardío es la enfermedad más común en las áreas templadas, y el control con fungicidas es una práctica generalizada. Los problemas causados por insectos son menos severos, y el uso de insecticidas es menor que las zonas bajas de climas tropicales. Sin embargo hay excepciones. En áreas secas con temperatura entre medias y altas, como en el este de Turquía, el tizón tardío no constituye un problema, pero si lo son los insectos.

Costos de producción. Las áreas templadas generalmente producen su propio tubérculo-semilla, de manera que aunque este insumo sigue siendo un gasto mayor, el gasto es menos significativo que en áreas que importan el tubérculo-semilla (cuadro 15). La importancia relativa de los implementos de trabajo y la mano de obra, así como también de otras fuentes de tracción (animales de tiro, tractores) depende de las condiciones locales. En el sur de Chile, por ejemplo, la producción de papa esta mucho más mecanizada que en Corea del Norte y Corea del Sur. Por lo general,

los fertilizantes son un insumo importante en los costos de producción, pero los plaguicidas no lo son.

Tecnología de cosecha y postcosecha. En áreas altamente desarrolladas, como Balcarce en Argentina, la cosecha y clasificación es mecanizada. En el resto del mundo, los implementos para desenterrar los tubérculos son tirados por caballos o bueyes, y la papa luego se clasifica y embolsan a mano. Los vagones para transporte son tirados por caballos o bueyes en áreas con bajo desarrollo, mientras que en áreas más avanzadas se usan tractores o camiones.

El almacenamiento de la papa en las áreas templadas presenta menos problemas que en la mayoría de las zonas de climas tropicales y subtropicales porque los tubérculos cosechados son por lo general más sanos y porque es fresco el período de almacenamiento. El mayor problema es tratar que la papa no se congele, en vez de tratar de que no se brote, seque o pudra como sucede en los climas tropicales. Por esta razón, la papa a menudo se guarda en bodegas o sótanos, casas de los agricultores, establos del ganado, o en otros lugares con temperaturas medias.

En algunas áreas templadas alejadas de centros de población urbana, la papa es lo suficientemente barata como para ser usada como materia prima para la producción de almidón. En el sur de Chile, por ejemplo, algunas empresas importante compran papa a granel o grandes volúmenes y la clasifican en tres categorías. Los tubérculos más grandes se mandan al mercado de papa para el consumo en la ciudad de Santiago; los tubérculos de tamaño medio se envían al Valle Central para ser usados como material de siembra; los tubérculos más chicos y el descarte se procesan para producir almidón. En el norte de China, la papa también se usa para la producción de almidón; esto es el resultado del alto costo del transporte de papa fresca hacia el sur donde se encuentra Beijing y otras grandes ciudades, y de las restricciones gubernamentales al comercio de productos entre provincias. Recientemente, estas restricciones han disminuido y en el futuro se espera que en China se usará menos papa para la producción de almidón.

Producción de la papa en clima mediterráneo

Las áreas productoras de papa con clima mediterráneo (veranos secos e inviernos frescos y húmedos) se concentran en el norte de África y el Medio Oriente. Fuera de esta región, Chile es el único país en desarrollo

con producción extensiva de papa. Dado que los sistemas de producción de papa en áreas mediterráneas son en muchos aspectos intermedios entre los correspondientes a zonas templadas y a zonas de climas tropicales de baja altitud, aquí sólo se destacan las diferencias importantes.

El clima mediterráneo a menudo permite un cultivo de primavera y otro de otoño. En áreas como Chipre, Túnez, Argelia y Marruecos, se importa el tubérculo-semilla para el cultivo de primavera y se guarda una parte de su cosecha como semilla para plantar en el cultivo de otoño. Los tubérculos-semillas a menudo llegan de Europa en el estado de dominancia apical y, a menos que se les quite los brotes, producen cosechas con bajos rendimientos. El almacenamiento de tubérculo-semilla originado en la cosecha de primavera hasta el momento de plantación del cultivo de otoño es difícil, debido a las altas temperaturas que ocurren en el verano.

Los agricultores en zonas mediterráneas generalmente plantan variedades de papa europeas, y algunos fitomejoradores europeos ahora prueban nuevas variedades potenciales en países del norte de África antes de liberarlas para la venta en el mercado.

La polilla del tubérculo de papa se ha vuelto una plaga mayor, tanto en el cultivo como en almacenamiento, en partes del norte de África y el Medio Oriente. Muchos agricultores aplican con altas dosis de insecticidas para controlarla, pero el uso de estos productos en almacenamiento puede resultar peligroso para los consumidores. Los esfuerzos de la investigación y la extensión se están concentrando en el uso de insecticidas y medidas alternativas de control de insectos que sean más seguras, como son un aporcado más cuidadoso (para impedir que los insectos puedan llegar a los tubérculos) y el uso de feromonas en el rastreo y conteo de poblaciones de insectos para alertar a los productores sobre cuándo es necesario aplicar agroquímicos.

Ejemplos de sistemas de producción

Esta sección presenta seis ejemplos de sistemas de producción de papa. El Valle del Mantaro, Perú, ilustra la producción extensiva en los altos Andes. El Valle del Cañete en la costa peruana y Bogra y Tongibari en Bangladesh ilustran la producción de papa durante el invierno en las tierras bajas de climas tropicales y subtropicales.

La provincia de Benguet, la "ensaladera" de las Filipinas, ilustra la producción de huertas orientadas al mercado en una zona de altitud media

en Asia. El norte de Ruanda ilustra la producción de papa de subsistencia en las tierras altas de Africa central. El sur de Chile ilustra la producción de papa en una zona templada.

El Valle del Mantaro, Perú

En años recientes, la población de Perú ha crecido más rápidamente que la producción de papa, por lo cual el consumo por habitante de este alimento popular ha caído cerca de 65 kg por año. En las tierras altas, sin embargo, se mantiene alto, promediando alrededor de 130 kg por habitante/año.

El Valle del Mantaro, que está localizado en las tierras altas centrales, a alrededor de 200 km de Lima, la capital nacional, brinda un ejemplo de los sistemas complejos de producción de papa que caracterizan a los Andes. Buenas conexiones por carretera y ferrocarril le permiten al valle ser un proveedor fundamental de papa a los mercados de Lima y otras ciudades costeras. Los agricultores tienen acceso a una gran variedad de insumos en Huancayo y en varios de los pueblos y aldeas menores en el valle. Una universidad y una estación experimental del gobierno en el valle han desarrollado investigación en el cultivo de la papa y han operado programas de extensión durante varias décadas. La estación experimental para las tierras altas del Centro Internacional de la Papa (CIP) y la base del programa nacional de papa, también están localizados en este valle.

Las 150.000 ha arables del valle se distribuyen en tres zonas de producción distintas: una zona baja relativamente plana a lo largo del río Mantaro, desde 3.200 a 3.450 m sobre el nivel del mar; una zona intermedia de campos inclinados o de laderas entre 3.450 y 3.950 m; y una zona alta de campos con pendientes más agudas entre 3.950 y 4.200 m (figura 14). Las tierras por encima de los 4.200 m se destinan al pastoreo de ovejas, llamas y alpacas.

Las prácticas de producción y las necesidades tecnológicas de los agricultores en la zona baja del valle difieren marcadamente de las de los agricultores que producen papa en las laderas. Más aún, las prácticas culturales y las necesidades tecnológicas de los pequeños agricultores de subsistencia difieren de las de los grandes productores comerciales, dentro de cada zona. Las diferencias más pronunciadas se dan en la zona baja, con los extremos más grandes en el tamaño de fincas.

La estación de crecimiento en el valle empieza con las lluvias de octubre y continúa hasta las heladas severas de mayo. Las tierras cercanas al río

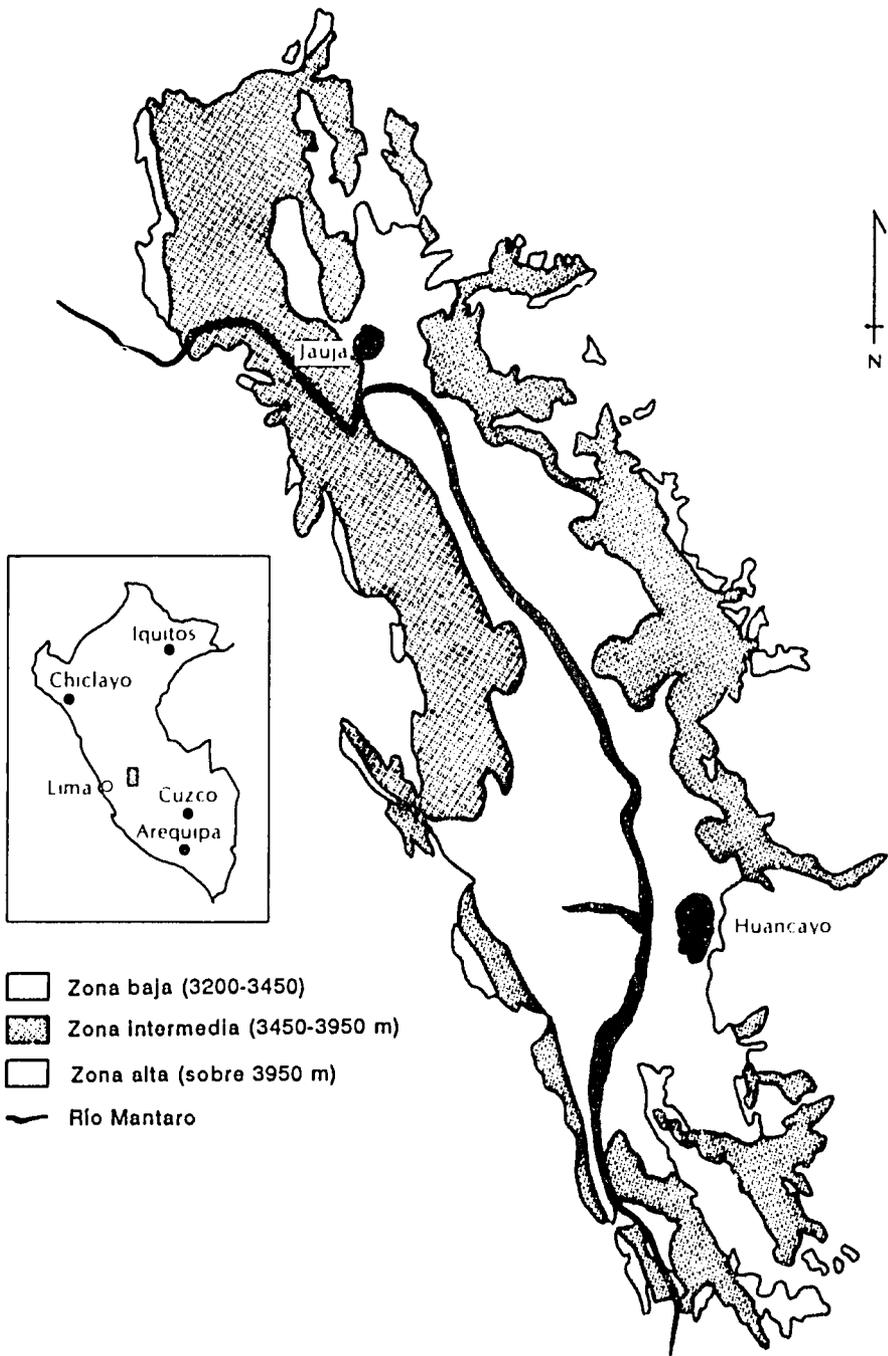


Figura 14. Zonas agroecológicas del Valle del Mantaro, Perú. Fuente: Adaptado de E. Mayer, *Land use in the Andes* (Lima: Centro Internacional de la Papa, 1979).

Mantaro se riegan, pero la mayoría de los cultivos en campos más altos dependen de la lluvia. Con la altitud el riesgo de heladas y granizo aumenta, pero los problemas de plagas y enfermedades disminuyen. Por lo general, los agricultores plantan varias parcelas de papa (el promedio es cuatro) en diferentes nichos ecológicos para reducir el riesgo de pérdida total de sus cosechas.

Existen dos subsistemas diferentes de producción y comercialización de papa dentro del valle: uno es de pequeña escala y orientado a la subsistencia; este subsistema abastece con papa a la población urbana y rural del valle; y el otro subsistema es de gran escala y orientado a la producción comercial, y abastece a Lima y otros mercados distantes.

El predio pequeño típico tiene sólo una ha de tierra cultivada, de la cual 0,2 ha está con papa. En contraste, la finca grande promedio tiene 75 ha de cultivo, de las cuales 42 están con papa. Las fincas pequeñas están diseminadas en todos los nichos ecológicos; las grandes se concentran en las zonas bajas y altas donde se especializan en la producción de papa y cría de ganado a nivel comercial. Los agricultores de pequeña escala operan sistemas productivos altamente diversificados, que no ocupan todo su tiempo de trabajo y están orientados a disminuir riesgos, y cultivan papa fundamentalmente para el consumo de la familia. Una parte sustancial de las ganancias de la mayoría de los pequeños agricultores se origina en empleos fuera de su propia finca como son trabajos en minas, la construcción, o en mercadeo, o incluso en fincas de mayor tamaño cercanas. Aunque prácticamente todos los agricultores en el valle cultivan algo de papa, sólo 10% de las fincas producen más de la mitad de la cosecha total, y generan una parte aún mayor de la oferta en el mercado.

En todo el valle la papa se planta en hileras, como único cultivo. La distancia entre hileras es de alrededor de un metro, dejando suficiente suelo para el aporcado de las variedades usadas, las cuales tienen follaje abundante y estolones largos. La densidad de plantación varía entre 0,5 y casi dos toneladas por ha, dependiendo del tamaño del tubérculo-semilla y de la distancia entre tubérculos en la fila. Las densidades de siembra menores se dan en las áreas altas y las mayores en los campos irrigados más bajos. Algunas veces se plantan cultivos de borde o cultivos de "barrera", como lupinos (*Lupinus mutabilis*), para proteger al cultivo de papa, tratando de reducir el daño causado por plagas y ganados.

En las zonas bajas la producción de cultivos es intensiva, siendo el maíz el cultivo predominante. A medida que aumenta la altitud, en las laderas de

las montañas, el maíz y varios otros cultivos van desapareciendo y el barbecho juega un papel cada vez mayor en la rotación. Los cultivos de tubérculos andinos (principalmente papas, pero también *mashua* y *oca*) predominan en las laderas húmedas al este del valle; los granos pequeños (principalmente cebada) predominan en las laderas más secas hacia el oeste del valle. La papa es el principal cultivo en la zona alta (cuadro 16).

Las variedades de papa nativas predominaron hasta alrededor de 1950, cuando agricultores de la zona baja comenzaron a adoptar variedades liberadas por el Ministerio de Agricultura de Perú. Sin embargo, para la mayoría de los agricultores en las áreas altas, las variedades modernas todavía no muestran ventajas en rendimientos sobre las variedades nativas. El cultivar variedades nativas que son resistentes a las heladas y al granizo sin usar fertilizantes químicos o pesticidas, le permite a los pequeños agricultores en las áreas altas tener una fuente de alimento estable, al tiempo que limitan sus costos y riesgos de producción. Los consumidores también prefieren las variedades nativas; se almacenan mejor que las variedades modernas, y se venden a un precio mayor.

Cuadro 16. Características de la producción de papa en el Valle del Mantaro Perú, por zona Agroecológica, 1977/78.

Zona	Proporción (%)				Rendimiento promedio (t/ha)
	Productores de papa	Area de papa	Producción de papa	Area de papa vs total de cultivo	
Baja	51	49	55	19	5,5
Intermedia					
Este	24	30	31	39	5,0
Oeste	18	13	7	22	2,7
Alta	7	8	6	57	3,6
Valle Completo*	100	100	100	25	4,8

* El total puede no sumar 100, debido al redondeo.

Fuente: E. Franco, D. Horton, y F. Tardieu, *Producción y utilización de la papa en el Valle del Mantaro, Perú* (Lima, Centro Internacional de la Papa, 1979).

Aproximadamente tres cuartas partes de los agricultores en las zonas intermedias y altas plantan tubérculos que guardaron de la cosecha anterior. En la zona baja menos de la mitad de los agricultores siembran su propia "semilla". La mayoría obtienen el tubérculo-semilla producido en áreas de mayor altitud porque rinde mejor que los tubérculos cultivados y almacenados en zonas bajas.

El gobierno ha tratado de instituir un sistema de certificación de semillas en el valle, y ha producido una pequeña cantidad de tubérculo-semilla de calidad "garantizada". Sin embargo, unos pocos productores a gran escala han comprado esta "semilla", y otros siguen usando la semilla común disponible en la región. La experimentación en las fincas ha demostrado que la ventaja en rendimiento del tubérculo-semilla de calidad garantizada no es suficiente como para ser rentable para la mayoría de los pequeños agricultores en el valle.

Las prácticas de preparación de tierras y labranza varían entre localidades (zona, escurrimiento, suelos) dentro del valle y entre diferentes tipos de fincas. En la zona de menor altitud, la mayoría de las fincas grandes trabajan con equipos propulsados por tractor, mientras que las pequeñas usan bueyes. En áreas más altas los tractores se usan ocasionalmente en parcelas relativamente planas cerca de caminos, los bueyes se usan en campos con pendientes moderadas, y en los campos escarpados se usan herramientas de mano. Todos los agricultores fertilizan la papa con estiércol de ganado pero las únicas tierras que reciben dosis cercanas a los niveles recomendados de fertilizantes químicos y plaguicidas se ubican en la zona baja. En áreas más altas estos insumos tienen un efecto menor y más variable sobre los rendimientos de la papa. Dado que su uso aumenta los riesgos financieros, las dosis aplicadas son muy inferiores a los niveles recomendados.

Por lo general, la papa se siembra en octubre y se cosecha en mayo. A lo largo del río, en tierras irrigadas y pedregosas que son menos susceptibles a heladas nocturnas se planta y se cosecha más temprano. Los agricultores en áreas de mayor altitud también plantan temprano en algunos terrenos protegidos, de manera que puedan cosechar cosechar en momentos de relativa escasez de alimentos, cuando los precios de la papa son máximos. La amenaza de que plagas originadas en el suelo provoquen pérdidas severas excluye la posibilidad de demorar la cosecha para la mayoría de los agricultores.

Los agricultores almacenan alguna papa para satisfacer las necesidades de consumo familiar y para tubérculo-semilla, pero no es común el almacenamiento para ventas posteriores porque las cosechas en otras localidades del país pueden hacer disminuir los precios del mercado. La mayoría de los agricultores guarda la papa en sus casas, lo cual les permite vigilar y cuidar ese valor y rebajar la inversión en instalaciones para el almacenamiento. Algunos productores prósperos almacenan papa en estructuras externas que tienen usos alternativos variados. Solo algunos pocos de gran escala guardan su tubérculo-semilla en almacenes o depósitos especialmente diseñados y construidos para tal fin.

El procesamiento de alimentos ha sido históricamente una actividad económica importante de los hogares rurales andinos. Los pequeños productores procesan la papa para la obtención de varios productos deshidratados, talos como el *chuño* -un producto liofilizado hecho con variedades amargas (*Solanum juzepczukii* y *S. curtilobum*)- y la *papa seca* -un producto cocido y secado al sol hecho con variedades comunes-. La demanda comercial de chuño y papa seca es limitada. El chuño tiene poca aceptación fuera de los altos Andes y la mayoría de los peruanos lo consideran un alimento de bajo prestigio.

Los investigadores y agentes de extensión necesitan comprender los diferentes sistemas de producción del valle para poder satisfacer las necesidades tecnológicas de grupos de productores diversos. Por ejemplo, los productores en las áreas de mayor altitud quieren variedades de papa resistentes a heladas, con rendimientos mayores y más estables, con requerimientos bajos de insumos. Los agricultores en áreas de menor altitud están más preocupados con los insectos y nematodos, calidad del tubérculo-semilla y almacenamiento de los tubérculos, que con los peligros de las heladas; ellos también están dispuestos a usar más insumos para maximizar rendimientos. En la zona baja, donde la diferencia en rendimientos entre fincas chicas y grandes es sustancial, se necesita un programa de extensión más agresivo y efectivo para aumentar la productividad y el ingreso de los pequeños agricultores; si esto no sucede, continuará la tendencia a la concentración de la tierra en unas pocas fincas de tamaño cada vez mayor.

El Valle de Cañete, Perú

Localizado en la región costera central, 150 kilómetros al sur de Lima, el Valle de Cañete brinda el contrapunto a los sistemas de producción de

papa del Valle del Mantaro. La totalidad del Valle de Cañete es irrigada, su clima y suelos son ideales para una gama amplia de cultivos de temperaturas medias. La infraestructura para el transporte y las comunicaciones es excelente. La mayor parte de la tierra estaba dividida en pocas y grandes predios dedicados a la caña de azúcar, hasta que los precios del azúcar bajaron estrepitosamente durante la gran depresión. Luego, el algodón apareció como el cultivo dominante en el valle. La papa se ha cultivado en Cañete por muchos años, pero la expansión rápida del cultivo empezó luego de la Segunda Guerra Mundial.

Los cambios en la demanda y oferta han alterado los antiquísimos sistemas de producción de Perú. El rápido crecimiento de Lima ha creado un gran mercado para la papa durante todo el año, pero las tierras altas centrales sólo pueden abastecer adecuadamente con papa al mercado limeño desde marzo a julio. El aumento de sus precios durante los meses restantes estimuló su producción invernal en la zona costera.

Además, alrededor de 1950, se han liberado varias nuevas variedades de papa de ciclo corto, de alta respuesta a la fertilización y con buen rendimiento en la costa durante el invierno. Se ha desarrollado un sistema informal de tubérculo-semilla de calidad, producido en las tierras altas, que abastece a los agricultores costeros. También se empezó a tener disponibles muchos insumos para la producción, incluyendo fertilizantes químicos, pesticidas y maquinaria, y el Ministerio de Agricultura expandió sus servicios de extensión en la región. Como resultado, la producción de papa costera del Perú aumentó de 25.000 toneladas en 1950 a 150.000 toneladas en 1980. Aunque los valles costeros son responsables por la producción de sólo cerca de 10% del volumen nacional, ellos proveen alrededor de la mitad de la papa consumida en la ciudad de Lima.

El valle tiene una marcada estación estival, desde enero a marzo, con días calurosos y soleados y temperaturas que varían entre 18 y 27° C. La estación invernal, que va desde mayo a noviembre, es más fresca y nubosa, y las temperaturas varían entre 15 y 21°C. El algodón y el maíz son los cultivos de verano principales; la papa es el cultivo de invierno principal, junto con la batata (camote, boniato), cultivos forrajeros y legumbres.

Se hacen dos cultivos de papa: el cultivo temprano se planta a principio de abril y se cosecha sobre finales de julio o principios de agosto. Esta plantación aporta alrededor de un quinto de la producción total de papa del valle. El cultivo principal se planta a principios de junio y se cosecha alrededor de comienzos de noviembre. Los rendimientos en la estación

temprana son normalmente 15 a 20% inferiores a los del cultivo principal. Sin embargo, esta diferencia en menor rendimiento físico, muy a menudo se ve más que compensada por los precios mayores que obtienen los productores por esta papa temprana.

El programa de mejoramiento genético de papa peruano ha sido exitoso en la introducción de nuevas variedades en la costa, en parte debido a que las variedades se vuelven rápidamente susceptibles a infecciones de enfermedades virósicas y -en consecuencia- cae su potencial productivo. Actualmente, la producción de papa de Cañete se obtiene con variedades desarrolladas a partir de la Segunda Guerra Mundial; las variedades andinas nativas ya no se cultivan en absoluto.

Los agricultores plantan una parte del cultivo temprano con tubérculos-semillas que guardaron de la cosecha anterior, pero el cultivo principal se siembra con tubérculos-semillas transportados en camión desde las tierras altas centrales, que son preferidos porque producen cultivos más vigorosos y de mayor rendimiento. Debido a los ciclos estacionales de siembra y cosecha de las dos zonas, sin embargo, cuando los productores costeros necesitan tubérculo-semilla para el cultivo temprano no disponen de los que provienen de las tierras altas en condición fisiológica apropiada. En un intento para solucionar este problema, durante la década del sesenta un grupo de grandes productores del valle construyó un local refrigerado para el almacenamiento adecuado del tubérculo-semilla durante el verano. Con la reforma agraria de 1968, está construcción comenzó a funcionar mal y entró en desuso. Actualmente, algunos productores almacenan pequeños tubérculos de la cosecha principal en estructuras sombreadas y ventiladas naturalmente, hasta la época de plantación del cultivo temprano del año siguiente. Pero los tubérculos almacenados son vulnerables a la desecación y a los daños causados por insectos, y a menudo son portadores de enfermedades virósicas.

La mayoría de los productores aran con tractor. En las fincas grandes, el aporque y la pulverización con pesticidas también se realiza con tractor. Los agricultores pequeños tienden a usar animales de tiro para el aporque, y aplican plaguicidas con pulverizadoras del tipo mochila. Todos los productores agregan materia orgánica y fertilizantes químicos a los cultivos de papa. La aplicación promedio es de 10 toneladas de estiércol de ganado descompuesto, 300 kg de nitrógeno, 150 kg de fosfato y

150 kg de potasio por hectárea. Estas dosis son mayores que las recomendadas oficialmente.

El tizón tardío y los insectos, principalmente la mosca minadora de la hoja, causan daños considerables al cultivo, en particular cuando el clima en invierno es benigno. En consecuencia, los productores de papa frecuentemente aplican fungicidas e insecticidas, por lo general juntos.

A principio de la década del sesenta, los agricultores de Cañete solucionaron problemas severos causados por insectos en algodón mediante medidas de control biológico integrado, incluyendo fechas rígidas de siembra y cosecha, quema de residuos, seguimiento y conteo de poblaciones plagas, y una reducción de las pulverizaciones. Hoy día, el tratar de institucionalizar un programa similar para la papa podría trabarse debido al mayor número de productores y a la fragmentación de las unidades productivas.

La cosecha generalmente comienza en julio y continúa hasta diciembre. La totalidad de la producción del cultivo temprano y la mayor parte de la del tardío se comercializan inmediatamente después de la cosecha. Se guarda menos de 10% de la cosecha para tubérculo-semilla, y prácticamente no se guarda papa para consumo familiar. Para su consumo los agricultores prefieren comprar papa fresca en el mercado.

Las dos necesidades tecnológicas más urgentes de los agricultores de Cañete parecen ser el abastecimiento confiable de tubérculo-semilla de alta calidad a un precio razonable, particularmente para la estación temprana, y la disponibilidad de métodos rentables y ecológicamente apropiados para controlar los insectos que atacan el cultivo de papa.

Tongibari y Bogra Sadar, Bangladesh

La producción de papa en Bangladesh se ha expandido rápidamente en años recientes, haciendo de la papa el segundo cultivo alimenticio en importancia durante la estación de invierno, o *boro*.

Bangladesh es uno de los países más densamente poblados del mundo. La población, 95 millones, es fundamentalmente agrícola, con más de 80% viviendo en áreas rurales. El total de tierra cultivada es de sólo alrededor de nueve millones de ha, dando una densidad de población rural de nueve personas por ha.

Los patrones de cultivo son dictados por el monzón, el cual provoca inundaciones que cubren un área importante del país desde junio hasta octubre.



En Bangladesh, las variedades de papa tradicionales tienen un rendimiento relativamente bajo y producen un gran número de tubérculos pequeños, pero ofrecen rendimientos bastantes estables y se almacenan bien.

Antiguamente, casi todos los cultivos se hacían durante la estación del monzón, con el arroz y el yute como los cultivos preponderantes. Con el tiempo y con el objetivo de poder aprovechar la estación invernal, se fueron instalando pozos entubados y bombas para extraer agua, se realizaron mejoras en los campos, y se introdujeron nuevos cultivos incluyendo variedades modernas de arroz. Papa, trigo y arroz "boro" son los principales cultivos de invierno. También se cultivan otras hortalizas, legumbres, especias y tabaco durante el invierno en los ricos suelos del delta, que son mayoritarios en Bangladesh.

La producción de papa en los últimos años de la década del 40 era alrededor de 200.000 toneladas en 35.000 ha. Desde entonces la producción ha aumentado a más de un millón de toneladas, el área de cultivo de la papa casi se triplicó, y los rendimientos se incrementaron en aproximadamente 50%.

La expansión de la producción de papa en Bangladesh se ha asociado íntimamente a cuatro factores: introducción de variedades modernas, principalmente desde Holanda y la India; importación de volúmenes básicos de tubérculo-semilla saneado; desarrollo de una capacidad local para la producción de tubérculo-semilla; y expansión de la industria del almacenamiento en frío.

Actualmente, 50 a 60% del área total de cultivo de papa está cubierta por las denominadas "variedades modernas" (principalmente holandesas) y con "variedades locales" derivadas de introducciones anteriores. Muchas de estas variedades son de la subespecie *andigena* y producen una gran cantidad de tubérculos pequeños. Dado que las variedades locales están contaminadas con virus, sus rendimientos son bajos. Sin embargo, sus cualidades culinarias y de almacenamiento son buenas. Estas variedades se cultivan fundamentalmente en áreas donde los agricultores no tienen el almacenamiento en frío, pues sus tubérculos pueden almacenarse sin refrigeración (en canastos, por ejemplo) desde la cosecha hasta la siguiente estación de siembra.

Las áreas productivas en que se usan las variedades modernas se han desarrollado principalmente cerca de los grandes mercados consumidores, donde se construyeron los locales refrigerados de almacenamiento. Como la "semilla" básica degenera rápidamente en Bangladesh debido a los virus, debe ser reemplazada frecuentemente. En la década de los años 70, la producción de variedades modernas requirió la importación de 4000 toneladas de tubérculo-semilla cada año. La Corporación de Bangladesh para el Desarrollo Agrícola (BADC), ha desarrollado un programa para la producción local de tubérculo-semilla con la asistencia técnica de Holanda, con la finalidad de aumentar la producción local y mejorar la calidad, para posibilitar una reducción de las importaciones. El tubérculo-semilla se produce con base en contratos con agricultores individuales.

El programa ha hecho buenos progresos en producir más tubérculo-semilla de mejor calidad. En 1980 se importaron alrededor de 2.600 toneladas de tubérculo-semilla y el programa de la BADC produjo sólo 1.700 toneladas. Por 1985 la importación de tubérculo-semilla se

redujo a 1.200 toneladas y la BADC estaba produciendo 4.000 toneladas. La calidad del tubérculo-semilla producido localmente también ha mejorado. En 1980 apenas 60% de los lotes de "semilla" de la BADC tenía menos de 2% de virus, pero por 1985 la proporción había aumentado a casi 80%.

El programa de la BADC, actualmente opera en 10 zonas, y tiene planes para expandir la producción anual de semilla entre 5.000 y 7.000 toneladas en el correr de pocos años.

Antes de disponer de almacenamiento en frío, los agricultores tenían dificultad para guardar tubérculo-semilla de una estación para la siguiente, y sólo se encontraba papa en el mercado por unos pocos meses después de la cosecha. Durante la década de los años 60 se comenzó a construir almacenes o depósitos refrigerados, y durante los años 70 la capacidad de almacenamiento en frío se triplicó a 280.000 toneladas. A mediados de la década de los años 80 hay exceso de capacidad con frío alrededor de la ciudad de Dacca y otros centros urbanos, pero en las áreas de cultivo de papa, donde una mayor proporción del espacio de los almacenes o depósitos se destina a tubérculo-semilla, la capacidad insuficiente de almacenamiento en frío todavía limita la producción de papa.

Bangladesh es un país pequeño sin montañas y con una altitud promedio de sólo 10 m sobre el nivel del mar. Sin embargo, los sistemas o patrones de cultivo y la tecnología varían entre regiones, dependiendo de variaciones locales en los suelos, intensidad y duración del monzón, escurrimiento superficial, y condiciones económicas. Esto se ilustra mediante la comparación de los sistemas de producción de papas en dos áreas: Tongibari, en la zona central de Bangladesh; y Bogra Sadar, alrededor de 100 km al noroeste de Tongibari.

Las fincas en Tongibari tienen en promedios 1,6 ha de tierra cultivada, divididas en 11 parcelas. En la mayoría de las parcelas se realizan tres cultivos al año, y la secuencia dominante es arroz, papa y ajonjolí. Los principales cultivos en esta localidad son arroz en la estación del monzón y papa en el invierno. El agricultor promedio cultiva 0,8 ha de papa en seis parcelas que miden apenas 0,15 ha cada una.

Dos tercios de los agricultores de Tongibari tienen vacas lecheras, pero sólo cerca de 10% tiene animales de tiro. El 80% de los productores trabajan la tierra con cultivadores motorizados; en algunos casos con bueyes alquilados. El cultivador motorizado no es común en Bangladesh, pero la alta rentabilidad del cultivo de la papa y la dificultad para mantener animales de tiro (debido a las inundaciones anuales) lo ha vuelto una

herramienta preferida en esta área. La preparación de la tierra y la siembra generalmente se hacen en noviembre y diciembre.

Las variedades holandesas Multa y Patrones son cultivadas por prácticamente todos los productores en el área. El 75% de los agricultores plantan tubérculos-semillas de su cosecha anterior que fueron mantenidos en espacio alquilado de almacenamiento refrigerado. Sólo unos pocos productores compran tubérculo-semilla importado, que multiplican para su propio uso y para vender a otros agricultores o consumidores.

