

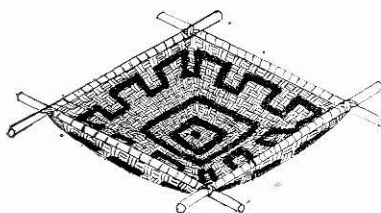
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

BOLETIM TÉCNICO
DO
CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR

N.º 6

Enriquecimento Nutricional da Farinha de Mandioca com Proteína de Soja

EQUIPE TÉCNICA
DO
CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR



RIO DE JANEIRO
1 9 7 3

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministro: José Francisco de Moura Cavalcanti

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Diretor: Roberto Meirelles de Miranda

DIVISÃO DE PESQUISAS EM TECNOLOGIA AGRÍCOLA

Diretor, Substituto: José Camões Orlando

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR

Diretor: José Camões Orlando

COMISSÃO TÉCNICA DE DIVULGAÇÃO

Coordenador: Salatiel Corrêa da Motta

Editor Chefe: Adilson Nobre

Vogais: Oscar Ribeiro

Angela Maria Lyra Porto

Seiva Cascon

Teonila Rocha Silva

Amaro Henrique de Souza

Assessor: Alberto Nascimento

EQUIPE TÉCNICA

Walter B. Mors — Químico, Chefe da Pesquisa

Técnicos Participantes

Adilson Nobre — Eng.º Agrônomo — Bolsista do CNPq.

José Camões Orlando — Eng.º Agrônomo — Bolsista do CNPq.

Gunther Pape — Químico — Bolsista do CNPq.

Maria José Paes Leme — Econ. Doméstica

Colaboradores:

Manoel Maciel do Rego — Eng.º Agrônomo

José Jôia — Químico-Farmacêutico

Antônio de Albuquerque Figueiredo — Químico-Farmacêutico

Marilza Lima Guimarães — Eng.º Químico — Bolsista do CNPq.

William Sidney de Souza — Téc. de Lab.

José Martins Fernandes — Téc. de Lab.

Jorge Marques dos Santos — Téc. de Lab.

Maria Lídia Gomide — Econ. Doméstica

Colaboraram também as seguintes entidades e empresas:

Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. — SANBRA;

Coordenação do Programa de Nutrição da Agência Internacional para o Desenvolvimento — USAID, Brasil;

Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, SP;

Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro;

Indústrias Granfino S.A. — Nova Iguaçu, RJ;

Casa de Farinha Suruí, Magé, RJ.

ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DA FARINHA DE MANDIOCA COM PROTEÍNA DE SOJA (*)

INTRODUÇÃO

É sabido que a mandioca tomada integralmente (raiz, haste e folha), pode ser considerada uma planta rica do ponto de vista nutricional (1,2). Todavia, enquanto a parte aérea possui um teor considerável de proteína, a raiz é altamente deficiente neste componente. Isto tem sido motivo de muitos trabalhos que visam alcançar, sob o ponto de vista nutricional, um melhor equilíbrio e distribuição destas substâncias, na planta total. Tem-se recorrido não só a tratamentos culturais, mas também a criação de novas variedades. Os resultados, no que diz respeito a maior formação da proteína na raiz, não tem, até o presente, sido muito animadores. O teor proteico das farinhas analisadas varia de 1,2 a 2,5% e convém assinalar que este resultado inclui também outros derivados nitrogenados. Para objetivar, comparemos a mandioca com outros alimentos usuais:

	Proteína %
Soja	18 a 28
Trigo	10 a 12
Milho	6 a 8
Arroz	7 a 8
Mandioca	1,2 a 2,5

Como fonte de amido, no entanto, a mandioca se destaca nas zonas tropicais onde é largo o seu cultivo. No Brasil, os principais estados produtores são: Bahia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais.

De todos os produtos da mandioca, a farinha de mesa, ou farinha de mandioca me-

rece uma atenção especial, porque representa um alimento básico do povo, e, como é sabido, especialmente das populações camponesas e pobres.

É ainda muito significativo o consumo da farinha de mandioca no Brasil, como transparece de uma publicação pertinente da Fundação Getúlio Vargas (3). De acordo com a mesma, no período de julho de 1961 a dezembro de 1963, a média de consumo anual per capita no País, era de 25 Kgs.

É particularmente interessante notar que as diferenças de consumo são marcantes entre as áreas urbanas e rural (o dobro e mais nas últimas) em todas as regiões geográficas do Brasil e também entre as regiões comparadas entre si; o Sul, por exemplo, consome muito menos do que o Nordeste. Mas em relação à renda familiar, principalmente nas áreas rurais, as diferenças são pouco significativas.

Utilizada como tal, a farinha de mandioca representa portanto, exclusivamente uma fonte de carboidratos (amido). O índio e o caboclo brasileiro outrora a associavam principalmente ao peixe e às frutas, assim intuitivamente complementando sua dieta, no que se refere a proteína e vitaminas. Nas mesas abastadas continua ela figurando como acessório saboroso, quer na forma de farofa, quer como aditivo neutro em pratos os mais variados. No entanto o aumento populacional em centros urbanos e em áreas de ecologia adversa, com o tempo determinou a subtração dos demais ingredientes do cardápio do pobre, restando a este, como recurso de subsistência, essencialmente a farinha de mandioca. O seu consumo, na larga escala que conhecemos, se deve a dois fatores: o hábito e a pobreza. Se quisermos, sem perda de tempo, fazer chegar à população menos privilegiada uma alimentação mais completa, a despeito do seu baixo poder aquisitivo, resta-nos fazer daquele hábito uma virtude oferecendo uma farinha de mandioca enriquecida.

