



BIOTECNOLOGIA E ALIMENTOS: PERSPECTIVA MEXICANA¹

ROSA LUZ GONZALES² e RODOLFO QUINTERO³

RESUMO - O texto "Biotecnologia e Alimentos: Perspectiva Mexicana" é composto de duas partes: na primeira é feita uma avaliação da situação alimentar mundial e em especial do México, citando, por exemplo, a má distribuição atual de alimentos, o crescimento populacional e a conseqüente necessidade de ampliação da produção. O pequeno apoio que o Governo mexicano tem dado às atividades agropecuárias, que resulta em uma diminuição no desempenho de tais atividades, a substituição dos padrões nacionais mexicanos de alimentação por hábitos importados e uma submissão cada vez maior ao capital estrangeiro são também destacados. Na segunda parte, faz-se uma explanação a respeito do papel da biotecnologia no setor de alimentação, em nível nacional, citando a importância do melhoramento genético de plantas, da substituição e eliminação de pesticidas, dos processos de fixação de nitrogênio, do melhoramento genético de animais, do desenvolvimento de novos produtos e processos, tais como: proteínas unicelulares, aminoácidos, edulcorantes, substitutivos (por exemplo, cafeína microbiana), todos por via fermentativa. Coloca-se, por fim, que o México pode seguir dois caminhos diante do desenvolvimento da biotecnologia: deixar o desenvolvimento industrial a cargo das indústrias estrangeiras com a exclusão do capital mexicano e de um menor controle do Estado, ou partir para um processo sistemático de avaliação e perspectiva tecnológica para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, com o intuito de seguir uma política corfeta que conduza à obtenção das tecnologias essenciais às necessidades do povo mexicano.

BIOTECHNOLOGY AND FOOD: MEXICAN PERSPECTIVES

ABSTRACT - The text "Biotechnology and Food: Mexican Perspective" is composed of two parts: in the first an evaluation of the world food situation in made and especially of Mexico, citing, for example, the current poor distribution of food, the population increase and the consequent necessity of increasing production. The inadequate support which the Mexican government has provided for agricultural activities, which results in a decrease in the performance of such activities, the substitution of the traditional Mexican national eating habits for

¹ Trabalho apresentado no Encontro Latino-Americano: Biotecnologia, Alimentação e Recursos Naturais Renováveis. Campinas, abril de 1986.

² CONACYT - México.

³ Centro de Promoción y Evaluación de Proyectos, SEMIP-México.

imported standards and a continuously growing submission to foreign capital are also detected. In the second part, an explanation is made concerning the role of biotechnology in the food sector at the national level, citing the importance of genetic improvement of plants, of the substitution and elimination of pesticides, of nitrogen fixation processes, of the genetic improvement of animals, of the development of new products and processes such as single-cell proteins, aminoacids, sweeteners, substitutes (for example, microbial caffeine), all by means of fermentation. Finally, it is suggested that Mexico has the choice of two paths in regard to development of biotechnology: it can leave industrial development up to foreign companies with the exclusion of Mexican capital and with a lesser control by the state, or it may choose a systematic process of technological evaluation and perspective for the development of science and technology, with the aim of choosing the correct policy which will lead to the obtention of technologies essential to the needs of the Mexican people.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, no México, tratamos de estabelecer, em relação à biotecnologia, sua importância relativa, os setores onde é mais conveniente participar, os recursos que são necessários para alcançar um desenvolvimento tecnológico próprio e, em geral, estabelecer prioridades em ciência e tecnologia (C & T), bem como ajudar na consolidação de uma política de desenvolvimento industrial que fomente o campo da biotecnologia.

Para isto, tem sido necessário realizar explorações dos futuros cenários que podem ser apontados atualmente e também explicar o que significaria não participar das mudanças tecnológicas e industriais que envolvam a biotecnologia nos diferentes setores. Outra opção que tem sido analisada é a de continuar com um apoio impreciso, errático e aleatório que não afete outros interesses, mas determine a exclusão do País no desenvolvimento industrial que, sem dúvida, terá lugar nos anos futuros e que estará, em grande medida, baseado nos processos biológicos.

Em 1977, o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia encomendou a um grupo de especialistas o estudo: "O desenvolvimento da biotecnologia no México: avaliação de oportunidades", cujo propósito era: "Disponer, no horizonte do tempo do Programa Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (PRONDETYC), de recomendações passíveis de ser instrumentadas. Para chegar a estas recomendações, um estudo de avaliação tecnológica deveria ser integral e participativo de forma que não apenas fosse apresentado o estado do conhecimento neste ramo e suas perspectivas para o futuro, mas também fossem identificadas as oportunidades para a aplicação da biotecnologia em setores importantes para o país" (Quintero 1985).

Já que o âmbito de aplicação da biotecnologia é multisetorial, e atacar em forma integral e simultânea todos os setores superava as capacidades disponíveis no país, tomou-se a decisão de selecionar setores prioritários a fim de localizar esforços em projetos tecnológicos, com metas mais definidas e maiores possibilidades técnicas e econômicas de serem instrumentadas.

Dos oito setores que foram inicialmente considerados, foram selecionados os seguintes:

- Alimentos (transformação pós-colheita)
- Agricultura (setor primário e insumos)
- Farmacêutico

Embora todos os setores citados formem entre eles um complexo conjunto de relações causais, os dois primeiros constituem um sólido bloco de profundas inter-relações, o que, se por um lado representa uma vantagem ao tratar de desenvolver uma estratégia tecnológica, pela transitividade dos impactos do desenvolvimento tecnológico de um setor a outro, por outro lado a complexidade destas relações e dependências dificulta sua formulação.

A seguir serão apresentados, ainda que em forma resumida, alguns dos resultados do estudo, especialmente dos motivos sociais, econômicos e técnicos que justificariam no País, nas próximas décadas, um esforço integral de inovação em biotecnologia em ambos os setores.

A SITUAÇÃO ALIMENTAR

O fenômeno alimentar é extremamente complexo, já que envolve atividades tanto de produção primária como de transformação, distribuição, comercialização e consumo.

A situação alimentar mundial tem-se convertido num tema central de discussão e análise, de formação de iniciativas, bem como de confrontos de interesses antagônicos.

As insuficiências alimentares abrangem uma faixa que vai do simples déficit de calorias até os níveis críticos de desnutrição que podem causar a morte. Dez por cento (10%) da população mundial, aproximadamente 500 milhões de pessoas, encontram-se no limite da sobrevivência, e 1.360 milhão, 27% do total, não consegue satisfazer suas necessidades nutricionais.

Se os alimentos fossem distribuídos de acordo com as necessidades, toda a produção atual seria suficiente para satisfazer a população mundial, já que a oferta de energia alimentar supera 9% os requerimentos. Do mesmo modo, e como forma de exercício, por exemplo, se fosse realizado um cálculo simples das necessidades de proteínas alimentares de origem vegetal, supondo um consumo médio destas (35 g per capita/dia) multiplicado por uma estimativa da população mundial (4.500 milhões), e inclusive considerando seu nível de aproveitamento (65%), o total de proteínas requeridas, 88 milhões de toneladas, representaria apenas 30% do total de proteína vegetal disponível no mundo, o qual, segundo a Tabela 1, chegou em 1983 a 277 milhões de t/ano (Paredes et al. 1985).