Los agricultores de Tongibari agregan al cultivo de papa un promedio de siete t/ha de estiércol de ganado, y casi todos usan fertilizantes químicos y plaguicidas. Las aplicaciones de fertilizantes, en promedio, son mayores que los niveles recomendados. Los pesticidas se usan mayormente para controlar tizón tardío, que es común en el área pero raras veces su ataque es severo. Apenas alrededor de 10% de los agricultores riegan el cultivo de papa. Muchos productores esparcen paja de arroz sobre la tierra para reducir la temperatura del suelo, controlar malezas, y para mantener la humedad. El control de malezas se practica en sólo alrededor de la mitad de las fincas.

La cosecha de papa se realiza a mano durante febrero y marzo, aproximadamente 90 días después de la plantación. Según informaciones disponibles, los rendimientos serían mayores a 20 t/ha -el doble que el promedio nacional. Normalmente, los rendimientos son mayores en las fincas de mayor tamaño, que usan una alta densidad de siembra, más fertilizantes y dejan tubérculos en la tierra por más tiempo. Alrededor de dos tercios de la cosecha se guarda en almacenamientos refrigerados para su venta posterior en el correr del año; 20 % se vende en el momento de la cosecha, y el resto se guarda para consumo familiar o se mantiene en frío para su uso como tubérculo-semilla en el cultivo siguiente.

En Bogra Sadar el sistema de producción de papa difiere del de Tongibari en varios aspectos importantes. En Bogra Sadar las fincas son más pequeñas, promediando sólo 1.1 ha de tierras de cultivo y 0,2 ha de papa en dos parcelas. Predomina la siembra de dos cultivos por año, con una secuencia predominante de yute, barbecho y papa. Ochenta por ciento de los productores tienen animales de tiro propios y el resto los alquila para la preparación de la tierra; no se usan cultivadores motorizados. La mayoría de los agricultores producen una única cosecha de papa cada invierno, pero 20 % de ellos planta dos cultivos de papa consecutivos en la misma parcela durante el invierno. La primera plantación comienza en

septiembre para la cosecha sobre finales de noviembre y diciembre, cuando los precios de la papa son mayores. El segundo cultivo se siembra en diciembre y enero, y se cosecha en marzo. La duración promedio del primero y segundo cultivos es de 60 y 80 días, respectivamente. Los agricultores realizan el primer cultivo fundamentalmente para lograr dinero con la venta de los tubérculos. Parte de la cosecha del segundo cultivo se usa para consumo familiar y para tubérculo-semilla. Es posible la realización de dos cultivos dentro de la misma estación invernal porque el área tiene una altitud mayor que la de Tongibari al sur y porque el monzón tiene una duración menor.

En Bogra, las principales variedades de papa son: Cardinal, de origen holandés; y Kufri Sinduri, de origen hindú. También se plantan otras variedades holandesas, junto con varias otras más viejas. La mayoría de los agricultores compran tubérculos-semillas en vez de usar los propios, pues la cantidad instalada de almacenamiento con frío en la región es limitada. Cerca de un cuarto de los productores compra tubérculo-semilla a la Corporación de Bangladesh para el Desarrollo Agrícola (BADC). Algunos agricultores de Bogra siguen cultivando variedades antiguas porque pueden almacenarse sin refrigeración mejor que las variedades holandesas, a pesar de que éstas tienen un rendimiento potencial mayor.

Los productores en Bogra incorporan al suelo casi 16 toneladas por hectárea de estiércol, pero sólo cerca de la tercera parte de fertilizante químico de lo que se usa en Tongibari. Además, todas las fincas riegan el cultivo y eliminan las malezas. El tizón tardío y otros problemas de plagas y enfermedades son menos serios en Bogra, y sólo alrededor de 60 % de los agricultores aplica pesticidas.

La cosecha de la papa en Bogra se realiza entre noviembre y marzo, debido a que la estación de crecimiento es más larga y a lo escalonado de la siembra. Los rendimientos promedian alrededor de 13 toneladas por hectárea, totalizando una producción de papa de alrededor de 3.5 toneladas por finca. Noventa por ciento de la producción se vende inmediatamente después de la cosecha. El remanente (sólo 350 kg por finca) se guarda para consumo familiar y para tubérculo-semilla, o se vende posteriormente.

En ambas áreas, el tubérculo-semilla es el gasto de producción mayor, constituyendo entre 40 y 45 del costo total del cultivo. El fertilizante químico es el gasto que le sigue en importancia para el área de Tongibari; para el área de Bogra, la mano de obra ocupa ese lugar. El cultivo de la

papa, en promedio, necesita 370 días de mano de obra en Bogra, mientras que necesita sólo 270 en Tongibari. Para ambas áreas, los plaguicidas constituyen menos de 4% del costo de producción. Los costos totales de producción por hason un tercio mayores en Tongibari cuando se comparan con los de Bogra, pero debido a los mayores rendimientos, los costos de producción por tonelada en Tongibari son 40 % menores. Los agricultores de Bogra reciben precios más altos por su producción (debido a que venden en noviembre y diciembre, cuando los precios son mayores); pero de cualquier manera, el retorno neto por hectárea -y particularmente por día de mano de obra familiar empleada- de los agricultores de Bogra es significativamente menor que el de los agricultores de Tongibari.

Los productores de estas regiones en Bangladesh tienen algunas necesidades tecnológicas comunes, mientras que otras son específicas de cada localidad. El costo de la semilla es alto y tubérculo-semilla de buena calidad son escasos, en ambas áreas. Un incremento en la disponibilidad de tubérculo-semilla de alta calidad beneficiaría a productores y consumidores en ambas áreas. Una expansión de la capacidad de almacenamiento refrigerado en Bogra podría mejorar el abastecimiento de tubérculo-semilla y reducir los costos de producción. Para las dos áreas, los rendimientos también podrían aumentarse, y reducirse los costos de producción, con la introducción de nuevas variedades que se adaptaran mejor a las condiciones locales. Por ejemplo, en Bogra sería muy conveniente disponer para la siembra temprana de variedades de ciclo corto con tubérculos que engrosan rápidamente cuando se producen dos cultivos en la misma estación. En contraste, los productores de Tongibari se beneficiarían si dispusieran de variedades de maduración algo más tardía. Las preferencias de los consumidores también difieren entre ambas regiones. En la región central de Bangladesh los consumidores prefieren las papas con piel blanca, mientras que en el norte las prefieren con piel colorada (o roja).

Considerando el especial ambiente de tierras bajas de clima tropical de Bangladesh, parece posible afirmar que los rendimientos actuales de la papa están ubicados muy por debajo de su potencial económico, y que la realización de investigación y programas de producción aplicada en las principales zonas de producción del país podrían generar altos retornos sociales mediante el logro de rápidos incrementos en los rendimientos y reducciones en los precios de la papa. Una mayor disponibilidad de tubérculo-semilla de alta calidad de las variedades preferidas y mejoras en

los sistemas de riego sería lo que probablemente tenga un impacto mayor sobre la producción de papa.

Provincia de Benguet, las Filipinas

La provincia de Benguet, en el norte de Luzón, es un ejemplo típico de las tierras altas productoras de hortalizas en el sureste de Asia. La producción de hortalizas ha sido el principal negocio agrícola en la provincia desde que se preparó el área arrasando los bosques naturales a principios de este siglo. Junto con un área pequeña en la vecina provincia de Mountain, Benguet es responsable por más de 80% de la producción filipina de papas. En estos momentos se estima que la producción nacional es de aproximadamente 40.000 toneladas, dado un consumo por habitante menor a 1 kg. Alrededor de 12.000 agricultores cultivan papa en el área. Las prácticas culturales han cambiado rápidamente desde la Segunda Guerra Mundial.

Una cadena montañosa atraviesa la provincia de Benguet de noreste a suroeste, con numerosos valles dedicados a la agricultura a lo largo de esa cadena. La mayor parte del terreno es quebrado, con laderas escarpadas y barrancas u hondonadas. Hay dos estaciones diferentes: la estación húmeda del monzón desde fines de abril hasta noviembre, y una estación seca desde diciembre hasta abril. La precipitación promedio anual es de 4.000 milímetros, de los cuales 60 % ocurre entre julio y septiembre. La temperatura diaria máxima promedio es 23° C; la mínima promedio es 15° C. Entre julio y setiembre se dan lluvias fuertes, vientos y tifones, y el granizo es un peligro durante mayo y principios de junio. Pueden ocurrir heladas nocturnas durante los meses secos, particularmente en enero.

La producción comercial de repollo, zanahoria, papa y tomate comenzó en esta área en la década de 1920 cuando se extendió una carretera al norte de Manila, abriendo tierras forestales y estimulando la migración hacia el norte. Luego de la Segunda Guerra Mundial, la limpieza de tierras y los asentamientos continuaron al norte a lo largo de las montañas y hacia los valles adyacentes. Hoy día, la producción de hortalizas se extiende por alrededor de 120 km al norte de la ciudad de Banguio. Poco a poco, la papa ha ido desplazando al repollo como el cultivo comercial más importante. Recientemente, el cultivo de la papa también se extendió a los campos de arroz, a continuación de su cosecha en diciembre.

El tamaño de las fincas que producen hortalizas varía de alrededor de 0,3 a 4,0 hectáreas, con un promedio apenas superior a una hectárea. La mayoría de las fincas son propiedad de la familia y también son operadas por ella. Muchos productores, especialmente los de mayor tamaño, deben contratar mano de obra externa pues todas las prácticas de cultivo se hacen a mano. Muchos agricultores que producen hortalizas mantienen vínculos fuertes con familias cuyo negocio es la comercialización de las hortalizas, o ellos mismos entran a comercializarlas.

La papa y el repollo, productos principales, por lo general se cultivan en forma alternada, pero algunos agricultores hacen el mismo cultivo por dos o tres estaciones sucesivas. En algunas áreas se plantan cultivos menores como zanahoria, arveja china y repollo chino. El hecho de darse una variación considerable en las fechas de siembra y cosecha entre las áreas altas y bajas del valle, asegura un abastecimiento de papas constante a los mercados durante todo el año. La estación de cultivo principal es de marzo a julio. En algunas áreas se riega, lo cual permite una segunda estación de cultivo desde octubre a febrero. El cultivo de la papa durante los meses de tifones, agosto-setiembre, es riesgoso, pero algunos productores plantan en ésta época tratando de ofrecer los tubérculos en diciembre cuando sus precios son altos. En las áreas más bajas del valle donde el riego es abundante, la papa es plantada en la estación seca y se cosecha desde diciembre a marzo, cuando los precios son los mayores del año.

Las papas que los agricultores de Berquet llaman nativas desde 1950 han sido reemplazadas por variedades importadas. Durante la década de los años 60, dos variedades mexicanas -Greta y Conchita- fueron adoptadas masivamente por su resistencia a tizón tardío y capacidad de altos rendimientos. Estas variedades todavía constituyen más de la mitad de las plantaciones en la estación húmeda. Pero desde su introducción ha habido más importaciones de estas variedades mexicanas, y ahora están muy infestadas con enfermedades virósicas. Una variedad alemana, Cosima, es responsable por casi 20 % de la cosecha en la estación húmeda. Pero dado que es susceptible al tizón tardío es necesario realizar muchas aplicaciones con fungicidas. Una razón importante para que los agricultores cultiven Cosima es la disponibilidad de tubérculo-semilla importado de alta calidad. También se importan regularmente volúmenes chicos de Red Pontiac desde los Estados Unidos. En la estación experimental se probaron algunas variedades holandesas y alemanas, y se pusieron a disposición de los productores. Sin embargo, el uso de estas variedades

no se ha generalizado porque son susceptibles a enfermedades virósicas y porque no hay un abastecimiento confiable de tubérculo-semilla limpio.

La elección de una variedad por el productor a menudo depende más de la disponibilidad de tubérculo-semilla que sus características varietales. En la estación húmeda, la mayoría de los agricultores plantan sus propios tubérculos-semillas, guardados de la cosecha anterior. Cada 3 a 5 años, compran tubérculos-semillas frescos producidos por agricultores en zonas más altas para "regenerar" su material de plantación. Algunos productores que tienen tierras a diferentes elevaciones, cada estación traen tubérculo-semilla de los campos altos a los bajos, y viceversa. La escasez, el costo alto, y la calidad variable del tubérculo-semilla es un problema muy importante para los productores de papa. En la década de los 60, ya los investigadores presionaron para establecer un programa oficial de tubérculo-semilla. En 1977 se inició un programa de certificación de semilla en el marco de un acuerdo entre las Filipinas y la República Federal de Alemania. Actualmente, los productores están empezando a disponer de pequeñas cantidades de tubérculo-semilla de alta calidad.

La preparación de la tierra, al igual que todas las otras prácticas culturales, se hace a mano. Los agricultores tradicionalmente cultivan las hortalizas, incluyendo papa, en filas dobles a lo largo de camas de 70-90 centímetros de ancho con un canal de aproximadamente 40 centímetros entre camas. Se planta cada pieza de tubérculo-semilla en agujeros individuales espaciados a 35 centímetros. En el momento de la plantación, se mezcla el suelo con abono de gallina que se compra en grandes establecimientos productores de pollos ubicados en las tierras bajas. La mayoría de los agricultores agregan más de cinco toneladas de abono avícola por hectárea. Es común la aplicación de dosis altas de fertilizantes químicos, como un complemento, en el momento del aporque.

Cuando se dispone de riego abundante, muchos agricultores practican el riego por surco. En las áreas marginales, a menudo se riega manualmente una o dos veces por día usando recipientes para transportarla. Algunos productores se han agrupado para perforar pozos o para encauzar vertientes acuíferas; luego instalan caños de metales o de plástico para el transporte de dicha agua a cada finca.

El tizón tardío es la enfermedad más importante de la papa en el área; ésto se debe en gran parte a la persistente popularidad de variedades mexicanas resistentes. Algunas veces, los agricultores aplican agroquímicos a los cultivos de variedades europeas tan a menudo como cada tres días

durante la estación húmeda. Cuando las lluvias del monzón impiden realizar aplicaciones, la enfermedad se desarrolla y avanza rápidamente, y mata las variedades susceptibles.

Muchos productores cosechan papa inmadura para aprovechar precios altos en el mercado, o para poder preparar la tierra para sembrar otros cultivos. En algunas ocasiones almacenan parte de la cosecha de la estación húmeda durante algunos meses con la esperanza de lograr precios mayores en octubre o noviembre. Muy pocas veces se guarda papa de la cosecha de la estación seca, pues por lo general los precios de venta son muy altos en la época de cosecha. Los agricultores tienen otros usos para sus tierras en estos momentos y, además, muchos suelos están demasiado calientes y secos como para postergar la cosecha. Sin embargo, la cosecha de la papa en la estación húmeda puede postergarse en casos de suelos bien drenados. En estos casos, los agricultores pueden agregar tierra dos o más veces a las camas para tapar los tubérculos que hubieran quedado expuestos por la lluvia. Las pérdidas son bajas durante los tres primeros meses.

Aunque los sistemas de producción varían, las preocupaciones más comunes de los productores de papa de Benguet se concentran en lograr una mejora en la calidad del tubérculo-semilla, el almacenamiento de éste y el control del tizón. Las prácticas nuevas, económicamente atractivas, han sido incorporadas rápidamente en los sistemas ya altamente productivos desarrollados en las huertos orientados al mercado del área.

La región volcánica del norte de Ruanda

Ruanda, país situado en las tierras altas de África Central, brinda un ejemplo de la producción de papa que se expande rápidamente en un sistema alimentario orientado a la subsistencia. Más de 90% de la población de Ruanda trabaja en la producción, distribución y servicios relacionados con la agricultura. La mayor parte de la producción agrícola está orientada a la subsistencia. Sólo una pequeña proporción de la producción de cultivos alimenticios se comercializa en el mercado, y los cultivos industriales sólo representan cerca de 7% del valor total de la producción agrícola.

La producción de papa casi se ha cuadruplicado en el correr de las últimas dos décadas; un ritmo de crecimiento mucho mayor que el de la producción total de alimentos. La producción de papa actual se estima en

240.000 toneladas cultivadas en 37.000 ha, dando un rendimiento promedio de 6,5 t/ ha y un consumo de papa por habitante estimado en 33 kg.

La papa se cultiva en todo el territorio de Ruanda, pero constituye un cultivo alimenticio especialmente importante en áreas por encima de 1.500 m de altitud. La mayor parte de la papa se cultiva a lo largo de la cordillera Zaire-Nilo y en las laderas volcánicas del norte, donde la precipitación media anual es de 1.200 a 1.400 milímetros y la temperatura promedio es de 16°C con variaciones considerables entre el día y la noche. Estas áreas tienen una distribución bimodal de las precipitaciones, lo cual permite hacer dos cultivos por año.

La mayor parte de la tierra cultivable de Ruanda está distribuida en fincas familiares pequeñas. El tamaño promedio de las fincas es de 0,8 ha en las áreas altas del noroeste productoras de papa, y de 2,1 ha en las regiones más bajas al sureste. Las fincas están extremadamente subdivididas: un predio de menos de una hectárea puede consistir en ocho a diez parcelas pequeñas separadas entre sí por varios kilómetros. Pero al cultivar tierras en diferentes zonas ecológicas, las familias diversifican su abastecimiento de alimentos y desconcentran los riesgos de producción.

Los agricultores tratan de producir suficiente alimento para satisfacer sus requerimientos hogareños. Generalmente, intercalan la papa con maíz, frijol o cereales. La mezcla de cultivos ayuda a intensificar el uso de la tierra y a lograr un abastecimiento más continuo de alimentos a lo largo del año. Adaptándose al patrón bimodal de precipitaciones, los agricultores hacen dos cultivos de papa cada año: el cultivo en la estación principal (o lluviosa) se planta alrededor de octubre; el cultivo en la estación corta (o seca) se planta alrededor de mayo. La mayor parte de la papa se cosecha desde febrero a abril y desde setiembre a octubre. En general, los alimentos frescos son escasos durante 3 ó 4 meses antes de la estación corta, y 2 ó 3 meses antes de la estación principal. El desabastecimiento de alimentos puede ser agudo de mayo a julio. Los cultivos de maduración rápida tales como papa, frijol y chícharos son valorados porque brindan una fuente de alimento fresco después de períodos de escasez.

La tierra para el cultivo de papa se prepara a mano. En muchas áreas, los agricultores plantan sobre grandes camellones o montículos de alrededor de un metro de ancho, 2 o más metros de largo, y 25 a 50 cm de alto. Este sistema se usa para asegurar un drenaje adecuado durante períodos lluviosos y para acumular suelo fértil. Como regla general, la papa se siembra con un espaciado irregular, de alrededor de 20 a 40 cm

entre plantas. Luego de la plantación, el cultivo se aporca y se desmaleza una o dos veces.

Se cultivan diversas variedades. Durante la década de los 60, se introdujeron desde Uganda variedades mexicanas resistentes al tizón. Sangema, variedad introducida desde México en 1972 y multiplicada por el Programme National de l'Amélioration de la Pomme de Terre (PNAP), se ha constituido en una variedad principal en el norte de Ruanda.

Los productores tratan de guardar suficientes tubérculos de su propia cosecha para plantar en la estación de cultivo siguiente, pero en ocasiones deben comprar tubérculo-semilla en el mercado local. Antes del establecimiento reciente de un sistema de producción y distribución de tubérculo-semilla, los agricultores tenían que conseguir este insumo en los mercados de consumo.

No es fácil conseguir fertilizantes y pesticidas químicos en Ruanda, pero algunos productores a nivel comercial ubicados a lo largo de caminos importantes han empezado a usar fungicidas para controlar el tizón tardío. Otros agricultores no usan insumos químicos, y para evitar brotes o ataques de tizón tardío -la enfermedad más importante- por lo común atrasan la siembra para evitar la época de lluvias más intensas. Este atraso, sin embargo, resulta en rendimientos menores porque la estación de crecimiento se corre a un período en que las precipitaciones son menos adecuadas. La marchitez bacteriana está presente en todas las áreas productoras, pero es particularmente problemática para pequeños productores a quienes les gusta dejar plantas espontáneas como "semilla" para el cultivo siguiente, y no pueden darse el lujo de realizar rotaciones largas que facilitan una reducción de las infestaciones del suelo con la marchitez. La mayoría de la papa se cosecha alrededor de cuatro meses luego de la plantación, pero es común la cosecha prematura para satisfacer necesidades alimentarias urgentes y para evitar el robo. La calidad de la papa producida en la estación principal (lluviosa) es generalmente menor que la de la estación corta, debido a que en la primera las precipitaciones son irregulares y están las infecciones con tizón tardío. Los tubérculos de la estación principal también son más susceptibles a pudrirse en almacenamiento. En consecuencia, los agricultores almacenan una menor proporción de su cosecha de la estación principal. Esta práctica provoca la escasez de alimentos en los meses siguientes, y limita la cantidad de tubérculos-semillas disponibles para las plantaciones de mayo. Los agricultores a menudo almacenan la

papa cosechada en la estación seca en sus casas (para evitar hurtos) o la guardan en canastos grandes en el complejo habitacional de la aldea.

En el norte de Ruanda, los productores de papa están ansiosos por obtener variedades nuevas que sean resistentes al tizón tardío y a la marchitez bacteriana. Hasta cuando se realicen cambios drásticos en el mercado de insumos, no puede esperarse que los fertilizantes químicos y la maquinaria afecten de forma significativa la producción de papa en Ruanda.

Sur de Chile

Chile es un país en desarrollo avanzado, con un ingreso por habitante promedio de US\$ 2.000 y 80% de su población en áreas urbanas.

Los cinco millones de ha de tierras de cultivo de Chile están distribuidos desde los valles irrigados en el norte árido subtropical, hasta las regiones templadas, frescas y lluviosas del sur. La papa se cultiva en casi todas las regiones. Después del trigo, la papa es uno de los más importantes cultivos de Chile. Cuarenta por ciento de los agricultores chilenos cultivan papa, pero la finca promedio tiene menos de una hectárea de papa y cosecha sólo alrededor de siete toneladas por año. Pocos agricultores se especializan en la producción de papa porque la inestabilidad de los rendimientos y de los precios hace que los retornos económicos del cultivo sean impredecibles. La mayoría de los agricultores cultivan pequeñas parcelas con papa en rotación con otros cultivos alimentarios y forrajeros, para abastecerse de alimentos para consumo familiar, para disponer de alimentos para animales, y para obtener un ingreso de dinero suplementario.

La papa es particularmente importante en los sistemas productivos del sur de Chile, que tiene un invierno frío y un verano fresco y lluvioso. La región es una zona principalmente de cría de ganado, con sólo una pequeña parte de la tierra dedicada a la producción de cultivos alimentarios. Donde se da esto último, la papa es el primer cultivo en la rotación, seguido por trigo, otros cereales o forrajes. Alrededor de 60% de los agricultores ara con tractor. El resto, agricultores de menor escala o de fincas con terrenos escarpados sobre la costa, ara con animales de tiro.

Hasta la década de 1950, cuando el tizón tardío causó por primera vez una falla generalizada del cultivo, la mayoría de los productores de papa plantaba una mezcla de variedades locales conocida como Corahilla. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), posteriormente

fue introduciendo variedades europeas más resistentes para reemplazar las variedades susceptibles. Actualmente, la mayoría de los agricultores cultivan las variedades Desiree, Pimpernel, y Ultimus.

Los productores de papa en el sur de Chile comúnmente plantan cerca de dos t/ ha de tubérculo-semilla que habían almacenado de la cosecha previa. Para reducir el aumento de la infección con virus en su reserva de "semillas", los agricultores compran cantidades pequeñas de tubérculo-semilla sano a productores semillistas reconocidos y la multiplican para siembras subsiguientes. La calidad de la mayor parte de los tubérculos-semillas es mucho mayor que la de otras áreas en desarrollo. La infección con virus es mínima en lotes de tubérculo-semilla cosechados en la costa, donde los áfidos y otros insectos vectores son controlados por las temperaturas frescas y los vientos fuertes. Las condiciones ambientales para la producción de tubérculo-semilla del sur de Chile se ubican entre las mejores del mundo.

La mayor parte de la papa se planta en octubre y noviembre, y se cosecha en abril y mayo. Se agrega al suelo grandes cantidades de estiércol de ganado, pero los fertilizantes químicos no se usan en forma extensiva. En promedio, los productores de papa aplican cerca de 200 kg de nitrógeno por hectárea, fundamentalmente en forma de estiércol de ganado -casi el doble de la dosis recomendada. Una de las razones por lo que los agricultores agregan al suelo tanto estiércol es porque quieren mejorar la estructura y fertilidad de la tierra para cultivos posteriores en la rotación. Algunos agricultores a lo largo de la costa mezclan plantas marinas con el estiércol que esparcen en campos de papa.

La utilización de la cosecha de papa es más diversificada en el sur de Chile que en la mayoría de las otras áreas en desarrollo. Alrededor de un tercio de la producción se vende a mercados de alimentos urbanos, 15 % se manda como tubérculo-semilla a productores de papa en el Valle Central y a otras áreas, y 10% va a fábricas de almidón locales. El resto es guardado por los agricultores, y es usado en proporciones bastante iguales como tubérculo-semilla para plantar en el cultivo siguiente, para alimentar el ganado, y para consumo familiar. La mayoría de los productores almacenan la papa en construcciones externas de múltiple propósito. Dado que después de la cosecha el clima es fresco y húmedo, las pérdidas en almacenamiento por lo general son de 10 %.

En años recientes los precios del tubérculo-semilla proveniente del sur de Chile han sido buenos pero los precios de las formas procesadas de la

papa han sido bajas. La fabricación de almidón a partir de papa es apenas rentable. En la década del 60 se instaló una planta pequeña y moderna para la producción de puré instantáneo de papa, pero no ha prosperado debido a la baja demanda por alimentos procesados, la competencia de sustitutos importados, y el abastecimiento y precios irregular de la papa disponible para el procesado.

Notas bibliográficas

Se han realizado pocos estudios sobre los sistemas de producción de papa en áreas tropicales y subtropicales. En muchos lugares existe poca información precisa sobre dónde se cultiva papa, y mucho menos sobre cómo se cultiva. Referencias elementales sobre sistemas productivos, como la de Ruthenberg (1980), apenas mencionan la papa. Por esta razón, el CIP ha patrocinado un número de estudios sobre sistemas de producción en países en desarrollo, incluyendo Chile (Fu, 1979), Ecuador (Valderrama y Luzuriaga, 1980), Kenia (Durr y Lorenzl, 1980), Ruanda (Durr, 1980), India (Srivastava, 1980), Perú (Franco *et al.*, 1979, 1980, 1981, 1983; Horton, 1984; Horton *et al.*, 1980; Mayer, 1979; Niñez, 1984; Vargas, 1983; Werge, 1977a, 1979a,b), y Sri Lanka (Rhoades, 1984). Se ha establecido en el CIP un juego de "Archivos Referenciales Internacionales sobre la Papa", como un servicio de información sobre la producción y uso de la papa en países en desarrollo.

Este capítulo tiene una fuerte base en los estudios de zonas agroecológicas y sistemas de producción de papas hechos por Robert Rhoades, algunos de cuyos resultados aparecen en Rhoades (1982a) y en informes anuales del CIP. Este capítulo se ha beneficiado de muchas discusiones con Efraín Franco y Enrique Mayer, así como también de las revisiones críticas de Richard Harwood y William O. Jones. La breve discusión sobre huertas familiares se basa en Niñez (1984).

El caso del Valle del Mantaro se basa en Horton (1984); el caso del Valle de Cañete, en Vargas (1983); el caso filipino, en Potts (1983); el caso de Ruanda, en Durr (1983); el caso de Bangladesh, en Elias e Islam (1982); el caso de Chile, en Fu (1979).

165

Prioridades de investigación y programas de papa

Los programas de investigación y extensión agrícola deberían responder a las necesidades de desarrollo nacional; en términos generales, éstas son crecimiento, equidad, y seguridad alimentaria. Si el programa de investigación y desarrollo de un producto no ayuda a incrementar la producción, a reducir los extremos en desigualdad de los ingresos, o asegurar un abastecimiento de alimentos más estable, su existencia tiene poca justificación.

En casi todos los países en desarrollo, el crecimiento agrícola -la velocidad en expansión de la producción agrícola- debe ser acelerada para satisfacer las necesidades domésticas sin incurrir en inflación o mayor dependencia de alimentos o fibras importadas. Un sector agrícola estancado o con crecimiento muy lento retarda el crecimiento económico y las mejoras sociales a nivel global. Más directamente, limita el abastecimiento doméstico de alimentos y provoca aumento de los precios. También retarda el aumento de los ingresos y ahorros así como la expansión de la demanda por insumos agrícolas y bienes de consumo en las áreas rurales. Como el alimento constituye un gasto importantísimo para consumidores urbanos en países pobres, el aumento en los precios de los alimentos reduce significativamente la cantidad de dinero que les resta para la compra de otras cosas. De aquí que, mediante la operación de lo que los economistas llaman "vínculos de crecimiento" y "efectos multiplicadores", un crecimiento agrícola lento tiene repercusiones negativas sobre los ingresos y la demanda en toda la economía. Una de las contribuciones potenciales más importantes de un programa de papa al

Previous Page Blank

desarrollo económico es expandir el abastecimiento de alimentos y bajar los precios. Por esta razón, los programas de papa deberían seleccionar proyectos de investigación y extensión que prometan retornos altos a la inversión mediante una mayor producción o una reducción en las pérdidas de postcosecha.

Las políticas y programas que aceleran el crecimiento agrícola no siempre mejoran la equidad. Pero en el caso de la papa, un crecimiento rápido de la producción, expansión del empleo, y una distribución más igualitaria del ingreso a menudo van de la mano. Para asegurar esta complementariedad los programas de papa deberían enfatizar el desarrollo y disponibilidad de tecnologías nuevas que usen los recursos que el país tenga en mayor abundancia. Por lo general, esto significa que las nuevas tecnologías deberían dar énfasis al uso de mano de obra y al ahorro de capital.

El término *seguridad alimentaria* cubre dos inquietudes bastante diferentes: la seguridad del abastecimiento de alimentos al nivel del hogar, y la seguridad del abastecimiento de alimentos al nivel nacional y de su disponibilidad al nivel internacional. La reciente inestabilidad de los mercados de productos y las hambrunas devastadoras en África han hecho de la seguridad alimentaria una preocupación central de los planificadores en muchos países. Una manera de moderar las fluctuaciones en la oferta de alimentos, tanto a nivel del hogar como a nivel nacional, es ampliar el espectro de cultivos alimenticios cultivados. En muchas áreas la papa puede jugar un importante papel en la diversificación de los sistemas productivos de cultivos y del abastecimiento de alimentos.

Los programadores disponen de varios instrumentos para lograr el crecimiento agrícola, mejorar la equidad y la seguridad alimentaria. Los programas de investigación y extensión en papa justifican una atención especial por parte de los planificadores porque, (1) muchos de los requerimientos para su éxito son diferentes de los requerimientos para programas en otros cultivos, (2) los beneficios potenciales de los programas de papa son mayores de lo que a menudo se piensa, y (3) a los programas de papa se les ha prestado poca atención hasta la fecha.

La necesidad de tener un programa de investigación y extensión de papa

Las actividades de investigación y extensión varían desde la investigación básica hasta la difusión de información acumulada. Si se compara con los

programas de investigación aplicada y de extensión, la investigación básica difiere en tres aspectos significativos: tiene resultados menos predecibles, requiere una infraestructura y personal más caro y especializado, y consume más tiempo.

Antes de 1900, sólo unos pocos países habían desarrollado la capacidad institucional para generar y diseminar un flujo de nuevas tecnologías agrícolas. Varios de los países desarrollados establecieron sistemas de investigación y extensión agrícola con el financiamiento de fondos públicos a principios de este siglo, pero el desarrollo de una capacidad similar en zonas de climas tropicales y subtropicales no comenzó a concretarse hasta el final de la era colonial. Las actividades de investigación en las áreas en desarrollo se centraron en la colección de plantas exóticas y en la mejora de los cultivos de exportación. Sólo luego de la Segunda Guerra Mundial se ha prestado una atención significativa a los muchos cultivos y especies de ganado que se consumen en dichas zonas.

El apoyo público a la investigación y extensión agrícola es esencial. No puede confiarse a firmas privadas la conducción de toda la investigación de una nación porque la mayoría de los beneficios serán aprovechados por otros productores y consumidores. En la medida que la mayoría de las prácticas agrícolas mejoradas y los avances tecnológicos no pueden patentarse o comercializarse para sacar ganancia fácilmente, las firmas privadas ven poco incentivo para desarrollar investigación agrícola. En este sentido, los beneficios son "externos" a los cálculos de pérdidas y ganancias de las firmas privadas. (Por supuesto hay excepciones notables, tales como el desarrollo y comercialización de maíz híbrido y los éxitos de las operaciones privadas en las áreas de agroquímica y multiplicación de semillas). En contraste, las firmas en las industrias manufacturera y de servicios pueden capturar una gran parte de los beneficios que surgen de sus inversiones en investigación y desarrollo. Estas firmas pueden "internalizar" los beneficios.

Cuanto mayor sean las "exterioridades" (los beneficios que otorgan a otros integrantes de la sociedad), mayor será la necesidad del financiamiento con fondos públicos. El grado de exterioridades en la investigación sobre productos se relaciona con el tipo de la nueva tecnología en desarrollo, la elasticidad de la demanda por el producto en cuestión, y el tipo de agricultores que cultivan el producto. Si la nueva tecnología es un producto o proceso que puede patentarse y venderse -maquinaria agrícola o semilla híbrida, por ejemplo- puede esperarse que firmas privadas se

interesen en realizar investigación y desarrollo. Pero el sector público debe hacerse cargo de la investigación sobre tópicos que resultarán en información que no pueda comercializarse con rentabilidad.