(*) Trabalho realizado em decorrência de um convênio com a Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro — SANBRA — firmado em 20 de agosto de 1970. Parte integrante do Projeto de Modernização da Tecnologia da Mandioca, incluindo no Plano Quinquenal de Pesquisa Tecnológica de Alimentos, do Conselho Nacional de Pesquisas (1970-1974).

*Possibilidades de enriquecer
nutricionalmente a farinha de mandioca*

A idéia de enriquecer nutricionalmente a farinha de mandioca não é nova. Guernelli (4) discutiu em profundidade o problema, em 1953. Em 1956, a Comissão Nacional de Alimentação, ainda dentro das recomendações de Guernelli, lembrou a possibilidade de se fornecer às populações do Norte e Nordeste um "concentrado", contendo farinha de soja, vitaminas e sais minerais, a ser adicionado à farinha de mandioca a fim de torná-la um alimento completo (5).

Maravalhas (6), em 1964, fez várias sugestões concretas para a solução do problema, dentre as quais se destaca a de incorporação de farinha de soja desengordurada à farinha de mandioca, feita durante o processo de fabricação desta. Assim, adicionando soja na razão de 10% calculado sobre o produto final seco, resulta este com um teor proteico de 6-7%.

Por diversas razões, estas primeiras tentativas de um enriquecimento sistemático da farinha de mandioca não chegaram à desejada aplicação generalizada. Para que um produto possa ser introduzido com êxito, é preciso que satisfaça os seguintes pré-requisitos:

- a) deve representar, para o consumidor, uma melhoria nutricional significativa;
- b) seu aspecto físico, propriedades organolépticas, características de conservação e preço não devem afastar-se demasiadamente dos da farinha de mandioca tradicional;
- c) deve permitir uma vasta distribuição, alcançando em profundidade as camadas de população carentes.

Nenhuma destas condições foi plenamente satisfeita pelos produtos até hoje sugeridos.

A torta de soja, desengordurada e reduzida a farinha, sempre trói, pelo gosto, a sua origem indisfarçável. Ademais, ela apresenta notórios inconvenientes que desaconselham o seu emprego na alimentação sem os cuidados de um tratamento térmico prévio: ela contém uma lipoxidase que destrói os carotenos (7) e encerra um fator antitriptico que interfere com as funções digestivas de quem a consome (8), inibe o crescimento (9), e antagoniza as vitaminas K (10) e B₁₂ (11).

Finalmente, existe o obstáculo da enorme descentralização do fabrico de farinha de mandioca. Esta se prepara em milhares de "casas de farinha" espalhadas pelo País afora. Efetuar o enriquecimento do produto em cada uma delas é tarefa inexequível.

Programas internacionais de enriquecimento de alimentos básicos

Trabalhos sobre o enriquecimento nutricional de alimentos básicos são atualmente desenvolvidos em várias partes do mundo (12). Na Tunísia, a USAID, promoveu o enriquecimento de farinha de trigo com vitaminas, minerais e lisina e observaram-se os efeitos sobre áreas populacionais delimitadas. Semelhantemente, na Tailândia e na Guatemala, a mesma organização desenvolveu trabalhos de enriquecimento de arroz e produtos de milho, respectivamente. Outras tentativas para melhor alimentar o homem, principalmente o de difícil acesso, foram tentadas adicionando aminoácidos quer ao sal de cozinha, quer a bebidas de fácil consumo na região visada.

Uma alternativa promissora resultou da introdução de uma "pílula" contendo vitaminas, minerais e aminoácidos distribuída à populações rurais para ser adicionada à comida.

A indústria alimentícia vem sendo encorajada a produzir alimentos enriquecidos em todos os lugares onde existe subnutrição, especificamente a proteica. Na África do Sul existe à venda "Pro-Nutro", na Colômbia e Guatemala "Incaparina" em Hong-Kong "Vita-Soy", na Índia "Bal-Amul", no Brasil "Solein" e assim por diante. Tais produtos enriquecidos com proteínas podem ser apresentados sob formas as mais diversas, tais como farinhas, grânulos, alimentos filamentados ou mesmo como bebidas. Deste último caso são exemplos "Saci", lançado pela Coca-Cola no Brasil, "Vita-Soy" em Hong-Kong e "Puma" na Guiana.

Fontes de Proteínas passíveis de servirem como enriquecedoras

Evidentemente, é desejável que o aditivo enriquecedor seja abundante e de baixo custo. Proteínas de diversas origens estão sendo empregadas para, sem aumentar a variedade dos alimentos existentes, reduzir os índices de desnutrição.

Proteínas de origem vegetal estão entre as mais procuradas. Entre estas, sementes de

plantas oleaginosas têm ocupado lugar de destaque. É assim que as proteínas de soja, de algodão e de amendoim vêm sendo aplicadas em diversas partes do mundo. Outras, tais como bactérias, leveduras (*tórula*), algas e folhas estão sendo desenvolvidas e poderão, para o futuro, ser de grande viabilidade econômica. Entre as proteínas de origem animal de grande potencialidade estão a farinha de peixe, a proteína concentrada de peixe, a caseína e as demais proteínas de leite.

