**Substituição de Sal Ferroso por Folhas de Mandioqueira no Combate a Malnutrição**

Por: *Agostinho Vasco Cardoso Obra*

**Introdução**

As folhas da mandioca, cultura nativa de grande importância social para o país, apresentam alto teor de proteínas de boa qualidade nutricional. Entretanto, estas proteínas não foram ainda exploradas sob o ponto de vista tecnológico. Estudos posteriores no que tange aos processos de extracção e ensaios de aplicação devem resultar no desenvolvimento de novos produtos baseados nesta matéria-prima. A proteína mais abundante no planeta é de origem vegetal. Trata-se da Rubisco, ou Ribulose difosfato carboxilase/oxigenase (E C. 4.1.1.39), enzima que participa da fixação do CO2 atmosférico durante a fotossíntese. Esta enzima é uma das principais proteínas foliares e representa 0,2 % das proteínas do globo.

As proteínas das folhas foram descobertas em 1773 por Hilaire Marin Rouelle, então responsável pelo Jardim do Rei (o actual Jardim de Plantas de Paris), as quais estão presentes em toda parte onde a temperatura, a irradiação solar, o fornecimento de água e a natureza do solo permitem o desenvolvimento de vegetais. O interesse por essas proteínas decorre de sua abundância natural, que traduz-se, em termos agronómicos, pela produção por hectare quatro a seis vezes superior à obtida pelas proteínas mais produtivas, vinte vezes superior àquelas do leite e praticamente cem vezes superior aquelas da carne bovina.

A alta produtividade é a razão dos estudos efectuados sobre essas proteínas em contexto de penúria, como durante a segunda guerra mundial ou, mais recentemente, em países onde há malnutrição ou ainda em países industrializados, para alimentação animal.

As folhas de mandioca representam uma excelente fonte de proteínas vegetais. De fato, além da mandioca produzir quantidade elevada de folhas, estas apresentam alto teor de proteínas em base seca (entre 20 e 30 %). Entretanto, o potencial proteico das folhas é desperdiçado pois, normalmente, permanecem no campo após a colheita das raízes. Embora a riqueza proteica das folhas de mandioca seja conhecida há décadas, sua utilização é ainda precária ou mesmo inexistente. Este artigo pretende divulgar alguns aspectos relativos à fisiologia das proteínas foliares, seu valor nutricional e princípios de extracção.

**Contextualização**

A malnutrição pode vir a ocorrer de uma diminuição da nutrição ou desta em excesso (nutrição excessiva). Ambas são causadas por um desequilíbrio entre as necessidades essenciais de nutrientes do organismo e a ingestão dos mesmos. A desnutrição pode ser decorrente também da ingestão inadequada devida a uma dieta ruim ou à má absorção intestinal da utilização anormalmente elevada de nutrientes pelo organismo ou da perda anormal de nutrientes através da diarreia, da hemorragia, da insuficiência renal, dentre outros.

A hipernutrição ocorre devido ao consumo de alimento em exagero, do uso excessivo de vitaminas ou de outros suplementos ou da falta de actividade física. A desnutrição ocorre em estágios. Primeiramente ocorrem alterações nas concentrações de nutrientes nos sangues e nos tecidos. A seguir, ocorrem mudanças nos níveis enzimáticos. Posteriormente, os órgãos e tecidos apresentam disfunções e, em seguida, manifestam-se os sinais de doença e, consequentemente, a morte.

De modo geral, a má nutrição deve ser considerada como um todo e não apenas enfoque na malnutrição energético-protéica, ou seja, a carência de calorias e proteínas por exclusiva falta de alimento. É essencial acompanhar também o estado micronutricional, uma vez que os dois estão intrinsecamente ligados. A malnutrição pode ser o resultado de uma diminuição da ingestão (malnutrição) ou de um consumo excessivo (hipernutrição). Ambas as condições são o resultado de um desequilíbrio entre as necessidades corporais e o consumo de nutrientes essenciais.