Si la demanda por un producto es elástica, la mayoría de los beneficios de nuevas tecnologías que implican menores costos son retenidos por los productores, incentivándoles fuertemente a financiar su propia investigación y desarrollo. Si por el contrario la demanda es inelástica, la mayoría de los beneficios del cambio tecnológico se transfieren a los consumidores mediante precios menores del producto, por lo cual los productores tendrán poco interés en contribuir con fondos para su investigación y desarrollo.

Aún en el caso que el resultado de la investigación sea comercializable y la demanda sea altamente elástica, no es rentable para agricultores pequeños desarrollar programas de investigación o extensión, a menos que estén organizados para compartir los costos y los beneficios. Dado que muy pocas veces pueden lograrse organizaciones eficientes con grandes números de pequeños productores, por lo general los grupos de agricultores que apoyan a los programas de investigación y extensión incluyen sólo unos pocos productores de gran tamaño en vez de muchos de pequeño tamaño.

Lo anterior implica que para generar nueva información y tecnologías que no pueden ser comercializadas en forma rentable, el apoyo público para instalaciones de investigación y extensión es vital, especialmente cuando, como es usual con la papa, la investigación está orientada a pequeños agricultores.

Determinación de prioridades en investigación y extensión

Las prioridades de la investigación y extensión agrícola de un país deberían reflejar sus objetivos de crecimiento, equidad, y seguridad alimentaria. Sin embargo, no existe una manera simple, apolémica, para traducir objetivos de desarrollo amplios en prioridades específicas para la investigación y extensión. Lo ideal sería que los funcionarios oficiales responsables de la asignación de recursos públicos tuvieran un grupo claro de objetivos, así como también procedimientos para estimar las contribuciones potenciales de diversas actividades de investigación y extensión para cada objetivo. También deberían disponer de información detallada sobre los probables flujos futuros de costos y beneficios asociados

con proyectos de investigación y extensión alternativos, y usar esa información para seleccionar los proyectos con los retornos sociales más altos. Sin embargo, las condiciones son siempre menores que lo ideal y en la mayoría de las situaciones los recursos se asignan sobre la base de juicios mucho más simples.

El modelo de paridad o congruencia

El mecanismo más ampliamente usado para asignar fondos a los programas de productos, o para juzgar lo adecuado de la asignación presente, se conoce como el modelo de "paridad" o "congruencia". En este modelo, los presupuestos para cada programa se comparan con estimaciones del valor económico de la producción de cada producto. Una congruencia perfecta requiere que los presupuestos para cada programa estén en proporción con el valor de producción de los respectivos productos. La utilidad de este modelo se basa en dos supuestos críticos: que las oportunidades de un esfuerzo científico productivo y de un cambio tecnológico que aumente la productividad son equivalentes para cada producto, y que el valor del avance científico o tecnológico es proporcional al valor de producción del producto. Si estos supuestos son válidos, entonces la asignación de recursos usando el modelo de congruencia relacionará los valores de retorno con los gastos para cada producto y maximizará los retornos netos de la investigación y extensión agrícola.

Pero estas suposiciones no pueden ser válidas porque las oportunidades para el avance científico y su valor social son claramente mayores para unos productos que para otros. Las oportunidades para la investigación aplicada en la papa son mayores que las de ñame, yuca, y muchos otros cultivos que se producen exclusivamente en la zona tórrida, porque los programas nacionales de papa pueden aprovechar los recursos científicos de muchos programas de investigación en papa bien establecidos en países desarrollados de zonas templadas. Las exterioridades asociadas con la investigación y extensión en papa también son mayores que las exterioridades asociadas con muchos otros productos porque pocas tecnologías nuevas para el cultivo de papa pueden ser comercializadas rentablemente por firmas privadas. Como la papa es un producto muy voluminoso, y la mayor parte se comercializan en el mercado doméstico, la elasticidad de la demanda en relación al precio en el corto plazo es baja. Esto brinda poco incentivo para que los productores, comerciantes, o procesadores financien la investigación y extensión en papa. Más aún,

dado que la mayoría de los agricultores operan a escala pequeña y que se han formado pocas asociaciones de productores, es difícil reunir y ordenar recursos privados para la investigación y extensión en papa.

Por estas razones, una aplicación mecánica del modelo de congruencia probablemente resulte en una subinversión en investigación y extensión en papa. De cualquier manera, los cálculos de congruencia pueden servir como un punto de partida en el proceso para la asignación de recursos.

En el financiamiento de los centros de investigación del Grupo de Cultivos sobre Investigaciones Agronómicas Internacionales (GCIAR), las proporciones dedicadas a investigación en arroz y trigo son significativamente menores que sus participaciones en el valor total de la producción de cultivos alimentarios en países en desarrollo. Las proporciones dedicadas a la

Cuadro 17. Valor de diez cultivos principales en países en desarrollo comparados con los gastos de investigación en el sistema del GCIAR.

Cultivo	1981/83 Valor del producto		Gastos directos de investigación del GCIAR	
	Miles de millones US\$	(%)	Millones de US\$	(%)
Arroz	68,7	45	23,6	36
Trigo	26,5	18	7,6	11
Maíz	18,6	12	8,5	13
Papas	11,7	8	5,2	8
Mandioca	8,9	6	6,4	10
Sorgo	5,8	4	3,2	5
Porotos	4,3	3	6,2	9
Mijo	3,9	3	3,0	4
Cebada	3,1	2	1,7	3
Lentejas	0,4	0	0,8	2

Fuente: El valor del producto se basa en estimaciones de producción para el período 1981/83 de FAO, Anuario de Producción 1983 (Roma, 1984) y en estimaciones de FAO sin publicar sobre precios promedio al productor para 1977 (los datos más recientes para los cuales existen estimaciones). Los gastos del CGIAR se extraen de FAO, Consultative Group on International Agricultural Research, Technical Advisory Committee, *TAC review of CGIAR priorities and future strategies* (Roma, 1985).

mayoría de los otros cultivos son ligeramente superiores a sus participaciones en el valor de la producción de cultivos alimentarios (cuadro 17). Pero a diferencia de los gastos del GCIAI, la proporción de los presupuestos de investigación nacionales asignados a la papa, otros cultivos de raíz y legumbres, está sustancialmente por debajo de su participación en el valor de la producción de cultivos alimentarios. Esto sugiere que muchos países en desarrollo están subinvirtiendo en la investigación sobre estos cultivos "menores".

Luego de examinar los cálculos iniciales de congruencia, los líderes agrícolas deberían establecer las determinantes reales del resultado final de la investigación y extensión -los costos, beneficios, y las exterioridades de investigación y extensión sobre problemas específicos de producción y comercialización. Debido a las limitaciones de los datos y las metodologías comentadas anteriormente, no es posible asignar recursos sobre la base de análisis de costo/beneficio rigurosos y amplios. Pero debería hacerse un intento para identificar los impedimentos principales en la producción y uso de la papa, y evaluar en términos cualitativos (apoyado por evidencia cuantitativa, siempre que sea posible), las posibilidades de eliminación de esos impedimentos y su costo, y los probables beneficios.

Impedimentos en la producción y uso de la papa

Es difícil exagerar la importancia de evaluar correctamente los impedimentos en la producción y uso de la papa. Si un programa está trabajando sobre un problema equivocado, no hay cantidad de investigación o extensión que permita lograr el impacto deseado.

Impedimentos generales. De entre los principales impedimentos para el consumo de papa, el precio alto es el que puede ser corregido más fácilmente por el trabajo en investigación y extensión. De aquí que los programas de investigación y extensión deberían concentrar sus esfuerzos en identificar y cambiar aquellos factores que hacen que la papa sea cara. Para ello hay tres caminos: reducción de los precios de insumos, reducción de las ganancias en diferentes niveles del sistema de producción y comercialización, y mejorar las tecnologías usadas por los productores y agentes de comercialización en el mercado.

El nivel de precios de los insumos está muy lejos del control que pueden ejercer los sistemas de investigación y extensión. Sin embargo, los investigadores y extensionistas deberían conocer los precios de los insumos y orientar sus trabajos para generar y difundir tecnologías nuevas

que usen los factores de producción más abundantes y baratos. La mano de obra es a menudo uno de esos factores.

Algunas veces los investigadores pueden descubrir tendencias monopólicas y ganancias excesivamente altas dentro del sistema de comercialización. Sin embargo, los programas de papa pocas veces tienen la influencia política suficiente para remediar estos problemas.

Un objetivo realista de un programa de papa es encontrar formas para disminuir el costo de producción y comercialización de la papa, mediante la introducción de nuevas tecnologías. Los costos de producción de papa excede los US\$ 1.000 por hectárea en la mayoría de los países en desarrollo (como se mostró previamente en el cuadro 15). Los costos son mucho menores sólo en áreas donde los agricultores usan pocos insumos comprados, como en Ruanda. El factor individual de producción más caro es usualmente al material de plantación, seguido por la mano de obra y el fertilizante. Por lo general, los gastos en plaguicidas y equipos son menores.

Debido a que la papa se cultiva a partir de tubérculos-semillas, el material de plantación constituye un gasto mucho mayor que en el caso de otros cultivos en que se siembra semilla (tales como cereales, legumbres, oleaginosos, y muchas hortalizas, o que se plantan en esquejes (tales como caña de azúcar, batata, y yuca). El material de plantación es más caro en países que no tienen un sistema de producción de tubérculo-semilla y que deben importar tubérculos-semillas. En partes de Asia y América Central, el costo de los tubérculos-semillas representa entre 40 y 50% del costo variable total de producción, mientras que para una parte importante de América del Sur y África tropical representan alrededor de 30% de ese total. En casos extremos, como en las Filipinas, los agricultores deben gastar más de US\$ 1.000 por hectárea sólo para comprar tubérculos-semillas importados. El alto costo de los tubérculos-semillas y su frecuente baja calidad constituyen razones urgentes para que los programas de investigación y extensión en papa den énfasis a una mejor producción y distribución de tubérculo-semilla, y que desarrollen sistemas más rentables empleando el cultivo de tejidos, los esquejes, o el uso de semilla sexual de papa.

El componente mano de obra dentro del costo total de producción de papa tiende a disminuir en la medida en que las economías se desarrollan, y aumenta la importancia relativa de los fertilizantes, pesticidas y equipamiento. En Ruanda, por ejemplo, tres quintas partes de los gastos

de producción son de mano de obra y casi nada de insumos comprados. Pero en México, la mano de obra constituye una quinta parte de los costos de producción; el gasto de fertilizante, pesticidas y equipamiento constituyen más de una tercera parte. A menudo se menciona la oportunidad de reducir la mano de obra mediante la mecanización. Sin embargo, ello sería ineficiente en los países en desarrollo porque la mano de obra por lo general es abundante en relación con la disponibilidad de capital. Más aún, la mejor manera de lograr los objetivos sobre equidad y seguridad alimentaria es la creación de más oportunidades de empleo en la agricultura. Por lo tanto, el énfasis debería ponerse en el aumento de la productividad de la mano de obra en la producción de papa, mediante el empleo de medios que impliquen un uso intensivo de mano de obra para aumentar los rendimientos o disminuir las pérdidas, tales como un mejor manejo de tubérculos-semillas, un control más cuidadoso de las plagas y enfermedades, y una mejora en las operaciones de postcosecha.

El uso de pesticidas en la papa ha crecido rápidamente, particularmente en áreas con clima moderadamente cálido. Sin embargo, los pesticidas todavía constituyen sólo una pequeña proporción de los costos totales de producción, aunque a menudo los costos sociales son altos. Los agricultores están entrando en una rutina que los obliga a usar cada vez más productos químicos para mantener un nivel de control igual o aún menor. Y muchos pesticidas a la venta en países en desarrollo son altamente tóxicos. Por estas razones, es necesario que los programas de papa investiguen para desarrollar variedades resistentes, medidas de control biológico, y para aplicar menos productos químicos tóxicos como formas de disminuir el daño causado por plagas.

De un análisis del espectro de insumos usados en la producción de papa surge claro que las posibilidades para reducir los costos por tonelada cosechada son mucho mayores que para disminuir los costos por hectárea. La principal área en que la investigación puede ayudar a bajar los costos por hectárea es el desarrollo de sistemas y técnicas nuevas que disminuyan la cantidad de tubérculos que deben reservarse como material de plantación. Es improbable que puedan lograrse mayores ahorros en la fertilización; por el contrario, los productores aplicarán dosis de fertilizante mayores en el futuro. Pueden encontrarse medios para usar menores cantidades de costosos pesticidas, pero estos cambios tendrían un efecto débil sobre los costos totales. La mecanización podría reducir el

insumo mano de obra, pero no es probable que permita reducir los costos totales, y probablemente agravaría el desempleo y problemas sociales.

En la mayoría de las naciones en desarrollo, los mayores resultados de la investigación y extensión en papa probablemente resulten de la expansión del cultivo, del incremento de rendimiento, y de reducir las fluctuaciones de los rendimientos y las pérdidas de postcosecha. Por lo general, el logro de esos objetivos requerirá una mejora en los sistemas de tubérculo-semilla, variedades, manejo de plagas, y almacenamiento. La mayoría de los programas deberían tener algún conocimiento y experiencia en cada una de esas cuatro áreas. Las mejoras en la preparación y manejo de la tierra, riego, fertilización, y en otras prácticas agronómicas deben tener menos prioridad, excepto en áreas donde la papa es un cultivo relativamente nuevo y los agricultores todavía no saben manejarlo bien.

Impedimentos específicos. Es peligroso saltar de una lista de temas problemáticos generales a prioridades de investigación y extensión específicas, porque ello pasaría por alto dos pasos intermedios: la identificación de impedimentos específicos dentro de cada área, y la determinación de los costos y posibilidades de una investigación exitosa en cada área.

Una calidad pobre de los tubérculos-semillas es un problema serio en casi todos lados, pero las dificultades específicas para superar varían de un lugar a otro. Los programas de tubérculo-semilla en países en desarrollo a menudo se concentran en el control de enfermedades virósicas, como en Europa. Sin embargo, en áreas en desarrollo la condición fisiológica pobre de los tubérculos-semillas en el momento de plantación es un factor más crítico. Por esta razón han fallado muchos intentos de transferir el modelo de certificación de semillas europeo a países en desarrollo, al tiempo que prosperaron las actividades orientadas a solucionar problemas de almacenamiento y otros relacionados con la fisiología del tubérculo.

En los programas de mejoramiento genético o de prueba y elección de germoplasma, el criterio de selección debería reflejar no sólo los problemas de producción como los perciben los científicos, sino también los criterios de los agricultores para seleccionar nuevas variedades. Los programas de mejoramiento genético pierden el rumbo cuando se concentran en un único problema productivo excluyendo otras características varietales importantes, tales como estabilidad de rendimientos, preferencia de los consumidores, y almacenamiento. Durante la década de los años 60 y comienzos de los 70, el programa de mejoramiento de Kenia, por ejemplo, identificó nuevas variedades que eran altamente resistentes a tizón tardío,

la enfermedad de la papa más seria en el país. Pero las variedades fueron adoptadas por pocos productores porque ellas no satisfacían los requerimientos del mercado local. Estas nuevas variedades tenían la piel blanca, mientras que los consumidores tenían una preferencia marcada por la papa con piel roja, y estaban dispuestos a pagar un precio sustancialmente mayor por ella (figura 15). La ventaja en rendimiento de las nuevas variedades no fue suficiente para compensar su menor precio. Los programas de mejoramiento genético que han sido más exitosos han mantenido vínculos estrechos con los agricultores, y se han beneficiado de pruebas de las variedades nuevas al nivel de finca de los propios productores.

Las prioridades para la investigación en manejo de pestes también deberían reflejar las condiciones locales, porque tanto los problemas

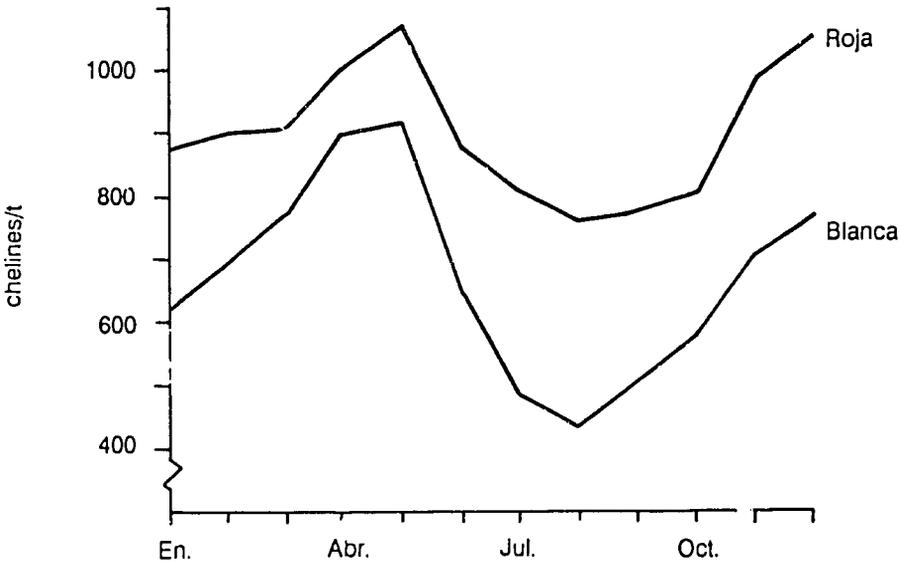


Figura 15. Comparación de precios promedio mensuales al por mayor para papa roja (colorada) y blanca en Nairobi, Kenia, 1973-77. Fuente: G. Durr y G. Lorenz, *Potato production and utilization in Kenia* (Lima: Centro Internacional de la Papa, 1980).

como las posibles soluciones pueden variar según el caso. En el largo plazo, el mejoramiento genético es quizás la forma más promisoría para limitar el daño económico causado por plagas y enfermedades. Sin embargo, donde no se dispone de variedades resistentes, el uso de plaguicidas químicos está aumentando sensiblemente. Esta tendencia refleja la efectividad de los productos químicos para combatir muchas plagas (por lo menos a corto plazo), y la efectividad de las compañías privadas para promover el uso de sus productos. Las plagas algunas veces pueden ser controladas sin plaguicidas o con aplicaciones menores, pero es posible que los agricultores no conozcan las diferentes alternativas al respecto. Un papel importante del sector público es desarrollar y promover el uso de técnicas alternativas para el manejo de plagas que no se basen en la utilización de productos químicos patentados, o que se basen en el empleo de los más seguros en lo referente a toxicidad. Hay un campo amplio para el desarrollo de trabajos útiles en esta área. Por ejemplo, en Túnez, el insecticida parathión -altamente tóxico- se usaba en forma generalizada para controlar la polilla de la papa en los almacenes de papa hasta que los investigadores informaron a los agricultores y planificadores de los peligros que este producto tiene para la salud humana. Luego de ello, se prohibió el uso del parathión y comenzó a usarse un piretroide menos peligroso, el decis.

Entre las muchas facetas de la tecnología de postcosecha, el almacenamiento de tubérculo-semilla merece la mayor atención en el corto plazo. Sin embargo, por lo general se le asigna mayor importancia al almacenamiento de papa para consumo porque -erróneamente- se supone que las fluctuaciones de precio se deben a su almacenamiento inadecuado. Los intentos por hacer responsables a las agencias públicas del almacenamiento en gran escala de papa para consumo fallan por lo general porque se estiman incorrectamente las necesidades de ampliación de la capacidad instalada, y porque se subestiman los requerimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr un almacenamiento exitoso. Debido que la mayor parte de la papa, tanto para consumo como para plantar, es almacenada por los propios agricultores, los programas de investigación y extensión deberían focalizar sus esfuerzos en mejorar el almacenamiento en la finca.

Pocas veces pueden aplicarse diseños de almacenes específicos a lugares o situaciones diferentes, pero muchos de los principios de almacenamiento sí pueden ser generalizados. La exposición de los

tubérculos-semillas a la luz difusa ha ayudado a su almacenamiento en varios países. Parece probable que mejoras similares podrían lograrse en el almacenamiento en la finca de papa para consumo. En algunas áreas, la investigación también debería encarar el almacenamiento fuera de la finca. El almacenamiento refrigerado de tubérculos-semillas y, en menor grado, de papa para consumo ha revolucionado la producción de papa en la India y Bangladesh. Ahora, el desafío es desarrollar sistemas de almacenamiento más baratos que tengan posibilidades de aplicación más amplias para la zona tórrida.

En la mayoría de los países en desarrollo todavía no hay una demanda suficiente por productos de papa procesada como para incentivar una importante investigación y desarrollo en el procesamiento de papa al nivel privado. El alto costo de la papa, la falta de una infraestructura de mercado para el manejo de alimentos congelados, y la ausencia de un movimiento importante del negocio de restaurantes en la mayoría de las áreas en desarrollo hace improbable que la demanda por alimentos procesados, tales como "papas fritas" precocidas y congeladas, a la francesa se expanda dramáticamente en un futuro cercano. Más aún, en los mercados que ofrecen papa fresca durante la mayor parte del año, parece improbable que la demanda por puré o gránulos secos de papa afectarán la demanda de papa fresca. Todo lo anterior implica que antes de embarcarse en la investigación sobre procesamiento, los planificadores deberían estudiar cuidadosamente los mercados potenciales de la papa procesada.

Factibilidad y costos de investigación y extensión

Luego de identificar los impedimentos específicos que tiene la producción y el uso de la papa y determinar la posibilidad de los proyectos de investigación y extensión, los planificadores deben considerar diferentes líneas de acción en relación con la factibilidad (probabilidad de éxito en un esfuerzo determinado y los costos) los compromisos necesarios en infraestructura, el personal especializado, los fondos operativos y el tiempo. Los juicios sobre esta materia deberían realizarse con la ayuda de científico que trabajan en las áreas específicas. Debido a que la investigación es por naturaleza un proceso de prueba y error, no puede esperarse cifras precisas. Sin embargo, los datos son útiles magnitudes aunque tengan una variación amplia.

Tomemos, por ejemplo, un país en el que la producción y el uso de la papa presenta tres impedimentos importantes: 1) la variedad local tiene

una adaptación pobre a las condiciones de crecimiento moderadamente cálidas y prevalentes; 2) el tubérculo-semilla importado es caro y de calidad desconfiable; 3) la capacidad de almacenamiento en frío existente es inadecuada. Los científicos deciden que la mejora tecnológica individual que tendría el mayor impacto sobre la producción y uso es una nueva variedad que tenga alto rendimiento, se almacene bien en temperaturas altas, y sea resistente a enfermedades virósicas. Tal "variedad milagrosa" podría conducir a avances sustanciales en la producción de papa o sin un programa de certificación de tubérculos-semillas o sin la necesidad de construir capacidad de almacenamiento refrigerado adicional. Como esa variedad no existe, se pone en funcionamiento -al costo que sea- un programa de mejoramiento genético para producirla.

En esta situación, se invierten todos los fondos disponibles para el programa de mejoramiento genético de papa que, luego de 20 años, no puede lograr la variedad deseada. Como respuesta a la inhabilidad del programa de papa para generar una nueva tecnología útil, los programadores le cortan los fondos al programa y reemplazan su cuerpo directivo.

Una estrategia más apropiada podría haber sido una aproximación con cuatro líneas de acción.

Primero, establecer un programa de pruebas de bajo costo para seleccionar las variedades que mejor se adapten a las necesidades del país, a partir de los materiales del programa de mejoramiento genético del CIP y de otros países. En el programa de pruebas, trabajar conjuntamente con productores y considerar la comercialización y el almacenamiento, además del rendimiento. Cuando se logren los objetivos de corto plazo, considerar un programa de mejoramiento genético más ambicioso.

Segundo, establecer un programa para importar y multiplicar tubérculo-semilla por lo menos una vez antes de su distribución a los agricultores. Al mismo tiempo, explorar la posibilidad de reemplazar los tubérculos-semillas importados con otros producidos localmente. Si ello no es realizable, contratar una firma extranjera para que produzca cada año una pequeña cantidad de tubérculos-semillas de las variedades identificadas en el programa de pruebas. Poner el énfasis inicial en mejorar la fisiología de la semilla en vez de en el control de las enfermedades virósicas. Explorar la posibilidad económica de nuevas técnicas de multiplicación rápida, incluyendo el cultivo *in vitro* (multiplicación de plantas a partir de pequeños segmentos de plantas en tubos de ensayo) y la semilla sexual de papa, a medida que se hagan disponibles.

Tercero, promover la expansión de la capacidad de almacenamiento en frío. Conducir la investigación conjuntamente con firmas privadas. Explorar posibilidades de usar enfriadores evaporatorios y otros métodos de costo bajo para almacenar papa. Buscar financiamiento barato de agencias donantes extranjeras para construir una estructura para el almacenamiento en frío y otros "equipos" para el programa nacional de investigación.

Cuarto, hacer un seguimiento de los éxitos y fracasos para ganar experiencia y poder mejorar el programa y generar la evidencia necesaria para defender el presupuesto del programa, en términos de su impacto y beneficios sociales.

Este caso hipotético ilustra varios puntos significativos. Primero, es importante ser realista en la fijación de prioridades y el logro de un balance entre objetivos de corto y largo plazo. Mientras que en el largo plazo la variedad milagrosa puede brindar un dividendo alto, en el corto plazo no brindará resultado alguno. Un programa de papa que no genere mejoras tecnológicas en el corto plazo, ciertamente no puede esperar mucho apoyo para sus proyectos de largo plazo. Segundo, es deseable establecer un programa diversificado con suficiente flexibilidad para aprovechar nuevas oportunidades, tales como las nuevas técnicas de multiplicación en la medida que aparezcan. Tercero, el seguimiento y evaluación es útil para los administradores del programa, así como también para demostrar a personas claves externas al programa su relación costo-beneficio.

Los programas exitosos atraen recursos adicionales, tanto de fuentes domésticas como extranjeras. Por esta razón, los funcionarios oficiales a cargo del programa de papa necesitan fijar objetivos realistas y solucionar problemas significativos de los productores, agentes comercializadores, y consumidores.

Programas de papa

Asistencia a programas de papa

El comienzo de la asistencia internacional para la investigación en papa en el Tercer Mundo puede ubicarse en, por lo menos, el año 1943 cuando se inició un programa para mejorar el cultivo en forma conjunta por la Fundación Rockefeller y el gobierno mexicano. Las variedades resistentes al tizón tardío desarrolladas en este programa se han distribuido a muchos

otros países y ahora se cultivan masivamente en América Central, Ruanda, Nepal, y las Filipinas. La Fundación Rockefeller también apoyó programas de papa en otros países mediante ayuda financiera, asistencia técnica, y programas de entrenamiento. Muchos técnicos que usufructuaron becas de estudio de la Fundación Rockefeller están actualmente a cargo de programas para mejorar el cultivo en países en desarrollo.

Luego de la Segunda Guerra Mundial, las agencias de asistencia binacional de países como Australia, Canadá, Alemania, Holanda, Suiza, el Reino Unido, y los Estados Unidos de Norteamérica han ayudado a establecer o fortalecer programas de investigación y extensión en una serie de países en desarrollo. Algunos de éstos, como el programa en Bangladesh apoyado por Holanda, comenzó con un énfasis en investigación, mientras que otros, como el programa apoyado por los Estados Unidos en el Perú dieron énfasis a la extensión. Al final, la mayoría de los programas han terminado resaltando la importancia de los sistemas nacionales de multiplicación de tubérculo-semilla.

Aunque el apoyo bilateral a los programas de papa ha hecho una contribución significativa a la investigación y extensión en papa en muchos países en desarrollo, también ha habido defectos. A menudo, la duración de la asistencia ha sido demasiado corta. Muchos programas bilaterales han enviado a técnicos para entrenarse en el extranjero, pero en el momento que retornaron, los fondos bilaterales para el programa de papa ya se habían agotado. En grandes programas que incluían varios productos, a la papa a menudo se le asignó una menor prioridad que a la mejora de cereales. Otra dificultad con los programas bilaterales fue su falta de una base sólida de investigación en los países en desarrollo y, debido a que no existía un mecanismo formal para la comunicación entre los distintos programas apoyados bilateralmente, los investigadores en los diferentes países tuvieron pocas oportunidades para aprender de las experiencias de los otros.

Una de las razones que llevaron a la creación del Centro Internacional de la Papa fue ayudar a superar estos problemas mediante el establecimiento de un programa de investigación focalizado en la producción de papa en países en desarrollo y vincular a los programas nacionales entre sí, con el CIP, y con agencias científicas y para el desarrollo en naciones desarrolladas.

El Centro Internacional de la Papa

Durante las últimas dos décadas, la investigación agrícola en las zonas de climas tropicales y subtropicales ha recibido un impulso significativo de centros de investigación patrocinados por el Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agronómicas Internacionales (GCIAl). El sistema de centros de investigación agrícola internacional, establecido en 1971 con el patrocinio conjunto del Banco Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y FAO, es apoyado por varios gobiernos, organizaciones internacionales, regionales y fundaciones privadas. Este sistema comprende 13 centros de investigación orientados a productos, de los cuales el CIP es uno y tres centros que se ocupan de los temas políticas alimentarias, investigación agrícola nacional, y fuentes genéticas vegetales.

Las razones de un programa internacional. El CIP fue fundado en 1971 como parte del GCIAl con la expectativa de que el resultado final de la investigación sobre la papa a nivel internacional sería alto. Un volumen valioso de resultados de dicha investigación acumulado en los países desarrollados no estaba siendo usado de manera efectiva en muchos países en desarrollo porque éstos no tenían programas fuertes de investigación y extensión en papa. Los programas bilaterales dieron sólo una solución parcial a este problema. Donde se habían logrado progresos tecnológicos, la producción de papa se estaba expandiendo rápidamente, particularmente en las áreas bajas. Se creyó que un programa de investigación sobre la papa al nivel internacional podría aprovechar la investigación ya hecha sobre el producto en países desarrollados, concentrando su propia investigación en áreas o tópicos cubiertos inadecuadamente por otras instituciones. Mediante la realización de investigación aplicada conjuntamente con agencias bilaterales y programas de países en desarrollo, el CIP podría superar muchos de los impedimentos a la producción y uso de la papa. Se supuso que la investigación desarrollada en colaboración, el entrenamiento y las mejoras en el flujo de información entre los científicos que trabajan en la papa en diferentes países que fortalecerían la capacidad nacional de investigación en el cultivo, permitiendo una transferencia gradual de responsabilidad desde el centro internacional a los propios países en desarrollo.

Objetivo y prioridades. El CIP fue establecido por medio de un acuerdo con el gobierno de Perú. La sede central del CIP están en La Molina, en las afueras de la capital de Perú, Lima y tiene estaciones experimentales en la costa, en las tierras altas, y en la cuenca amazónica. Los objetivos básicos

del CIP son aumentar la capacidad de rendimiento, estabilidad, y eficiencia de producción de la papa en áreas en desarrollo, y mejorar la adaptabilidad de la papa a regiones bajas tropicales y subtropicales así como también a regiones frías y altas.

Se definieron siete prioridades de investigación:

- Colección y clasificación de especies de *Solanum* que tuberizan.
- Mejoramiento genético para adaptación a ambientes medianamente cálidos de áreas bajas tropicales y subtropicales, y a ambiente montañoso fresco.
- Control de plagas y enfermedades.
- Prácticas agronómicas para áreas medianamente cálidas.
- Tecnología de postcosecha.
- Producción de semilla para países en desarrollo.
- Estudios socioeconómicos.

Colección Mundial de Papa. En el centro de origen de la papa los Andes, se está dando un proceso rápido de "erosión genética", es decir, la desaparición de variedades primitivas y especies silvestres de papa. Por esta razón, una prioridad inicial para el CIP fue montar una colección de especies andinas tuberíferas cultivadas y silvestres pertenecientes al género *Solanum*. Antes del establecimiento del CIP, sólo 10% de la variabilidad genética conocida de la papa se había usado en el mejoramiento genético de la misma. A ello se debe que las variedades europeas y norteamericanas tengan una base genética estrecha y una resistencia limitada a plagas y enfermedades. La Colección Mundial de Papa, mantenida por el CIP, registra actualmente 5.000 materiales cultivados y 1.500 silvestres. El material de mejoramiento de la colección está disponible a fitomejoradores de todo el mundo. En el CIP, este material se está usando para producir combinaciones genéticas nuevas con tolerancia a heladas; adaptación a tierras bajas tropicales; y resistencia a virus, marchitez bacteriana, la polilla del tubérculo, y a nematodos.

Adaptación ambiental. En la mayoría de los países en desarrollo se cultivan variedades de papa europeas y norteamericanas que no están bien adaptadas a sus condiciones agronómicas. Uno de los objetivos fundamentales del programa de mejoramiento genético del CIP es poner a disposición una gama amplia de poblaciones genéticamente diferentes y nuevas variedades potenciales, a partir de la cual los programas nacionales puedan seleccionar variedades mejor adaptadas a sus ambientes

específicos. Se usa una determinada estrategia de mejoramiento poblacional que permite mantener una amplia diversidad genética al tiempo que tiende a aumentar la frecuencia de genes que controlan la adaptación, rendimientos, y resistencia o tolerancia a estrés bióticos. Contratos de investigación vinculan a fitomejoradores de la sede central del CIP con programas de mejoramiento genético de papa importantes en Europa y América del Norte y Sur. Setenta programas de papa en países en desarrollo han recibido germoplasma para su evaluación. Se han multiplicado 36 clones, por parte de 22 programas nacionales, que posteriormente han sido liberados a los agricultores. Alrededor de 350 clones, actualmente en selección avanzada y pruebas varietales en países en desarrollo, tienen resistencia o tolerancia a heladas, nematodos, virus, tizón tardío, marchitez bacteriana, o al calor.