A proteína isolada de soja ("PIS")

Uma nova possibilidade apresentou-se quando a SAMRIG — Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses — em 1969, iniciou a produção, no Rio Grande do Sul, da Proteína Isolada de Soja, "Proteimax". Trata-se de proteína virtualmente pura, extraída da torta de soja com uma solução aquosa alcalina, a baixa temperatura, e reprecipitada desta, por meio de acidificação. O produto, que contém

para mais de 90% de proteína, representa a quase totalidade da proteína da soja, sem os inconvenientes da farinha de soja acima apontados, como sejam o gosto indesejável e a propriedade antitriptica. Sua composição sumária é a seguinte:

Proteína (base seca)	90%
Umidade máximo	5%
pH (solução a 5%)	7,0 ± 0,2
Fibra	0,8%
Matéria mineral	6,0%

No processo de isolamento há uma concentração seletiva de algumas frações em prejuízo de outras, tendo as proteínas do isolado uma composição algo diferente das proteínas totais da soja original.

O produto disponível em nosso mercado (Proteimax) possui o perfil de aminoácidos consignado na tabela abaixo, na qual figuram também a composição da proteína de soja original (13) e a composição do padrão recomendado pelo FAO (14).

Proteína de Soja (g por 100 g)		Análise de aminoácidos em uma amostra de Proteimax, realizada no WARF Institute Inc., USA (g por 100 g)	
Ácido aspartico	13,12	12,03	Proteína de referência de acordo com a recomendação provisória da FAO/OMS, 1965 (g de aminoácidos essenciais por 100 g de proteína)
Ácido glutâmico	19,04	20,3	
Alanina	4,96	3,26	
Arginina	7,36	7,65	
Glicina	4,48	4,05	
Histidina	2,56	2,78	
Prolina	5,28	4,55	
Serina	5,76	5,14	
Cistina	1,92	1,20	2,0
Fenilalanina	4,96	5,14	2,8
Isoleucina	5,28	4,34	4,2
Leucina	7,68	7,51	4,8
Lisina	6,40	6,04	4,2
Metionina	1,28	1,05	2,2
Tirosina	3,68	3,32	2,8
Treonina	4,00	3,06	2,8
Triptófano	1,44	0,36	1,4
Valina	5,28	4,23	4,2

Observa-se um aminograma bastante completo, sobretudo rico em lisina, que é uma das características da proteína de soja, em contraste com a maioria das proteínas de se-

mentes. As deficiências estão em triptofano e metionina, confirmando os resultados dos ensaios biológicos, que apontam este último aminoácido como o principal limitante.

Em agosto de 1970 foi firmado um convênio entre o então Instituto de Tecnologia Alimentar — hoje incorporado ao Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar — e a SANBRA, com a finalidade de se estudar a possibilidade de enriquecer produtos da mandioca com proteína isolada de soja. As experiências aqui descritas foram realizadas em decorrência deste convênio.

Primeiras experiências: mistura mecânica simples de proteína isolada de soja

Inicialmente tentou-se uma incorporação do Proteimax à farinha pronta, a seco, por simples mistura. Não se conseguiu uma homogeneização perfeita e duradoura devido à diferença de densidade e de granulação dos dois ingredientes, havendo separação por trepidação. O método foi rejeitado.

Enriquecimento de farinha comercial

Foi utilizada farinha pronta, comprada a granel. Tomou-se uma porção de farinha à qual foi adicionada água em parte igual ao seu peso, e 5% de Proteimax, sobre o peso da farinha. Após cuidadosa homogeneização, a mistura foi seca em estufa de ventilação, a 45.º, e em seguida moída até à fração ideal, ou seja, até a granulação da farinha original. O produto resultante apresentou características de conservação muito boas, porém o método apresenta os seguintes inconvenientes sérios:

1. utilização de um produto já comercializado;
2. necessidade de considerável quantidade de água, de boa qualidade, para umedecer a farinha;
3. necessidade de eliminar novamente a água;
4. operação de moagem adicional, para igualar a textura da farinha obtida à anterior.

Incorporação do Proteimax durante a fabricação de farinha

Este método, calcado essencialmente no ideado por Maravalhas (6), mas substituindo a farinha de soja pela proteína isolada, revelou-se o ideal.

Procurou-se reproduzir no laboratório o processo das casas de farinha, com a diferença de adicionar Proteimax (5% sobre o peso

do produto final), logo após a prensagem da mandioca ralada. O produto, inicialmente, mostrou-se bastante satisfatório, em pouco ou nada diferindo da farinha de mandioca não enriquecida. No entanto, suas propriedades de conservação deixaram a desejar. Um cheiro desagradável se fazia sentir após poucas semanas. Este fato foi atribuído em parte à embalagem plástica que então se utilizava, que não só impedia a livre transpiração, como também imprimia à farinha um cheiro próprio. Em parte, a alteração foi devida à dificuldade de se reproduzirem, no laboratório, as condições exatas do fabrico nas pequenas indústrias. Assim, a ralação caseira resultou num produto grosseiro e fibroso, e o aquecimento em bandejas, em estufa de 45.º, sem revolvimento contínuo do material, resultou em secagem insuficiente e sem uniformidade.

Por esta razão, passou-se a aplicar o mesmo método em escala real, na usina-piloto de processamento de mandioca da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e em pequenas indústrias de farinha de mandioca localizadas no Estado do Rio de Janeiro. Nestas, os fornos eram aquecidos a lenha, havendo operação mecânica apenas na ralação, esfarelamento e moagem. Na usina-piloto, as condições de automatização favoreciam bastante o processo.