Isto significa que bastam alguns simples cálculos para comprovar que o abastecimento alimentar que chega aos indivíduos é filtrado por processos socioeconômicos que negam a muitos sua quantidade adequada, enquanto entregam um enorme excesso a alguns poucos afortunados. Em outras palavras, a subalimentação de uns é consequência do excesso de outros. Se analisarmos estes desequilíbrios ao nível de países, podemos ver que as proteínas vegetais são produzidas principalmente no primeiro mundo, o que dá como resultado uma notável desigualdade nos padrões alimentares dos países da periferia. Enquanto os países de menor desenvolvimento econômico utilizam os cereais na alimentação humana direta, os desenvolvidos os utilizam, principalmente, para nutrição animal, como mostra a Fig. 1.

Nas nações em desenvolvimento, perante um esquema geral de escassez de alimentos, acontece um fenômeno de penetração da indústria alimentícia internacional. Esta, respaldada geralmente por amplos avanços tecnológicos e de planejamento, modifica hábitos de consumo e esquemas de produção e coloca sobre sua dependência setores importantes da produção primária.

Existe um consenso de que os níveis de nutrição não melhoraram substancialmente. Entre 1975 e o ano 2000, a população mundial terá aumentado, aproximadamente, 2.220 milhões de pessoas; as zonas de maior expansão serão Ásia, África e América Latina. Isto conduzirá a um considerável nível de insuficiência alimentar na maioria das nações em desenvolvimento; não será possível atender às necessidades crescentes de alimentos sem uma modificação radical nas formas de produção, transformação e distribuição, que enfatizam as prioridades do desenvolvimento nacional e que contemplam o cumprimento das necessidades dos grupos majoritários.

No que diz respeito à situação nacional, o pouco apoio comparativo oferecido

TABELA 1. Disponibilidade mundial de proteínas vegetais em 1983.

Cultura	Produção (t x 10 ⁶)	Conteúdo proteínas (%)	Produção proteínas (t x 10 ⁶)
Cereais			
Trigo	458	12	55.0
Milho	451	9	40.6
Arroz	414	8	33.1
Cevada	158	12	19.0
Sorgo	72	10	7.2
Aveia	44	13	5.7
Painzo	30	8	2.4
Centeio	24	12	2.9
Subtotal	1.651		165.9
Leguminosas de grãos			
Feijão	14	22	3.1
Ervilhas	8	22	1.8
Grão-de-bico	6	20	1.2
Favas	4	23	0.9
Lentilhas	1	22	0.2
Subtotal	33		7.2
Oleaginosas			
Soja	88	38	33.4
Nozes	19	26	4.9
Girassol	14	13	1.8
Colza	12	24	2.9
Subtotal	133		43.0
Raízes e tubérculos			
Batata	257	2	5.1
Batata-doce	146	2	2.9
Mandioca	127	2	2.5
Subtotal	530		10.5
Total	2.347		226,6

Fonte: Paredes et al. (1985).

PAÍSES

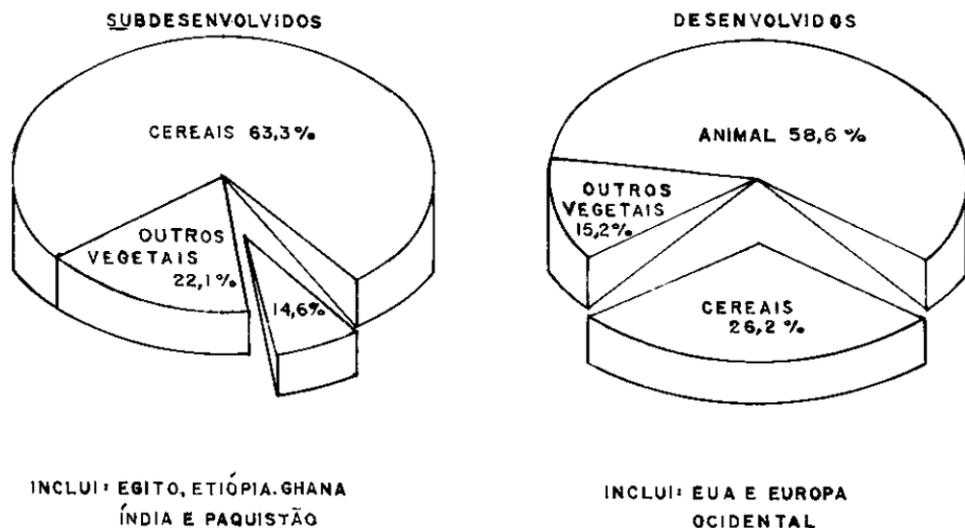


FIG. 1. Contribuição dos principais grupos de alimentos na dieta per capita de proteínas (FAO 1983).

às atividades agropecuárias desde os anos 50 e a transferência de seus recursos para os outros setores provocaram a incapacidade do meio rural para absorver a mão-de-obra gerada, com a conseqüente migração do campo para a cidade em busca de emprego. Contudo, o aumento na produção que algumas culturas básicas tiveram, como pode ser observado na Tabela 2, o abatimento da participação do setor na eco-

TABELA 2. Produção nacional dos principais cultivos: 1970-1983 (t x 10³).

Cultivo	1970	1975	1980	1983
Arroz	405	717	456	655
Milho	8.879	8.449	12.383	13.928
Trigo	2.676	2.799	2.785	3.697
Sorgo	2.747	4.126	4.812	6.367
Feijão	925	1.025	971	1.427
Soja	215	599	311	880
Cártamo	288	532	445	546
Cana-de-açúcar	34.651	35.841	-	-

Fonte: Paredes & Harry (1985).

nomia, por um lado, e o crescimento populacional, por outro, estão convertendo o País em um importador potencial de alimentos.

Contudo, estas importações crescentes não cobrem o déficit interno. Assim, estima-se que a dieta alimentar de mais de 60% da população é inadequada, enquanto a disponibilidade de alimentos para cerca de 25% é semelhante àquela dos EUA (cerca de 3.500 calorias diárias por pessoa).

Na situação nutricional do País influem, de maneira determinante, a distribuição desigual da renda, a redução no crescimento da produção nacional de alimentos básicos, seus desvios à alimentação não-humana e sua deficiente distribuição interna. Isto provoca, por um lado, o insuficiente acesso aos alimentos necessários para certos setores da população, e, por outro lado, o excesso do consumo e desperdício de uma minoria.

A difusão que houve nos últimos anos, com ênfase no consumo de alimentos de origem animal, obteve, como resultado, que uma proporção cada vez mais crescente dos solos agrícolas do País tenha se desviado para a produção de alimentos para o gado; o que significou diminuir a quantidade de terras que antes era dedicada à produção de grãos básicos para a alimentação popular, dando como resultado não somente uma redução do abastecimento de tais alimentos, mas também um déficit cada vez mais crescente de proteína necessária para a produção de um alimento balanceado, como pode ser visto na Tabela 3.