Debido a la necesidad de cumplir con estándares nacionales cuarentenarios rigurosos, el CIP ha establecido centros regionales de redistribución de germoplasma en Kenia y las Filipinas para la prueba, multiplicación y distribución de material genético seleccionado con destino a los programas nacionales.

El objetivo del mejoramiento para las condiciones de tierras bajas tropicales es combinar la tolerancia al calor con la precocidad (período de crecimiento de 60 a 75 días), la resistencia a plagas y enfermedades de las tierras bajas (principalmente marchitez bacteriana, nematodo del nódulo de la raíz, y los virus (de la papa Y y X), y lograr una calidad de tubérculo aceptable (especialmente el contenido de materia seca, el cual es reducido por el calor y la alta humedad). Se han probado alrededor de 6000 variedades comerciales y líneas de mejoramiento por su adaptación al calor en localidades de mediana altitud tropicales en el este del Perú, de las cuales 34 fueron seleccionadas como tolerantes al calor y evaluadas posteriormente en una localidad baja de la jungla. De ellas, sólo cuatro sobrevivieron a esta prueba rigurosa. Se ha logrado un progreso considerable, pero todavía no se han liberado variedades comerciales.

Se han desarrollado dos poblaciones de mejoramiento para ambientes frescos o fríos: una para las tierras altas andinas y la otra para áreas frescas no andinas. Los programas nacionales de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú esta probando las poblaciones andinas; y Bután, Kenia, Nepal, Pakistán y Papúa Nueva Guinea han recibido clones resistentes a heladas de la población no andina.

Plagas y enfermedades. En la investigación sobre plagas, el CIP busca identificar variedades resistentes y técnicas de manejo del cultivo para lograr un control mejor con un uso más moderado de insecticidas. Entre las plagas y enfermedades de la papa, el tizón tardío, que todavía es la más dañina y extendida, ha recibido una atención especial por el CIP, así como también por otros programas de mejoramiento en países en desarrollo. Durante los últimos años, 36 variedades han sido seleccionadas por resistencia al tizón tardío por programas nacionales.

No existe control químico para la marchitez bacteriana a nivel comercial, lo cual constituye un impedimento principal a la producción de papa en muchas áreas de tierras bajas tropicales. Continuando un trabajo iniciado en la Universidad de Wisconsin, el CIP está seleccionando por resistencia, y algunos clones han mostrado resistencia a la marchitez bacteriana, en Perú, Fiji, Sri Lanka, Nigeria, Nepal, Indonesia, Kenia, Egipto y Brasil.

Algunas variedades europeas tienen resistencia al nematodo del quiste, pero ésta no es efectiva en los Andes. Por tal razón, uno de los primeros programas que estableció el CIP fue la búsqueda de fuentes de resistencia a los nematodos andinos. También se está tratando de desarrollar medidas de control biológico contra el nematodo del nódulo de la raíz. Se ha distribuido a científicos para su evaluación en 46 países un hongo que ataca los huevos de este nematodo.

En cuanto a la investigación entomológica, el CIP concentra sus esfuerzos en el control de la polilla del tubérculo, la cual causa daños severos en el campo y en el almacenamiento en muchas áreas en desarrollo. En los trabajos de mejoramiento genético para lograr resistencia a esta plaga, se están usando 22 variedades primitivas y 21 materiales silvestres resistentes, que fueran identificados en la Colección Mundial de Papa. Se han desarrollado técnicas que usan feromonas sexuales (atrayentes) para el conteo y seguimiento de poblaciones de la polilla del tubérculo, así como también para el control directo.

Los fitomejoradores buscan obtener resistencia a los virus que son los más dañinos para los cultivos de papa en países en desarrollo: el virus del enrollamiento de la hoja de la papa y los virus Y y X de la papa. El virus del enrollado de la hoja y el virus Y, generalmente se dan juntos, y son los más serios, siendo fácilmente transmitidos por áfidos. Ha sido posible seleccionar materiales resistentes al enrollamiento de la hoja que son inmunes al virus X y al virus Y de la papa. En una docena de países en desarrollo se están desarrollando activamente programas de selección por resistencia a virus.

Agronomía. La investigación agronómica en el CIP está orientada fundamentalmente a lograr el desarrollo de recomendaciones prácticas para la producción de papa en áreas moderadamente cálidas. Los resultados resaltan la necesidad de plantar tubérculos-semillas de alta calidad y el estado fisiológico correcto para poder obtener una emergencia vigorosa y una cobertura temprana del suelo. La siembra de papa asociada con otro cultivo que brinde sombra y el uso de coberturas protectoras han demostrado su utilidad para bajar las temperaturas del suelo y favorecer incrementos sensibles de los rendimientos. El uso de algunos cultivos intercalados y rotaciones también ha disminuido el daño causado por insectos y la incidencia de marchitez bacteriana.

Tecnología de postcosecha. La investigación inicial del CIP sobre postcosecha se centró en el almacenamiento de tubérculos-semillas. Rápidamente se encontró que un brotamiento excesivo, pérdidas altas en el almacenamiento, y un desempeño productivo pobre en el campo, podían a menudo solucionarse si los tubérculos-semillas se almacenaban con luz natural difusa. La investigación interdisciplinaria que incluye antropólogos y científicos biólogos determinó que los principios podían aplicarse en un número considerable de países. Los programas de tubérculo-semilla en más de 20 países en desarrollo usan almacenamiento con luz difusa, y los agricultores en la mayoría de esos países lo han adoptado. Más recientemente, el énfasis de la investigación en postcosecha se cambió al control de plagas en el almacenamiento de tubérculos-semillas (principalmente áfidos y la polilla del tubérculo), y a las dificultades en el almacenamiento y procesamiento de papa para el consumo.

Semilla. La semilla es el eslabón más débil en la mayoría de los sistemas de producción de papa en países en desarrollo. Además de la selección por resistencia a virus (con el objetivo de retardar la diseminación de virus a través del material de plantación), y el trabajo en el almacenamiento de tubérculos-semillas, el CIP ha dedicado mucho esfuerzo al desarrollo de programas de entrenamiento y asistencia técnica para el fortalecimiento de sistemas nacionales de producción y distribución de semilla de papa.

El control de enfermedades virósicas, que se basa en la exclusión y prevención más bien que en el control químico en vez de en la cura, requiere métodos confiables para la detección de los virus. El CIP ha simplificado métodos de detección sofisticados, adaptándolos a las realidades de los países en desarrollo. Se ha diseminado un equipo (instrumento y reactivos) de bajo costo para la prueba de virus.



Un puñado de semilla sexual de papa es suficiente para sembrar una hectárea de papa. Se necesita una a dos toneladas de tubérculos, a veces más, para sembrar la misma área.

Se ha desarrollado una variedad de técnicas prácticas para la multiplicación rápida de material de plantación libre de virus, incluyendo esquejes de nudo y de brote y esquejes de tallo y de yema foliar y más de 20 programas nacionales de tubérculo-semilla están usando estas técnicas en forma rutinaria. El CIP usa los métodos de cultivo de tejidos para sus trabajos de investigación, mantenimiento de germoplasma libre de enfermedades, y distribución de germoplasma de papa a otros programas de investigación en el mundo. Como resultado de los programas de capacitación, un número rápidamente creciente de programas nacionales puede ahora usar las técnicas de cultivo de tejidos y recibir del extranjero material genético *in vitro*.

La investigación en semilla sexual de papa comenzó en 1977 para desarrollar una alternativa a la propagación vegetativa de la papa. La semilla sexual de papa tiene aplicaciones potenciales en programas nacionales de semillas y en las fincas. Su uso podría abaratar el material de plantación e incrementar significativamente la cantidad de tubérculos en el mercado de papa-consumo. Actualmente, se estima en 10 millones

de toneladas la cantidad de papa que se destina anualmente a la siembra en los países en desarrollo. La semilla sexual de papa es mucho más fácil de almacenar que los tubérculos-semillas y su uso podría disminuir sensiblemente la diseminación de enfermedades causadas por virus y transmitidas por los tubérculos. Las prioridades asignadas a la investigación en semilla sexual de papa incluyen el desarrollo de poblaciones uniformes, tempranas, y de alto rendimiento; la mejora en los métodos de producción de semillas; y la determinación de la posibilidad técnica y económica de diferentes sistemas de multiplicación usando semillas de papa en países en desarrollo.

Estudios socioeconómicos. En el momento del establecimiento del CIP, se disponía de poca documentación sobre la producción y uso de la papa en países en desarrollo. A los efectos de llenar este vacío de información, se contrataron los servicios de antropólogos, economistas y sociólogos con el objetivo de reunir y analizar la información sobre tendencias de producción, sistemas productivos, comercialización y consumo de la papa. Con el tiempo, el trabajo socioeconómico se ha integrado cada vez más a la investigación biológica y ha generado mucha información nueva sobre el papel de la papa en los sistemas alimenticios de los países en desarrollo, sobre impedimentos para una mayor producción y uso de la papa, sobre maneras para mejorar la operación y resultados de programas de papa, y sobre el impacto de programas exitosos. Esta información, mucha de la cual se ha publicado en bibliografías, manuales estadísticos, artículos de periódicos científicos y monografías, es usada intensamente en el CIP así como también en programas nacionales.

Programas regionales. El CIP ha establecido una red de oficinas regionales -en Latinoamérica, África y Asia- para asegurar un contacto científico continuo con los programas nacionales. Los científicos regionales trabajan con investigadores y extensionistas nacionales en la identificación de problemas productivos, la prueba de nuevas tecnologías, la realización de investigación adaptativa, la multiplicación y distribución de materiales genéticos, y el entrenamiento de personal relacionado con el cultivo. Las oficinas regionales del CIP no poseen tierras ni laboratorios; cuentan con los programas nacionales -y en unos pocos casos con otros centros internacionales- para disponer de infraestructura de investigación, oficinas y apoyo logístico.

El CIP tiene acuerdos de entendimiento formales con 44 instituciones de investigación en 33 países en desarrollo. Ocasionalmente, se usan fondos

de proyectos especiales para enviar a técnicos del CIP a esos países, pero el CIP prefiere asistir a los programas nacionales mediante el desarrollo de proyectos colaborativos y contratos de investigación. Más de cien proyectos colaborativos de investigación se están desarrollando con la conducción del CIP y de instituciones de investigación en países en desarrollo. Veintiún contratos de investigación facilitan la investigación en tópicos prioritarios para los cuales no pueden obtenerse fondos adecuados al nivel local.

Cuando los líderes nacionales buscan fondos y apoyo técnico externos para un programa de papa, el CIP trata de vincular al programa con una agencia donante y una agencia internacional con base local para administrar los fondos y poner en marcha el proyecto. Este arreglo, que permite al CIP colaborar con proyectos en vez de administrarlos directamente, se está desarrollando en Bangladesh, Bolivia, Nepal y Pakistán.

Capacitación. Desde 1978, más de 2.500 investigadores y extensionistas provenientes de 100 países han participado en el CIP en actividades de capacitación en las áreas de manejo de germoplasma, producción de semilla sexual de papa, producción de papa en ambientes cálidos, tecnología de postcosecha, investigación en fincas, producción de tubérculo-semilla (incluyendo manejo de plagas y cultivo de tejidos) y técnicas generales de producción. El objetivo general es mejorar la capacidad de los programas nacionales para fijar prioridades de investigación apropiadas, desarrollar investigación en las áreas más importantes, divulgar los resultados de investigación y para conducir su propio entrenamiento. Los planes de capacitación reflejan la evolución de las prioridades de investigación así como también de las capacidades e intereses de los programas nacionales.

Programas nacionales de papa

Hace aproximadamente una década se estaba desarrollando poca investigación y extensión en papa en áreas en desarrollo fuera de América del Sur, y la investigación raras veces se realizaba dentro del marco de un programa nacional. India y México eran las dos excepciones mayores. Desde entonces, debido al reconocimiento en aumento del valor de la papa en países en desarrollo y al estímulo y apoyo brindado por el CIP y otras instituciones, las actividades de investigación y extensión han aumentado mucho, y varios programas nacionales, coordinados, de papa han sido establecidos en países en desarrollo.

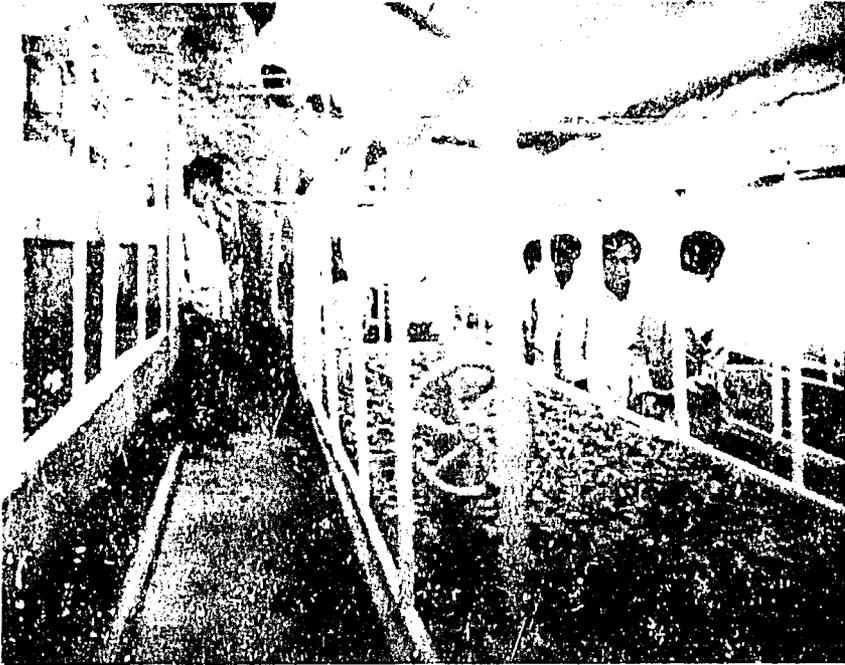


Programas internacionales de capacitación brindan a científicos jóvenes del resto del mundo información actualizada sobre nuevas técnicas en el mejoramiento genético de la papa y campos científicos relacionados.

Los programas de papa varían mucho en su tamaño, personal, presupuesto, infraestructura, y estructura organizacionales, pero sus prioridades fundamentales en investigación y extensión son sorprendentemente similares. La mayoría de los programas asignan la mayor prioridad a la producción de semilla y la selección de nuevas variedades. La mayoría también realizan experimentación en el manejo de plagas, tecnología de postcosecha y agronomía.

Los programas de mejoramiento genético en papa en casi 20 países están avanzando de manera importante, y más de 70 están probando germoplasma mejorado recibido desde el extranjero. Más de 40 países en desarrollo han liberado nuevas variedades de papa en años recientes.

Cuarenta y dos programas nacionales operan sistemas de producción y distribución de tubérculo-semilla de papa. Veintitrés de ellos usan esquejes de tallo y otras técnicas de multiplicación rápida, y dieciséis tienen infraestructura en cultivo de tejidos para recibir materiales *in vitro* y



"Plantas madres" libres de enfermedad, cultivadas en invernaderos, constituyen la base o fundación del programa de certificación de tubérculo-semilla de papa de Corea del Sur.

eliminar enfermedades causadas por virus. Los objetivos principales de estos programas son controlar enfermedades transmitidas por la semilla, introducir variedades nuevas, y mejorar el manejo de los tubérculos-semillas. Treinta y seis programas nacionales están realizando investigación en semilla sexual de papa. Más de cuarenta están desarrollando estudios en el almacenamiento de tubérculo-semilla, y veinte utilizan luz difusa en sus almacenes o depósitos de tubérculo-semilla. Dieciséis programas nacionales están realizando investigación en el almacenamiento de la papa para consumo.

Aunque falta información completa y detallada sobre investigación en plagas y enfermedades, se sabe que más de 20 programas están estudiando maneras para mejorar el control de la plilla de papa. También, muchos programas están desarrollando investigaciones en las áreas de micología, bacteriología, nematología y entomología.

Veintiún países en desarrollo están conduciendo investigación agronómica orientada hacia la expansión de la producción de papa en áreas cálidas; y nueve investigan problemas específicos de producción en áreas frías.

Algunos países en desarrollo que no tienen medios para desarrollar un programa de papa lo suficientemente amplio y completo han formado redes de investigación en colaboración mutua. El CIP participa en cinco de estas redes. En el desarrollo de redes, los colaboradores que las integran identifican los principales impedimentos productivos, y los líderes nacionales determinan la capacidad de sus propios programas y la de programas de otros países para solucionarlos. A cada país se le asigna la responsabilidad por el desarrollo de proyectos de investigación específicos de acuerdo a sus necesidades, intereses, e infraestructura. Este tipo de acuerdo es especialmente útil para países pequeños con pocos productores de papa, pocos científicos y facilidades para investigación limitadas. Dos factores esenciales para el éxito de las redes de investigación son una coordinación estricta, particularmente durante los primeros años, y el financiamiento externo para iniciar proyectos de investigación y para realizar actividades regionales que no son cubiertas por los presupuestos nacionales.

Notas bibliográficas

Los aspectos económicos de la investigación agrícola han recibido mucha atención en años recientes. En los resúmenes de conferencias al respecto editados por Fishel (1971) y Arndt, Dalrymple y Ruttan (1977), se presentan numerosos artículos técnicos sobre la asignación de recursos a la investigación agrícola. Boyce y Evenson (1975) hacen comparaciones internacionales útiles. Dos libros más recientes, Ruttan (1982) y Pinstrup-Andersen (1982), son altamente recomendables pues cubren las encrucijadas más importantes inherentes a la fijación de prioridades de la investigación agrícola, son de lectura fácil, y brindan resúmenes actualizados de evidencia y gran cantidad de referencias sobre literatura técnica para profundizar en el tema. Scobie (1984) brinda una serie de guías útiles para administradores de programas de investigación, y una extensa bibliografía sobre la asignación de fondos para la investigación, con énfasis en agricultura.

Las dos secciones de este capítulo que tratan sobre investigación y extensión están basados fundamentalmente en Ruttan (1982) y Pinstrup-Andersen (1982). La tercera sección sobre programas de papa se basa en International Potato Center (1984).

Impacto de los programas de papa

Cuando se evalúa el impacto de la investigación agrícola es útil distinguir entre dos tipos de tecnologías y sus impactos. La tecnología de producción comprende los métodos o técnicas usadas para cultivar, cosechar, almacenar, procesar, manipular, transportar, y preparar alimentos para el consumo. El impacto productivo está constituido por los efectos físicos, sociales, y económicos de la nueva tecnología productiva sobre la producción, comercialización y uso de productos vegetales y animales, y sobre el bienestar social en general (incluyendo los efectos sobre el empleo, nutrición y distribución del ingreso).

La tecnología institucional se relaciona con los métodos que las instituciones de investigación y extensión usan en la generación y divulgación de la tecnología de producción. El impacto institucional se refiere a los efectos de la nueva tecnología institucional sobre la capacidad de las instituciones de investigación y extensión para generar y divulgar nuevas tecnologías de producción. Las tecnologías institucionales incluyen procedimientos para la ingeniería genética, tamizado de germoplasma, identificación y eliminación de enfermedades, y multiplicación rápida de cultivos de propagación vegetativa, tales como la papa. Estas tecnologías también incluyen las estrategias de capacitación, participación en redes, desarrollo de investigación en fincas, y de planificación y evaluación de programas de investigación. Las tecnologías institucionales convencionalmente se presentan en la forma de publicaciones resultantes de las investigaciones, personal capacitado, y las recomendaciones de misiones de asistencia técnica.

La vida útil de muchas tecnologías de producción es bastante corta, por lo que se hace esencial lograr un flujo continuo de nuevas tecnologías

Previous Page Blank

para mantener el crecimiento agrícola. Por esta razón, las mejoras en la eficiencia operacional institucional pueden, en el largo plazo, generar mayores retornos sociales que las mejoras en los métodos específicos de investigación. Debido a la especificidad geográfica de la mayoría de los sistemas de producción, las instituciones que operan al nivel nacional o subnacional tienen ventajas comparativas en la generación de tecnologías de producción, mientras que los programas internacionales tienen ventajas comparativas en la generación de tecnologías institucionales.

El primero de los llamados centros internacionales de investigación agrícola produjo variedades nuevas de trigo y arroz. Sin embargo, el envío aéreo de paquetes con semillas -la clásica transferencia de tecnología física- es ahora sólo uno de los varios mecanismos usados por los centros internacionales para distribuir sus resultados de investigación. Y hasta las nuevas semillas enviadas por los centros internacionales son ahora consideradas como tecnologías institucionales, en vez de tecnologías de producción acabadas, pues por lo general se destinan a integrar programas de mejoramiento genético o ensayos de evaluación de germoplasma, en vez de destinarlas al uso inmediato por parte de productores. Tal vez la contribución más importante de los centros internacionales es fijar las bases y grandes líneas de investigación en países en desarrollo. A este respecto, actualmente están siendo ampliamente usadas en países en desarrollo numerosas estrategias institucionales que fueron desarrolladas a través de la colaboración de centros nacionales e internacionales.

Métodos para evaluar el impacto

Impactos productivos

Las estimaciones del impacto de las nuevas tecnologías sobre la producción son útiles porque constituyen un punto de partida para determinar los beneficios económicos y sociales al nivel de la finca y al nivel nacional. Los estudios de impacto por lo general utilizan un marco de la economía de producción para evaluar las contribuciones de la investigación a los cambios en la producción agrícola. Para efectuar el análisis se necesitan estimaciones de cambios en producción de regiones o países; información sobre sistemas de producción más importantes, incluyendo tecnologías anteriores y nuevas, y la proporción de la producción total que

fue generada por cada una de ellas; y datos sobre funciones de producción para cada sistema. Si se pretende analizar los efectos del cambio tecnológico sobre estratos variados de la sociedad, también se necesitan estimaciones de elasticidad de la oferta y de la demanda. Lamentablemente, estos datos por lo general no se encuentran fácil y rápidamente, y a menudo son sólo valores aproximados.

El uso de la economía de producción para cuantificar los impactos del cambio tecnológico es más claro y directo si el ambiente físico (ejemplo: relieve, suelos, y clima) es uniforme en todos los puntos de observación, si el proceso de producción genera un producto único y emplea pocos insumos variables, si los insumos y la producción son cuantificables fácilmente y uniformes en calidad, y si se compran todos los insumos y se vende toda la producción. Cuando la cantidad de insumos y productos variables es grande, cuando su calidad varía, y cuando la producción es parcial o totalmente orientada a la subsistencia, la evaluación del impacto usando un marco de economía de la producción se torna complejo; sus resultados se ven afectados por una gran cantidad de supuestos simplificadores de validez dudosa.

Variedades vs. otras tecnologías

En Asia, donde la capacitación universitaria en la economía de la producción tiene un alto grado de desarrollo, es fácil encontrar datos sobre el uso de variedades anteriores y nuevas, niveles de fertilización, y rendimientos. De ahí que no sea sorprendente que el análisis de funciones de producción se ha usado fundamentalmente para evaluar el impacto de nuevas variedades de cereales e insumos asociados en Asia.

En varias regiones, los aumentos en producción y rendimiento de cultivos como la papa han sido similares o superiores a los correspondientes a trigo y arroz. Además de lo que corresponde a las variedades mejoradas de papa, se han logrado avances técnicos en la tecnología de control de plagas, sistemas de semilla, y postcosecha. Pero estos cambios no han sido evaluados, aparentemente porque la papa no es considerada como importante, y porque el impacto de estos tipos de cambios tecnológicos son menos fáciles de medir que el impacto de una nueva variedad por sí sola.

La información sobre cambios en el manejo de plagas y el impacto socioeconómico de esos cambios es difícil de obtener. Las estrategias para el manejo de plagas de los agricultores son complejas, y sus insumos

y resultados varían tanto cualitativa como cuantitativamente. Si se quiere evaluar el impacto de programas de gobierno con un mínimo de confiabilidad, se necesita una comprensión detallada de las plagas, de las medidas de control de los agricultores, y de si los ímpetus por el cambio se originan en agencias públicas o privadas o por efecto de los vecinos. Colectar este tipo de información requeriría una investigación multidisciplinaria al nivel de finca, que se ha hecho en muy pocas ocasiones.

Un sistema nuevo para la producción y distribución de tubérculo-semilla de papa por lo general implica una cantidad de innovaciones técnicas e institucionales, y provoca variados cambios en la producción y uso de la papa. Estos cambios pueden afectar la época de siembra, rendimiento, la duración de la estación de crecimiento, la asociación de siembra con otros cultivos en el sistema productivo, los precios de la papa, y el consumo por habitante. La evaluación del impacto de un programa de tubérculo-semilla requiere estimaciones de variables que son difíciles de obtener, como la velocidad de degeneramiento del tubérculo-semilla (la reducción de la cosecha a medida que transcurre el tiempo como resultado de la infección virósica). Para estimar costos actuales y futuros, también se necesita tener conocimiento y comprensión de las instituciones involucradas en la producción, inspección, prueba, y distribución de tubérculo-semilla.

La evaluación del impacto de nuevas tecnologías de almacenamiento es compleja, especialmente para tubérculo-semilla. Una evaluación económica de lo que podría parecer como una simple mejora en el almacenamiento de tubérculo-semilla debe incorporar una gran cantidad de cambios cualitativos tanto en insumos como en resultados. Esto se debe a que los agricultores pocas veces copian modelos de almacenamiento, sino que los modifican para satisfacer sus propias necesidades y presupuestos. Muchos productores integran mejoras a tinglados o cuartos junto a sus casas. Además, los beneficios pueden tener muchas formas, incluyendo un brotamiento reducido, mayor duración o menores pérdidas en el almacenamiento, control de plagas más fácil, una emergencia en el campo más temprana y período de crecimiento más corto, rendimiento mayor, disponibilidad de semilla para estaciones de plantación posteriores, y mayor precio de venta de los tubérculos-semillas almacenados a la luz.

La evaluación de estos tipos de impactos productivos requiere más trabajo de campo y una aproximación analítica más flexible que la que se necesita para una evaluación económica del impacto de una variedad nueva.

Impactos institucionales

Los centros internacionales de investigación agrícola les proveen a los programas nacionales tecnología institucionales en vez de tecnología productiva *per se*. Ellos pueden provocar un impacto institucional de las siguientes maneras:

- 1- Fortaleciendo la investigación agrícola y los programas de desarrollo mediante capacitación, oferta de información de investigación, etc...
- 2- Estimulando a instituciones de investigación en países desarrollados a plantear problemas que son importantes en países en desarrollo.
- 3- Vinculando a los programas nacionales con el sistema de investigación global, mediante una mejora en las comunicaciones, investigación en colaboración, conferencias, etc...
- 4- Contribuyendo al establecimiento de prioridades en áreas clave de investigación política.
- 5- Informando a agencias financiadoras y alentando un apoyo continuo de su parte.

Dada la diversidad de programas de papa y los muchos tipos de impacto que ellos han logrado, la aproximación más adecuada para determinar los impactos es el estudio de casos. En vez de intentar cuantificar el impacto productivo de una nueva tecnología al nivel de finca, los siguientes estudios breves de casos ilustran sobre varios programas de papa y muestran como se han generado diversos beneficios, que van desde programas de capacitación y crecimiento institucional hasta incrementos de rendimientos e intensificación de sistemas productivos.

Casos ilustrativos

Se utilizaron dos criterios para seleccionar los casos: 1) debían ilustrar sobre tipos de impactos que pudieran ser logrados por otros programas nacionales, y 2) debía disponerse de suficiente documentación que describiera el caso. Varios programas nacionales cumplían con el primer



Las discusiones con familias de agricultores brindan información de valor para planificar investigación agrícola y programas de desarrollo, y para evaluar sus resultados.

criterio, pero tuvieron que eliminarse cuando se consideró el segundo requisito.

Expansión de la producción de papa en las llanuras de la India

Durante los 300 años siguientes a su introducción al subcontinente hindú la papa se produjo fundamentalmente en las colinas del Himalaya. En los llanos, hasta hace poco la papa se cultivaba en las márgenes de los pueblos para su venta a los más adinerados. Su cultivo a gran escala comercial no era posible debido a un abastecimiento inadecuado de tubérculo-semilla y a la escasez de infraestructura para almacenamiento. El material para plantar en las llanuras fue importado desde Europa por muchos años. En 1944, se estableció una estación para la producción de tubérculo-semilla a 2.400 metros sobre el nivel del mar, cerca de Simla en las colinas norteñas, y a medida que fue mejorando el transporte dentro de la India, aumentó el comercio de tubérculo-semilla entre colinas y llanuras.

Pero debido a lo limitado del área apropiada para el cultivo de papa en los Himalayas, la semilla producida sólo satisfizo una fracción pequeña de los requerimientos potenciales de tubérculo-semilla de las llanuras. Los agricultores de las llanuras no podían plantar un cultivo temprano en otoño porque no se disponía en el momento oportuno de tubérculos-semillas, de las colinas. Más aún, para que una variedad prosperara debía tener buen comportamiento productivo tanto en las condiciones de días cortos durante el invierno en las llanuras como en las condiciones de días largos durante el verano en las colinas. Además, para que una variedad fuera exitosa debía tener un período de reposo corto, de manera que los tubérculos cosechados en las colinas en setiembre u octubre pudieran plantarse casi inmediatamente en las llanuras. La variedad Phulwa era la única que satisfacía estos requerimientos y hasta recientemente fue la más plantada en las llanuras.

La mayoría de los agricultores en las llanuras no podían guardar sus propias papas para tubérculo-semilla porque sus cultivos estaban altamente infestados con enfermedades virósicas. Más aún, las altas temperaturas del verano luego de la cosecha hacía que la papa se deteriorara rápidamente.

Ya en la década de los años 30, los investigadores encontraron que las poblaciones de áfidos, los cuales diseminan las enfermedades a virósicas, eran altas normalmente por sólo 4 a 6 semanas, y la infestación máxima ocurría durante febrero. Más tarde, basados en lo anterior, los investigadores del Instituto Central para la Investigación en Papa y su red de centros de

investigación desarrollaron un nuevo sistema de producción de tubérculo- semilla para las llanuras, conocido como el sistema de parcela de semilla que plantaban temprano en el otoño y cosechan en enero, antes del aumento poblacional de los áfidos. El tubérculo-semilla cosechado se guardaba en almacenamiento en frío hasta la plantación en la estación siguiente.

Siguiendo las recomendaciones, los productores pueden guardar sus propios tubérculos-semillas en buena condición sanitaria y altamente productivos año tras año. Estos producidos mediante el sistema de parcela de semilla es más barata que el producido en las colinas, y está disponible a tiempo para plantar un cultivo de otoño. También tiene menos infección con tizón tardío y marchitez bacteriana que los de las colinas.

El tubérculo-semilla cosechado en las llanuras y almacenado en frío durante el verano emerge alrededor de 15 días más temprano y produce una cosecha también más temprana que el de las colinas, sembrado en el mismo momento. El problema principal del tubérculo-semilla producido en las llanuras y guardado en almacenamiento en frío es que no resiste un manipuleo rudo de transporte tan bien como el producido en las colinas.

Una vez que el tubérculo-semilla pudo ser producido en las llanuras, a los agricultores se les hizo posible plantar variedades que estaban más adaptadas a las condiciones de crecimiento específicas de las diferentes regiones de la India. Esto también simplificó significativamente el trabajo de mejoramiento genético porque ya no fue necesario transportar plántulas libres de virus desde las colinas cada año. Desde principio de la década del 60, el Instituto de Investigación para la Producción de Papa ha liberado una serie de variedades resistentes a enfermedades y altamente productivas y resistentes a éstas. La mayoría de ellas, como Kufri Sindhuri y Kufri Chandramukhi, fueron desarrolladas para su uso en las llanuras. Otras, como la resistente al tizón tardío Kufri Jyoti, se desarrollaron para las áreas de colinas. Estas nuevas variedades han sido adoptadas rápidamente por los productores y están reemplazando a Phulwa y otras variedades.

El desarrollo del sistema parcela de semilla y el uso de la nueva serie de variedades Kufri en las llanuras no hubiera sido posible sin el almacenamiento en frío. En el sistema de parcela de semilla, los tubérculos-semillas deben ser cosechados antes del mes de febrero y mantenidos por nueve meses o más para su plantación en la siguiente estación invernal. Ni siquiera la variedad Phulwa, la cual se deja almacenar mejor que la mayoría de las nuevas variedades, puede mantenerse tanto tiempo sin refrigeración.



En India, la expansión rápida del cultivo de papas en las llanuras del Punjab ha resultado de la introducción de variedades nuevas, almacenamiento refrigerado de tubérculos-semilla, y del desarrollo de un programa de semilla efectivo.

En 1955, los 83 almacenes refrigerados del país totalizaban una capacidad de sólo 43.000 toneladas, una cantidad equivalente a sólo 2% de la producción de papa. Actualmente hay cerca de 3.000 almacenes refrigerados con una capacidad de cuatro millones de toneladas, de la cual 80 a 90% se utiliza para la papa. Esto representa alrededor de una tercera parte de la producción de papa. La mayoría de los almacenes refrigerados de la India son privados, y el Instituto Central para la Investigación en Papa e instituciones colaboradoras han realizado gran parte de su investigación de postcosecha en colaboración con firmas de almacenamiento privadas.