Como embalagem, passaram-se a usar sacos de papel acetinado, com excelente resultado.

O processo tradicional de fabricação de farinha de mandioca (15)

A fabricação da farinha de mandioca pode ser dividida em duas categorias: quando obtida por pequenos sitiantes e quando obtida por usinas de médio e grande porte. No primeiro caso é empírica e dispõe de aparelhagem rudimentar. No segundo, onde um produto de qualidade superior é desejado, são necessários não apenas instalações e máquinas próprias, mas também certos conhecimentos técnicos.

De um modo geral, em uma usina, segue-se a seguinte marcha de fabricação: depois de arrancadas, devem as raízes ser transportadas para a fábrica e imediatamente utilizadas. O retardamento do processamento prejudicará bastante o produto, pois é sabido que a mandioca se altera rapidamente uma vez arrancada do solo. O teor desejável de amido na raiz fresca é de 33%.

Lavagem e descascamento:

Assim que chegam à fábrica são as raízes lavadas e descascadas. A operação é realizada em cilindros lavadores — descascadores de tamanho variável segundo a capacidade da usina. As raízes são ali depositadas e submetidas a um jato contínuo de água que remove a terra e detritos a elas aderentes. A rotação e o atrito provocam o desprendimento das cascas, sendo estas arrastadas pela água. Em pequenas indústrias caseiras esta operação pode ser feita manualmente.

Ralagem

Logo depois de lavada e descascada, deve a mandioca ser ralada. Os raladores são cilindros de madeira ou de chapa de aço inoxidável com dentes de aço ou ferro paralelos ao eixo principal. São verdadeiros desintegradores que produzem massa fina e uniforme, chegando, muitas vezes, a dispensar a moagem final.

Prensagem:

Para eliminar grande parte da água que acompanha a massa, recorre-se à prensagem. Nas usinas é feita por meio de prensas hidráulicas de grande capacidade e de alta pressão. Uma boa prensagem trará como consequência uma secagem mais rápida e econômica. A água que escorre carrega uma parte de amido que, na maioria dos casos, é recuperado na forma de polvilho azedo.

Desintegração

A massa sai das prensas em forma de blocos de relativa consistência. A umidade do produto é, neste ponto, de 35 a 37%. Depois de desmanchada, é a massa passada por peneiras vibratórias onde se dá a separação de cascas, raspas e demais resíduos grosseiros, que constituem a chamada "cruera". Esta é posteriormente aproveitada no fabrico de rações animais.

Secagem e/ou torração:

Esta operação é, de todas, a que mais cuidado requer para que se obtenha um produto de bom aspecto e consequentemente de boa aceitação pelo público. A secagem é feita em torradores de chapa de ferro ou aço, que

têm formato cilíndrico, de 1 a 2m de diâmetro. O aquecimento pode ser a lenha ou a óleo. A farinha é seca e torrada na superfície do forno, onde ela é movimentada mecanicamente por meio de palheta ou escovas giratórias, acionadas através de um eixo central. Estes torradores dão excelente rendimento, devido à sua quase total automatização. O final da operação pode ser facilmente determinado pelo ajuste da velocidade das palhetas. A saída da farinha dá-se automaticamente por uma xicana.

Existem também secadores horizontais, em forma de calhas, nos quais o aquecimento unilateral produz um gradiente de temperatura. A propulsão da farinha através dos mesmos se faz da zona menos quente para a mais quente, por meio de escovas em disposição helicoidal ("parafuso sem fim").

A farinha pode ainda ser submetida a uma peneiragem e moagem para que os grânulos maiores sejam eliminados ou reduzidos em tamanho. Para a moagem se empregam normalmente moinhos de martelo; a farinha resultante é classificada em grossa, média e fina. Deverá conter um mínimo de 74% de amido e sua umidade estar em torno de 12%.

O acondicionamento é feito em sacos de algodão, para distribuição a granel, ou em pacotes de papel acetinado, para venda direta ao consumidor. O quadro I é um exemplo demonstrativo do controle de fabricação de farinha de mandioca pura, onde são anotados todos os dados e observações pertinentes.

O enriquecimento

O processo elaborado para a obtenção de farinha enriquecida é basicamente idêntico ao tradicional, acima descrito. A adição do enriquecedor é feita entre as operações de peneiramento da massa prensada e a da secagem e torração. A mistura, enquanto úmida, é homogeneizada, operação esta feita manualmente nas experiências descritas, com auxílio de uma pá de madeira, mas que deverá ser, evidentemente, mecanizada quando transportada para grande escala.

No Quadro II tem-se um confronto, nas colunas 2 e 3, dos dados relativos a uma experiência real de fabrico de farinha pura e enriquecida. Neste exemplo, o teor proteico originalmente da ordem de 1,5%, foi elevado a 8% pela adição de proteína isolada de soja.

Dificuldades de implantação do método e uma solução viável: a pre-mistura ou "premix"

A enorme quantidade de farinha de mesa fabricada no Brasil, que se destina ao mercado interno para alimentação humana, provém de algumas grandes indústrias localizadas principalmente nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Bahia e Pernambuco, e de um sem número de pequenas indústrias rurais, produzindo cada uma, em média, não mais de 250 sacos por mês. Enquanto perdurar esta dispersão de fabrico, ela impossibilita, na prática, o enriquecimento do produto nas fontes produtoras de modo que ele possa alcançar parte significativa da população carente. Levantamento feito em fevereiro de 1971 no município de São João da Barra, RJ., demonstrou esta realidade (16). Das cerca de 300 fábricas existentes, nenhuma estaria em condições de efetuar um controle satisfatório de enriquecimento da farinha, por falta de recursos tecnológicos e humanos.