TABELA 3. Produção de alimento balanceado. Demanda e oferta de proteína (1.000 t).

Ano	Alimento	Proteína necessária	Oferta	Déficit	%
1971	2.668,7	427	395	32	7,5
1972	2.973,7	476	407	69	14,5
1973	3.312,5	530	461	69	13,0
1974	3.502,5	570	552	16	3,0
1975	4.200,0	672	571	101	15,0
1976	4.665,0	746	420	326	43,7
1977	5.000,0	800	382	418	52,0
1978	5.614,2	898	336	562	62,5
1979	6.270,0	1.003	566	437	43,5
1980	6.870,0	1.099	366	733	67,0
1981	7.975,5	1.276	416	800	67,0
1982	9.163,2	1.466	952	514	35,0
1983	8.016,6	1.282	455	827	64,5

Historicamente, o setor agropecuário, além de financiar em décadas passadas o crescimento de outros setores da economia, teve propósitos fundamentais, tais como: abastecer com alimentos básicos, criar empregos, gerar divisas, e a integração com a economia.

Com respeito ao primeiro, os sistemas de esgotamento são cada vez mais evidentes e as perspectivas pouco animadoras, uma vez que, mesmo utilizando cenários de máxima produção e mínimo consumo, o setor continua sendo deficitário. Como gerador de empregos, sua participação tem sido decrescente quanto à percentagem de empregos criados. Assim, tem-se que, quando se iniciou este século, 69% da população economicamente ativa se encontrava no setor agropecuário florestal e pesqueiro. Para 1980, a percentagem foi de 30% e para o final deste século se reduzirá para 22%, com o mesmo número de pessoas, cerca de 7 milhões, o que implica que a produtividade terá que elevar-se quase ao dobro, para alcançar os níveis de produção que o crescimento da população necessita para os produtos agropecuários.

Em relação à geração de divisas, os produtos agropecuários constituíram a principal fonte desde 1970 até 1973. A partir de então, sua importância foi considerada reduzida pelo petróleo e pela necessidade crescente de importar grãos.

O grau de integração do setor com sua economia é mais intenso para “frente” do que para “trás”, o que significa que está mais integrado pelo lado da oferta em relação ao da compra, ou seja, um escasso fluxo de bens para a atividade agrícola.

Os resultados das políticas de desenvolvimento das décadas anteriores desembocaram numa agricultura polarizada, assim como numa estrutura de força de trabalho onde predominam 3,5 milhões de trabalhadores agrícolas que não possuem terras, o proprietário de porte médio, e os grandes proprietários que dispõem de tecnologia e do capital. Em relação a fatores naturais e de sistemas de recursos, é importante destacar que o México é um país predominantemente árido, onde a topografia interna invalida muitas terras com elevados deslizos. Além do que, é um dos países latino-americanos com maior pobreza em seus solos.

Dos dois milhões de quilômetros quadrados, o México tem somente entre 15% e 18% de hectares disponíveis ou úteis para a agricultura, sendo 11%, aproximadamente, já utilizados num esquema agrícola onde predomina a agricultura sazonal, susceptível a baixos rendimentos e perda total por falta de água. Por outro lado, os sais dissolvidos nas águas de irrigação se acumulam e se concentram lenta-

mente no solo, criando um novo problema: o cloreto de sódio já alcançou níveis tóxicos em muitas regiões irrigadas, ameaçando convertê-las em terras inférteis. O problema das pragas e enfermidades tem sido combatido com métodos químicos que contaminam o meio ambiente de forma irreversível. As perdas pós-colheita são consideráveis também.

A produção de sementes no País veio deslocando-se gradualmente do setor público ao privado, no qual as empresas nacionais e as cooperativas desempenham um papel marginal, não obstante ser estratégico dispor de um abastecimento nacional nos cultivos básicos como o milho, o trigo, o feijão e a aveia. As sementes melhoradas são uma peça-chave na modernização da agricultura.

No que diz respeito a fertilizantes, seu consumo está muito polarizado, e se prevê que continuarão as importações em todas as categorias. Em praguicidas, a produção é insuficiente, tendo-se que recorrer a importações, sendo os itens de fungicidas e herbicidas mais deficitários.

No que concerne ao setor de alimentos propriamente dito, podemos considerá-lo como uma porção da economia nacional cuja função é produzir para a sociedade alimentos industrializados, mediante a transformação de produtos agropecuários, predominantemente, fazendo uso dos recursos financeiros e do consumo de fontes energéticas, água, produtos químicos e biológicos, tecnologia e organização, buscando melhorar as propriedades dos elementos naturais para torná-los mais nutritivos, duráveis e acessíveis.

Fazendo um breve parêntese, eu direi que, no estudo, não fomos tão rigorosos com respeito ao valor nutritivo e à acessibilidade, porque, dessa forma, teríamos que deixar de fora uma parte importante da indústria alimentícia.

Conforme comentado anteriormente, o setor de produção primária de alimentos era um dos setores da economia nacional mais integrados para frente. A esse respeito, é importante mencionar que os produtos que apresentam processos integrados desde a produção até o consumo giram ao redor de empresas agroindustriais fortes, ou de grandes cadeias comerciais dos centros urbanos.

A indústria processadora de alimentos se caracteriza por uma elevada heterogeneidade, no que se refere ao tamanho e produtividade de seus estabelecimentos, ao emprego gerado e ao nível de produção. Existe um grande número de estabelecimentos do tipo familiar, 70% do total, que ocupam uma significativa produção de

mão-de-obra pouco qualificada e que contribuem com somente 2% da produção da indústria alimentícia; por outro lado, um número reduzido de grandes empresas, da ordem de 1% do total, emprega mais da metade de todo pessoal e gera 65% da produção global.

Na estrutura vigente da agroindústria alimentícia, a aplicação da tecnologia avançada e do grande capital parece haver se concentrado na formação de ciclos comerciais altamente lucrativos, formando uma estrutura tripartida. Trata-se de um sistema de três estratos: os produtores primários (quase sempre camponeses); as indústrias intermediárias de pré-armazenamento e processamento (geralmente estatais); e as indústrias de transformação e comercialização (em geral, transnacionais). O estrato transnacional indica ser o dominante e o que determina as regras tecnológicas e comerciais sobre os restantes; o estrato estatal atua como um amortizador, amenizando um pouco esta dominação, e exerce uma função política de controle; o estrato camponês tem muito poucas opções.

Esta situação começou a se configurar depois da revolução e da reforma agrária, uma vez que, carecendo de uma estratégia tecnológica própria, quase não se desenvolveram investigações sobre o aproveitamento das tradições alimentares nativas, não foi estimulado o equipamento da pequena e média agroindústria e observou-se uma considerável dependência da tecnologia importada que, por sua vez, deu origem às distorções na competência alimentar e à substituição progressiva da dieta tradicional por alimentos "chatana"⁴, ou seja, guloseimas, pastas e refrescos que encareceram o valor dos hidratos de carbono e das proteínas.