Dado los altos requerimientos de agua del cultivo de papa, la producción en las llanuras se ha expandido más rápidamente en áreas donde se instalaron pozos y canales para riego. Además de las investigaciones sobre la producción de tubérculo-semilla, desarrollo varietal, y tecnología de postcosecha, el Instituto Central para la Investigación en Papa e instituciones colaboradoras han conducido investigaciones importantes

sobre riego, fertilización, manejo de plagas, y sistemas productivos, lo cual ha promovido una expansión rápida de la papa en este ambiente que no es tradicional para este cultivo. Como resultado, la producción y consumo de papa ha aumentado significativamente, al tiempo que los precios disminuyeron. Actualmente, la India es el país que ocupa el quinto lugar en producción de papa al nivel mundial, y las llanuras son responsables de nueve décimas partes de la producción nacional.

El Programa Nacional de Papa en Ruanda

El programa nacional de papa de Ruanda (PNAP), es considerado por muchas autoridades del país y por observadores extranjeros como el programa agrícola más exitoso al nivel nacional.

El PNAP fue establecido en 1979 en cooperación con el CIP. Fue financiado por la Cooperación Técnica Belga, el gobierno ruandés, el CIP, y el mismo PNAP (a partir de la venta de tubérculo-semilla). El PNAP recibió tierra para una estación experimental de cuatro hectáreas y una finca para producción de semilla de 45 ha. El PNAP emplea cinco científicos ruandeses, dos científicos que anteriormente trabajaban para el CIP, 10 trabajadores técnicos y administrativos, y 80 trabajadores de campo. El PNAP se esfuerza por la simplicidad y por la aplicación práctica de los resultados de investigación para solucionar los problemas de los agricultores. Sus prioridades son: selección de variedades que sean resistentes al tizón tardío y marchitez bacteriana y que también sean aceptables por los productores y consumidores; operación de un sistema de multiplicación de tubérculo-semilla; investigación en fincas; y capacitación de investigadores y extensionistas nacionales.

Se han introducido y probado más de 18.000 genotipos buscando variedades resistentes a tizón tardío y marchitez bacteriana. La mayoría eran del CIP, otros provenían de Bélgica y Uganda. El PNAP seleccionó y dio nombre a cuatro variedades resistentes a tizón tardío en 1982. La selección rápida de variedades mejoradas se vio beneficiada por las condiciones climáticas en la región volcánica, que permite dos cultivos para selección cada año; el uso de técnicas de multiplicación (principalmente esquejes de brotes) para aumentar el volumen básico de tubérculo-semilla; y la realización de pruebas o ensayos de cultivos en fincas, lo cual incorporó las opiniones de los productores en la selección de nuevas variedades potenciales.



Preparación de los campos en la finca de semilla del programa nacional de papa en Ruanda.

En vez de intentar la operación de un programa elaborado de certificación de tubérculo-semilla, el PNAP utilizó técnicas simples para abastecer a los agricultores con alta calidad. El sistema de producción de tubérculo-semilla se basa en selección masal. Al no contar con instalaciones para la prueba de virus en la postcosecha, el sistema depende de observar en el campo del vigor de las plantas y las proporciones de plantas sanas y enfermas. El programa produce cerca de 250 t. de tubérculo-semilla por año, la mitad de las cuales son nuevas variedades ruandesas seleccionadas a partir de material genético introducido por el CIP. Los agricultores están ansiosos por reemplazar las variedades anteriores con las nuevas que son resistentes al tizón tardío. La producción de tubérculo-semilla de calidad mejorada es significativamente menor que la demanda, aunque los informes de los proyectos de tubérculo-semilla y encuestas preliminares indican que cerca de 7.000 ha, o casi 20% del área total de papa, se plantan con tubérculo-semilla originado en el programa nacional correspondiente. El aumento promedio del rendimiento en las fincas debido al uso de tubérculo-semilla de calidad mejorada se estima en alrededor de tres toneladas/ha, una ventaja de 40% por encima de la "semilla" tradicional.

Luego de un corto período de prueba en funcionamiento, los beneficios del programa de multiplicación de tubérculo-semilla han superado a los costos. Un análisis económico indica que en 1985, la tasa interna de retorno del programa se estimó en 40% más del doble que la mayoría de los proyectos de desarrollo en el país. La tasa de retorno futura proyectada es mucho mayor porque se espera que los costos se mantengan en aproximadamente el mismo nivel, mientras que los beneficios aumentarían significativamente a medida que se continúe difundiendo el uso de las nuevas variedades. El efecto multiplicativo de tener un volumen pequeño de tubérculos-semillas sanos es grande en Ruanda, porque las enfermedades virósicas que causan disminución de rendimientos se expanden con poca velocidad en este país.

El PNAP combina la experimentación y la transferencia de tecnología en ensayos o pruebas al nivel de fincas. Todos los científicos del PNAP realizan pruebas en fincas como parte de sus programas de investigación. Un científico con dedicación total de su tiempo de trabajo coordina estas actividades. Anualmente se realizan más de 80 ensayos experimentales en fincas. La relación estrecha resultante entre investigadores y agricultores es el soporte fundamental de éxito del PNAP en la identificación rápida de problemas productivos y en brindar las soluciones adecuadas a los productores. Durante los primeros años de operación del PNAP, los ensayos ayudaron a determinar los impedimentos mayores en la producción de papa. Actualmente, estos ensayos en fincas de productores sirven para probar todas las tecnologías desarrolladas por la investigación en el PNAP o las introducidas desde el extranjero, y seleccionar las más apropiadas.

Debido a la escasez de personal especializado en investigación y extensión en Ruanda, el establecimiento del programas de papa requirió capacitación del personal. En 1982, el cuerpo técnico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas incluía sólo una persona con un Ph.D. en ciencias agrícolas. Con el apoyo del CIP y con financiamiento externo, el PNAP inició un programa intensivo de cursos de capacitación en servicio, de corta duración, en Ruanda y en el extranjero (Túnez, Kenia, Perú y Holanda). Desde 1978 a 1983, un total de 23 científicos y técnicos ruandeses participaron en cursos y seminarios prácticos especializados. Dos científicos obtuvieron grados superiores. Actualmente, el PNAP desarrolla dos cursos generales sobre producción de papa cada año, y varias actividades de capacitación especializadas en las cuales han

participado más de 200 extensionistas, estudiantes de escuelas agrícolas, y administradores de fincas locales.

El progreso del PNAP se debe a cuatro razones claves:

- 1- El programa tiene un apoyo fuerte del Ministerio de Agricultura; la contribución financiera actual del gobierno llega a más de 75% del presupuesto operativo local del PNAP.
- 2- El programa ha incorporado la opinión de los productores en la planificación de la investigación, en su realización y en la transferencia de tecnología.
- 3- El programa asigna prioridades a sólo unas pocas líneas de acción que satisfacen las necesidades más serias de los agricultores y que no requieren una infraestructura de investigación complicada ni acuerdos institucionales complejos.
- 4- Su programa de tubérculos-semillas está ligado a un servicio nacional de semillas y a proyectos de desarrollo que distribuyen semillas en todo el país, asegurando la diseminación rápida de las variedades mejoradas.

La experiencia del PNAP está siendo compartida con países vecinos mediante una red regional "Programa Regional D'amélioration de la Pomme de Terre en Afrique Centrale".

El programa de semillas en Túnez

Túnez sirve como un ejemplo de un programa de semilla pequeño que ha generado una tasa de retorno extraordinariamente alta. El gobierno promueve el cultivo de papa y otros cultivos de hortalizas de alto valor en áreas recientemente irrigadas. La producción de papa se ha triplicado desde principios de la década de los sesenta y ahora totalizan más de 140.000 toneladas con 12.000 ha de cultivo.

La papa se cultiva en tres cosechas. El cultivo de invierno se produce sólo en la costa norte, libre de heladas; los cultivos de primavera y otoño también se producen en esa área y en áreas regadas en todo el país. Los agricultores tunecinos importan tubérculo-semilla europeo para las plantaciones de invierno y primavera. El cultivo de otoño se planta con tubérculos producidos en el cultivo de primavera.

El programa nacional de papa tunecino fue establecido en 1976, con fondos del gobierno y de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional. En el marco de un acuerdo cooperativo, el CIP proporcionó

un especialista en papa con dedicación exclusiva, y apoyo técnico y administrativo. Se creó un comité técnico dentro del Ministerio de Agricultura para coordinar la política nacional del cultivo de la papa. Los planificadores y los ejecutores del programa de papa trabajaron para fortalecer las instituciones existentes y para facilitar acciones cooperativas por medio del comité técnico. Este enfoque difiere del de muchos otros proyectos de desarrollo en Túnez, los cuales intentan ignorar la política local instalando estructuras administrativas autónomas.

Cinco instituciones tunecinas están muy involucradas en el programa. *Groupement Interprofessionnel des Légumes* (GIL) es responsable por la multiplicación de semilla; *Centre de Perfectionnement et Recyclage Agricole* (CPRA) es responsable por el entrenamiento de extensionistas y agricultores; *Institut National de Recherche Agronomique de Tunis* (INAT) es responsable por el entrenamiento de profesionales y por la investigación; y *Direction de la Production Végétale* es responsable por el trabajo de extensión.

Desde el principio, los líderes del programa de papa priorizaron el cultivo de otoño. Los especialistas en papa habían notado muchas plantas con un solo tallo en la estación de otoño -una indicación de que los tubérculos-semillas eran fisiológicamente demasiado jóvenes al momento de la plantación-. Debido a los rendimientos de papa están altamente correlacionados con el número de tallos principales por planta, los especialistas sugirieron que los rendimientos aumentarían mediante prácticas simples de manejo que permitieran el incremento del número de brotes y tallos vigorosos producidos por cada tubérculo-semilla.

Los especialistas en multiplicación de semilla del GIL realizaron ensayos en fincas para probar la idea. Los ensayos en fincas mostraron que los rendimientos del cultivo de otoño podían casi duplicarse mediante de mejoras en la fisiología del tubérculo-semilla, resultante de:

- * El desbrotado de tubérculos-semillas importados y -para la estación de cultivo temprana- la siembra y cosecha temprana de los tubérculos para plantar en estaciones posteriores.
- * La eliminación de tubérculos-semillas con mala sanidad antes de su almacenamiento (debajo de paja), tratando de evitar pérdidas excesivas.
- * El desbrotamiento de los tubérculos-semillas producidos localmente antes de su plantación en la estación tardía.

El GIL aprovechó los resultados de investigación incorporándolos al sistema de multiplicación de tubérculo-semilla. El CPRA y el INAT incluyeron

los conocimientos en los materiales de extensión y capacitación destinados a los productores.

Partiendo con 64 t. en 1977, el programa de tubérculos-semillas incrementó su producción a más de 2000 t. por año en 1985. Los rendimientos en fincas que obtienen tubérculo-semilla del GIL han aumentado en cerca de cuatro t/ha. Los beneficios del programa han excedido por un amplio margen sus costos. Desde 1976, la tasa interna de retorno del proyecto ha sido casi 100%, una tasa mucho mayor la que se ha logrado en la mayoría de proyectos de desarrollo en Túnez, o en otras partes del mundo. La producción de tubérculo-semilla para el cultivo de invierno comenzó en 1983, con el objetivo es reemplazar el importado con el producido localmente. Los tubérculos-semillas importados llegan a Túnez tan pronto después de su cosecha en Europa que todavía están en su estado de reposo, por lo que su potencial de rendimiento es bajo. Los ensayos realizados en fincas indican que el tubérculo-semilla producido en la primavera y mantenido en almacenamiento refrigerado desde su cosecha (mayo-junio) hasta el momento de plantación del cultivo de invierno siguiente (noviembre-diciembre) puede rendir tanto como el importado, a pesar de su mayor nivel de infección con virus. Más importante aún, el tubérculo-semilla multiplicado localmente es más barato que el importado, está disponible para siembras más tempranas, y sus cultivos tienen un período de crecimiento menor.

Además de los beneficios "directos" del programa de semillas -aumento de los rendimientos en fincas que utilizan semilla del GIL- hay beneficios indirectos sustanciales. Las prácticas de manejo del tubérculo-semilla recomendados por el programa han sido adoptadas por muchos agricultores tunecinos, incrementando los rendimientos promedio del cultivo invernal en alrededor de dos t/ha. La mejora en la disponibilidad de tubérculos-semillas ha estimulado la plantación de papa en el invierno.

Los aspectos fundamentales del éxito del programa de tubérculos-semillas de Túnez son: 1) fue establecido dentro del marco de instituciones nacionales existentes y se le percibió, desde el comienzo, como un programa tunecino, aunque Canadá proporcionó fondos y el CIP aportó asistencia técnica; 2) se basó en una estrategia para solucionar problemas prácticos y centró su atención en un problema aparentemente simple pero que en realidad era importante tubérculo-semilla con una condición fisiológicamente pobre al momento de siembra-; 3) ignoró modelos extranjeros, y fue diseñado para satisfacer necesidades locales

y economizar en el uso de capital y de personal especializado, que eran escasos.

Uso de técnicas de cultivo de tejidos y multiplicación rápida por agricultores en Viet Nam

El cultivo de tejidos y otros métodos asociados para la multiplicación clonal rápida de tejidos de plantas a menudo es imaginado como técnicas de laboratorio complejas con un potencial de aplicación limitado en países pobres, particularmente al nivel de fincas. Pero agricultores vietnamitas han demostrado lo equivocado de esa idea. Desde 1981, productores en el área de Dalat, en Viet Nam, han utilizado técnicas de cultivo de tejidos para producir material de plantación de papa, con un mínimo de infraestructura y entrenamiento.

La producción de papa en Viet Nam se ha expandido rápidamente de menos de 5.000 ha antes de 1970, a 30.000 ha a mediados de 1980. La producción anual es de alrededor de 250.000 toneladas. Cuando se dejó de importar tubérculo-semilla hace más de 15 años, las variedades europeas se infestaron progresivamente con enfermedades virósicas. Por lo tanto, el productor de papa vietnamés se enfrentó a la necesidad crítica de desarrollar variedades libres de enfermedades causadas por virus.

Después de que el Centro Nacional de Investigación Científica, localizado en Hanoi, mandó un científico a Francia para entrenarse en la reproducción clonal de plantas, en la década de los 70 se estableció un laboratorio para el cultivo de tejidos como una parte del centro para la Biología Experimental, en Dalat. Los experimentos en cultivo de tejidos comenzaron en 1977.

Los técnicos rápidamente se dieron cuenta de que un solo esqueje cultivado *in vitro*, proveniente de una variedad local de papa, Thuong Tin (liberada originalmente en 1929 en Alemania como Akersegen), podía generar cuatro o más cortes por mes. Esto implicaba que con multiplicaciones subsiguientes, era posible obtener un total anual de 10 millones de plántulas a partir de un sólo esqueje *in vitro*. También descubrieron que cuando estas plántulas eran transplantadas directamente a la tierra producían varios tubérculos pequeños. A través de un proceso de prueba y error, descubrieron que los esquejes podían multiplicarse en una mezcla de suelo sin esterilizar y estiércol de ganado, eliminándose así la necesidad de sustancias costosas, como azúcar y agar. Estos descubrimientos, y la fuerte demanda de material de plantación mejorado por parte de los productores, llevó a la estación experimental a desarrollar un sistema para



Los programas de semilla en más de 20 países en desarrollo están usando la propagación de papas *in vitro*.

la multiplicación de papa basado en las técnicas de cultivo de tejidos y esquejes de tallo.

En 1979 los científicos vietnamenses comenzaron las pruebas del germoplasma mejorado obtenido del CIP. La estación experimental de Dalat recibió 17 variedades *in vitro* que eran adaptadas a las condiciones de días-cortos de Dalat, y que podían cultivarse en el área durante todo el año. Algunas eran más resistentes al tizón tardío que las variedades europeas cultivadas previamente. A partir de ese germoplasma se liberaron tres variedades nuevas.

Los investigadores también desarrollaron técnicas para prolongar la vida de las plantas madres, aumentando así el número de esquejes que podían lograrse de cada una de ellas. A los efectos de prevenir una mortalidad alta durante la estación seca, plantaron los esquejes enraizados en recipientes que pudieran protegerse del sol y del viento. De los diferentes tipos de recipientes probados, se eligió el fabricado con hojas de banano, por su bajo costo, facilidad de fabricación, y porque mantenía una humedad adecuada del suelo.

El primer cultivo de papa producido a partir de esquejes de las tres variedades nuevas fue cosechado en 1980. Las nuevas variedades promediaron más de un kg de tubérculos por planta originada en esquejes enraizados y trasplantados, y casi no tuvieron infección con tizón tardío. Los productores en Dalat comenzaron a comprar esquejes enraizados a la estación experimental, y luego, cuando la demanda superó a la oferta, varios agricultores empezaron -ellos mismos- a enraizar esquejes en recipientes de hojas de banano, siguiendo la técnica que habían observado en la estación experimental. Para disminuir el número de esquejes que tenían que comprar, algunos agricultores empezaron a usar los esquejes de brote apical como planta madres. Eventualmente, unos pocos agricultores empezaron a multiplicar plántulas *in vitro*. Los productores más exitosos en este proceso desarrollaron laboratorios simples y áreas de trasplante para una multiplicación rápida en sus huertas. Estos agricultores, usando mayormente equipo preparado con tecnología artesanal, recuperaban sus inversiones a los pocos meses.

Durante 1981, 10 agricultores establecieron centros de multiplicación rápida y vendían esquejes enraizados (trasplantes) a otros productores. La producción anual de trasplantes alcanzó el número de 2,5 millones por año, en 1982, como resultado de la fuerte demanda por las tres nuevas variedades. En tres años, toda la papa cultivada en Dalat cambió de semilla locales degeneradas a tubérculo-semilla de alta calidad de las tres nuevas variedades.

En la medida en que tubérculos-semillas de primera y segunda generación de estas variedades comenzaron a estar disponibles, disminuyeron las ventas de trasplantes porque los tubérculos-semillas eran más convenientes para manipular y más fáciles de plantar. El precio de los trasplantes bajó hasta ser igual al de un tubérculo de primera generación.

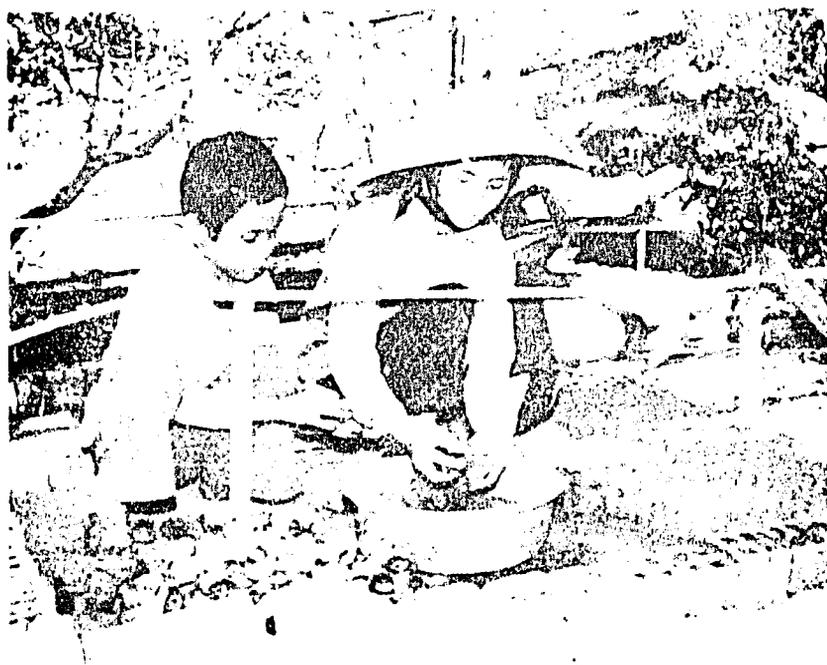
Sin embargo, todavía existe un mercado para los trasplantes. La incidencia de virus inevitablemente se va acumulando, y los rendimientos de un cultivo sembrado con tubérculos-semillas de tercera generación - originados en la cosecha de un cultivo libre de virus sembrado con esquejes enraizados- son bastante menores, por lo cual los agricultores dedican alrededor de 5% de su área de cultivo a sembrar trasplantes, de manera que tengan siempre un volumen suficiente de tubérculos-semillas de primera y segunda generación para satisfacer sus necesidades para los cultivos posteriores.

En 1985, tres firmas operadas al nivel familiar producían alrededor de 600.000 esquejes enraizados por año, que eran adquiridos y plantados por cerca de 1200 agricultores. Estas empresas lograron muy buena reputación por vender trasplantes de alta calidad. La firma de mayor tamaño garantiza la calidad del producto al permitir que le paguen un mes después del trasplante en el campo, sólo el valor de éstos que sobreviven.

Este ejemplo demuestra que los productores pueden usar el cultivo de tejidos para propagar papa. La técnica no requiere equipo de laboratorio costoso ni técnicos altamente entrenados: productores vietnameses construyeron infraestructuras apropiadas y las operaron de manera exitosa. Esta manera de encarar la situación podría duplicarse en cualquier otro país en desarrollo.

Mejoras en el almacenamiento en Sri Lanka

En Sri Lanka, las rápidas mejoras en el almacenamiento de tubérculo-semilla han tenido efectos trascendentales no sólo sobre la



En Dalat, Viet Nam, los agricultores cultivan plántulas de papa para su venta a vecinos como material de plantación.

producción de papa, sino también sobre los modelos de cultivo en las áreas de huertas orientadas al mercado.

En 1967 el gobierno prohibió la importación de papa para consumo con el objetivo de ahorrar divisas. Dado que las importaciones habían constituido el mayor volumen de la oferta en el país, los precios se dispararon hacia arriba, y los productores de hortalizas en las tierras altas comenzaron a expandir la producción de papa. El cultivo de papa tiene dos estaciones principales. El cultivo temprano se produce en los lugares con menor elevación de las tierras altas, desde mediados de mayo a setiembre. El cultivo en la estación tardía se produce en las elevaciones mayores, desde octubre a mediados de enero.

Los impedimentos más severos encarados por los productores eran la escasez y el alto costo de los tubérculos-semillas, la mayoría de los cuales se importaban. La mayor parte del tubérculo-semilla para el cultivo temprano venía de Australia y la del cultivo tardío de Europa. En 1979 se prohibieron las importaciones desde Australia. La falta resultante de tubérculo-semilla para el cultivo temprano motivó a los productores a empezar a destinar el cultivo tardío para la producción de tubérculo-semilla. Sin embargo, tenían dificultad en el almacenamiento de éste desde enero hasta mayo, cuando se planta el cultivo temprano. Ante la solicitud del Departamento de Agricultura, el CIP comenzó a colaborar con especialistas en papa de Sri Lanka para solucionar los problemas de almacenamiento de tubérculo-semilla.

En un curso sobre almacenamiento patrocinado por el CIP y realizado en las Filipinas, los técnicos de Sri Lanka tomaron conocimiento de los principios del almacenamiento de tubérculo-semilla con luz difusa, el cual retarda el brotamiento y disminuye las pérdidas de almacenamiento. Los técnicos también visitaron áreas de tierras altas en las Filipinas donde los agricultores estaban adoptando rápidamente la técnica de almacenamiento con luz difusa. Luego de su retorno a Sri Lanka, se instalaron estructuras de almacenamiento con luz difusa en predios del gobierno y en algunas fincas privadas. También se realizaron cursos cortos sobre métodos para la producción y almacenamiento de tubérculo-semilla para agricultores.

Los productores rápidamente se dieron cuenta que el almacenamiento en luz difusa no sólo reduce el brotamiento, lo cual afecta la emergencia en el campo y la densidad de tallos, sino que también hace más fácil detectar y remediar las pudriciones y las infestaciones de insectos como la polilla. En 1983 más de 500 productores habían construido estructuras



Un número creciente de agricultores está usando el almacenamiento con luz difusa para guardar tubérculo-semilla desde su cosecha hasta la plantación siguiente.

de almacenamiento con luz difusa y se estima que mil más habían alterado sus estructuras de almacenamiento existentes para permitir la entrada de luz. Después de haber adoptado la nueva tecnología de almacenamiento de semilla, dos terceras partes de los agricultores modificaron aún más las técnicas de almacenamiento de tubérculo-semilla de papa con luz difusa, adaptándolas a sus necesidades específicas.

Como resultado de la adopción de la nueva tecnología para almacenamiento de tubérculo-semilla, los agricultores han aumentado los rendimientos, han ajustado sus modelos o patrones de cultivo incluyendo más papa, y han incrementado sus ingresos. Las penurias que implicaba la adquisición de tubérculo-semilla en el extranjero han disminuido, y se ha reducido el tiempo dedicado a las actividades de almacenamiento.

Los agricultores encontraron que pueden guardar tubérculo-semilla por un tiempo mucho mayor que el posible con el almacenamiento en oscuridad tradicional, y que pueden obtener precios más altos en la venta de tubérculo-semilla almacenado con luz difusa. Como resultado, algunos productores en las áreas más altas, que cosechan en la estación tardía, guardan el tubérculo-semilla por seis meses o más hasta la época de plantación del siguiente cultivo tardío. Incluso, algunos productores que tienen tierras de cultivo de arroz bien drenadas en las zonas más bajas, están almacenando tubérculo-semilla producido en el cultivo temprano hasta la fecha de plantación de su cultivo siguiente. Previamente, los agricultores podían plantar sólo cuando el tubérculo-semilla importado desde Australia o Europa estaba disponible, pero ahora los productores tienen la libertad de decidir la siembra de papa cuando las condiciones de crecimiento y los precios de mercado son favorables, y todo ello debido al uso del almacenamiento con luz difusa.

El aumento de la producción y del almacenamiento de tubérculo-semilla local está permitiendo que el gobierno pueda reducir la importación de ésta y ahorrar divisas. La introducción exitosa del almacenamiento con luz difusa también mejoró la imagen del servicio de extensión de Sri Lanka.

Una red de investigación en América Central

Muchos países en desarrollo son demasiado pequeños como para montar un programa de papa que abarque todos los temas y problemas, tanto reales como potenciales. Para ellos, una solución práctica es la participación en una red regional de investigación, en la cual varios países

comparten sus costos y beneficios. Una de tales redes es el PRECODEPA (Programa Regional Cooperativo de Papa).

En América Central y el Caribe hay 15 países que producen papa, pero, con la excepción de México, el promedio de producción nacional es de sólo 30.000 toneladas. Es claro que ninguno de esos países puede desarrollar un adecuado y completo programa de papa en forma individual. Más aún, al CIP se le hace difícil justificar una interacción intensa con científicos de cada país porque los beneficios potenciales son pequeños cuando se les compara con los beneficios potenciales en países más grandes en otras regiones. Sin embargo, dado que la producción de papa está expandiéndose rápidamente en América Central y el Caribe -mucho más rápidamente que en el resto de América Latina- existe una demanda creciente por tecnologías nuevas para este cultivo.

El PRECODEPA se estableció permitiendo que cada país integrante se especializara en las áreas de investigación para las cuales contaba con ventajas comparativas, e intercambiara con los otros sus resultados de investigación. Además, la red contempla mecanismos para que el personal del CIP pueda trabajar efectivamente con los especialistas de la región.

En 1978, representantes de Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, Honduras, México y Panamá se reunieron para discutir la creación de una red de investigación que operara en colaboración. En dicha reunión se revisaron los principales factores que limitan la producción y uso de la papa en la región. Los participantes delinearon sus propios problemas y luego prepararon una lista de los problemas que eran comunes a varios países. El paso siguiente fue analizar los intereses y capacidades de investigación de cada país. Finalmente, se asignaron responsabilidades de investigación específicas a los diversos programas de papa participantes. Al CIP se le solicitó que brindara asistencia técnica y de capacitación en ciertas áreas, tales como mejoramiento genético para obtener resistencia al marchitamiento bacteriano.

El PRECODEPA comenzó su operación en 1978 en el marco de un acuerdo firmado por los representantes de seis países y el CIP para poner en marcha la red colaborativa. La Cooperación Suiza para el Desarrollo (CSD) brindó los fondos para el desarrollo de las actividades de investigación, capacitación, consultorías, y de coordinación de la red.

La autoridad máxima del PRECODEPA es el Comité Regional Permanente, integrado por el coordinador nacional del programa de investigación de papa y los restantes directores de investigación agrícola de cada país.

El CIP también integra este comité, con dos representantes. En sus reuniones anuales, el Comité evalúa y aprueba los presupuestos y planes de trabajo de los miembros y toma decisiones relacionadas con la política de la red. La ejecución del proyecto está a cargo de un Comité Ejecutivo, integrado por un coordinador y dos representantes de otros países de la red. Este comité se reúne tres o cuatro veces por año.

Atendiendo a la solicitud del Comité Regional Permanente y del la CSD, el CIP maneja el desembolso de fondos de acuerdo con los presupuestos aprobados, brinda servicios de contabilidad, y hace los arreglos correspondientes para la auditoría externa. El CIP aportó la coordinación de la red durante los dos primeros años. Desde entonces, el Comité Permanente ha designado al coordinador de entre los científicos nacionales participantes. Periódicamente, el coordinador hace los arreglos necesarios para tener una revisión externa de cada proyecto de investigación. En 1984 se realizó una evaluación externa de toda la red.

En 1978 se establecieron nueve proyectos de investigación. Desde entonces, cambió el liderazgo nacional de dos proyectos: marchitez bacteriana y socioeconomía. Tres proyectos -virología, almacenamiento y tizón temprano- han terminado, y se adicionó un proyecto sobre procesamiento. Luego, El Salvador, Haití, Nicaragua y Cuba se unieron a la red.

Originalmente, cada país se concentraba casi exclusivamente en sus proyectos de investigación asignados. Pero en la medida que los conocimientos y capacidades locales se han desarrollado, los países han ampliado sus investigaciones, recibiendo consejo y apoyo de especialistas de los países líderes. Los progresos más significativos se lograron en las áreas de producción de tubérculo-semilla, resistencia a tizón tardío, y técnicas para el almacenamiento de tubérculo-semilla. Recientemente han comenzado las evaluaciones nacionales de control de la polilla del tubérculo de papa y del nematodo dorado.

Los sistemas mejorados de producción de tubérculo-semilla, las variedades resistentes a tizón tardío, y las estructuras simples de almacenamiento están teniendo impacto al nivel de finca. Los seis países originales están operando esquemas de producción de éste. Agricultores en cinco países están cultivando Tollocan, una variedad mexicana resistente al tizón. En Guatemala, muchísimos productores utilizan el almacenamiento de tubérculo-semilla con luz difusa, esta tecnología ha contribuido al establecimiento exitoso del programa de tubérculo-semilla de Honduras.

Un factor fundamental en el desarrollo institucional es la capacitación. Entre 1978 y 1984, el PRECODEPA organizó 14 seminarios regionales, talleres de discusión y capacitación ("workshops"), y cursos de producción. La participación de 110 personas en estas actividades fortaleció el conocimiento y la capacidad técnica de los países miembros. Además, se realizaron 22 cursos nacionales para técnicos, extensionistas y agricultores, con una participación total de 470 personas. El CIP brindó entrenamiento individual a 20 científicos.

También son importantes ciertos resultados intangibles del PRECODEPA. Por ejemplo, el recambio de personal especializado en los programas de papa de los países miembros es ahora menor que antes, y menor que en otros programas de productos en la región. La revisión externa realizada en 1984 concluyó que el PRECODEPA ha aumentado su nivel de satisfacción laboral, por el hecho de haber brindado a sus miembros un mayor apoyo mutuo, una mayor responsabilidad en investigación, y una participación frecuente en reuniones y cursos regionales (tanto de participantes como de instructores). Otro punto relevante es el incremento en el número de cargos dedicados a la investigación y desarrollo de la papa que cada país incluye en sus presupuestos nacionales.

Lecciones de los casos

Del estudio de los casos anteriores pueden derivarse varias lecciones para el diseño y la realización de programas de papa.

1- *Es esencial un compromiso nacional fuerte.* En todos los casos, los programadores o políticos, investigadores o extensionistas brindaron liderazgo y apoyo financiero al programa de papa, en vez de depender totalmente de una agencia extranjera. En la India, Viet Nam, y Sri Lanka, los programas contaron desde el principio con liderazgo y apoyo técnico y con fondos locales. Ocasionalmente solicitaron al exterior apoyo financiero, técnico y para entrenamiento, pero en ningún momento el liderazgo nacional estuvo en manos de técnicos extranjeros, ni tampoco hubo técnicos extranjeros radicados en el país trabajando permanentemente para el programa de papa. En los casos de Ruanda, Túnez, y del PRECODEPA, las agencias externas jugaron un papel importante catalizando y apoyando esfuerzos locales. Las agencias extranjeras aportaron un técnico participante en el liderazgo del PNAP en Ruanda, un científico residente en Túnez y un coordinador para el PRECODEPA en América

Central. Pero en cada programa, rápidamente apareció el liderazgo local, y en el correr de pocos años, los presupuestos se financiaron principalmente con recursos nacionales.

2- Los programas de papa deben basarse en las instituciones locales

Las estructuras organizacionales de programas de papa exitosos varían significativamente entre los casos que se consideren. Por ejemplo, la India tiene uno de los programas de papa más grandes y completos del mundo; el PNAP en Ruanza es mucho más pequeño y menos completo que el de la India; el programa de tubérculo-semilla de Túnez abarca cinco instituciones públicas coordinadas por un comité técnico; el programa de tubérculo-semilla de Dalat en Viet Nam incluye una sola institución que trabaja con agricultores. Aunque ninguno de estos arreglos institucionales necesariamente ideal, cada uno de ellos ha comprobado ser altamente efectivo. Organizar y estructurar el programa de papa dentro del marco de las instituciones locales existentes es esencial para asegurar su aceptación y continuación en el tiempo. Muchos programas han fallado por haber intentado ignorar las instituciones locales en vez de trabajar con ellas.