Uma possível solução que se apresentou para o momento, foi a do preparo de uma pré-mistura ou "premix". Na tecnologia dos alimentos, é este um produto super-concentrado, que carrega para o produto final os elementos que a ele se queiram adicionar. A adição de substâncias enriquecedoras à farinha de trigo, por exemplo, se faz de maneira contínua, na fase da moagem, incorporadas em um pó concentrado passível de formar com a farinha de trigo uma mistura homogênea.

Apresenta-se assim a possibilidade de centralizar e controlar tecnologicamente o preparo de um premix de farinha de mandioca super enriquecida — contendo 40% ou mais de proteína — apenas por algumas poucas grandes fábricas capacitadas. Este produto poderá então ser distribuído aos reprocessadores, para diluição, a seco, com farinha de mandioca comum, ao nível proteico desejado, e posterior entrega ao consumidor.

As experiências mostraram a viabilidade desta proposição. A coluna 3 do Quadro II encerra os dados relativos à obtenção de semelhante produto super-enriquecido, contendo 40% de proteína.

A procura de alternativas

Resta, como problema a resolver, a relativa deficiência da proteína isolada de soja

em metionina e triptofana, já mencionada atrás. Experiências biológicas em ratos foram relatadas pelo Dr. J. E. Dutra de Oliveira da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, por ocasião do Segundo Encontro sobre Enriquecimento da Farinha de Mandioca, no Rio de Janeiro, em julho de 1971. Os seus resultados demonstram, como era de esperar, a superior eficiência da caseína e de concentrado proteico de peixe.

Com base na premissa que a farinha de mandioca é largamente consumida em associação com feijão, Dutra de Oliveira propôs a utilização daquela, com veículo de metionina, a fim de equilibrar o valor biológico da proteína deste (17).

A metionina sintética hoje disponível a preço acessível, apresenta cheiro muito forte e gosto desagradável, o que faz prever algumas dificuldades para se obter um produto enriquecido de boas qualidades organolépticas e de boa aceitação pelo consumidor.

O Quadro III apresenta os dados das experiências de obtenção de farinha diretamente enriquecida (7,9% de proteína) e de um pré-mix (41,7% de proteína), pela incorporação de proteína isolada de soja adicionada de 1,5% de metionina sintética.

Rolão de soja — a solução talvez ideal

Nos últimos anos iniciou-se nos Estados Unidos a produção e emprego de um novo produto de soja de variadas aplicações, que naquele país recebeu a designação de "soy grits". Sugerimos aqui para este material o termo português de *rolão* de soja.

Rolão de soja se fabrica pela moagem grosseira de flocos de soja desengordurados e torrados. Assim sendo, o produto difere da farinha de soja tradicional (torrada) essencialmente apenas pelo tamanho das partículas. Enquanto a farinha de soja é de uma finura que passa pelo tamis de 100 malhas por polegada linear, a granulação do rolão é controlada para ser retida entre tamises de 10 e 20, 20 e 40 ou 40 e 80 malhas. As demais especificações, quanto a umidade, gordura residual, fibra, cinza e limites de contaminação bacteriana são idênticas às da farinha de soja comum, destinada ao consumo humano ou animal. O teor em proteína do rolão oscila em torno de 52%. As experiências realizadas no CTAA foram feitas com rolão de soja fornecido pela Cia. Cargill de Minneapolis, Minnesota, U.S.A. pela Archer Daniels Midland

Company de Decatur, Illinois, U.S.A., e pela Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro — SANBRA — da sua fábrica em São Paulo. O material norte-americano foi conseguido graças à colaboração da USAID no Brasil, através da Coordenação do seu Programa de Nutrição.

Contrariamente ao que se observou em relação à proteína isolada da soja, e que foi relatado atrás, o rolão de soja, granulado no tamanho apropriado pode ser misturado a farinha de mandioca sem o perigo de separação dos componentes em virtude de agitação ou trepidação. Por simples mistura mecânica, pode o rolão ser incorporado à farinha de mandioca, daí resultando um produto praticamente indistinguível, em textura e sabor, da farinha de mandioca original. Apenas a cor é algo influenciada, dependendo da cor dos dois componentes, mas nunca a ponto de se desviar excessivamente da coloração natural de uma farinha de mandioca torrada.

Inerente ao processo de fabricação do rolão é a destruição da atividade antitriptica da soja, que ocorre com o tratamento térmico a que esta é submetida para eliminar solvente e na subsequente torração.

Diante das características do rolão acima expostas, e em vista da sua intencionada utilização em nutrição humana, há uma especificação importante a ser considerada: o índice de dispersibilidade proteica (IDP). O IDP indica a porcentagem de proteína que permanece não desnaturada no produto final. Sua medida se faz em termos de quantidade de proteína total que é dispersável em água, em

porcentos. A proteína original, não desnaturada, é totalmente dispersável em água, (IDP 100%), ao passo que uma proteína totalmente desnaturada não é dispersável (IDP 0%).

Tendo em vista a pretendida utilização do rolão de soja como suplemento nutricional, passível de ser consumido inclusive diretamente, sem qualquer cozimento adicional, o seu IDP deve ser intermediário, ou seja, entre 20 a 45%, aproximadamente: um IDP muito elevado indicará que o tratamento térmico foi insuficiente para inativar os inibidores tripticos, ao passo que um IDP muito baixo poderia atestar excessiva decomposição das proteínas, com prejuízo do seu valor nutricional.