As tradições alimentares em nosso País são riquíssimas e, freqüentemente, chegam a ser exemplares. O que conhecemos como "malinchismo"⁵ é um defeito geral dos seres humanos, porém é mais grave quando o que já se tem é valioso e se troca por algo de menor valor, em vez de ser o inverso. Vivemos desafortunadamente um momento de deterioração em nossos hábitos alimentares, em especial na área urbana do País. Não falo de rechazar o estranho; se for para ampliar as nossas possibilidades que seja bem vindo, mas não para substituir o nosso, e sim para agregar-se a ele.

Deve ficar claro que os mal chamados "antojitos"⁶ são sábias e admiráveis combinações, que a "tortilha"⁶ é em muitos aspectos superior a outros pães, que a

⁴ Em termos populares, "porcarias".

⁵ Que privilegia o que vem de fora.

⁶ Comidas típicas mexicanas.

dieta do milho e do feijão tradicional do mexicano é muito boa e que temos inúmeras opções.

É verdade que os programas oficiais de governo têm reconhecido a necessidade de resgatar a autonomia alimentar como a meta principal da agroindústria, porém existem discordâncias fortes entre os diferentes instrumentos necessários para obtê-la.

De tudo aquilo que já foi assinalado, é factível de se prever, no caso do setor agropecuário, que em um futuro já não tão distante se enfrentarão pressões exógenas provenientes de:

- Crescimento demográfico, perto de 30 milhões a mais de habitantes para o final do século. O setor deverá duplicar a produção de grãos básicos.
- Necessidade de impulsionar exportações e diminuir importações.
- Riscos climáticos inerentes e deterioração no recurso solo, especialmente por salinidade.
- Competição pelo recurso água.
- Abatimento no nível de financiamento de programas governamentais e uma necessidade crescente de inversão em infra-estrutura.
- Desenvolvimento nos setores industriais de mais do dobro.

Adicionalmente, o setor terá problemas estruturais internos, especialmente no tocante ao seu nível tecnológico, capacidade de organização, equipamentos, produtividade, a qual terá que elevar-se ao dobro.

No que diz respeito ao setor alimentício, o crescimento na população, o processo de urbanização acelerada, a troca na estrutura de idades, a persistência de grandes desequilíbrios na distribuição da renda e a maior participação da mulher na atividade econômica se traduziram, em um plano de 25 anos, em:

- Necessidade de incrementar a participação dos produtos industrializados.
- Desenvolver a não perecibilidade dos produtos através de tecnologias diversas.
- Problemas de abastecimento de insumos agropecuários.
- Padrões de qualidade e normas cada vez mais estritas.
- Necessidade de diversificar seus insumos industriais, em particular embalagens, complementos e aditivos.
- Elevar a produtividade nas pequenas empresas alimentícias.
- Necessidade de pessoal capacitado.
- Alto custo de tecnologia.

A BIOTECNOLOGIA NA ALIMENTAÇÃO

A biotecnologia tem um papel importante no setor de alimentação em nível nacional. Do total de produtos elaborados pela biotecnologia no México, e que estão listados na Tabela 4, os que se desenvolvem no setor alimentício, a saber: bebi-

TABELA 4. Produtos elaborados pela biotecnologia no México.

Alimentos e bebidas	Enzimas
Cerveja	Amilase bacteriana
Vinho	Diástase <i>Aspergillus oryzae</i>
Vinagre	Pepsina
Pulque	Quimotripsina
Tequila	Tripsina
Levedura para panificação	Protéase bacteriana
Fungos comestíveis	Aminoácidos
Etanol	L-Lisina, HCl
(P & D: escassa, aplicação industrial: muito satisfatória)	L-leucina
Biotecnologia apropriada	Treonina*
Limitada a poucos casos em nível piloto como são: produção de biogás, utilização de celulose (P & D: escassa, aplicação industrial: pouco satisfatória)	Glutatião*
Nova biotecnologia	Prolina*
Insulina humana	Cistina*
Interferon	Arginina*
Cultivo de tecidos	Proteína completa*
Fixação biológica de nitrogênio	DL-metionina ²
(P & D: escassa, sem aplicação industrial)	Vacina, toxóides e antígenos
Biotecnologia atual	Vacina triple DPT
Antibióticos	Vacina antisarampo
Lincomicina	Vacina antipoliomielítica
Gentamicina	Vacina anti-rábica
Eritromicina	Vacina antifoideia
Tetraciclina	Toxóide tetânico
Oxitetraciclina	Antígeno tuberculina PPD
Penicilina G	Antígeno coccidioidina
Penicilina semissintética ¹	Antígeno estreptolisina D
	Antígeno histoplasmina
	Antígeno febriles
	Ácidos orgânicos
	Ácido cítrico
	Ácido glucônico
	(P & D: média, aplicação industrial: satisfatória).

* Em projeto

¹ Processos enzimáticos² Síntese química

Fonte: Quintero (1985).

das fermentadas, derivados lácteos, leveduras para panificação, fungos comestíveis, certas enzimas e aminoácidos, representam, de longe, a maior percentagem em termos de valor de todos os produtos biotecnológicos que se elaboram no País.

Contudo, os produtos alimentares de origem biotecnológica de maior importância econômica: bebidas e laticínios, têm uma escassa relação com essa biotecnologia que está gerando uma nova revolução industrial no mundo, e na qual as aplicações alimentares, especialmente na produção primária, não apenas são muito amplas, mas também se espera que representem a maior proporção do mercado total da biotecnologia no ano 2000, como pode-se observar na Fig. 2.

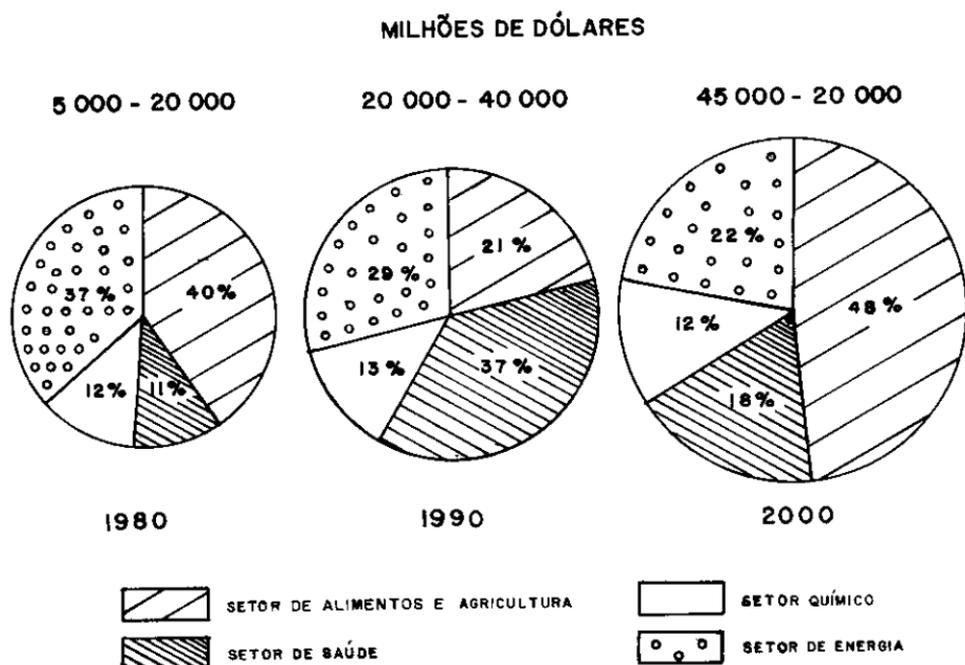


FIG. 2. Mercado de biotecnologia, 1980/90/00.