3- Los programas exitosos tienen objetivos claros. Pocos países tienen los recursos suficientes para desarrollar un programa completo de investigación y extensión en papa. Los casos anteriores muestran que un programa de papa puede lograr un impacto significativo atacando sólo unos pocos impedimentos fundamentales a la producción y uso de la papa, dejando de lado otros problemas por el momento. Por ejemplo, la investigación cuidadosa sobre poblaciones de áfidos en la India, la cual llevó al desarrollo del método de producción de parcela de semilla, abrió el camino para una inmensa expansión de la producción y el consumo de papa en las llanuras hindúes. La diseminación de métodos mejorados para el almacenamiento le ha permitido a los agricultores de Sri Lanka intensificar sus sistemas de huertas orientadas al mercado al plantar papa cuando no se puede acceder a tubérculos-semillas importados. En América Central, cada uno de los países integrantes del PRECODEPA está concentrando sus esfuerzos en unos pocos problemas productivos y compartiendo la información resultante con los otros países miembros de la red.

4- Los programas de papa más exitosos han prestado mucha atención a la producción y distribución de tubérculo-semilla. Mientras los programas de promoción de otros cultivos generalmente empiezan con la introducción de variedades nuevas, lo más común de los programas de papa exitosos es mejorar la semilla. En todos los casos revisados, los programas de papa

otorgaron alta prioridad a la mejora del abastecimiento de tubérculo-semilla. Dado su gran volumen, perecibilidad, altos costos y calidad variable, los tubérculos-semilla son un elemento crítico en los sistemas de producción de papa, y una semilla mejor puede beneficiar productores y consumidores de muchas maneras. En la India, el desarrollo del sistema de parcela de semilla permitió a los productores de las llanuras romper su dependencia del abastecimiento limitado de tubérculo-semilla proveniente de la zona de colinas. De manera similar, el almacenamiento de tubérculo-semilla de calidad mejorada en Sri Lanka le está permitiendo a los productores gastar menos dinero en la compra de "semilla" importada. En Ruanda y Viet Nam, nuevos sistemas de tubérculo-semilla han permitido la evaluación y diseminación rápida de mejores variedades de papa. Estas y otras experiencias sugieren que en la mayoría de los países en desarrollo, la primera prioridad de un programa de papa debería ser identificar y solucionar los impedimentos principales en los sistemas locales de tubérculo-semilla.

5- Programas pequeños pueden generar retornos altos. Muchos programas de tubérculo-semilla en países en desarrollo intentan abastecer una gran proporción de toda la semilla de papa requerida por todos los productores, pero pocos tienen éxito. La mayoría de los programas produce no más del 5% de la semilla requerida, y algunos pocos producen alrededor de 20% del requerimiento total. La incapacidad de un programa para lograr su objetivo en producción de tubérculo-semilla a menudo resulta de una predicción demasiado optimista más que de un desempeño pobre. Los agricultores en muchas áreas pueden multiplicar dos o tres veces su propia "semilla", y a veces más, antes de que la infección de virus reduzca los rendimientos. Por lo tanto, una meta razonable para muchos programas de tubérculo-semilla de papa es lograr abastecer a los sumo la tercera o cuarta parte de los requerimientos totales de tubérculo-semilla de los productores.

Tal como lo muestran los casos, un programa de tubérculo-semilla, pequeño y bien manejado, puede generar retornos altos en relación con los gastos. El hecho de brindar una pequeña cantidad de tubérculo-semilla de alta calidad en el momento oportuno pueda tener un efecto multiplicativo grande. En vez de estar preocupados con el tamaño de un programa de tubérculo-semilla de papa, los administradores deberían focalizar su atención en la calidad del tubérculo-semilla producido y en la tasa de retorno generada por el programa.

6- La tecnología no puede ser transferida directamente desde el exterior; debe ser adaptada a las condiciones locales. En ninguno de los casos estudiados la tecnología extranjera fue usada directamente por los investigadores o los agricultores. Se necesitaron adaptaciones locales. La aplicación comercial de los métodos de cultivo de tejidos a la producción de tubérculo-semilla de papa en Viet Nam, al establecimiento de un sistema de papa en Viet Nam, al establecimiento de un sistema de multiplicación de tubérculo-semilla económicamente viable para el cultivo de otoño de Túnez, y la rica variación de aplicaciones prácticas del principio de almacenamiento de tubérculo-semilla con luz difusa en varios países en desarrollo constituyen ilustraciones impactantes de este punto.

Notas bibliográficas

Ruttan (1982) y Pinstup-Andersen (1982) brindan resúmenes de la abundante literatura sobre la evaluación del impacto de la investigación agrícola. Scobie (1979) hace una revisión muy amplia de la evidencia en los países en desarrollo. El GCIAR (1985) resume los resultados de un estudio muy completo sobre los logros y el potencial de los centros internacionales de investigación agrícola.

Las secciones de este capítulo sobre tipos de impacto y métodos para determinar impacto se basan en Horton (1986). Los casos ilustrativos se extraen de Pushkarnath (1976) para la India; Monares (1984) para Ruanda; Horton *et al* (1990) para Túnez; Uyen y van der Zaag (1983,1985) para Viet Nam; Rhoades (1985) y Somaratne (1985) para Sri Lanka; y texto sin publicar preparado por Kenneth Brown para América Central. Las versiones detalladas de algunos de los casos aparecen en International Potato Center (1984).

- 221 -

En resumen

La agenda agrícola para los países en desarrollo es muy clara. Deben acelerar sus crecimientos agrícolas intensificando sus sistemas productivos para alimentar una población en aumento, para satisfacer las demandas futuras de alimento para animales y de fibra, para brindar empleo a una mano de obra en crecimiento, y para reducir la dependencia del abastecimiento de productos agrícolas desde el exterior. La papa puede jugar un papel útil en las estrategias de desarrollo agrícola de muchos países. Este capítulo muestra cómo hacerlo, al brindar respuestas a las 11 preguntas planteadas en la introducción de este libro.

¿Cuán importante es la papa en los países en desarrollo, y cuales son las tendencias recientes en la producción y uso de la papa?

A menudo se piensa que la papa es un cultivo de las naciones industriales y de menor importancia para las áreas, en desarrollo. Sin embargo, los países en desarrollo producen actualmente una tercera parte de la papa en el mundo. Desde 1950, los rendimientos de la papa en países en desarrollo se han duplicado, y la producción se ha triplicado. El crecimiento de la producción de papa, que excede al de la mayoría de los otros cultivos alimenticios, es particularmente rápido en Africa, Asia, América Central y el Caribe. En términos monetarios, actualmente la papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante en países en desarrollo, después de arroz, trigo y maíz.

A pesar de la rapidez de los cambios, la producción de papa todavía promedia menos de 30 kg por habitante en los países en desarrollo, de los cuales dos tercios se destinan al consumo humano. La alimentación animal y los usos industriales juntos absorben sólo cerca de 15% de la

producción, y el resto se usa como tubérculo-semilla o se desperdicia. Dado que el promedio de consumo de papa todavía no alcanza a 20 kg por habitante en la mayoría de los países en desarrollo, existe un potencial considerable para que el consumo aumente. Por ejemplo, Europa Occidental consume un promedio de 80 kg por habitante.

La producción de papa también está aumentando en la mayoría de las áreas industriales, lo cual rectifica una percepción generalizada de que sucede lo contrario. Desde 1950, ha aumentado en cerca de 80% en Australia y Nueva Zelanda, y en más de 40% en los Estados Unidos y Canadá; se ha mantenido más o menos constante en Europa Oriental y la URSS. La única región donde la producción de papa cayó significativamente es Europa Occidental. Esto se debe a los cambios en la organización de los predios productivos, el aumento del ingreso, y el incremento en los precios de la papa, estos factores han causado que los niveles de producción y consumo por habitante, históricamente altos, cayeran durante los últimos 50 años.

¿Qué características biológicas o físicas hacen a la papa especial?

La papa, como otros cultivos de raíz, por lo general rinden más energía alimenticia por hectárea que los cereales. Dada su alta relación proteína-caloría y su corto ciclo vegetativo, la papa rinde sustancialmente más energía y proteína comestible por hectárea y por día que los cereales y la yuca. El alto rendimiento del cultivo de papa por unidad de área y de tiempo es una cualidad de especial valor en áreas en desarrollo donde el clima permite varios cultivos de campo durante el año. Debido a su alto contenido de agua (cerca de 80%), los tubérculos de papa son más voluminosos y perecibles que los granos (lo cuales tienen generalmente menos de 15% de humedad). Esto hace que el almacenamiento, procesamiento, transporte, y otras operaciones de postcosecha sean costosas particularmente en la zona tórrida donde las altas temperaturas, los insectos, los hongos y bacterias pueden provocar pérdidas severas de postcosecha. Por esta razón, la tecnología de postcosecha es un área vital para la investigación en papa en los países en desarrollo.

Debido a que la papa no forma tubérculos en lugares con temperaturas nocturnas en promedio mayores a 20°C, este cultivo no resulta económico en áreas con temperaturas altas a lo largo de todo el año. Sin embargo, se cultiva en muchas áreas de baja altitud y de climas tropicales que tienen tres o cuatro meses con temperaturas nocturnas moderadas.

La papa, al contar con ocho especies cultivadas y más de 200 ascendentes silvestres, es genéticamente uno de los cultivos alimenticios más complejos y diversos. Ninguno de los cereales mayores, legumbres u otros cultivos de raíz se acercan a la diversidad genética de la papa. Esta es una de las ventajas mayores de la papa, que permite su cultivo en un abanico de condiciones ambientales más amplio que para la mayoría de los otros cultivos.

Entre las variedades andinas y sus ascendientes silvestres puede encontrarse resistencia a muchas plagas y enfermedades, adaptación a extremos de temperatura, y una gran variedad de colores, tamaños, formas y composiciones de tubérculos. La mayor parte de la papa cultivada fuera de América del Sur proviene de las pocas papas llevadas a Europa en el marco de la conquista española. La mayoría de las variedades europeas tienen un desempeño pobre en climas tropicales, y cada vez más los científicos están dirigiéndose a la papa andina como una fuente de características deseables para manejar en el mejoramiento genético. La liberación de variedades de papa adaptadas a condiciones tropicales de crecimiento y resistentes a tizón tardío y otras plagas y enfermedades ha ayudado a incrementar rendimientos, a expandir el área de producción de papa, y a reducir los costos de producción por kg.

Debido a los antecedentes genéticos amplios de la papa cultivada, su descendencia mediante reproducción sexual varía mucho. La uniformidad y pureza varietal sólo puede mantenerse sembrando tubérculos u otras partes del tallo. Por lo general, los productores plantan 1 a 2 toneladas de tubérculos-semillas por hectárea. El gran volumen de tubérculos-semillas que deben ser producidos, cosechados, manipulados, almacenados, transportados y a menudo desbrotados antes de su siembra en la estación siguiente hace que la producción de papa sea cara. El uso de tubérculos como semilla también limita el dónde y el cuándo puede plantarse la papa porque la madurez y la condición de los tubérculos-semillas afectan la emergencia, el vigor, y el rendimiento de cultivos subsiguientes. Los tubérculos también pueden diseminar plagas (como nematodos) y enfermedades (causadas por virus y bacterias) que provocan disminución de rendimientos y bajan la calidad del tubérculo.

La oferta limitada y el alto costo de los tubérculos-semillas son los impedimentos fundamentales para la producción de papa en muchas áreas en desarrollo. Las dificultades en la producción y distribución de material de plantación de alta calidad para el caso de la papa son mucho

mayores que para los cereales, especialmente en áreas cálidas donde las enfermedades virósicas se diseminan rápidamente, y donde los costos de almacenamiento son altos. Por esta razón, los programas de papa necesitan prestar atención especial al mejoramiento de los sistemas de tubérculo-semilla para áreas bajas de climas tropicales.

La papa tiene un alto grado de respuesta a técnicas mejoradas de preparación, manejo del suelo, riego, fertilización, control de plagas, y manejo administrativo de la operación. Los agricultores invierten más por hectárea en la papa que en sus otros cultivos. Esa inversión está amenazada por riesgos climáticos, plagas, y enfermedades que pueden hacer disminuir abruptamente los rendimientos. Dos objetivos importantes de la investigación y extensión en papa son reducir los costos y los riesgos de su producción.

Debido que no es fácil almacenar papa por períodos largos ni transportarlas hasta distancias grandes, las fluctuaciones en la oferta pueden resultar en cambios bruscos de precios, lo cual mezcla y agrava los riesgos productivos con los riesgos de precio. Las agencias públicas pueden ayudar a los productores a enfrentar las fluctuaciones de oferta y precios mediante la obtención y divulgación rápida de información sobre áreas sembradas, rendimientos esperados, y condiciones de mercado.

¿Quién, dónde y cómo se cultiva la papa en países en desarrollo?

Los agricultores del mundo que cultivan papa; varían desde los que tienen fincas y operaciones muy grandes hasta los de tamaño pequeño, desde los más adinerados hasta los más pobres, desde lo más progresistas hasta los más atrasados. La mayoría de los productores de papa pueden categorizarse como agricultores de subsistencia, agricultores comerciales, u horticultores pequeños orientados al mercado.

Los agricultores de subsistencia tienden a operar pequeñas parcelas de tierra y desarrollan sistemas altamente diversificados con una participación muy importante de mano de obra. Compran pocos insumos y obtienen rendimientos bajos. Los agricultores comerciales por lo general tienen operaciones de producción agrícola de mayor tamaño y especialización; la mayoría usa fertilizantes químicos, pesticidas, y maquinaria; y obtienen rendimientos mayores. Los horticultores pequeños orientados al mercado difieren de los grupos anteriores en que la mayoría tienen áreas cultivables pequeñas, pero orientan sus operaciones con una mentalidad comercial. Por lo general éstos hacen uso intensivo de la mano de obra e insumos

comprados, y logran buenos rendimientos. Aparte de estos tres tipos principales de productores de papa, existen innumerables hogares rurales y urbanos que cultivan papa, junto con otras hortalizas, en pequeñas huertas de todo tipo.

Los agricultores de subsistencia que cultivan papa en áreas montañosas aisladas en Ruanda y Bolivia se ubican entre los agricultores más pobres del mundo. Los agricultores comerciales del norte de México y de Brasil se ubican entre los más ricos del mundo. Los pequeños horticultores orientados al mercado en partes de Guatemala y en las Filipinas se ubican entre los más intensivos y productivos del mundo.

Dejando de lado las áreas de subsistencia, la mayoría de los productores de papa son los que tienen una mejor posición económica en sus áreas. La alta rentabilidad del cultivo de papa ha estimulado incrementos rápidos de la producción de papa en países en desarrollo.

La papa se cultiva en un amplio espectro de altitudes y latitudes, y condiciones climáticas que es mayor que el del resto de los cultivos alimenticios importantes. Se cultiva desde el nivel del mar hasta más de 4.000 metros de altitud, y desde el Ecuador hasta más de 40 grados norte y sur. La diversidad de las zonas agroecológicas en las cuales se cultiva la papa hace difícil una clasificación práctica. Sin embargo, pueden identificarse tres tipos extremos de zonas de producción:

- * *Zonas de tierras altas de climas tropicales* tales como los Andes; los Himalayas; y áreas montañosas diseminadas lo largo y ancho de Africa, Asia, América Central, y Oceanía.
- * *Zonas templadas* tales como el sur de Argentina y Chile, la península coreana, el norte de Turquía, y el norte de China.
- * *Zonas de tierras bajas de climas tropicales* tales como el valle Indo-Gangético, que incluyen áreas de Pakistán, la India, y Bangladesh; la costa de Perú, y el norte de México.

Los sistemas productivos de las tierras altas varían mucho de un lugar a otro dependiendo de los mercados y de las condiciones ambientales (altitud, latitud, topografía, suelos, precipitaciones). En áreas altas frescas, la mayoría de los productores plantan papa en primavera y la cosechan en otoño. En altitudes intermedias, la papa puede sembrarse en dos o más estaciones de crecimiento cada año. Los agricultores de subsistencia en las áreas altas plantan por lo general varias variedades para reducir los riesgos de producción y variar sus dietas con diferentes tipos de papa.

Estos productores compran pocos insumos, logran rendimientos relativamente bajos, y guardan la mayor parte de la cosecha para el consumo del hogar y para tubérculo-semilla. Los pequeños horticultores orientados al mercado y los agricultores comerciales de gran escala que producen papa en tierras altas generalmente cultivan menos variedades, compran más insumos, obtienen rendimientos mejores, y venden la mayor parte de su producción. En la mayoría de las áreas de tierras altas, la mecanización es limitada por la topografía irregular y por el tamaño pequeño de los campos productivos. Los altos riesgos productivos desalientan el uso de crédito.

En zonas templadas, la mayor parte de la papa se planta en primavera y se cosecha en otoño. El clima frío durante el invierno facilita el almacenamiento de papa para su venta posterior en el año, su consumo hogareño, y para la plantación en la estación siguiente. El uso de maquinaria y fertilizantes químicos varía mucho de un lugar a otro, dependiendo del grado de integración del mercado, de los costos relativos, de las rotaciones, y de otros aspectos de los sistemas de cultivos. El uso de insecticidas es generalmente menor que en las áreas bajas de climas tropicales, con la excepción de cultivos para tubérculo-semilla. A menudo se usan fungicidas para controlar el tizón tardío.

En muchas zonas de tierras altas y templadas, los peligros climáticos como heladas, granizo, y sequía son fuentes fundamentales de riesgo y causa de disminución de los rendimientos. El tizón tardío afecta la mayoría de las áreas de tierras altas y templadas; la marchitez bacteriana es común en altitudes medias y bajas; diversos insectos y nematodos causan problemas en algunos lugares. Dado que muchos agricultores pequeños no pueden comprar insumos manufacturados, las variedades nuevas que sean resistentes a daños climáticos, pestes y enfermedades pueden tener un impacto muy grande en la producción y el bienestar social.

En las tierras bajas de las zonas tórridas, los agricultores generalmente planta papa al inicio de la estación fresca y cosechan al final de la misma. La mayoría de las áreas productoras de papa en tierras bajas son irrigadas o tienen una humedad del suelo residual abundante para la producción invernal. Los sistemas productivos no varían tanto como en las áreas de tierras altas. La mayoría de los productores tienen una orientación comercial, y plantan sólo una o dos variedades distintas; muchos usan crédito para la compra de insumos. En muchos lugares las altas temperaturas del verano después de la cosecha, hacen que el almacenamiento tenga

dificultades. Se usan almacenes o galpones refrigerados, costosos, para almacenar papa para el consumo y para tubérculo-semilla.

Los peligros climáticos a que está expuesto el cultivo de la papa son menores en las tierras bajas de climas tropicales, pero está sujeto al ataque de más plagas y enfermedades que en áreas más frescas. Debido a las altas temperaturas ambientales y a poblaciones de insectos, a los agricultores de las tierras bajas se le hace difícil producir y almacenar tubérculos-semillas de alta calidad, y muchos de ellos compran tubérculo-semilla producido en zonas de tierras altas o templadas. Desafortunadamente, muy pocas veces las variedades disponibles son idealmente adecuadas a las condiciones de crecimiento locales. De ahí que una expansión significativa de la producción de papa en áreas cálidas bajas por lo general requiere una combinación de mejoras en la tecnología de tubérculo-semilla, variedades, manejo de plagas, y almacenamiento.

Los sistemas mediterráneos y subtropicales de producción de papa son intermedios en muchos aspectos entre los de zonas templadas y los de tierras bajas tropicales. Los agricultores pueden sembrar papa en primavera, verano, u otoño. En el norte de África y en el Medio Oriente, los tubérculos para los cultivos de primavera y verano se importan de Europa; una parte de los tubérculos cosechados del cultivo de primavera se guardan para usar como semilla en el cultivo de otoño. Algo de la producción del cultivo de otoño se exporta a Europa en primavera, y la papa es la principal hortaliza de exportación de la región.

¿Quién come la papa y en qué cantidades?

Las cifras sobre consumo humano de papa por lo general se calculan a partir de las hojas de balance alimentario, como el valor residual luego de restarle a la producción total las cantidades de exportaciones netas, usos diferentes al consumo como alimento humano (alimento animal, industria, tubérculo-semilla), y desechos. Todos los componentes de estos cálculos son estimados, y la acumulación de errores hace que las cifras sobre estimaciones de consumo humano sean sumamente sospechosas, es decir, poco confiables. Las encuestas de hogares que han focalizado su atención en el tema de consumo de papa indican que, por lo general, las hojas de balance alimentario subestiman de manera sustancial el consumo de papa. Además, las estimaciones de consumo de papa, consideradas como promedios nacionales, enmascaran diferencias importantes en el consumo entre grupos distintos dentro de un país.

Dentro de las áreas rurales donde se produce papa, los productores de papa consumen más papa que los no productores. Sin embargo, ambos grupos comen más papa que la gente rural en otras áreas, porque la papa comercializada fuera de las áreas productoras por lo general se consume en pueblos grandes y ciudades. Los altos costos de transporte y el bajo poder adquisitivo de los consumidores rurales desalienta a los agentes comerciales a mandar papa desde las áreas productoras a otras áreas rurales con deficiencia en el tubérculo.

En pueblos y ciudades, el efecto del ingreso familiar sobre el consumo de papa depende del precio relativo de ésta. En las pocas áreas en desarrollo donde la papa es relativamente barata, como en los Andes, el consumo mayor de papa se da en los hogares pobres. En la situación más común, en que la papa es relativamente cara, como en la mayor parte de Africa y Asia, el consumo de papa es mayor entre la gente adinerada. Esto implica que a medida que aumenten los niveles de ingreso en el futuro, también aumentará el consumo de papa en la mayoría de los lugares.

¿Qué nutrientes aporta la papa en la dieta humana?

La papa contribuye en la dieta no sólo con hidratos de carbono (calorías) sino también con cantidades sustanciales de proteína de alta calidad y vitaminas esenciales, minerales y microelementos. Los contenidos de calorías y proteína de la papa fresca son mucho menores que los correspondientes a los cereales, pero las diferencias se achican cuando ambos alimentos se cocinan. El valor biológico de la proteína de la papa es mayor que el de la mayoría de otras hortalizas y es comparable con el de la leche de vaca. Su contenido alto de lisina convierte a la papa en un complemento valioso a las dietas basadas en cereales, las que en general tienen deficiencias de este aminoácido. La papa está bien balanceada en el sentido que la relación proteína-caloría es mayor que la de los cultivos de raíz, la mayoría de los cereales, y el plátano. Sin embargo, si una persona satisface con papa sus requerimientos totales de proteína, esa persona podría todavía estar con una deficiencia en calorías. Esto ilustra el error al considerar la papa primariamente como una fuente de almidón o calorías.

La papa comparable con otras hortalizas comunes en el contenido de vitaminas y es especialmente rica en vitamina C.

Apenas 200 gramos de papa hervida proveen la cantidad recomendada de vitamina C diaria de un adulto. El contenido mineral de la papa está muy

influido por el tipo de suelo donde crece el cultivo. Normalmente, la papa constituye una fuente moderadamente buena de hierro, una buena fuente de fósforo y magnesio, y una fuente excelente de potasio.

Estas realidades indican que la contribución de la papa a la dieta no es principalmente energía, sino proteína, vitaminas y minerales.

¿Cómo afectan los cambios de precio e ingreso la demanda por la papa?

La demanda por papa depende del tamaño de la población, los niveles de ingreso, los precios, y los hábitos alimenticios. Las proyecciones de demanda convencionales suponen que los cambios en el ingreso tienen sólo un pequeño efecto sobre la demanda. En otras palabras, en forma generalizada se supone que es baja la "elasticidad de la demanda en relación con el " ingreso" para la papa. También se supone que los cambios en precio y hábitos alimenticios tienen un impacto bajo sobre la demanda por papa. Pero diversos estudios recientes muestran que en los países en desarrollo la papa es un lujo, no una comida popular, y, por lo tanto es alta la elasticidad de la demanda en relación al ingreso. En muchos lugares, los precios de la papa están disminuyendo y los hábitos alimentarios están cambiando para incluir más papa en la dieta. Como resultado, las proyecciones publicadas de demanda por papa se han quedado cortas en relación con los incrementos reales de la demanda. Como se mencionó anteriormente, la producción de papa ha crecido más rápidamente que la producción de la mayoría de otros cultivos. La mayor parte de la papa adicional fue para consumo humano y no para exportación o para uso como alimento animal. En otras palabras, la demanda por papa ha crecido más rápidamente que la demanda por la mayoría de otros alimentos en países en desarrollo. Considerando que el consumo promedio de papa es todavía menos de una cuarta parte del de Europa Occidental, es posible que la demanda por papa continuará creciendo rápidamente en la mayoría de las áreas en desarrollo.

¿Cómo pueden los controles de precios, almacenamiento, procesamiento, y el comercio internacional estabilizar precios o expandir los mercados para la papa?

Algunos pocos gobiernos han intentado controlar los precios de la papa o amortiguar sus fluctuaciones mediante la compra y el almacenamiento

de papa en el momento de la cosecha, cuando está barata, y para venderla posteriormente, cuando está escasa en el mercado. La idea tiene sentido, pero, en la práctica, estos programas han tenido vida corta porque los cambios de precio eran difíciles de predecir y los costos y pérdidas del almacenamiento eran mayores que los esperados.

Aunque la mayoría de los sistemas de almacenamiento de gran escala operados por los gobiernos han fallado, los productores de papa en prácticamente todo el mundo almacenan una parte de su cosecha. El almacenamiento en las fincas ayuda a estabilizar las ofertas y los precios del mercado a lo largo del año. El almacenamiento en fincas de tubérculos-semillas también puede ayudar a suavizar el flujo de papa a los mercados consumidores, pues brinda la posibilidad de que los agricultores puedan plantar papa en diferentes épocas del año.

La producción de almidón y alcohol a partir de la papa pocas veces es práctica en los países en desarrollo porque la papa es muy cara en relación con otros cultivos. Sin embargo, existen algunas excepciones como el caso del norte de China y en el sur de Chile, donde la papa es barata en el momento de la cosecha, y el costo del transporte hasta mercados de consumo es muy alto. El procesamiento simple de la papa para consumo humano por lo general es más prometedor que la producción de algodón o alcohol.

Más de 98% de la papa cultivada en países en desarrollo es consumida domésticamente en vez de ser exportada. En el norte de África y en el Medio Oriente, un volumen pequeño del comercio de papa genera retornos significativos en divisas. Pero para la mayoría de las naciones, el comercio de papa no es muy promisorio.

¿Por qué deberían dedicarse recursos públicos escasos a la investigación y extensión en papa?

Para realizar investigación y extensión en papa es necesario disponer de fondos públicos, pues las firmas privadas no se interesan en ello. Pocos de los beneficios de la investigación y extensión agrícola pueden ser recuperados por firmas privadas, porque esos beneficios se otorgan a todos los miembros de la sociedad mediante menores costos de producción y menores precios de alimentos. La mayoría de las mejoras en la producción de papa no pueden patentarse y comercializarse con ganancia, por lo que las firmas privadas tienen poco incentivo en desarrollarlas. Dado que la

mayor parte de la papa es cultivada por agricultores pequeños y consumida en su forma fresca dentro del país, no puede esperarse que los productores, los procesadores, o los intereses comerciales internacionales financien la investigación y extensión en papa, tal como lo hacen con cultivos exportables como el azúcar, el té, y el yute.

¿Cuáles son los ingredientes esenciales de un programa de papa exitoso?

La necesidad de información científica sobre la papa en países desarrollados, junto con la investigación aplicada -orientada hacia fines prácticos- promovida por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y las redes regionales, han creado muchas oportunidades para que los programas de papa en los países en desarrollo puedan obtener altos retornos de los esfuerzos invertidos en ellos. Pero no todos los programas son exitosos.

El tamaño y la estructura óptima de un programa de papa depende del nivel de desarrollo del país, su marco institucional, y el cuerpo técnico y los recursos físicos y financieros disponibles para el mejoramiento de la papa. Los programas que se establecen y operan con financiamiento extranjero que intentan disminuir los problemas burocráticos trabajando por fuera de los canales administrativos normales, se derrumban cuando cesa el apoyo externo. Por lo tanto, es esencial que el programa de papa logre un fuerte compromiso local, y se integre activamente en el sistema de investigación y desarrollo agrícola existente.

Un programa nacional de papa necesita una base de investigación sólida que pueda utilizar y adaptar los resultados de la investigación realizada en los centros internacionales de investigación agrícola y otras instituciones de todo el mundo. La mayoría de los programas nacionales deberían contar con algún conocimiento y experiencia en cuatro áreas fundamentales: sistemas de tubérculo-semilla, variedades, manejo de plagas, y almacenamiento. Las prioridades específicas dentro de cada una de esas áreas deberían resultar de un examen cuidadoso de los problemas productivos locales y de los recursos del programa.

A los efectos de fijar objetivos apropiados para la investigación y extensión tecnológica, se necesita información detallada sobre los principales impedimentos que sufre la producción de papa. Algunos programas que han generado una cantidad impresionante de información y tecnologías nuevas han tenido un impacto mínimo sobre la producción o el bienestar

social, porque trabajaron sobre tópicos que tenían poca importancia práctica, o desarrollaron tecnologías que no eran practicables por el agricultor típico.

La interacción entre investigadores, extensionistas, y sus clientes (agricultores, agentes comercializadores, consumidores) es esencial para identificar y solucionar los problemas. La comunicación puede facilitarse si la investigación es realizada por grupos interdisciplinarios que incluyan tecnólogos y científicos sociales. Por lo general, los agricultores están deseosos de participar con trabajos de investigación en sus fincas, siempre y cuando se obtengan resultados prácticos y a corto plazo.

Una vez que se fijan las prioridades apropiadas, la efectividad de la investigación depende de las capacidades analíticas de los investigadores y de la base informacional de la cual se nutren. Ambos aspectos pueden fortalecerse a través del contacto con otros científicos y la consulta de la literatura científica generada por otras instituciones. El CIP puede ayudar a los programas nacionales a aprovechar varias fuentes de información, capacitación, y asistencia técnica.

Los programas nacionales que necesitan recursos financieros y la estadia de expertos extranjeros pueden beneficiarse mediante la asociación directa con agencias bilaterales. Cada vez más, estas agencias y el CIP están trabajando juntos para eliminar duplicaciones, mejorar la coordinación, y brindar mayor continuidad a los programas para mejorar el cultivo de la papa.

¿Qué impacto han tenido programas de papa exitosos?

Una revisión de los programas de papa exitosos en la India, Ruanda, Túnez, Viet Nam, Sri Lanka, y América Central muestra que un factor común a todos ellos es la alta prioridad dada a la producción y distribución de tubérculo-semilla. Considerando las diferencias entre los países, y entre regiones dentro de algunos países, cada programa tuvo que desarrollar sus propias soluciones al problema de obtener tubérculo-semilla.

En los dos estudios (Túnez y Ruanda) en que se estimaron los costos y beneficios económicos, las tasas de retorno de los programas de papa fueron mayores que los de la mayoría de otros proyectos de desarrollo.

Independientemente del incremento de los rendimientos, lo cual es una medida principal en la mayoría de las evaluaciones de programas, los más exitosos programas de papa han tenido varios otros tipos de impacto. Por ejemplo, el programa de tubérculo-semilla de Ruanda facilitó la introducción

rápida de variedades nuevas resistentes al tizón, que pueden cultivarse en la estación lluviosa. El programa hindú contribuyó a una expansión masiva del área plantada con papa en las llanuras durante el invierno; el aumento en el área sembrada -a su vez -llevó a la intensificación de los sistemas de cultivo, a un incremento del empleo e ingresos rurales, a una disminución sustancial en los precios de la papa, y a un aumento en el consumo. En Sri Lanka, el mejoramiento del almacenamiento de tubérculo-semilla ayudó a disminuir las pérdidas de postcosecha, a reducir los costos totales, a extender la estación de crecimiento de la papa, y a reducir la dependencia de tubérculo-semilla importado.

¿Cuáles son las perspectivas para la papa en los países en desarrollo?

En la mayoría de los países en desarrollo, la producción de papa se está expandiendo rápidamente. En muchos lugares donde a la papa se le conoce poco o se le come ocasionalmente como una hortaliza, es probable que se vuelva una hortaliza importante en la dieta. En algunas áreas donde actualmente se consume como una hortaliza importante, puede volverse un alimento popular. En las áreas donde la papa ya es un alimento popular (por ejemplo, los Andes y la parte templada de América del Sur), la velocidad de crecimiento de la producción será probablemente menor que en otras áreas. De ahí que pueda esperarse que el consumo por habitante aumente en la mayoría -pero no en todas- las regiones. La mejor manera, al alcance de los programadores e investigadores, de aprovechar el potencial inexplorado de la papa como un cultivo alimenticio es la puesta en marcha de programas razonables de investigación y extensión.

Un aumento importante y repentino en la oferta, junto con problemas en el almacenamiento y transporte pueden llevar a que temporalmente existan volúmenes excedentes a precios bajos en el mercado. Pero si esa mayor oferta se mantiene en el tiempo con el apoyo de una tecnología nueva que implica menores costos, esta situación estimulará a los consumidores a comer más papa, y hará que la producción de papa sea rentable aun a menores precios. Los economistas del hogar, los maestros de escuela, y los trabajadores en el desarrollo rural pueden ayudar a estimular mayores niveles de consumo de papa, divulgando información sobre el valor nutricional de las papas y las diferentes maneras para preparar comidas con ellas. Sin embargo, la clave para aumentar la

producción y el consumo no son las campañas promocionales sino el desarrollo de programas efectivos para el aumento de la productividad del cultivo de la papa.