**Malnutrição Proteico-Energética**

A malnutrição proteico-energética manifesta-se quando as crianças não consomem alimentos suficientes para satisfazer as suas necessidades de energia e de nutrientes. As crianças apresentam um *peso baixo*, ou estão desnutridas; e se a sua dieta não for adequada durante vários meses ou anos, não crescerão normalmente, ficando raquíticas (isto é, peso e altura inferiores ao das crianças da mesma idade cuja alimentação é adequada). As crianças desnutridas têm pouca energia para brincar e correr; são muitas vezes apáticas, parecem tristes, aprendem lentamente e têm menor resistência às doenças infecciosas.

As crianças cuja alimentação é insuficiente durante vários meses e que contraem facilmente infecções desenvolvem uma forma de malnutrição proteico-energética grave, conhecida como *marasmo*. Os sinais de marasmo são pernas e braços extremamente magros, uma expressão facial de velho, o abdómen saliente e uma tendência para a tristeza e para chorar muito.

A outra forma de malnutrição proteico-energética grave é a *kwashiorkor,* que é mais complicada*.* É igualmente devida à falta de energia e de nutrientes, mas existem outros factores que favorecem o seu desenvolvimento nalgumas crianças, tais como uma forte carência de vitamina A e de outros micronutrientes. Os sinais de kwashiorkor podem aparecer rapidamente, muitas vezes quando uma criança tem uma infecção ou quando o aleitamento materno é interrompido bruscamente. As pernas, os braços e a cara da criança parecem inchados (por causa dos *edemas* nos tecidos), têm uma "expressão lunar" (a pele fica pálida e fina, podendo haver descamação), e os cabelos ficam mais claros e mais lisos do que é normal. Estas crianças podem ficar também extremamente tristes ou apáticas (com falta de interesse pelas coisas à sua volta). Algumas crianças podem apresentar ao mesmo tempo sintomas de *marasmo* e *kwashiorkor* (por exemplo, são extremamente magras e podem também ter edemas nas pernas, nos braços e na cara). Se não receberem uma alimentação adequada e tratamento médico, as crianças atingidas por uma das formas de malnutrição proteico-energética grave correm o risco de morrer.

**Causas**

As crianças que sofrem de malnutrição proteico-energética provêm muitas vezes de famílias pobres que não produzem alimentos suficientes ou não têm rendimentos suficientes para comprar alimentos adequados. Por vezes, as crianças de famílias abastadas são igualmente desnutridas, não porque a família tenha falta de comida, mas porque os pais desconhecem as necessidades alimentares específicas das crianças pequenas e ignoram como preparar refeições equilibradas, saudáveis e nutritivas.

**Os Grupos de Risco**

Uma nutrição adequada é essencial em todas as etapas do ciclo da vida, do nascimento à velhice. Contudo, é particularmente importante que os bebés e as crianças em idade pré-escolar tenham uma ingestão alimentar adequada, uma vez que são os mais vulneráveis à malnutrição. As mulheres grávidas e as mães em fase de aleitamento são igualmente vulneráveis, assim como os idosos e os convalescentes. Os bebés ficam malnutridos se não tiverem leite materno suficiente ou se a alimentação complementar for introduzida demasiada tarde, ou não fornecer a energia e os nutrientes essenciais necessários.

**Avaliação**

As crianças saudáveis aumentam de peso todos os meses. A pesagem, especialmente de bebés e crianças em idade pré-escolar, constitui pois o meio mais fácil de determinar se uma criança sofre de malnutrição proteico-energética. Uma pesagem mensal é extremamente importante nas crianças com menos de 5 anos. Quando a pesagem mostra que a criança está a perder peso e a ficar malnutrida, uma acção preventiva deve ser tomada rapidamente através da ingestão de sal ferroso e ou ingestão das folhas de mandioca (em zonas onde haja carência ou ausência de sal ferroso).