Cabe destacar que, ainda no setor da indústria alimentar internacional, a biotecnologia moderna participa ativamente em produtos, tais como: enzimas e dulcorantes, aminoácidos, proteína unicelular etc. (Tabela 5). Entre estes produtos, alguns têm influenciado profunda e negativamente as balanças comerciais dos países em desenvolvimento, e não se espera que a médio e longo prazos os novos avan-

TABELA 5. Empresas com atividades em biotecnologia, alimentos.

Empresa	País	Áreas de trabalho*							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Allelix	Canadá	x	x						
Biogen	EUA						x		
Celltech	Inglaterra	x							
Cetus	EUA	x							
Genetics	França			x					
Genex	EUA								
Transgene	França					x	x		
Ajinomoto	Japão			x		x			
Mitsubishi	Japão	x	x			x			x
Tanabe Seiyaku	Japão	x				x			
Toray	Japão	x	x			x			
British Petroleum	Inglaterra								
Corning Glass	EUA	x	x	x					x
Gist-Brocades	Holanda	x							
Novo Industries	Dinamarca		x	x					
Union Carbide	EUA								x

* A - enzimas industriais; B - fructose; C - edulcorantes; D - biopolímeros;
 E - aminoácidos para alimentos; G - alimentos fermentados; H - proteína unicelular.
 Fonte: Quintero (1985).

ços tecnológicos tenham um grande impacto no setor, em comparação com o que é esperado no setor de produção primária.

Inquestionavelmente, arriscar qualquer pergunta sobre o desenvolvimento futuro de uma tecnologia de ponta em nível internacional representa um desafio intelectual e metodológico. Por outro lado, quando este questionamento ocorre num país com as características do México, aumentam as perguntas graças não apenas à existência de poucos estudos de caráter prospectivo, mas também aos problemas de informação, assim como à falta de integração e experiências no conjunto de atividades que são fundamentais às mudanças técnicas, o que influi muito negativamente no tempo de resposta de qualquer ação que se tome para impulsionar um campo tecnológico determinado. Isto é, tentar fazer uma prospecção significa estimar e avaliar as capacidades do sistema científico, tecnológico e produtivo, para poder realizar inovações tecnológicas e participar racional e decididamente numa nova área de oportunidades industriais e comerciais. Significa também estimar e avaliar as capacidades do aparelho governamental encarregado de aplicação de todos os ins-

trumentos de política industrial, científica, tecnológica, fiscal, de regulamentação que existem a esse respeito, e ainda sem esquecer o contexto internacional (Quintero 1985). É indubitável que o desenvolvimento da biotecnologia moderna ocorrerá principalmente no Exterior, e, por isso, um fator que afetará definitivamente os avanços nacionais será a velocidade com que serão gerados os novos produtos e processos biotecnológicos (Quintero 1985).

Analisando as novas tendências internacionais, em matéria de biotecnologia, pode-se assinalar que haverá mudanças importantes na produção primária e de alimentos, bem como em alguns dos insumos que são necessários para estas atividades. Potencialmente, são muitos os produtos e processos que serão transformados pela nova revolução como pode-se observar na Tabela 6.

NOVOS PRODUTOS

O aparecimento de culturas tradicionais, porém mais resistentes às condições climáticas adversas — como estiagem e alcalinidade do solo —, permitirá ampliar a atual fronteira agrícola, inclusive com variedades de alto rendimento e eficiência na incorporação dos nutrientes presentes no solo. Outros aspectos de grande interesse são: a obtenção de uma melhor qualidade nutricional dos grãos, melhorando a qualidade da proteína, aumentando seu conteúdo e reduzindo a presença de valores antinutricionais adversos; a morfologia dos grãos, modificada para diminuir as perdas durante o processamento em virtude das estruturas não-apropriadas dos grãos; a substituição de fertilizantes químicos por biofertilizantes, a fixação de nitrogênio como forma alternativa de obtenção pelas plantas das fontes naturais de nitrogênio — nitrogênio atmosférico.

Há alguns anos, pensava-se que através das técnicas da ADN recombinante se obteria, a curto prazo, a fixação de nitrogênio por algumas culturas importantes, tais como: milho, trigo e outros cereais. Atualmente esta idéia está um pouco mudada, em razão de alguns obstáculos encontrados, os quais permitem estimar que esta meta não será atingida antes dos anos 90 (Sanchez 1985).

Substituição e eliminação de pesticidas — A biotecnologia permite abordar o problema das pragas a partir de diferentes enfoques. O mais imediato é a produção de pesticidas de origem biológica, o que já é uma realidade. Para muitas espécies vegetais, também é uma realidade a obtenção de material genético livre de microrganismos patogênicos, o que não apenas permite produzir plantas sadias para as culturas, como também facilita o fluxo do germoplasma. A biotecnologia contribui tam-

TABELA 6. Projeções da participação da biotecnologia nas vendas mundiais.

Item	Vendas 1982 (milhões de dólares)	Porcentagem do mercado dos produtos baseados na biotecnologia		Impacto nos produtos existentes
		1982	1987	
Sementes	2.000	.	1.5	20 + Deslocamento de produtos, melhoria nos processos.
Proteção a cultivares	15.000	1	2	15 Deslocamento de produtos.
Vacinas animais	900	.	15	30 Novos produtos.
Aditivos nutricionais	2.100	.	10	30 Deslocamento e novos produtos.
Hormônios para animais	100-200	.	40	90 Novos produtos.

Fonte: Quintero (1985).

bém na detenção antecipada de pragas e doenças, e, a mais longo prazo, espera-se produzir material genético resistente a estas, o qual permitirá diminuir consideravelmente a aplicação de pesticidas.

No que tange ao setor pecuário, o incremento na produção de carne, através da seleção e melhoramento genético, acelera-se notavelmente e aumenta sua eficiência através da aplicação de novas técnicas.

Quanto aos insumos para o setor pecuário, a produção de medicamentos e promotores do crescimento gerarão uma maior produtividade. Em relação a estes insumos, não pretende-se que os animais sejam de maior tamanho, mas que se incremente o crescimento no menor tempo possível. Esta prática já está sendo utilizada pelos criadores de gado, apesar da existência de estudos que indicam um perigo potencial em sua utilização.