Valor biológico da farinha de mandioca enriquecida com rolão de soja

Três amostras de farinha de mandioca enriquecida foram examinadas quanto ao seu coeficiente de utilização proteica (PER), em confronto com um padrão de caseína. O ensaio, que deve ainda ser considerado preliminar, foi executado pelo Dr. J. E. Dutra de Oliveira, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Os resultados obtidos acham-se tabulados no quadro abaixo.

Coefficientes de utilização proteica (PER) de três amostras de farinha de mandioca enriquecidas com soja (Método da AOAC, (18). Ensaio feito durante 21 dias com a dieta contendo ao redor de 6,28% de proteína. Animais de experiências: ratos.

COEFICIENTES DE UTILIZAÇÃO PROTEICA (PER) DE TRÊS AMOSTRAS DE FARINHA DE MANDIOCA ENRIQUECIDAS COM SOJA (MÉTODO DA AOAC, (18). ENSAIO FEITO DURANTE 21 DIAS COM A DIETA CONTENDO AO REDOR DE 6,28% DE PROTEÍNA. ANIMAIS DE EXPERIÊNCIAS: RATOS

AMOSTRA	Ganho de Peso g	alimento consumido g	PER
1. Farinha de mandioca enriquecida com rolão de granulação 20/40, IDP 20, preparada p/mist. seca	84	557,5	2,40
2. Farinha de mandioca enriquecida com rolão de granulação 20/40, IDP 20, preparada por via úmida.	89	563,5	2,51

3. Farinha de mandioca preparada com farinha de soja comum, não torrada, por via úmida	73	638,5	1,82
4. Caseína	66	432,0	2,43

PER = Coeficiente de utilização proteica ("Protein efficiency ratio") ganho de peso por proteína ingerida.

Como se vê, no nível proteico em que foram feitos os ensaios, o valor biológico da farinha enriquecida com rolão de soja foi igual ou superior ao da caseína.

Provas de degustação

Provas de degustação foram realizadas numa colaboração especial, prestada pelos técnicos da I.F.F. Essências e Fragâncias Ltda. Foram examinadas numerosas amostras de farinha de mandioca, de várias procedências, diversamente enriquecidas com proteína isolada de soja, caseinato de cálcio, metionina e rolão de soja.

Todas as amostras contendo metionina, mesmo na proporção diminuta de 0,1% sobre a farinha total, foram rejeitadas em virtude do seu sabor desagradável, taxado de "metálico". As amostras enriquecidas com caseinato de cálcio, mas sem metionina tiveram boa aceitação, encabeçando a lista classificatória. Logo em seguida, ainda considerada de bom padrão, coloca-se a farinha com 7% de proteína obtida pela diluição de um premix com 42% de proteína isolada de soja. Todas as amostras enriquecidas com rolão de soja foram consideradas de ótima qualidade, totalmente comparáveis às testemunhas não enriquecidas.

Conclusão

1. É viável o enriquecimento, em qualquer escala, da farinha de mandioca, com proteína isolada de soja, quer diretamente, quer através da interposição de uma pré-mistura superconcentrada (premix).

2. A utilidade do método proposto, para as faixas de população normalmente supridas de proteínas vegetais seria grandemente incrementado com o consumo concomitante de produtos de milho ricos em metionina.
3. É viável, igualmente, o enriquecimento da farinha de mandioca, com rolão de soja, produto obtido pela moagem grosseira de flocos de soja desengordurados e torrados.
4. O produto enriquecido com rolão de soja não apresenta nenhum dos inconvenientes do método anterior; pode ser obtido por mistura direta, a seco, sem perigo de posterior separação; o seu valor biológico pode ser considerado muito bom.
5. Ambos os produtos descritos apresentaram-se indistinguíveis, em textura, cor e sabor, da farinha de mandioca tradicional. Também os inconvenientes digestivos da farinha de soja foram eliminados em ambos.
6. A farinha de mandioca pode, assim, tornar-se veículo para um suplemento proteico destinado às populações carentes deste elemento nutricional. No caso do rolão, a incorporação é facilíssima, processando-se por meio de simples mistura mecânica. No caso da proteína isolada de soja, a dificuldade de uma distribuição ampla pode ser contornada através da adoção da prática de diluição de um "premix".

DEMONSTRATIVO DE CONTROLE
DE FABRICAÇÃO

I. FARINHA DE MANDIOCA PURA

Local de fabricação: Suruí, Magé,
Estado do Rio de Janeiro.
Data: 9-11-71.