**As proteínas de Folhas de Mandioca: Aspectos Fisiológicos, Nutricionais e Importância**

Alguns aspectos ligados à tecnologia de proteínas de folhas, com ênfase para as folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), são revisados. A composição em aminoácidos, as propriedades bioquímicas, a importância nutricional e os princípios dos métodos de extracção são apresentados.

As folhas de mandioca apresentam elevado teor de proteínas (20-30% base seca), de valor nutricional adequado às recomendações da FAO, além de altos teores de vitaminas A e C e de minerais.

**Teor e Composição**

O teor em proteínas totais das folhas varia segundo a idade fisiológica, mas também em função da origem botânica. Os teores mais frequentes situam-se entre 20 e 25% da matéria seca. Depois da extracção, a composição em aminoácidos dessas proteínas varia pouco duma planta para outra, qualquer que seja sua origem botânica. Como essas proteínas constituem o aparelho fotossintético, a função e a estrutura das mesmas varia pouco duma espécie para a outra.

**Origem das Proteínas Foliares**

A estrutura preponderante das folhas é o aparelho fotossintético. A intervenção das proteínas de cloroplastos no mecanismo de fotossíntese resultou em numerosos trabalhos fundamentais e aplicados, tendo em vista a compreensão da biossíntese das moléculas de carbono renováveis. Actualmente, já se conhece um número significativo dessas proteínas, apesar dos inúmeros polipeptídeos diferentes encontrados nas folhas. Do ponto de vista quantitativo, as membranas dos cloroplastos representam 90 a 95% das membranas das células das folhas de espinafre. Uma única proteína da cadeia fotossintética, a enzima Rubisco, pode representar mais da metade das proteínas das folhas.

**Proteínas Membranáceas dos cloroplastos**

As membranas dos cloroplastos são constituídas de aproximadamente 50% de proteínas e a mesma proporção de lípidos. Estes são principalmente glicerolípidos mas também pigmentos. O principal carotenóide é a luteína. As proteínas são ligadas aos lípidos e à maioria dos pigmentos, principalmente às clorofilas. A proporção das massas proteínas/clorofila é de 4 (4, 5, 35, 39). Estas proteínas apresentam uma parte da superfície com propriedades hidrófilas e o restante com características hidrofóbicas. Esse carácter anfílico provoca sua agregação em solução aquosa ou faz com que as proteínas estejam fortemente ligadas às membranas lipoprotéicas em condições naturais. As principais proteínas das lamelas cloroplásticas são: os complexos proteínas-clorofila, que asseguram a captura e a transferência dos fotões; os centros fotoquímicos onde acontecem as reacções primárias da fotossíntese; as cadeias de transferência de electrões, que produzem um gradiente de pH entre os dois lados das lamelas e, finalmente, as ATPases, que a partir dos gradientes de pH sintetizam o ATP.

**Proteínas solúveis dos cloroplastos**

O estroma que cerca as lamelas dos cloroplastos é um gel proteico com concentração aproximada de 300g/l, na qual encontram-se também os ácidos nucléicos, os iões metabólicos da fotossíntese. As proteínas enzimáticas mais típicas dos cloroplastos catalisam a fixação fotossintética do dióxido de carbono pela reacção de Calvin. A enzima responsável pela carboxilação é a Rubisco, presente no estroma. Essa enzima apresenta numerosas características notáveis, principalmente a baixa actividade enzimática em relação à outras enzimas do ciclo de Calvin.

**As Proteínas da Folhas de Mandioca**

O conteúdo de proteína das folhas de mandioca é superior a aqueles encontrados na maioria das gramíneas e leguminosas. Além disso, a mandioca tem a vantagem de oferecer maior produtividade e de adaptar-se a solos pobres. Entretanto, em nível de aproveitamento tecnológico e nutricional, estas proteínas não foram ainda devidamente exploradas.