Grande parte das promessas da biotecnologia na produção primária de alimentos será possível através da biologia vegetal, área na qual o País dispõe de grupos de pesquisa altamente qualificados, especialmente no que se refere à cultura de tecidos vegetais. A pesquisa que vem sendo realizada atualmente, ainda que abranja um grande número de microprojetos, como pode se observar na Tabela 7, poderia ser dedicada à realização de pesquisas de maior alcance para o setor agrícola, no qual, como foi indicado, a nova biotecnologia tem um grande potencial. Cabe destacar que, entre as empresas de biotecnologia de recente criação no País, existem duas no campo da biologia vegetal que cobrem uma das áreas tecnicamente menos sofisticadas da cultura de tecidos vegetais, a micropropagação, porém esta área apresenta um grande potencial de comercialização (Quintero 1985).

Por outro lado, dentro da área da biologia vegetal, está sendo dado um grande impulso à engenharia genética de plantas, devendo a pesquisa neste campo, ainda que apenas no início, alcançar muita força na medida em que se tenha a capacidade de realizá-la integralmente e de vinculá-la aos problemas nacionais.

No tocante ao setor de indústria alimentar, haverá novos processos e produtos. Em relação aos primeiros, destacam-se os esforços relacionados com a produção de proteína. Já no setor de produção primária, foi mencionado todo o potencial da nova biotecnologia nas proteínas vegetais mais tradicionais, porém existem também múltiplas possibilidades na obtenção de proteínas vegetais de caráter menos convencional, através do aproveitamento de plantas subexploradas que podem constituir um excelente suplemento para a alimentação animal e que até agora não tem

TABELA 7. Número de projetos por área, por instituição.

Área	Instituição														Total	%	
	CIB	CICY	CIDIR	CIMMYT	CINVESTAVI	CP	CONAFRUT	ENCB	ENEP-ZARAGOZA	FQUNAM	IB-UNAM	IMSS	INIA-ZACATEPEC	UACH			
Micropropagação																34	50
Multiplicação vegetativa			6		1	2	2		1				1			9	22
Plantas livres de vírus								2								5	7
Estudos morfológicos	1					2					2					5	5
Preservação de germoplasma						1					1		1			4	5,9
Fitomelhoreamento																15	22
Seleção somaclonal	1	2			1	2										3	9
Haplóides													1			1	2
Fusão de protoplastos					1								1			2	2
Transformação e resgate de embriões				1									1			2	2
Bioalíneas		1*							2		1*		1			5	7,4
Pesquisa Básica																10	14,7
Bioquímica e fisiologia	1	1			1			1		4						8	8
Interação planta/microorganismo	1									1						2	2
Total	4	5	6	1	4	7	2	2	5	5	3	1	4	19	68	100	

Fonte: Robert (1985).

*Em implantação.

sido aproveitado e, inclusive, em alguns casos, estas plantas são consideradas pragas indesejáveis. Estas possibilidades abrangem desde plantas aquáticas como "Azolla" e "Lentelha", até plantas de regiões áridas, por exemplo, a "Calabacilla local" e a "gobemadora".

As proteínas unicelulares apresentam possibilidades muito interessantes tanto para consumo animal como para consumo humano, este último há mais longo prazo. Tentou-se introduzir este tipo de proteína de origem microbiana no País há algumas décadas sem muito sucesso, utilizando diferentes substratos e microrganismos, e adaptando tecnologias do Exterior ou utilizando desenvolvimento próprio. A este respeito, é importante destacar que sua viabilidade deve contemplar condições particulares. Não é possível analisar um projeto desta natureza sob condições de igualdade com outro tipo de projeto, como da indústria química, por exemplo. Independentemente de qualquer análise econômica e financeira, estes projetos precisam também de uma viabilidade social, aspecto sobre o qual não temos ainda uma experiência sólida.

Outra possibilidade que a biotecnologia oferece na produção de proteína para consumo animal é a utilização de resíduos agrícolas. No México, a produção animal anual dos principais resíduos agrícolas, em 1978, foi de aproximadamente 25 milhões de toneladas, tal como é mostrado na Tabela 8. O maior volume de resíduos agrícolas é gerado na cultura de milho; contudo o bagaço de cana apresenta um enorme potencial de aproveitamento, podendo ter seu consumo incentivado

TABELA 8. Produção nacional de resíduos agrícolas em 1978.

Resíduo agrícola	Produção (t)
Palha de milho	16.613.532
Palha de sorgo	2.492.874
Palha de trigo	1.723.670
Palha de feijão	1.320.716
Ponta de cana-de-açúcar	1.205.557
Cascas e farelo de trigo	750.172
Palha de cevada	534.746
Palha de aveia	131.321
Frutas e hortaliças não-comerciais	79.855
Casca de arroz	59.309
Palha de amendoim	43.379
Palha de grão-de-bico	25.134
Total	24.980.265

junto às usinas para a alimentação de gado bovino, após sofrer processos fermentativos.

Atualmente, os resíduos agrícolas e agroindustriais são queimados para gerar energia, utilizados para alimentação de ruminantes, deixados no campo como adubo orgânico, para encher terrenos, despejados em lugares próximos ao lugar de produção e ainda utilizados na indústria de papel. Porém, a quantidade de resíduo gerado é geralmente muito maior que aquela que pode ser utilizada eficientemente na propriedade, e jogar fora estes resíduos tem sido a opção mais barata e, portanto, a mais utilizada, sempre com algum efeito nocivo sobre o meio ambiente.

Os resíduos agrícolas e agroindustriais lignocelulóticos constituem um recurso natural renovável e uma matéria-prima potencial para a produção de forragens fermentescíveis ou proteínas de boa qualidade para a alimentação de aves e suínos. Apesar das diversas técnicas existentes para o aproveitamento desses materiais, sua utilização produz uma despesa adicional com pequeno retorno ao investimento, razão pela qual o uso destas tecnologias não tem sido generalizado. Este fato exige uma mudança de atitude por parte do produtor rural, isto é, em lugar de considerar os resíduos agrícolas como desperdícios indesejáveis aos quais deve-se encontrar uma aplicação, estes devem ser considerados como parte integral do sistema de produção de alimentos.

Os dois impedimentos principais para o aproveitamento dos resíduos lignocelulóticos são a lignina e a estrutura cristalina da celulose. Se no futuro forem encontrados métodos de pré-tratamento mais eficazes e econômicos que aqueles que existem atualmente, a rentabilidade dos processos baseados nestes materiais poderá ser incrementada notavelmente. O mesmo resultado poderia ser obtido caso fossem desenvolvidos métodos efetivos e econômicos para a separação dos três componentes principais: celulose, hemicelulose e lignina, ligados ao desenvolvimento de tecnologias para transformar estes materiais em produtos com alto valor agregado. A este respeito, a biotecnologia terá um impacto definitivo.

Aminoácidos para consumo animal e humano — A produção de aminoácidos essenciais por via fermentativa e síntese química é uma realidade. No México, já são produzidos lisina, ácido glutâmico e metionina, e nos próximos anos serão produzidos, através de técnicas biológicas, triptofano, treonina, fenil-alanina e ácido aspártico. Na Tabela 9 apresenta-se a situação atual e futura dos aminoácidos no México.

TABELA 9. Situação atual e futura da produção de aminoácidos no México.