El objetivo central de un programa de papa debería ser identificar y solucionar problemas de producción y comercialización que hacen que la papa sea escasa y cara. Los problemas específicos que merecen una atención prioritaria varían de acuerdo al lugar que se considere. Esto resalta la necesidad de programas nacionales de investigación orientados principalmente hacia los requerimientos de sus usuarios, que cuenten con conocimientos y experiencias en aspectos técnicos y socioeconómicos.

Referencias

Esta bibliografía presenta algunas de las referencias más importantes sobre la papa en países en desarrollo así como también estudios más generales sobre producción agrícola, comercialización y programas. Puede obtenerse un detalle de publicaciones técnicas sobre papa en el Centro Internacional de la Papa, Apartado 5969, Lima, Perú, South América.

- Ahmad, K.U. 1977. Potatoes for the tropics. Dacca: Mumtaj Kamal.
- Arndt, T.M.; Dalrymple, D.G.; y Ruttan, V.W., eds., 1977. Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Arnon, I. 1975. The planning and programming of agricultural research. Rome: FAO.
- Beukema, H.P., y van der Zaag, D.E. 1979. Potato improvement. Wageningen: International Agricultural Centre.
- Booth, R.H., y Shaw, R.L. 1981. Principles of potato storage. Lima: International Potato Center.
- Boyce, J.K., y Evenson, R.E. 1975. Agricultural research and extension programs. New York: Agricultural Development Council.
- Brush, S.; Carney, H.J.; y Huaman, Z. 1981. Dynamics of Andean potato agriculture. *Economic Botany* 35:70-83.
- Burton, W.G. 1966. The potato: A survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage. Wageningen: H. Veenman and Zonen.
- Calkins, P.H., y Su-hua Tu. 1978. White potato production in Taiwan. AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center) Technical Bulletin 10:78-87.
- CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research). 1980. Consultative Group on International Agricultural Research. Washington, D.C.
- . 1984. Report of the second quinquennial review of the Centro Internacional de la Papa. Rome: FAO.
- . 1985. Summary of international agricultural research centers: A study of achievements and potential. Washington, D.C.
- Chatha, I.S., y Sidhu, D.S. 1980. Production and marketing of potato in the Punjab state. Ludhiana: Punjab Agricultural University, Department of Economics and Sociology.

- Dalrymple, D., y Akeley, R.V. 1968. The potato industry in East Pakistan. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, International Agricultural Development Service.
- Daniels, D., y Nestel, B., eds. 1981. Resource allocation to agricultural research. Ottawa: International Development Research Centre.
- Dürr, G. 1980. Potato production and utilization in Kenya. Ph.D. diss., Technical University Berlin.
- 1983. Potato production and utilization in Rwanda. Social Science Department Working Paper 1983-1. Lima: International Potato Center.
- Dürr, G., y Lorenzi, G. 1980. Potato production and utilization in Kenya. Lima: International Potato Center.
- Eicher, Carl K., y Staats, J.M. 1984. Agricultural development in the Third World. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Elias, S.M., e Islam, N. M. 1982. Socio-economic assessment of improved technology of potato and identification of constraints to its higher production. BARI Agricultural Economics Research Report N° 82-4. Joydebpur. Bangladesh Agricultural Research Institute.
- Espinoza, N.O.; Estrada, R., Silva-Rodríguez, D.; Tovar, P.; Lizarraga, R. y Dodds, J.H. 1986. The potato: A model crop plant for tissue culture. *Outlook on Agriculture* 15:21-26.
- Fano, H. 1983. Cambio tecnológico y tendencias de la producción de papa en la región central del Perú 1948-1979. Thesis, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Perú.
- Ferroni, M. 1985. La economía de la papa en México. México City: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Programa Regional Cooperativo de Papa.
- Fishel, W.L., ed. 1971. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 1971. Agricultural commodity projections. 1970-80. Rome: FAO.
- Franco, E.; Horton, D.; Cortbaoui, R.; Tardieu, F.; y Tomassini, L. 1980. Evaluación agroeconómica de ensayos conducidos en campos de agricultores en el Valle del Mantaro (Perú) Campaña 1978/79. Social Science Department Working Paper 1980-4. Lima: International Potato Center.
- Franco, E.; Horton, D., Cortbaoui, R.; Tomassini, L.; y Tardieu, F. 1981. Evaluación agroeconómica de ensayos conducidos en campos de agricultores en el Valle del Mantaro (Perú). Campaña 1979,80. Social Science Department Working Paper 1981-1. Lima: International Potato Center.
- Franco, E.; Horton, D.; y Tardieu, F. 1979. Producción y utilización de la papa en el Valle del Mantaro, Perú. Social Science Department Working Paper 1979-1. Lima: International Potato Center.
- Franco, E.; Moreno, C.; Alarcón, J. 1983. Producción y utilización de la papa en la región del Cuzco. Resultados de una encuesta de visita única. Social Science Department Working Paper 1983-2. Lima: International Potato Center.
- Franco, E., y Schmidt, E. 1984. Adopción y difusión de variedades de papa en el departamento de Cajamarca. Social Science Department Working Paper 1985-1. Lima: International Potato Center.
- Fu, G. 1979. Producción y utilización de la papa en Chile. Lima: International Potato Center.

- Gray, R. W.; Sorenson, V.L.; y Cochrane, W.W. 1954. An economic analysis of the impact of government programs on the potato industry of the United States. North Central Regional Publication N° 42. Minneapolis: University of Minnesota Agricultural Experiment Station.
- Harris, P. M., ed. 1978. The potato crop. London: Chapman y Hall.
- Hawkes, J.G. 1978a. Biosystematics of the potato. In *The potato crop*, ed. P.M. Harris, 15-69. London: Chapman y Hall.
- . 1978b. History of the potato. In *The potato crop*, ed. P.M. Harris, 1-14. London: Chapman y Hall.
- Hayami, Y., y Ruttan, V.W. 1985. Agricultural development. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Hooker, W.J., ed. 1983. Research for the potato in the year 2000. Lima: International Potato Center.
- Horton, D. 1981. A plea for the potato. *Ceres* 14 (1):28-32.
- . 1983. Potato farming in the Andes. *Agricultural Systems* 12:171-184.
- . 1984. Social scientists in agricultural research. Ottawa: International Development Research Centre.
- . 1986. Assessing the impact of international agricultural research and development programs. *World Development* 14:453-468.
- Horton, D., Cortbaoui, R., Hatteb, H., y Monares, A. 1990. Assessing the impact of an agricultural development project. Seed potato multiplication in Tunisia. *Quarterly Journal of International Agriculture* 29 (1) 88-101.
- Horton, D., y Fano, H. 1985. Potato atlas. Lima: International Potato Center.
- Horton, D.; Lynam, J., y Kapschaer, H. 1984. Root crops in developing countries: An economic appraisal. In *Proceedings of the sixth symposium of the International Society for Tropical Root Crops*. Lima: International Potato Center.
- Horton, D.; Tardieu, F.; Benavides, M.; Tomassini, L.; y Accatino, P. 1980. Tecnología de la producción de papa en el Valle del Mantaro, Perú. Social Science Department Working Paper 1930-1. Lima: International Potato Center.
- Howard, H.W. 1978. The production of new varieties. In *The potato crop*, ed. P. M. Harris, 607-640. London: Chapman y Hall.
- Huamán, Z. 1986. Systematic botany and morphology of the potato. Technical Information Bulletin 6. Lima: International Potato Center.
- Huamán, Z., y Ross, R.W. 1985. Updated list of potato species names, abbreviations, and taxonomic status. *American Potato Journal* 62:629-641.
- International Potato Center. 1991. Potatoes for the developing world. Lima.
- Jaynes, J.M.; Espinoza, N.; y Dodds, J.H. En prensa. Genetic engineering of the potato. *Scientific American*.
- Johnston, B.F., y Kilby, P. 1975. Agriculture and structural transformation. New York: Oxford University Press.
- Jones, W.O. 1972. Marketing staple food crops in tropical Africa. Ithaca: Cornell University Press.
- . 1984. Economic tasks for food marketing boards in tropical Africa. *Food Research Institute Studies* 19: 113-138.

- Laufer, B. 1938. The American plant migration. Part I: The potato. Anthropological Series. Chicago: Field Museum of Natural History.
- Li, P. H., ed. 1985. Potato physiology. Orlando: Academic Press.
- Mante, W. y Blodig, W. 1979. Bibliography on socio-economic aspects of potato production and utilization. Berlin: Technical University.
- Mayer, E. 1979. Land use in the Andes. Lima: International Potato Center.
- Mellor, J.W. 1966. The economics of agricultural development. Ithaca: Cornell University Press.
- Mendoza, H. A. y Sawyer, R. L. 1985. The breeding program at the International Potato Center. In *Progress in plant breeding*, ed. G. E. Russell, 1:117-137. London: Butterworths.
- Miah, M. 1984. Potato cultivation in Bangladesh. University of Dhaka. Mimeo.
- Mokyr, J. 1983. Why Ireland starved. London: Allen & Unwin.
- Monares, A. 1981. The potato seed system in the Andean region. Ph.D. diss., Cornell University, Ithaca, N.Y.
- . 1984. Building an effective potato country program: The case of Rwanda. Social Science Department Working Paper 1984-3. Lima: International Potato Center.
- Montaldo, A. 1964. Bibliografía Latinoamericana sobre papa. Maracay: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.
- Nagaich, B. B., Shekhawat, G. S., Guar, P. C., y Verma, S. C., eds. 1982. Potato in developing countries. Delhi: Indian Potato Association.
- Niñez, V. K. 1984. Household gardens. Potatoes in Food Systems Research Series Report 1. Lima: International Potato Center.
- Pinstrup-Andersen, P. 1982. Agricultural research and technology in economic development. New York: Longman.
- Poats, S. 1981. La pomme de terre au Rwanda. Résultats préliminaires d'une enquête de consommation. Bulletin Agricole du Rwanda Mai:82-91.
- . 1983. Beyond the farmer. Potato consumption in the tropics. In *Research for the potato in the year 2000*, ed. W. J. Hooker, 10-17. Lima: International Potato Center.
- Potts, M., ed. 1983. On-farm potato research in the Philippines. Lima: International Potato Center.
- Pushkarnath. 1976. Potato in subtropics. Delhi: Orient Longman.
- Rhoades, R. 1982a. Toward an understanding of hot, humid tropical farming systems with emphasis on the potato. In *Potato production in the humid tropics*, eds. L.J. Harmsworth, J. A. T. Woodford, y M.E. Marvel, 444-455. Los Baños (Philippines): International Potato Center Region VII.
- . 1982b. The incredible potato. *National Geographic* 161:668-694.
- . 1984. Changing a post-harvest system: Impact of diffused light potato stores in Sri Lanka. Social Science Department Working Paper 1984-1. Lima: International Potato Center.
- . 1985. Breaking new ground: Agricultural anthropology. Lima: International Potato Center.
- . 1986. Potato production zones and systems of developing countries. Lima: International Potato Center.
- Rhoades, R. y Booth, R. 1982. Farmer-back-to-farmer: A model for generating acceptable agricultural technology. *Agricultural administration* 11:127-137.

- Rhoades, R.; Booth, R.; y Potts, M. 1983. Farmer acceptance of improved potato storage practices in developing countries. *Outlook on Agriculture* 12(1):12-16.
- Ruthenberg, H. 1980. *Farming systems in the tropics*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press.
- Ruttan, V.W. 1982. *Agricultural research policy*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Salaman, R.N. 1986. *The history and social influence of the potato*. rev. ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sawyer, R. 1982. *Profile: the International Potato Center 1970-2000*. Lima: International Potato Center.
- Scobie, G M. 1979. *Investment in international agricultural research*. Staff Working Paper No. 361. World Bank. Washington, D C.
- 1984. *Investment in agricultural research: Some economic principles*. Working paper. Mexico City: International Maize and Wheat Improvement Center.
- Scott, G. 1981. *Potato production and marketing in Central Peru*. Ph.D. diss., University of Wisconsin, Madison.
- 1983. *Marketing Bhutan's potatoes*. Lima: International Potato Center.
- 1985. *Markets, myths and middlemen: A study of potato marketing in Central Peru*. Lima: International Potato Center.
- 1986a. *Marketing Thailand's potatoes*. Lima: International Potato Center.
- 1986b. *La pomme de terre en Afrique Centrale*. Lima: International Potato Center.
- Scott, G., y Costello, G. eds. 1985. *Comercialización interna de alimentos nacionales en América Latina*. Ottawa: International Development Research Centre.
- Shaw, R., y Booth, R. 1982. *Simple processing of dehydrated potatoes and potato starch*. Lima: International Potato Center.
- Shumway, C.R. 1983. *Ex ante research evolution: Can it be improved?* *Agricultural Administration* 12:91-102.
- Simmonds, N.W. 1979. *Principles of crop improvement*. New York: Longman.
- Smith, O. 1977. *Potatoes: Production, storing, processing*. 2nd ed. Westport: AVIPublishing.
- Somarathne, S.M. 1985. *Generation, adoption and impact of diffused light potato storage technology in Badulla District, Sri Lanka*. Master's thesis, University of the Philippines, Los Baños.
- Srivastava, B.N. 1980. *Potato in the Indian economy*. Social Science Department Working Paper 1980-2. Lima: International Potato Center.
- Stone, B. 1984. *An analysis of Chinese data on root and tuber crop production*. *The China Quarterly* 99:594-630.
- Thornton, R.E. y Sieczka, J.B., eds. 1980. *Commercial potato production in North America*. *American Potato Journal Supplement*, vol. 57.
- Timmer, C.P., Falcon, W.P., y Pearson, S.R. 1983. *Food policy analysis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ugent, D. 1970. *The potato: What is the botanical origin of this important crop plant and how did it first become domesticated?* *Science* 170:1161-1166.
- Uyen, N.V. y van der Zaag, P. 1983. *Vietnamese farmers use tissue culture for commercial potato production*. *American Potato Journal* 60:873-879.
- 1985. *Potato production using tissue culture in Vietnam: The status after four years*. *American Potato Journal* 62:237-241.

- Valderrama, M., y Luzuriaga, H. 1980. Producción y utilización de la papa en el Ecuador. Lima: International Potato Center.
- van der Zaag, D.E. 1983. The world potato crop: The present position and probable future developments. *Outlook on Agriculture* 12(2):63-72.
- van der Zaag, D.E. y Horton, D. 1983. Potato production and utilization in world perspective with special reference to the tropics and sub-tropics. In *Research for the Potato in the Year 2000*, ed. W.J. Hooker, 44-58. Lima: International Potato Center.
- Vargas, D. 1983. Análisis económico de algunos factores en la producción de papa: Caso del valle de Cañete. Master's thesis, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Peru.
- Werge, R. 1977a. Potato storage systems in the Mantaro Valley region of Peru. Lima: International Potato Center.
- . 1977b. Socioeconomic aspects of the production and utilization of potatoes in Peru: A bibliography. Lima: International Potato Center.
- . 1979a. The agricultural strategy of rural households in three ecological zones of the central Andes. Social Science Department Working Paper 1979-4. Lima: International Potato Center.
- . 1979b. Potato processing in central highland of Peru. *Ecology of Food and Nutrition* 7:229-234.
- Woolfe, J.A. 1987. *The potato in the human diet*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Young, N.A. 1981. *The European potato industry*: Ashford (England): Centre for European Agricultural Studies.

A

- Aceites, 71
 Acido ascórbico, 98 (cuadro), 101, 102, 103
 Acido fólico, 102, 103
 Acido pantoténico, 101
 Afganistán, 119, 135
 Afidos, 42, 44, 126, 132, 162, 184, 185, 199, 218
 Africa, 72
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 21 (figura), 92-93 (cuadro), 94, 227
 costos de producción de papa, 172
 elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro)
 papa introducida, 9, 10
 precio de la papa, 111 (cuadro)
 producción de papa, 3, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 63, 121, 221
 rendimiento de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
 seguridad alimentaria, 166
 zonas de producción de papa, 119, 122, 225
 zona ecuatorial, 37
 Ver también: Africa del Norte, países seleccionados
 Africa del Norte, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cuadro), 21 (figura), 87, 92-93 (cuadro), 93, 111 (cuadro), 227
 Ver países seleccionados
 Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, 205
 Agricultores grandes de nivel comercial, 63
 120, 133, 142, 224, 225
 Agricultura de subsistencia, 58, 62, 76, 120, 140, 158, 224, 225
 Agricultura precolombina.
 Ver: Andes, Precolombino
 Ajonjolí, 151
 Akersegen. *Ver:* variedad Thuong Tin
 Alaska, 37
 Alcohol, 1, 8, 18, 19 (cuadro), 84, 221, 230
 Alemania, 8, 15, 70, 87, 156
 Ver también: Alemania Oriental, Alemania Occidental
 Alforjón, (trigo sarraceno), 8, 72
 Algodón, 146-148
 Alimentos almidonosos, 71, 72, 89
 Almidón, 1, 8, 18, 19 (cuadro), 49, 84, 102, 136, 138, 162, 221, 228, 230
 Almolonga (Guatemala), 122 (figura)
 Alpacas, 140
 Altiplano (Bolivia), 123
 Amarronado, 102
 América Central, 108, 119, 121, 123, 172, 214-217, 221, 225, 232
 ver: países seleccionados
 América del Norte
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 21 (figura), 92-93 (cuadro)
 elasticidad de la demanda en relación al ingreso, 73 (cuadro)

- introducción de la papa, 9
 producción de papa, 3, 12-13 (cuadro),
 15, 16-17 (cuadro),
 rendimiento de papa, 12-13 (cuadro),
 16-17 (cuadro), 22
 variedades de papa, 183
 zona de producción de papa, 131
- América Latina
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-
 17 (cuadro), 21 (figura), 92-93 (cuadro)
 93, 108, 233
 costo de producción de papa, 172
 elasticidad de la demanda debida al
 ingreso, 73 (cuadro)
 precio de papa, 111 (cuadro)
 producción de papa, 3, 12-13 (cuadro)
 15, 16-17 (cuadro)
 rendimiento de la papa, 12-13 (cuadro),
 16-17 (cuadro)
 sistemas de producción de papa, 124
 zonas de producción de papa, 122
Ver también: papa, origen de; *países*
seleccionados
- Aminoácidos, 99, 100 (cuadro), 101, 103
 Andes, 3, 5, 6, 35, 37, 46, 47, 99, 109, 119,
 120, 121, 123, 125, 126, 130, 140,
 182, 183, 225, 233
 precolombina, 55
Ver también: Perú
- Anillo vascular, 31
 Animales de tiro, 137, 144, 151, 152, 161
 Aporque, 139, 147
 Arado andino de pie, 56, 126
 Arawak, 27
 Area de Dalat (Viet Nam), 123, 208, 209,
 210, 218
 Argelia, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19
 (cuadro), 92-93 (cuadro), 119, 133
 Argentina
 producción y consumo de papa, 12-13
 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro)
 92-93 (cuadro), 137
 programa de mejoramiento genético,
 48
 sistema de producción de papa, 135, 136
 zona de producción de papa, 119, 123,
 135, 225
- Arroz, 3, 4 (cuadro), 14 (figura), 23 (cuadro)
 24 (cuadro), 46, 56, 61, 71, 98 (cua-
 dro), 99, 100 (cuadro), 108, 109, 111
 (cuadro), 136, 151, 155, 170, 170
 (cuadro), 194, 195, 221
- Arvejas, 100 (cuadro)
- Asia, 195
 consumo de papa, 12-13 (cuadro),
 16-17 (cuadro), 21 (figura), 71, 92-93
 (cuadro), 108, 109, 113, 227
 costo de producción de papa, 172
 elasticidad de la demanda debida al in-
 greso, 73
 papa introducida a, 8, 9
 precio de papa, 111 (cuadro)
 producción de papa, 3, 12-13 (cuadro)
 15, 16-17 (cuadro), 63, 64, 121, 221
 rendimiento de papa, 12-13 (cuadro),
 16-17 (cuadro)
 zona ecuatorial, 37
 zonas de producción de papa, 122, 123
 (figura), 135, 225
Ver: países seleccionados
- Asignación de recursos, 168-171
 Asociaciones de agricultores, 62, 169
 Asociaciones de productores
Ver: Asociaciones de agricultores
- Australia, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro),
 74 (cuadro), 180, 212, 222
- Austria, 88 (cuadro)
- Avena, 8, 72
- Azadas, 126
- Azúcares, 102, 208

B

- Bacteriología, 190
 BADC, *ver:* Corporación de Bangladesh
 para el Desarrollo Agrícola
 Badulia (Sri Lanka), 124
 Baguio (Filipinas), 109

- Balcarce (Argentina), 138
 Bananos, 4 (cuadro), 14 (figura), 23 (cuadro)
 24, (cuadro), 89
 Banco Mundial, 181
 Bangladesh
 almacenamiento de papa, 78, 81, 150,
 151, 152, 154, 177
 consumo de papa, 12-13 (cuadro),
 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 87, 108,
 114
 costos de producción de papa, 128
 (cuadro), 153, 154
 disponibilidad doméstica y usos de la
 papa, 19 (cuadro), 75
 elasticidad de la demanda debida al in-
 greso, 74 (cuadro)
 exportación de papa, 80
 investigación en papa, 188
 población, 148
 precio de papa, 77, 78, 79 (figura), 87-88
 (cuadro), 90-91 (figura), 153, 154
 producción de papa, 12-13 (cuadro) 15,
 16-17 (cuadro), 48, 64, 148, 150
 rendimiento de papa, 148, 150, 152, 153
 sistema de producción de papa, 139,
 148-154
 tubérculo -semilla, 150, 151, 153
 variedades de papa, 148, 149, 150, 152,
 181
 zonas de producción de papa, 119, 131,
 225
 Barbecho, 56, 58, 124, 143, 152
 Batatas (boniato), 4 (cuadro), 14 (figura).
 23-24 (cuadro), 27, 28, 46, 72, 89, 98
 (cuadro), 99, 100 (cuadro), 101, 113,
 125, 146, 172
 Bélgica, 10, 74 (cuadro), 113, 202
 Bennett, Merrill K., 71
 Berengena, 27
 Bermudas, 9
 Birmania (Myanmar), 119
 Bogra Sadar (Bangladesh), 139, 151, 152-
 154
 Bolivia, 5, 119, 123, 183, 188, 225
 Borundi, 48, 81
 Brasil, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-
 93 (cuadro), 107, 108, 119, 122, 184,
 225
 Brotamiento, 102, 185
 Bután, 10, 119, 183
- C**
- Ca.Ver: calcio
 Cachemira, 10
 Calcio (Ca), 39-41, 98 (cuadro)
 Calorías, 23 (cuadro), 24 (cuadro), 71, 72,
 98 (cuadro), 99. Ver: papa
 Canadá, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro),
 74 (cuadro), 92-93 (cuadro), 180,
 207, 222
 Caña de azúcar, 14 (figura), 146, 172
 Capital, 67, 68, 172
 Carnes, 71
 Caseína, 98 (cuadro)
 Cebada, 4 (cuadro), 14 (figura), 124, 143,
 170 (cuadro)
 como alimento para animales, 18
 Ceniza, 98 (cuadro)
 Centro de Biología Experimental (Viet Nam)
 208
 Centro de Estudios Agrícolas Europeos
 (Inglaterra), 25
 Centro de Perfeccionamiento y Reciclaje
 Agrícola" (CPRA) (Túnez), 206
 Centro Internacional de la Papa (CIP) (Perú)
 47, 48, 140, 178, 188, 191, 202, 203,
 204, 205, 207, 209, 212, 215, 231,
 232
 fundación (1971), 181
 oficinas regionales, 187-188
 prioridades de investigación, 181-187
 programa de capacitación, 188, 189
 (figura)
 sede, 181
 Centro Nacional para la Investigación Cien-
 tífica (Viet Nam), 208
 Cerdos, 18, 84

- Cereales, 4 (cuadro), 12-13 (cuadro), 14 (figura), 20, 51, 57, 71, 72, 80, 99, 101, 109, 124, 159, 161, 172, 195, 222, 223, 228
- CIP. *Ver:* Centro Internacional de la Papa Cistina, 99
- Clasificación climatológica de Koppen, 119
- Ciones, 46, 183, 208
- Colección mundial de papa, 182, 184
- Climas de Simla (India), 9, 123, 199
- Colombia, 5
 - consumo de papa, 87, 114
 - costo de producción de papa, 127, 128 (cuadro)
 - plagas de la papa, 44
 - precio de papa, 87, 90-91 (figura)
 - producción y consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
 - programa de papa, 183
 - programas de mejoramiento genético, 46
 - zona de producción de papa, 119, 123
- Comité Regional Permanente, 215
- Compuestos de cobre, 43
- Congo, 9
- Construcción de carreteras, 63, 122
- Cooperación Suiza de Desarrollo (CSD), 215
- Cooperativas, 62
- Corea, 10, 88 (cuadro), *Ver:* Corea del Norte, Corea del Sur
- Corea del norte, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 92-93 (cuadro), 119, 136, 137
- Corea del sur, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 40 (figura), 48, 92-93 (cuadro), 119, 128 (cuadro), 135, 136, 137, 190 (figura)
- Corporación de Bangladesh para el Desarrollo Agrícola (BADC), 151, 152
- Corporación Técnica Belga, 202
- Costa Rica, 45, 215
- CPRA, *ver:* "Centro de Perfeccionamiento y Reciclaje Agrícola"
- Crecimiento de brotes, 32, 35, 38, 49
- Crédito, 62, 63, 69, 226
- Cuba, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cuadro), 119, 131, 216
- Cuenca del Amazonas, 108, 109
- Cultivadores motorizados, 151, 152
- Cultivo asociado, 159, 185
- Cultivo de tejidos, 172, 186, 189, 208, 209, 210, 219
- Cultivo doble, 35, 152
- Cultivo en hileras, 136
- Cultivo en relevo, 136
- Cultivo en terraza, 56
- Cultivo triple, 35, 151
- Cultivos asociados, 121, 122 (figura), 124, 136
- Cultivos de borde, 142
- Curvas de nivel, 41

CH

- Chaquitacla. Ver:* arado andino de pie
- Checoslovaquia, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
- Chile, 5, 6
 - almacenamiento de papa, 162
 - clima, 37, 42, 161, 162
 - costos de producción de papa, 128 (cuadro)
 - elasticidad de la demanda debida al ingreso, 74 (cuadro)
 - ingreso per capita, 161
 - precio de papa, 230
 - producción y consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-93 (cuadro), 114, 119, 137, 138
 - sistema de producción de papa, 135-136, 138, 140, 161-163
 - tubérculo-semilla (papas para plantar) 136, 161-162
 - variedades de papa, 162
 - zona de producción de papa, 135-136, 161, 225

China, 9, 28, 72
 clima, 119
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 92-93 (cuadro), 108
 disponibilidad doméstica y uso de la papa, 19 (cuadro), 229
 elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro)
 producción de papa, 12-13 (cuadro), 15-16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 25, 119
 sistema de producción de papa, 136-137, 138-139
 variedades de papa, 136, 137
 zonas de producción de papa, 119, 131, 136, 225
 Chipre, 81, 119, 139
 Chuño, 145

D

Dacca (Bangladesh), 63, 88 (cuadro), 90-91 (figura), 128 (cuadro), 151
 Decis, 176
 Delta de Río Rojo (Viet Nam), 131
 Densidad de tallos, 48-49
 Desarrollo económico, 57-60, 165-166
 Descarte, 130, 138
 Deshierba, 152, 153, 159
 Dicotiledonias anuales, 28
 Diploides, 46, 47
 "Direction de la Production Végétale" (Túnez) 205
 Diversificación, 58
 División del trabajo, 121
 Dominancia apical, 33, 34
 Drake, Francis, 6
 Drenaje, 42, 159
 Duración de luz diaria, 37-38, 47

E

Economías de planificación central.
Ver: China, Europa Oriental, Ex Unión Soviética, Viet Nam
 Ecuador, 5, 46, 48, 60 (figura), 85, 119, 123, 183
 Efectos multiplicadores, 165, 204, 219
 Egipto, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 81, 92-93 (cuadro), 131, 134, 184
 Elasticidad de la demanda debida a la oferta 68-69
 Elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro), 74 (cuadro), 89, 229
 Elasticidad de la demanda debida al precio, 74-75, 169
 El Caribe, 215, 121
Ver: países seleccionados
 El Salvador, 216
 Empresas privadas, 167, 169, 201, 230
 Energía
Ver: calorías
 Enfermedades bacterianas, 42, 127, 222, 223
 Enfermedades fungosas, 43, 44, 222
 Enfermedades virósicas, 34, 42, 44, 126, 127, 150, 151, 174, 182, 183, 184, 185, 199, 208, 210, 223
 Engrosamiento, 31, 36 (figura), 37, 129
 Ensalada de papas, 103
 Ensayos en fincas, 204, 207
 Entomología, 190
 Epidernis, 31
 Equidad, 165, 166
 Equipo
Ver: arado andino de pie; azadas; papa; precios de insumos; cultivadores motorizados; tractores
 Erosión, 41
 Escocia, 42
 España, 6, 8, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
 Especialización, 56, 59, 120
 Esquejes de brote apical, 210

- Esquejes de brotes, 186
- Esquejes de nudo, 186
- Esquejes de tallo, 172, 186, 189, 208, 223
- Esquejes de yema foliar, 186
- Estados Unidos de América, 113
 del noreste, 135
 investigación en papa, 46, 180
 precios de la papa, 88 (cuadro), 90-91 (figura)
 procesamiento de la papa, 83
 producción y consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-19 (cuadro), 92-93 (cuadro), 222
 programas de mejoramiento genético, 46
 variedad de papa, 156
- Estiércol, 39-40, 56, 126, 133, 137, 144, 147, 152, 153, 157, 162
- Estilones, 28, 29 (figura), 31, 142
- Etiopía, 119, 123
- Europa
 consumo de arroz, 71
 consumo de papa, 20, 70-71, 72, 87, 108-109
 importaciones de papa, 81
 elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro)
 papa introducida a, 6, 7, 8
 período de reposo de la papa, 32
 precio de papa, 88
 producción de papa, 5, 7, 10, 14, 15
 programas de mejoram. genético, 46
 variedades de papa, 47, 182, 183, 223, 227-228
- Ver: Europa Oriental, Europa Occidental
- Europa Occidental
 consumo de papa 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 21 (figura), 92-93 (cuadro), 222, 229
 papa como alimento animal, 18-19 (cuadro)
 precio de la papa, 111 (cuadro)
 producción de papa, 3, 5-8, 12, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cuadro), 18-19 (cuadro)
- rendimiento de la papa, 12-13 (cuadro)
- Europa Oriental
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 21 (figura), 92-93 (cuadro)
 elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro)
 producción de papa, 3, 12-13 (cuadro), 14, 16-17 (cuadro), 222
 rendimiento de papa, 12-13 (cuadro)
- Evapotranspiración, 33
- Ex Alemania Occidental, 157, 180
 consumo de papa 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-93 (cuadro)
 precio de la papa, 88 (cuadro), 90-91 (figura)
 producción de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 135
- Ex Alemania Oriental, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 20, 92-93 (cuadro)
- Extremo apical, 29
- Ex Unión Soviética, 6
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 20, 21 (figura), 92-93 (cuadro)
 elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro)
 producción de papa, 8, 12-13 (cuadro), 14, 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 222
 programas de mejoramiento genético, 46
- Ex Yugoslavia, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-93 (cuadro)

F

- FAO. Ver: Organización para la Agricultura y la Alimentación
- Fe. Ver hierro
- Feomonas, 139, 184
- Fertilizantes, 39, 56, 58, 61, 124, 127, 128 (cuadro), 133, 137, 138, 144, 147, 152, 153, 154, 157, 162, 172, 173, 174, 224, 226

Fideos, 98 (cuadro), 108, 109, 136
 Fiji, 48, 184
 Filipinas, 44, 88 (cuadro), 109, 112 (figura)
 113, 123, 124, 127-129, 139, 155-
 158, 172, 180, 183, 225
 Floración, 31
 Follaje (parte aérea), 34, 35, 39, 44, 48, 142
 Forrajes, 146, 161
 Fósforo (P), 40, 98 (cuadro), 101, 229
 Fotosíntesis, 28, 31
 Fotosíntesis, 34, 38
 Francia, 7, 8, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
 19 (cuadro), 83 (cuadro), 92-93
 (cuadro)
 "Frijol navy" 100 (cuadro)
 Frijoles, 98 (cuadro), 100 (cuadro), 108
 secos, 4 (cuadro), 14 (figura), 101-102
 Frutos, 71
 Fundación Rockefeller, 179
 Fungicidas, 43-44, 61, 127, 129, 148, 160, 226

G

Ganadería, 124, 142, 161
 Ganado, 84, 85
 Garbanzos, 4 (cuadro), 14 (figura)
 GCIAl. Ver: Grupo Consultivo sobre Inves-
 tigaciones Agronómicas interna-
 cionales
 GIL. Ver: "Groupement Interprofessionnel
 des Légumes"
 Glicoalcaloides, 104
Globodera spp. Ver: nematodo del quiste
 Gran Bretaña, 6, 8, 9, 113
 elasticidad de la demanda debida al
 ingreso 74 (cuadro)
 investigación en papa, 180
 precio de la papa, 87, 88 (cuadro), 90-91
 (figura)
 producción y consumo de papa, 12-13
 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro)
 20, 92-93 (cuadro)
 programas de mejoramiento genético, 46