Variedade utilizada:

Kultur Amarela

Observações:

	Matéria prima	Ralagem e prensagem	Secagem	
Peso das raízes	380 kg			<i>Rendimento:</i> O índice de conversão de 4,1:1 (4,1 kg de raiz para 1 kg de farinha) pode ser considerado como muito bom em novembro.
Peso após descascamento	305 kg			
Descarte (sobras após raízes limpas)	75 kg			
Perdas (quebra)	19,7 %			De março a agosto que é a melhor época de fabricação de farinha, o índice de 3,5: 1 kg é poucas vezes atingido em muitas regiões do Brasil. A diminuta variabilidade durante todo o ano na região de produção do Estado do Rio para o cultivo de mandioca vem sendo estudada com interesse
Peso das raízes limpas		305 kg		
Peso da massa ralada e prensada		155 kg		
Perdas (quebra)		48,1 %		
Peso da massa prensada			155 kg	
Peso final da farinha seca			92 kg	
Rendimento final do processo			24,5 %	
Conversão (raiz/farinha)			4,1:1	
Coloração			branca	A embalagem de sacos de papel acetinado branco dá melhor aparência ao produto.
Granulação			grossa	
Tipo de embalagem			plástico sacos papel	
ANALISES FINAIS DA FARINHA	UMIDADE PROTEÍNA AMIDO HCN (mg/kg)			<i>Classificação:</i> Farinha comestível branca e levemente amarela e do tipo 1 (Normas de clas. da farinha de mandioca exportável — CONCEX)

DEMONSTRATIVO DE CONTROLE
DE FABRICAÇÃO

II. FARINHA DE MANDIOCA ENRIQUECIDA

Local de fabricação: Suruí, Magé, Estado do Rio
Usina Piloto, Km. 47 — Ant. Rio-S. Paulo. E. do Rio
Data: 16-11-71

Variedade utilizada:

Aipim Baiano
Enriquecedor: Proteína de soja (PIS)
+ metionina 1,5%

	Matéria prima	Farinha pura	Farinha enriquecida diretamente	Pré-mix	Observações
	1	2	3	4	
Peso das raízes	120 kg				
Peso após descascamento	95 kg				
Descarte	25 kg				
Peso da massa prensada	46 kg				
Peso da amostra úmida		16 kg	15 kg	15 kg	Massa prensada subdividida
Peso do enriquecedor adicionado			667 kg	6.195 g	
Peso do produto seco		8,3 kg	8.770 g	14.250 g	
Odor despreendido na secagem		típico	acentuado	forte	
Tempo de secagem		15 min.	20 min.	32 min.	
Cor da farinha		branca	creme-amarela	creme	
Granulação da farinha pronta		grossa	média	média	
Tipo de embalagem		saco papel	saco papel	saco papel	
Data de embalagem		após-secagem	imediato	imediato	
Proteína teórica adicionada (%)			7%	40%	
ANÁLISES FINAIS:					
UMIDADE	67,74%		12,1 %	10,8%	A PIS com 91,7% de protei- na foi incorporada a massa cujo teor de umidade acusou 37,2%
PROTEÍNA	1,53%	2,84%	8,06%	39,70%	
AMIDO	38,5 %	77,72%	—	—	
HCN (mg/kg)	108	2,8	—	—	

DEMONSTRATIVO DE CONTROLE
DE FABRICAÇÃO

III. FARINHA DE MANDIOCA ENRIQUECIDA

Local de fabricação: Surui, Magé, Estado do Rio
Data: 23-11-71

Variedade utilizada:
Branca de Santa Catarina .
Enriquecedor: Proteína
Isol. de Soja — Proteimax
(PIS) + metionina 1,5%

	Matéria prima	Farinha pura	Farinha enriquecida diretamente	Pré mix	Observações
	1	2	3	4	
Peso das raízes (matéria prima)	110 kg				
Peso após descascamento	86 kg				
Descarte	24 kg				
Peso da massa prensada	44 kg				
Peso da amostra úmida		14 kg	15 kg	15 kg	Massa prensada subdividida
Peso do enriquecedor adicionado			667 g	6.195 g	
Peso do produto seco		7,5 kg	8.770 g	14.250 g	
Tempo de secagem		típico	acentuado	bem forte	
Odor despreendido na secagem		30 min.	26 min.	32 min.	
Cor da farinha		branca	creme-amarela	creme	
Granulação da farinha pronta		grossa	média	média	
Tipo de embalagem		saco papel	saco papel	saco papel	
Data de embalagem		imediate	imediate	imediate	
Proteína teórica adicionada (%)			7%	40%	
ANÁLISES FINAIS:					
UMIDADE	62,76%	12,5 %	13,0 %	10,9%	A PIS com 91,7% de protei- na foi incorporada a massa com 36,4% de umidade
PROTEÍNA	1,48%	2,41%	7,89%	41,7%	
AMIDO	33,2 %	78,13%	—	—	
HCN (mg/kg)	92	5,8	—	—	