Produção de insumos	Capacidade instalada ton/ano	Capacidade futura total 1985-1990	Mercado	
			Nac.	Exp.
DL-metionina*	5.000	15.000	+	+
L-lisina HCl	6.000	25.000	+	+
L-leucina	120	1.200	+	+
Ácido glutâmico	3.000	6.000	+	+
Ácido aspártico	-	3.000	+	+
Treonina*	-	3.000	+	+
Glutatião	-	200		+
Prolina	-	200		+
Cistina	-	400		+
Arginina	-	600		+
Fenilalanina*	-	6.000	+	+
Proteína completa	-	125.000	+	

*Síntese química.

Em países como México, os aminoácidos possuem uma característica *sui generis* pela existência das condições que tornam importante sua industrialização, isto é:

- baixa ingestão de proteína animal;
- baixo poder de compra pela maioria da população;
- importação de proteína vegetal para transformá-la em proteína animal;
- disponibilidade em quantidades significativas de recursos renováveis e não-renováveis;
- população crescente com deficiências nutricionais;
- mercado potencial disponível tanto nacional como externo;
- estrutura industrial de nível intermediário que concorre em produção com a estrangeira;
- disponibilidade de energia a preços baixos;
- disponibilidade de mão-de-obra possível de ser treinada e capacitada para assimilar e adequar tecnologias;
- aproveitamento racional e econômico das proteínas naturais pela participação intensiva dos aminoácidos sintéticos;
- possibilidade de expandir o mercado a países com padrões econômicos e socioculturais semelhantes aos do México.

Somado ao anteriormente relacionado, esforços decididos em pesquisa e de-

envolvimento, adoção de tecnologias, produção e atividades de promoção governamental direta e indireta na área de aminoácidos teriam um grande impacto no setor agropecuário, já que reduziriam as pressões no abastecimento de grãos básicos tanto na produção e importação, como na quantidade de terra disponível para esse fim.

Em matéria de edulcorantes, a hidrólise enzimática do amido tem-se convertido numa alternativa à sacarose na indústria de edulcorantes, já que através do uso de enzimas é possível preparar xaropes de glucose. Posteriormente, através da utilização de glucose isomerase, a glucose pode ser transformada em fructose, produto que tem tido um profundo impacto na indústria açucareira em nível internacional, desestabilizando dramaticamente o comércio exterior de alguns países em vias de desenvolvimento, cuja principal fonte de divisas era o açúcar de cana, e deslocando o controle do mercado açucareiro para os países desenvolvidos produtores de amido de milho. Nas estimativas de vendas anuais de enzimas para a indústria de alimentos internacional que apresenta-se na Tabela 10, destaca-se claramente a importância das enzimas utilizadas na hidrólise do amido e na produção de xaropes de fructose, as quais, em conjunto, representam mais que 72% do total de enzimas utilizadas na indústria de alimentos em nível mundial.

TABELA 10. Estimativa de vendas anuais de enzimas para a indústria de alimentos.

Enzima	Vendas estimadas (milhões de dólares)	
	1985	1990
Glucose isomerase	75.5	92.4
Amilase bacteriana	64.9	67.8
Glucoamilase	64.9	65.6
Reninas	31.8	42.5
Papaína	16.5	18.2
Outras	23.5	30.8

Outro desenvolvimento da tecnologia de enzimas na indústria de edulcorantes é o aspartame, que obtém-se da união de dois aminoácidos, o ácido aspártico e a fenilalanina. Este edulcorante, que tem um baixo teor de calorias, apareceu no mercado norte-americano em 1982, e, no segundo ano de uso generalizado no mercado, os Estados Unidos alcançaram vendas superiores a um bilhão de dólares.

A indústria processadora de café – Indicar este ponto depois da indústria de

edulcorantes foi feito de forma proposital, já que existe um outro avanço da biotecnologia: a possibilidade de produzir cafeína através de células nas quais foi introduzida esta informação genética. Do mesmo modo que os novos edulcorantes na indústria açucareira, este fato poderá não apenas trazer profundas transformações na tecnologia de transformação do café, mas também afetar o mercado internacional deste produto, podendo levá-lo até o colapso, em cujo caso as consequências para os países em desenvolvimento onde o café é um importante produto de exportação não tardariam, e teriam sérias repercussões não apenas em matéria de divisas, mas também na atual estrutura agrícola dos países produtores de café.

Ingredientes — É bem conhecido o fato de que a escassez de alimentos de origem animal e seu conseqüente encarecimento têm transformado a estrutura de demanda de matérias-primas da indústria alimentar pela utilização de extensores, tais como: farinhas, cereais e derivados da soja na fabricação de embutidos. Por outra parte, o acelerado processo de urbanização que tem ocorrido no México nos últimos anos e a maior incorporação da mulher à força de trabalho têm exercido uma grande pressão na cadeia alimentar, criando a necessidade de reduzir o grau de perecibilidade dos alimentos, assim como um maior número de transformações para que os alimentos fiquem prontos para serem consumidos.

Tudo que foi citado tem provocado uma demanda cada vez mais crescente de ingredientes, tais como: aditivos, saborizantes, aromas, corantes e texturizantes, que têm sua origem em grande medida na aplicação da biotecnologia a esta indústria, alguns dos quais estão relacionados na Tabela 11.

A demanda de tais ingredientes continuará aumentando no País na medida da escassez de alimentos de origem animal. A urbanização e a incorporação crescente de mão-de-obra feminina à força de trabalho seguirão incrementadas nos próximos anos.

Porém, recentemente começa a aparecer uma rejeição, especialmente nos países desenvolvidos, pelos ingredientes de origem sintética, e procura-se agora aromas, cores e sabores de origem natural.

A este respeito a biotecnologia poderá desempenhar um papel estratégico no País quanto à elaboração de ingredientes. Algumas matérias-primas já se produzem comercialmente (citratos, extratos de leveduras, glucose etc); outras estão por ser produzidas (glutamato, nucleotídeos, xantanas etc); existem outras que estão na espera de decisões para serem levadas à prática (proteína unicelular, xarope de fruto-

TABELA 11. Aditivos bioquímicos utilizados na indústria de alimentos.

Aditivo	Uso
Glutamato	Saborizante de sopas e produtos cárneos
Nucleotídeos	Saborizantes complementares do glutamato
Xantanas	Espessante em geléias e conservas
Aspartame	Peptídeo edulcorante
Glucose	Açúcar redutor para dar cor e textura
Féculas	Agentes espessantes
Hidrolisados de proteína vegetal	Substitutos de peptonas de carne
Fructose	Xaropes derivados de amidos
Gluconato	Estabilizador de emulsões
Citrato	Saborizante e conservador de sucos
Lactato	Conservante e saborizante de laticínicos
Propionato	Conservante de alimentos

Fonte: Viniestra (1985).

se); e algumas outras, como as que aparecem na Tabela 12, que representam oportunidades de desenvolvimento tecnológico, onde a biotecnologia, especialmente a cultura de células de plantas, poderá ser uma opção muito importante, pela tendência em empregar cada vez mais ingredientes naturais (Paredes et al. 1985, Viniestra 1985).

TABELA 12. Metabólitos produzidos por cultivo de tecidos de plantas.