Granizo, 38, 122, 143, 226
 Grasa, 98 (cuadro)
 Grecia, 74 (cuadro)
 "Groupement Interprofessionnel des Légumes"
 (GIL) (Túnez), 206, 207
 Guatemala, 28, 81, 108, 113, 122 (figura),
 127-128 (cuadro), 215, 216, 225

H

Hábitos alimentarios, 70, 93, 107, 108, 113,
 145, 175, 228, 229
 Haití, 123, 216
 Hambruna, 8-9, 166
 Harina, 100 (cuadro)
 Harina blanca, 100 (cuadro)
 Harina de maní, 100 (cuadro)
 Harina de soja, 100 (cuadro)
 "Hash browns", 103
 Heilungkiang (China), 9, 137
 Helada, 38, 40 (figura), 41, 47, 122, 125, 145
 226. Ver también: papa resistente a
 heladas
 Heterocigocidad, 46, 47
 Hierro (Fe), 98 (cuadro), 101, 229
 Himalayas, 28, 119, 124, 130, 199, 225
 Hoja, 28, 29 (figura)
 Hojas de balance alimentario
 Ver: consumo de papa
 Holanda, 113, 150, 180, 204
 precio de la papa, 88 (cuadro), 90-91
 (figura)
 producción y consumo de papa, 12-13
 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro)
 92-93 (cuadro)
 variedades de papa, 150, 152, 153, 156
 Honduras, 215, 216
 Hong Kong, 81
 Hortalizas (vegetales), 4 (cuadro), 14 (figu-
 ra), 51, 71, 136, 155, 172
 Horticultura orientada hacia el mercado,
 63, 120, 124, 137, 139, 158, 218, 224,
 226

- Huancayo (Perú), 140
 Huertos familiares, 121
 Huevos, 99, 100 (cuadro)
 Humedad, 38, 134, 183
 Humedad relativa, 38
 Humus, 41
 Hungría, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
- |
- Imperio incaico, 56
 Importaciones de alimento, 56, 62, 109
 INAT. Ver: Institut National Agronomique de Tunis
 India
 agricultura, 57
 almacenamiento de papa, 77 (figura), 82, 134, 177, 199, 200, 201
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 57, 67, 92-93 (cuadro), 93, 109, 201 (figura)
 costo de producción de papa, 128 (cuadro)
 exportaciones de papa, 81
 investigación en papa, 46, 188, 199, 200-202, 217, 219, 232
 papa, disponibilidad y uso doméstico, 19 (cuadro), 57, 75
 papa introducida a, 11
 período de reposo de la papa, 32
 precio de papa, 87, 88 (cuadro), 90-91 (figura), 202
 producción de papa, 11, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 57, 131, 132, 199-202
 programas de mejoramiento genético, 46
 sistema de producción de papa, 125
 variedades de papa, 150, 153, 199-201
 zonas de producción de papa, 119, 123, 131, 225
 Indias Orientales holandesas. Ver: Indonesia
 Indonesia, 9, 49, 108, 109, 113, 114, 184
 Ingeniería genética, 47
 Ver también: papa, genética
 Inhibidores de la proteinasa, 104
 INIA. Ver: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
 Insecticidas, 137, 139, 148, 176, 184, 226
 Insectos, 42, 44, 132, 137, 139, 148, 162, 184, 222, 226
 "Institut National Agronomique de Tunis" (INAT), 206
 "Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie", 206
 Instituto Central de Investigación en Papa (India), 9, 199, 200
 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (Chile), 161
 Institutos de Investigación en Papa, 9, 181, 188, 199, 204, 214. Ver: nombres específicos
 Intensidad de cultivos, 58, 142, 197
 Investigación agrícola, 165, 166-167, 169
 Ver también: programas internacionales de papa; programas nacionales de papa; investigación en papa; tecnología
Ipomoea batatas, 27
 Irán, 119, 135
 Iraq, 119
 Irlanda, 6
 consumo de papa, 7, 19 (cuadro), 97
 cultivo de papa, 7, 8, 28
 elasticidad de la demanda debida al ingreso, 74 (cuadro)
 hambruna debida a la papa (1840's), 8-10
 importaciones de alimentos, 60
 precio de la papa, 88 (cuadro)
 producción de papa, 7, 19 (cuadro)
 tenencia de la tierra, 7
 Italia, 8, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)

J

- Jamaica, 123
- Japón, 10, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-93 (cuadro)
- Junta para la Comercialización de la Papa, (Gran Bretaña), 86

K

- K. Ver: potasio
- Kenia, 204
 - centro de distribución de germoplasma, 183-184
 - costo de producción de papa, 127, 128 (cuadro)
 - plagas de la papa, 44
 - precio de papa, 174
 - producción y consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro) 92-93 (cuadro), 113
 - programa de mejoramiento de papa, 174
 - variedades de papa, 183
 - zonas de producción de papa, 119, 123

L

- La Molina (Perú), 181
- Leche, 99, 100 (cuadro), 151
- Lectinas, 104
- Legumbres, 4 (cuadro), 14 (figura), 51, 71, 72, 108, 122, 129, 146, 172, 223
- Lentejas, 23 (cuadro), 170 (cuadro)
- Lenticelas, 28, 31, 39
- Ley de Engel, 71
- Libano, 81
- Lima (Perú), 49, 131, 140, 142, 145
- Lineo, Carlos, 6
- Lupinos, 142
- Lupinus mutabilis*, 142

LL

- LLamas, 140
- Llanos de Erzerum (Turquía), 10
- Llanura del Indo y el Ganges, 11, 57, 131, 225

M

- Macetas de hojas de banano, 209
- Madagascar, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 92-93 (cuadro) 119
- Madurez, 32, 33, 34, 37
- Magnesio, 101, 229
- Maíz, 3, 4 (cuadro), 14 (figura), 24 (cuadro) 46, 56, 70, 98 (cuadro), 109, 125, 136 142, 146, 159, 170 (cuadro)
 - harina de maíz, 100 (cuadro)
- Malasia, 109
- Malayos, 10
- Malawi, 119
- Maní.
 - Ver: maní con cáscara
- Maní con cáscara, 4 (cuadro), 14 (figura), 23-24 (cuadro),
- Marchitez bacteriana, 34, 42, 127, 133, 160, 161, 182, 183, 200, 202, 226
- Marruecos, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro) 81, 90-91 (figura), 119, 139
- Mashua*, 143
- Materia Seca, 21, 23-24 (cuadro)
 - Ver: papa
- Mauricio, 88 (cuadro), 90-91 (figura)
- Mecanización, 173, 226
 - Ver: trilladores eléctricos, tractores
- Medio Oriente
 - consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 21 (figura), 92-93 (cuadro), 93
 - elasticidad de la demanda debida al ingreso, 73 (cuadro)

exportación de papa, 230
 importación de papa, 81
 precio de la papa, 87, 111 (cuadro)
 producción de papa, 12-13 (cuadro),
 16-17 (cuadro)
 tubérculo-semilla de papa, 227
 zonas de producción de papa, 138
 Mediterráneo, 81
 zona, 119-120, 138-139, 226-227
 Médula, 31
Meloidogyne spp.,
Ver: nematodo del nódulo de la raíz
 Mercaderes holandeses, 10
 Mercaderes portugueses, 9
 Mercado negro, 86
 Mercados, 56, 57, 58, 59
 infraestructura, 177
 urbanos, 106, 108, 131, 140, 142, 162
Ver también: papa, comercialización
 Metionina, 99
 México
 consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-
 17 (cuadro), 19 (cuadro), 92-93
 (cuadro)
 costo de producción de papa, 173
 investigación en papa, 43, 188, 215
 papa resistente a enfermedades, 43
 producción de papa, 12-13 (cuadro),
 15, 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 63,
 132, 225
 programa de mejoramiento genético,
 43, 48
 variedades de papa, 43, 156, 157, 179
 216
 zonas de producción de papa, 119, 123
 225
 Micología, 190
 Mijo, 4 (cuadro), 14 (figura), 100 (cuadro),
 170 (cuadro)
 Misioneros, 9-10
 Modelo de congruencia. *Ver:* modelo de
 paridad, Grupo Consultivo sobre
 Investig. Agronómicas Internacional
 (GCIAl), 170, 170 (cuadro), 181
 Modelo de paridad, 169-170

Mongolia interior, 9, 137
 Monocultivo, 133, 142
 Monsón, 148, 151, 155
 Mosca minadora de la hoja, 148

N

Na. Ver: sodio
 Naciones Unidas, 89
 Nematodo del nódulo de la raíz, 45, 184
 Nematodo del quiste, 45-46, 56, 184
 Nematodos, 44-46, 56, 124, 182, 183-184,
 223, 226
 Nematología, 190
 Nepal, 10, 12-13 (cuadro), 16, 17 (cuadro),
 44, 109, 114, 119, 123, 180, 183, 188
 Newfoundland (Canadá), 28
 Niacina, 98 (cuadro), 101, 102
 Niame, 4 (cuadro), 23 (cuadro), 28, 46, 72,
 89, 98 (cuadro), 99
 Niame bengalí, 10
 "Niame del hombre blanco", 10
 Niame holaridés, 10
 Niame inglés, 10
 Nicaragua, 216
 Nigeria, 184
 Nitrógeno, 37, 39, 99-100, 101, 102, 162
 Noruega, 88 (cuadro)
 Nueva Zelanda, 222

O

Oca, 143
 Oceanía, 3, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cua-
 dro), 21 (figura), 73 (cuadro), 225
 Ojos, 28-29, 30 (figura), 32
 Organización para la Alimentación y la
 Agricultura (FAO), 11, 25, 89, 92-93
 (cuadro), 93, 181
 Ovinos, 140
 Oxígeno, 39

P

P. Ver: fósforo

Países en desarrollo

Ver nombres específicos

Pan blanco, 98 (cuadro), 101

Panamá, 46, 74 (cuadro), 215

Panes, 98 (cuadro), 99, 100, 108

Papa

almacenamiento, 2, 9, 33, 34, 51, 55, 57, 61, 63, 76, 77 (figura), 81-82, 85, 86, 99, 100-102, 108, 129-130, 131-132, 133, 134-135, 138, 144, 147, 150, 152, 160, 174, 176, 177, 178, 185-186, 190, 196, 211-214, 216, 218, 219, 220, 226, 229, 231, 233

amarga, 38, 55, 125, 130

biología, 26, 28-35

calorías, 3, 4 (cuadro), 19 (cuadro), 23 (cuadro), 58, 97, 98 (cuadro), 99, 101, 110, 222, 228

certificación de semilla, 42, 51-52, 137, 144, 157, 190 (figura)

ciclo de crecimiento, 35, 36

ciclos de precios, 84-85

clasificación, 83

cocinado, 84, 99, 101, 102-103, 228

color de la piel, 113, 114, 154, 175, 223

comercialización, 2, 51, 57, 59, 62, 65, 76-87, 107, 125, 135, 142, 148, 171, 224, 230, 233

como alimento humano, 1, 2, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 19 (cuadro), 58, 84

como alimento para animales, 1, 6, 8, 10, 11, 18, 19 (cuadro), 58, 77, 84, 161, 221

consumo, 2, 7, 10, 11, 12-13 (cuadro), 18-19 (cuadro), 20, 28, 58, 59, 61, 70-71, 73, 87, 89, 92-93 (cuadro), 93, 104-113, 114, 196, 222, 227, 229, 230, 232, 233

controles de precios, 86-87, 229

cosecha, 129-130, 133, 138, 144, 146,

148, 152, 153, 157, 160

costos de producción, 13, 17, 20, 50-51, 57, 75, 81, 127-129, 131, 133, 137, 143, 153-154, 171, 172-174

de alto rendimiento, 6, 47, 55, 60, 130, 136, 147, 156

deformaciones, 39

desperdicio, 19 (cuadro), 222

dispersión, 6, 8-11

disponibilidad y usos domésticos, 19 (cuadro), 49-50, 59, 65, 104

e ingreso, 1, 2, 17, 21, 56, 57-58, 59, 61, 71, 73 (cuadro), 74 (cuadro), 89, 107, 108, 110, 111 (cuadro), 161, 166, 222, 228, 229

enfermedades, 7, 28, 34, 42-44, 51, 104, 121, 125, 127, 133, 147, 174

Ver: plagas

especies, subespecies, 3, 6, 27, 35, 37, 46, 55, 125, 223

estación de crecimiento, 22, 23 (cuadro), 35, 37, 48, 131

excedente, 66, 75, 130, 233

exportaciones, 20, 51, 80-81, 227, 230

genética, 2, 46-48, 174, 178, 182-183, 185, 189, 223

impedimentos de la producción, 171-177, 184, 190-191, 223, 231

importaciones, 19 (cuadro), 51, 80, 81, 212

importancia de, 1, 2, 7, 195, 221, 223

investigación, 2, 12, 62, 64, 89, 130, 132, 139, 140, 144, 145, 165, 166-170, 171, 172, 176, 177-179, 224, 230, 233

Ver: Programas Internacionales de papa;

Programas Nacionales de papa

maduración temprana, 6, 35, 36, 40, 55-56, 125, 129, 136, 146

materia seca, 4 (cuadro), 21, 22-23 (cuadro), 40, 49, 97, 136, 183

nombres de, 10, 27-28

nutrición, 2, 21, 22, 97-104, 228, 223

oferta y demanda, 2, 65-71, 72, 73 (cuadro), 87, 89, 93, 95, 229

orígenes de, 5, 27

- pelada, 103
- pérdidas post-cosecha, 174, 176
Ver: tecnología, post-cosecha
- precios, 2, 22, 49, 50, 57, 58, 59, 61, 62, 65, 66, 67, 71, 72, 76-89, 90-91 (figura), 107, 110, 111 (cuadro), 129, 146, 175, 196, 222, 224, 229, 233
- precios de insumos, 57, 58, 61, 67, 135, 171, 172
- procesamiento, 2, 49, 55, 79, 83, 99, 101, 103, 125-126, 130, 135, 144-145, 162, 177, 230
- producción, 1, 2, 3, 11-12, 12-13 (cuadro), 19 (cuadro), 20, 58, 59, 60, 62, 75, 86, 104, 187, 190, 198, 199-202, 221, 222, 224, 225, 226, 230, 232, 233, 234
- producción fuera de estación, 77, 85
- producción mundial, 1, 3, 4 (cuadro), 5 (figura), 12, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 18
- producción promedio diario, 48
- programas de extensión, 12, 62, 63, 80, 88, 139, 140, 145, 165, 166-171, 174, 180, 202, 204, 206, 214, 217, 224, 230, 231
- proteína, 4 (cuadro), 21, 23 (cuadro), 97-98 (cuadro), 99, 100-101, 110, 222, 228
- raíces, 28, 38, 39
- rechazo de, 6
Ver: hábitos alimentarios
- refrigeración, 33, 82, 85, 134, 227
- rendimientos, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 18, 21-22, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 44, 48-49, 57, 69, 120, 131, 146, 174, 195, 197, 221, 222, 223, 224
Ver: tecnología; *en países seleccionados*
- resistente a enfermedades, 43, 47, 136, 156, 157, 159, 175, 179, 182, 184-185, 190, 200, 202, 203, 209, 216, 223
- resistente a heladas, 55, 125, 143, 183
- resistente a la sequía, 136
- revistas especializadas, 52, 187
- sistemas de producción, 11, 119-120, 121-163, 225-227
- sustancias tóxicas, 104
- tamaño, 114, 223
- tardías/de maduración tardía, 35, 39, 55, 125, 146
- tasas de plantación o de siembra, 20, 105, 133, 142
- tubérculo-semilla, 7, 11, 18, 19 (cuadro), 20, 28, 32-35, 40, 51, 57, 81, 105, 125, 127-128 (cuadro), 130, 132-133, 134, 136, 137, 139, 144, 147, 148, 150, 157-158, 172, 173, 176, 178, 185-186 (figura), 189, 196, 197-201, 202, 205, 212, 216, 218, 221, 223, 231, 233
- tuberización, 6, 31, 39, 47, 131, 222
Ver también: tubérculo
- uso industrial. *Ver:* alcohol; almidón
- valor de la producción, 23 (cuadro)
- variedades, 5, 6, 8, 32, 35, 43, 46, 47, 48, 50, 55, 57, 114, 124-126, 132, 136-139, 143, 146, 149, 152, 153, 156, 161, 174-175, 177-178, 179, 182, 184, 190, 195, 199, 208, 209, 210, 223, 231
- vitaminas en, 98 (cuadro), 101-103, 228-229
- y altitud, 41, 55, 56, 121, 225
- y clima, 10, 18, 37-39, 42, 44, 117, 119, 225
- y el crecimiento de la población, 17, 56, 57, 59, 89, 146, 229
- y factores socio-económicos, 56-64, 121, 130, 135-136, 187, 195, 230
- y fuentes de trabajo, 1, 166
- y humedad, 38-39, 41, 50, 222
- y la luz, 33, 104, 134, 177, 185, 212
- y programas de desarrollo, 1, 15, 49, 56, 61-64, 67, 121, 165, 204, 216, 221
- y riesgo, 120, 143, 224, 225
- y suelo, 37, 38, 39-41, 42, 101, 121, 126, 131
- y temperatura, 32, 33, 34, 37, 38, 41, 47, 50, 55, 102, 131, 183, 190, 222
- zonas de producción, 2, 10, 20, 107,

- 114, 117-120, 122, 135-136, 138-139, 225, 227
- Ver: Tecnología; en países seleccionados
- Papa irlandesa, 3
- Papa seca, 145
- Papas a la francesa, 83, 101, 177
- Papas de regalo*, 110
- Papas fritas, 102, 103, 177
- Papas secas, congeladas, 55, 101, 145
- Pakistán
- almacenamiento de papa, 82
 - consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-93 (cuadro)
 - investigación en papa, 188
 - período de reposo de la papa, 33
 - producción de papa, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cuadro), 75, 131
 - variedades de papa, 183
 - zona de producción de papa, 119, 131, 135, 225
- Papúa Nueva Guinea, 183
- Páramos (Colombia), 123
- Paratión, 176
- Pasta, 98 (cuadro), 101, 108, 109, 136
- Pasturas, 124, 136, 140, 161
- Patata*, 27
- Pendiente, 41, 121
- Pentapioides, 46
- Pérdida de calidad, 51
- Peridermo, 31
- Período de preemergencia/emergencia, 35
- Persia Ver también: Irán
- Perú, 5, 55-57, 181, 204
- agricultura, 56, 145
 - almacenamiento de papa, 134, 145, 147
 - consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 56, 92-93 (cuadro), 99, 108, 109, 114
 - costo de producción de papa, 128 (cuadro)
 - disponibilidad doméstica y uso de la papa, 19 (cuadro), 28
 - importaciones de alimento, 56
 - industria, 56
 - moneda, 56
 - plagas de la papa, 44
 - precio de la papa, 49, 146
 - producción de papa, 12-13 (cuadro), 15, 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 56, 62, 63, 130, 146
 - programa de papa, 183
 - programas de mejoramiento genético, 46, 48
 - reforma agraria, 62
 - regiones, 108
 - rendimientos de papa, 62, 143, 147
 - sistema de producción de papa, 124, 139-148
 - variedades de papa, 55-56, 143, 145, 147, 183
 - zona de producción de papa, 122, 130, 140-111 (figura), 225
- Pescado, 100 (cuadro)
- Phthorimaea operculella*. Ver: polilla de la papa
- Phytophthora infestans*, 43
- Pimienta, 27
- Piretroide, 176
- Plagas, 35, 38, 42, 44-45, 47, 56, 121, 127, 142, 144, 175, 184-185, 190, 195, 223, 226, 231
- Plaguicidas, 44, 58, 59, 127, 128 (cuadro), 129, 133, 137, 144, 147, 152, 153, 172-173, 176
- Plantas espontáneas, 28
- Plantas marinas, 162
- Plátanos, 71, 89, 98 (cuadro), 101, 108, 228
- PNAP. Ver: Ruanda, programa nacional de papa
- PNB. Ver: Producto Nacional Bruto
- PNUD. Ver: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- Polilla de la papa, 44, 176, 182, 184, 185, 190
- Políticas cambiarias, 61, 81, 212, 230
- Políticas gubernamentales. Ver: Programas nacionales de papa; papa y programas de desarrollo

Polonia, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 19 (cuadro), 20, 74 (cuadro), 92-93 (cuadro)

Poros del tallo. *Ver:* lenticelas

Potajes, 99

Potasa, 40

Potasio (K), 98 (cuadro), 101, 229

Precios en finca, 25

PRECODEPA. *Ver:* Programa Regional Cooperativo de Papa

Preparación del suelo, 174, 224

Préstamos, 62

Producto Bruto Interno (PBI), 73 (cuadro)

Productos lácteos, 71

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 181

"Programa Nacional de Mejoramiento de la Papa" (PNMP). *Ver:* Ruanda, Programa nacional de papa

Programa Regional Cooperativo de Papa (PRECODEPA) (1978) (América Central y el Caribe), 214, 215, 216, 217, 218

"Programa Regional de Mejoramiento de la Papa en Africa Central"

Programas de extensión, 165
Ver: papa

Programas internacionales de papa, 179-188, 189 (figura), 197

Programas nacionales de papa, 46-48, 169 183-184, 188-190, 194, 195-196, 197-220, 231-233, 234

Propagación in vitro, 208, 209 (figura)

Proteína, 23 (cuadro), 24 (cuadro), 71, 98 (cuadro), 100 (cuadro)

Provincia de Benguet (Filipinas), 124, 126-129, 139, 155-158

Provincia de Mountain (Filipinas), 155

Proyecciones de cultivos agrícolas 1970-80 (FAO), 89

Pseudomonas solanacearum, 43

Pudines de papa, 103

Puerto Mont (Chile), 137

Puerto Varas (Chile), 128 (cuadro)

Punjab (India), 128 (cuadro)

Punta Arenas (Chile), 37

Puré instantáneo de papa, 163

Q

Quezaltenango (Guatemala), 128 (cuadro)

R

Radiación solar, 130

Raíces y tubérculos, 4 (cuadro), 14 (figura), 18, 28, 46, 71, 72, 99, 101, 105, 122, 143, 223, 228
Ver también: tubérculo (papa)

Raíz europea", 10

Raleigh, Walter, 6

Ramadan, 110

Redes regionales, 205, 214

Región volcánica (Ruanda), 158

Regulaciones cuarentenarias, 20, 43, 80, 183

Repollo, 22, 23 (cuadro), 155

Reposo, 32, 125, 132, 199

República Dominicana, 123, 215

Reservas de hidratos de carbono, 38

Respiración, 38

Restricciones comerciales, 61, 67

Riboflavina, 98 (cuadro)

Riego, 9, 38-39, 56, 58, 63, 126, 131, 133, 135, 142, 145, 152, 153, 154, 156, 174, 224
canal, 201
pozo profundo, 57, 201
surco, 157

Río Mantaro, 140

Rotación de cultivos, 56, 120, 124, 136, 143, 161, 162, 185, 226

Rotaciones comunales, 56

Ruanda, 10
almacenamiento de papa, 160
consumo de papa, 12-13 (cuadro), 16-

17 (cuadro) 9 (cuadro), 71, 92-93 (cuadro), 107, 108, 112-113
 costos de producción de papa, 128 (cuadro), 129, 172, 173
 disponibilidad y uso doméstico de la papa, 19 (cuadro), 28
 exportaciones de papa, 80
 instituto nacional de ciencias agrícolas, 204-205
 insumos agrícolas, 62
 producción de papa, 12-13 (cuadro), 15, 16, 17 (cuadro), 19 (cuadro), 158, 225
 programa nacional de papa, 160, 202-205, 219, 231, 232
 rendimiento de papa, 203
 sistema de producción de papa, 127, 139, 158-161
 tubérculo-semilla de papa, 202-203, 204, 219
 variedades de papa, 44, 48, 159, 180, 202-203
 zona de producción de papa, 119, 123
 Ruhengeri (Ruanda), 128 (cuadro)
 Rumania, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro)
 Rusia, 8, 9 *Ver.*: Unión Soviética

S

Sabana de Bogotá (Colombia), 127, 128 (cuadro)
 Santa Rosa (Guatemala), 113
 Santiago (Chile), 138
 SDC. *Ver.*: Cooperación Suiza de Desarrollo
 Seguridad alimentaria, 165, 166
 Semillas de girasol, 100 (cuadro)
 Semillas oleaginosas, 4 (cuadro), 14 (fig), 72
 Senegal, 48, 74 (cuadro)
 Senescencia, 129, 133
 Senilidad, 32
 Sequía, 35, 38, 47, 226.
 Europea (1970 s), 87
 Sevilla, (España), 6

Sikkim, 10
 Singapur, 81
 Siria, 10, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 135
 Sistema de multiplicación de semilla, 202, 203, 205, 206, 208-211, 217, 219
 Sistema de parcela de semilla, 200, 218, 219
 Sistemas de enfriamiento evaporativos, 83
 Sodio (Na), 98 (cuadro)
 Solanaceae, 27
Solanum curtilobum, 55, 145
Solanum juzepczukii, 55, 145
Solanum tuberosum, 3, 6, 27, 46
 andígena, 6, 35, 37, 125, 150
tuberosum, 6, 35, 37
 Somalia, 74 (cuadro)
 Sondeos familiares, 106, 227
 Sorgo, 4 (cuadro), 14 (figura), 24 (cuadro), 170 (cuadro)
 Soya o soja, 18, 24 (cuadro)
 Sri Lanka, 48, 74 (cuadro), 87, 88 (cuadro), 90-91 (figura), 124, 184, 211-213, 217, 219, 232, 233
 Subsidios, 61, 87
 Sudáfrica, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro), 92-93 (cuadro)
 Suecia. *Ver.*: tala y quema
 Suiza, 180

T

Tabaco, 27
 Tailandia, 87, 88 (cuadro), 90-91 (figura)
 Taiwán, 81
 Tala y quema, 125
 Tamaño de la finca, 59, 62, 131, 142, 146, 152
 Tarifas, 61
 Taro (Colocasia), 4 (cuadro), 23 (cuadro), 72, 89
 Taro "Colocasia de los extranjeros", 10
 Tasas de interés, 62

- Tecnología, 18, 47, 61, 75, 130, 133, 166,
 apropiada, 18
 de post-cosecha, 17, 18, 87, 130, 133-
 135, 185-187, 195, 222
 institucional, 193, 194, 196, 197
 producción, 67, 88, 145, 148-149, 172,
 193, 194-195
 transferencia, 1, 22, 204, 205, 219
 y demanda, 167-168
 y rendimiento, 21-22
Ver también: papa, investigación
- Temperaturas nocturnas, 38, 50, 131
- Tetraploides, 46, 47
- Tiamina, 98 (cuadro), 101, 102
- Tibet, 9
- Tierra, 59, 62, 67, 68, 120
- Tizón tardío, 34, 43-44, 47, 125, 127, 137,
 148, 152, 156, 158, 160, 161, 174,
 183, 184, 200, 202, 203, 209,
 216, 226
- Titicaca, Lago, 5
- Tomates, 23 (cuadro), 27
- Tonguihari (Bangladesh), 139, 151-152, 153-
 154
- Tortilla, 99, 109
- Trabajo, 67, 128 (cuadro), 133, 154, 172,
 174, 224
- Trabajos fuera de la finca, 142
- Tractores, 59, 126, 133, 137, 138, 144, 147,
 161
- Transpiración, 38
- Transporte, 57, 58, 79, 138, 140, 146, 224,
 233
 costos, 51, 63, 80, 122, 230
- Trigo, 3, 4 (cuadro), 14 (figura), 23 (cuadro),
 24 (cuadro), 46, 56, 61, 70, 71, 109,
 111 (cuadro), 161, 170 (cuadro), 194,
 195, 221
- Triploides, 46
- Tubérculo (papa), 28-31, 48, 117-119, 223
 calidad, 49
 crecimiento, 35
 daño, 44
 estadios fisiológicos, 32
- Tubérculo- semilla, 32-35, 40, 42, 49, 125,
 127, 132-133, 136-137, 144, 146, 172
 173, 185, 199, 206-207, 210, 212,
 218-219, 223, 227
- Túnez, 106, 119, 139, 176, 205-207, 217,
 220, 232
- Turquía, 10, 12-13 (cuadro), 16-17 (cuadro),
 19 (cuadro), 92-93 (cuadro), 119,
 136, 137, 225

U

- Uganda, 119, 160, 202
- Universidad de Wisconsin, 184
- UPN. *Ver:* Utilización de la Proteína Neta
- Urbanización, 56, 57, 71
- Utilización de proteína neta (UPN), 100,
 (cuadro)

V

- Valor de la producción, 23 (cuadro), 24
 (cuadro)
- Valle Central (Chile), 138, 162
- Valle de Cañete (Perú), 62, 128 (cuadro),
 140, 145, 148
- Valle Mantaro (Perú), 139-145
- Variedad Bastidas, 48
- Variedad Cardinal, 153
- Variedad Caxamarca, 48
- Variedad Conchita, 156
- Variedad Corahilla, 161
- Variedad Cosima, 156
- Variedad Desiree, 162
- Variedad Domoni, 48
- Variedad Greta, 156
- Variedad Kinigi, 48
- Variedad Krushi, 48
- Variedad Kufri Chandramukhi, 200
- Variedad Kufri Jyoti, 200
- Variedad Kufri Sindhuri, 153, 200
- Variedad Molinera, 48

- Variedad Multa, 152
- Variedad Muziranzara, 48
- Variedad Naataange, 48
- Variedad Nseko, 48
- Variedad Patrones, 152
- Variedad Perricholi, 48
- Variedad Phulwa, 199, 200
- Variedad Pinpernel, 162
- Variedad Red Pontiac, 156
- Variedad Sange:na, 160
- Variedad Sita, 48
- Variedad Thuong Tin, 208
- Variedad Tollocan, 216
- Variedad Ultimus, 162
- Variedades Dalat, 48
- Ventaja comparativa, 59
- Viet Nam, 48, 123, 131, 208-211, 218, 219, 220, 232
- Vínculos de crecimiento, 165
- Virus de enrollamiento de la hoja, 34, 42, 184
- Virus x e y, 183, 184
- Vitamina B6, 101, 102
- Vitamina C, 101, 102, 103, 228
- Zonas altas de climas tropical y subtropical
117, 118 (figura), 119, 121-130, 140, 155, 225, 226
- Zonas bajas de climas tropical y subtropical
117-118 (figura), 119, 128 (cuadro), 130-135, 139, 183, 222-223, 225, 226
- Zonas templadas, 37-38, 82, 108-109, 117, 118 (figura), 119, 128 (cuadro), 135-138, 140, 225, 226

Y

- Yemas, 28-29, 29 (figura)
- Yemen, 119
- Yuca, 4 (cuadro), 14 (figura), 23-24 (cuadro)
28, 46, 72, 89, 98 (cuadro), 99, 100 (cuadro), 101, 108
como alimento para animales, 18
- Yute, 152

Z

- Zaire, 81, 92-93 (cuadro), 119
- Zimbawe, 74 (cuadro)
- Zona tórrida, 37, 41, 42, 45, 50, 117-119, 223

Sobre el libro y el autor

Aunque por lo general se considera a la papa como un cultivo de zonas templadas, la producción de papa en las zonas de climas tropicales y subtropicales se está extendiendo rápidamente. En términos del valor económico (US\$) del cultivo, éste se ubica ahora en el cuarto lugar en el mundo en desarrollo, luego del arroz, el trigo y el maíz. Sin embargo, los programadores a menudo menosprecian la importancia de la papa como una fuente de empleo, ingreso y alimento, o subestiman los beneficios potenciales de una expansión en la producción y uso de la papa. El retorno de la investigación aplicada sobre el cultivo de la papa en las zonas tropicales y subtropicales es alto, debido al gran cúmulo de información científica de los países desarrollados.

Este libro resume los principios de la producción, distribución y uso de la papa. Se discuten los hechos esenciales sobre la papa como un cultivo, un producto o un alimento, así como también los conceptos que los científicos y programadores deberían considerar al fijar las prioridades para poner en marcha y evaluar el impacto de los programas de investigación y extensión en papa. Una premisa fundamental del libro es que los programas que se proponen incrementar la disponibilidad de alimentos y reducir la pobreza mediante la mejora de cultivos, deben considerar no sólo la tecnología de producción sino también las estrategias de comercialización y los patrones de consumo. Una planificación adecuada de la investigación y del desarrollo agrícola requiere un entendimiento sobre cómo se producen, comercializan y usan los cultivos, y de los beneficios potenciales que las tecnologías nuevas pueden ofrecer.

De ahí que los programas efectivos de mejoras de cultivos necesitan la aplicación de conocimientos y experiencias del área técnica y del área socioeconómica. Los administradores y otras personas responsables de

poner en marcha estos programas deben preocuparse por las políticas que impiden la adopción y chocan con las consecuencias de los nuevos métodos productivos, de manera que sus países puedan recoger y disfrutar al máximo los beneficios de un abastecimiento mayor y más estable de alimentos.

Douglas Horton estaba a cargo del Departamento de Ciencias Sociales del Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú cuando escribió este libro. Actualmente trabaja en el INSAR, La Haya, Holanda.

Este libro se imprimió en los Talleres Gráficos de
Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Montevideo - Uruguay

Edición Amparada al Art. 79. Ley 13.349
Depósito Legal 256.267/92