BIBLIOGRAFIA

- (1) R.D. de Garcia Paula & M.C.P.B. Cavalcanti: A rama de mandioca (*Manihot* sp.) uma riquíssima fonte de proteínas alimentares. *B. Inst. Nac. Tecn.* 6: 21-7, 1952 (Nota prévia).
- (2) E. Pechnik, L.R. Guimarães & A. Panek: — Sobre o aproveitamento da folha de mandioca. (*Manihot* sp.) na alimentação humana. II. Valor nutritivo. *Arg. bras. Nutr.* 18 (1-2): 11-23, 1962.
- (3) Fundação Getúlio Vargas: Food Consumption in Brazil, Rio de Janeiro, novembro de 1970.
- (4) O Guernelli: — Estudo sobre as possibilidades de enriquecimento da farinha de mandioca. *Arg. bras. Nutr.* 9 (3) 205-40, 1953.
- (5) Comissão Nacional de Alimentação: Boletim n.º 1 Rio de Janeiro, 1956.
- (6) N. Maravalhas: — Cinco estudos sobre a farinha de mandioca: panorama alimentar da amazônia. Enriquecimento da farinha de mandioca. Introdução de soja no hábito alimentar do amazonida. *Publ. Inst. Nac. Pesq. Amazônia. Química*, Manaus (6): 23-24, 1964.
- (7) J.B. Summer & A.L. Dounce: — Carotene Oxidase. *Enzymologia* 7: 130. (1939).
- (8) W.E. Ham. R.M. Sandsted: A proteolytic inhibiting substance in the extract from unheated soybean meal. *J. Biol. Chem.* 154-505 (1944).
- (9) W.E. Ham. R.M. Sandstedt & F.E. Mussehl: The proteolytic inhibiting substance in the extract from unheated soybean meal and its effect upon growth in chicks *J. Biol. Chem.* 161. 635 (1945).
- (10) S.L. Balloun & E.L. Johnson: Anticoagulant properties of unheated soybean meal in chick diets. *Arch. Biochem. Biophys.* 42-355 (1953).
- (11) A. Fröhlich: Relation between the quality of soybean oil meal and the requirements of vitamin B₁₂ for chicks. *Nature*. 173. 132 (1954).
- (12) A. Altschul & D. Rosenfield: Suplementos proteicos — satisfação das necessidades do homem. *Produtos e Nutrição* (Rio de Janeiro) 5 (24-25): 6-36 (1971).
- (13) R.A. MacCance & E.M. Widdowson: The Composition of Foods. Medical Research Council, Special Report n.º 297, London, 1960.
- (14) FAO/WHO: Protein requirements. FAO Nutr. Mig. Rep. Ser. n.º 37 Roma, 1965.
- (15) J.F. Veloso: Fabricação de farinha de mandioca. *O Campo*, Rio de Janeiro, 9 (11): 47-50 (1938).
- (16) M.J. Paes Leme & A.R. Blundi, em colaboração com a ACAR/RJ: Análise do inquérito para identificação dos produtos de mandioca no município de São João da Barra. Trabalho apresentado ao 2.º Encontro sobre Enriquecimento de Farinha de Mandioca, Rio de Janeiro, 19 a 20 de julho de 1971, mimeografado, 5 páginas.
- (17) J.E. Dutra de Oliveira & E.B.Z. Menezes Salata: Methionine fortified manioc flour to combat protein malnutrition. *Nutrition Reports International* 2 (5): 291 (1971).
- (18) AOAC: Biological evaluation of protein quality. *J. Assoc. Offic. Agr. Chemists* 43: 38 (1960); *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 10.^a ed., Washington, D.C., (1965), p. 785.

Boletins anteriores, publicados pela antiga Divisão de Tecnologia
Agrícola e Alimentar

1. AFLATOXINA E CANCER HEPÁTICO
— Jefferson A. dos Santos
2. O EMPRÉGO DE AMIDO DE MILHO NA PANIFICAÇÃO
— Gunther Pape
3. OCORRÊNCIA DE ÁCIDOS TRANS EM PRODUTOS GORDUROSOS COMERCIAIS BRASILEIROS
— Herta Laszlo, Maria Helena Lunas de Mello Massa e Dalva Alves Pereira.
4. SÓBRE A OCORRÊNCIA DE β -CAROTENO EM VARIEDADES DE MANDIOCA AMARELA
— Marilza Lima Guimarães e Maria Stella Cresta de Barros
5. ESTUDO SÓBRE O COMPORTAMENTO DO ESTEAROIL-LACTIL-LACTATO DE CÁLCIO (CLS) E DO ESTEAROIL-LACTIL-LACTATO DE SÓDIO (NSL) EM PANIFICAÇÃO
— Gunther Pape
6. ESTUDO SÓBRE O COMPORTAMENTO DO ESTEAROIL-LACTIL-LACTATO DE CÁLCIO E DO ESTEAROIL-LACTIL-LACTATO DE SÓDIO NA FABRICAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS
— Gunther Pape e José Emílio Campos

Boletim Técnico do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar

1. BIBLIOGRAFIA SELECIONADA DA MANDIOCA.
Aspectos tecnológicos e nutricionais, com ênfase nas contribuições brasileiras.
2. CONTRÔLE DA ORIGEM E PUREZA DE GORDURA BOVINA COMERCIAL BRASILEIRA, VISANDO SUA POSSÍVEL PARTICIPAÇÃO NO MERCADO INTERNACIONAL.
— Herta Laszlo, Dalva Alves Pereira e Maria Helena Luna de Mello Massa
3. OBTENÇÃO DO ÓLEO DE CÔCO A PARTIR DA POLPA FRESCA
— Armando B. Seixas, Dionílio S. Lima, Carlos G. de Alencastro e Ayresina T. B. Castro
4. ESTUDO QUÍMICO COMPARATIVO DAS VARIEDADES DE MILHO CULTIVADOS EM DIVERSAS REGIÕES DO PAÍS
— Dalva D. Mendes
5. PESQUISAS SOBRE MANDIOCA
Farinha de mandioca enriquecida com farinha de soja especial.
— Adilson Nobre e José Camões Orlando
Mandioca Var. amarela da Amazônia.
— Adilson Nobre
Seleção de variedades e clones de mandioca visando um melhoramento proteico.
— Adilson Nobre, Emília Constantino e Waldir de O. Nunes.
Teor proteico e mineral em raízes e folhas de variedades de mandioca.
— Antônio de A. Figueiredo e Manoel Maciel do Rêgo
Aparelho para dosagem do ácido cianídrico em mandioca e seus produtos.
— José Joia
A zona mandioqueira e as indústrias de farinha de mandioca do Norte Fluminense
— Adilson Nobre e Dinah Mochel de Menezes