1. Óleos	13. Espécies
2. Ácidos nucleicos	14. Hormônios
3. Ácidos orgânicos	15. Inibidores enzimáticos
4. Agentes antimicrobianos	16. Inseticidas
5. Aminoácidos	17. Lipídeos
6. Açúcares	18. Peptídeos
7. Carboidratos	19. Pigmentos
8. Condimentos	20. Polisacarídeos
9. Derivados ácido benzóico	21. Proteínas
10. Edulcorantes	22. Reguladores de crescimento (plantas)
11. Emulsificantes	23. Saborizantes
12. Enzimas (isoenzimas)	24. Vitaminas

Fonte: Paredes et al. (1985).

NOVOS PROCESSOS

Além dos novos produtos, a biotecnologia também apresenta contribuições importantes no processamento de alimentos. Neste particular, cabe mencionar a utilização de enzimas que em nível internacional apresentam numerosas aplicações implantadas em nível industrial e que no México, por diversos motivos, ainda não têm sido utilizadas em muitos processos industriais.

É o caso da indústria de sucos e vinhos, assim como a produção de polpas e concentrados vegetais, corantes e aromas. Estas aplicações, no começo, foram dominadas pelas enzimas pectinolíticas. Hoje utilizam-se celulasas e/ou amilases que, combinadas com as primeiras, melhoram rendimentos e a qualidade dos extratos de frutas, diminuem os tempos de filtração e de clarificação, facilitando além disso a maceração, isto é, diminuem custos e tempo de produção, economizam energia, produzem menor desgaste nos equipamentos, e sua utilização nos processos já estabelecidos pode realizar-se com mínimas modificações e adições na planta já instalada.

Se no País, num futuro próximo, deseja-se aumentar a competitividade nas aplicações assinaladas, a utilização de enzimas é uma opção muito boa.

Antes de finalizar esta apresentação, gostaria de lembrar que, no início do trabalho "A biotecnologia na alimentação", foi indicado que o futuro da biotecnologia no País dependerá do que ocorra no Exterior em matéria de desenvolvimento da ciência e da tecnologia, assim como de sua comercialização. Porém, gostaria de destacar que este desenvolvimento estará determinado também pela decisão e energia que os grupos nacionais participam com a tecnologia nacional, ou, então, comprando tecnologia estrangeira, ou por "joint-ventures", o que gerará um número muito grande de possibilidades. Atualmente, não está claro o que de fato irá acontecer (Quintero 1985).

No caso de tecnologia nacional, o ano passado realizamos uma consulta a especialistas nacionais sobre produtos e/ou processos técnica e economicamente possíveis de desenvolver no México, no setor de alimentos. Os resultados desta consulta são mostrados na Tabela 13, da qual pode-se deduzir que a compatibilidade técnica e econômica não são necessariamente iguais.

Os resultados obtidos nesse exercício mostram também que foram muito pouco os especialistas que se arriscaram na busca de produtos e processos para o

TABELA 13. Produtos e/ou processos técnica e economicamente possíveis de desenvolver no México.

Produtos e/ou preços	1984	1990	2000
Utilização de algas marinhas e outros como:			
Spirulina	XO	XO	-
Ensilados	XO	-	-
Reutilização de "excretas"	XO	-	-
Incremento da digestibilidade de resíduos agrícolas e agroindustriais	XO	X	-
Vitaminas	XO	XO	XO
Concentrados protéicos foliares e outros	X	XO	-
Proteína celular de:			
resíduos agroindustriais (sólidos e líquidos)	XO	XO	X
melado de cana	XO	XO	X
metanol	XO	XO	X
outros	XO	XO	X
Produção de "setas" e fungos	XO	-	-
Farinhas de sangue, soro, carne e/ou pescado	XO	-	-
Enzimas (α -amilase, glucoamilase, lactase, invertase, proteases, pectinases, glucose isomerase, penicilinase, celulase)	XO	XO	X
Enzimas proteolíticas de origem vegetal	XO	-	X
Aminoácidos (lisina, ac. glutâmico, metionina, triptófano e todos os demais essenciais)	X	-	-
Biopolímeros	XO	-	-
Produção de microalgas	X	-	-
Obtenção de óleos essenciais	-	XO	-
Mononucleotídeos (GMP, 5MP)	-	X	-
Processos baseados em cepas melhoradas e/ou construídos por engenharia genética	-	X	-
Melhoramento dos processos para a produção de vitaminados, proteína unicelular, biopolímeros, "setas", farinhas, concentrados protéicos e ensilados	-	XO	-
Obtenção de pigmentos	-	XO	-
Obtenção de forragens não-conventionais (fermentação em substrato sólido)	XO	XO	-
Ácido láctico	-	XO	-
Edulcorantes (fructose)	-	O	-
Óleos microbianos	-	O	-
Alimentos não-conventionais	-	O	-
Enzimas imobilizadas	-	XO	-
Proteína sintética	-	-	O

X = técnica e O = economicamente possíveis de desenvolver

Tabela realizada pela Fundação Javier Barros Sierra, A.C.; obtida das respostas dos especialistas em alimentos, 1984.

ano 2000. A este respeito, é importante entender que este tipo de resultados sobre as estimativas de quando poderão ocorrer novos produtos ou processos deve levar em conta os parâmetros nacionais. Todavia, o tempo de resposta a estas indagações vai depender de quanto bem estruturado esteja no País o conjunto de atividades que são fundamentais para o nascimento da biotecnologia, para seu desenvolvimento e divulgação em nossa sociedade.

A especulação em torno do futuro está apenas começando abertamente no País, e considero que é nossa responsabilidade aventurarmo-nos nisto. O debate está aberto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PAREDES, L.O. et alli. Las proteínas vegetales; presente y futuro en la alimentación. In: QUINTERO, R. **Prospectiva de la biotecnología en México**. México, Fundación Javier Barros Sierra/CONACYT, 1985. p.331-50.
- PAREDES, O. & HARRY, C.I. La ingeniería genética de plantas; una alternativa para la producción de alimentos en México. In: QUINTERO, R. **Prospectiva de la biotecnología en México**. México, Fundación Javier Barros Sierra/CONACYT, 1985. p.305-30.
- QUINTERO, R. **Prospectiva de la biotecnología en México**. In: _____. **Prospectiva de la biotecnología en México**. México, Fundación Javier Barros Sierra/CONACYT, 1985. p.461-78.
- ROBERT, M. El cultivo de tejidos vegetales en México. In: QUINTERO, R. **Prospectiva de la biotecnología en México**. México, Fundación Javier Barros Sierra/CONACYT, 1985. p.367-94.
- SÁNCHEZ, F. Fijación simbiótica de nitrógeno; bioquímica, biología molecular y perspectivas de ingeniería genética. In: QUINTERO, R. **Prospectiva de la biotecnología en México**. México, Fundación Javier Barros Sierra/CONACYT, 1985. p.413-34.
- VINEGRA, G. La biotecnología en la industria agroalimentar. In: QUINTERO, R. **Prospectiva de la biotecnología en México**. México, Fundación Javier Barros Sierra/CONACYT, 1985. p.115-30.