**Teor e Composição**

O teor em proteínas das folhas da Mandioca oscila muito, principalmente em função da variedade. O teor em proteína varia, também, em função do ciclo decrescimento. Estudos realizados durante o primeiro ciclo decrescimento com dez variedades indicaram que o teor de proteínas em percentagem de matéria seca é baixo nos primeiros meses, após o plantio atinge o máximo no décimo mês.

**Aspectos Nutricionais**

Do ponto de vista nutricional, embora as proteínas foliares não se equiparem às proteínas animais, são melhores do que a maioria das proteínas de semente, cereais e leguminosas.

Alguns trabalhos demonstraram que as proteínas das folhas apresentam balanço de aminoácidos adequado com referência ao padrão da FAO. Essas proteínas apresentam altos teores de lisina, razão pela qual poderiam ser utilizadas como complemento de proteínas de cereais como trigo, milho e arroz. A composição em aminoácidos é de grande importância do ponto de vista nutricional e funcional entre os resultados existem variações mas todos os autores mostram que, com excepção da metionina, o teor em aminoácidos essenciais ultrapassa o padrão exigido pela FAO. As proteínas da folha são ricas em ácido glutâmico e aspártico e em leucina.

A oscilação do teor de aminoácidos das proteínas da folha pode ser consequência não apenas de diferenças de variedades, mas também das condições agronómicas e ecológicas e/ou dos métodos de análises empregados.

O uso potencial das proteínas de folhas *in natura* sofre restrições devido a presença de factores anti-nutricionais. As folhas de mandioca apresentam elevado teor de linamarina, um β-glicosído cianogénico e tóxico, juntamente com pequena quantidade de seu derivado metilado lotaustralina. Estes glicosídos são capazes de gerar ácido cianídrico após hidrólise enzimática, levada a efeito pela enzima linamarinase autóctone ou exógena. Entretanto, o glicosído da mandioca é termolábil e solúvel em água. No caso de extracção das proteínas à partir de folhas frescas, o glicosído pode ser eliminado por arraste aquoso ou por aquecimento.

**Referências Bibliográficas**

ALLEN, J. F. *How Does Protein Phosphorylation Regulate Photosynthesis?***Trends**

 **Biochem. Sci.**, v. 17, p. 12-17, 1992.

ALMEIDA, E. X., TERNES, M., AGOSTINI, I. *Aproveitamento da parte aérea da*

*mandiocavisando a alimentação de bovinos em Santa Catarina*. **Rev. Bras. Mand.,** v.

 10, n. 1/2 p.15-25, 1991.

ANDERSON, J. M. *Photoregulation of the Composition, Function and Structure of*

*Thylakoidmembranes*. **Ann.Rev. Plant Physiol.**, v. 37, p. 93-136, 1986.

CAPALDI, R. R. *Structure of Intrinsic Membrane Proteins*. **Trends Bioch. Sci**., v. 7, p. 292-

295,1982.

CARVALHO, J. L. H. *A Mandioca, Raiz e Parte Aérea na Alimentação Animal*.

**EMBRATER,Série ArticulaçãoPesquisa e Extensão,** n. 2, 44 p. 1983.

CARVALHO, V. D. *Ácido Cianídrico em Produtos de Mandioca*. **Inf. Agropec.,** v. 13, n.

 145, p.88-91, 1987.

CARVALHO, V. D. & KATO, M. S. A. *Potencial de Utilização da Parte Aérea da*

*Mandioca*.**Rev. Bras. Mand.,** v. 5, n. 1, p. 63-70, 1987.

CHIARELLO, M. D. & LARRÉ, C. *Transglutaminases: (Aplicação Para a Modificação de*

*Proteínas Alimentares)*. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA

 ENZIMÁTICA, 2., Rio de Janeiro, 1995. **Anais...** Rio de Janeiro : Divisão Gráfica UFRJ,

 1995. v. 1