

## Uso de Material Arqueológico no Estudo de Evolução de Plantas – Estudo de Caso: Milho - *Zea mays* L. e Mandioca - *Manihot esculenta* CRANTZ

Fábio de Oliveira Freitas<sup>1</sup>

### Resumo

Amostras arqueológicas de milho – *Zea mays* e mandioca – *Manihot esculenta*, do Vale do Peruaçu - MG, Brasil, com idades entre 1010 e 570 anos B.P., foram estudadas. A morfologia das espigas mostrou que, estatisticamente, seu tamanho aumentou com o tempo, comportando maior quantidade de sementes, sem alteração de tamanho. Grãos de amido do milho e da mandioca foram estudados por microscopia eletrônica de varredura, confirmando-se que a amostra arqueológica é da espécie *M. esculenta*. Observou-se que: (1) os grãos de amido estão em excelente estado de conservação; (2) a variabilidade dos grãos de amido das amostras arqueológicas de milho foi maior do que as amostras atuais utilizadas; (3) identificou-se grupos de raças de milho, com mais de uma raça em um mesmo período e variação destas ao longo do período analisado.

Palavras-chave: Milho – *Zea mays mays*; Mandioca – *Manihot esculenta*; Amido.

---

<sup>1</sup> Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W5 Norte (final) - Caixa Postal 02372 - Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-900 - e-mail: fabiof@cenargen.embrapa.br

## Abstract

The article focuses on the study of archaeological samples of maize – *Zea mays* and cassava – *Manihot esculenta*, from Vale do Peruaçu - MG, Brazil, dating between 1010 and 570 years B.P., Statistics showed an increase in cob's' length through time, allowing for a greater number of seeds, without modification in seed size. Both maize starch and cassava grains were analyzed using a scanning electron microscope, confirming that the archaeological sample is a *M. esculenta* species. It was observed that: (1) the conservation status of the starch grains is excellent; (2) the archaeological samples of the starch grains showed greater variability than the modern samples; (3) groups of maize landraces were identified, with more than one landrace in a same time period, as well as landrace variation throughout the whole sequence.

Keywords: Maize – *Zea mays mays*; Manioc – *Manihot esculenta*; Starch.

## Introdução

Os estudos sobre a domesticação de plantas que praticamente se iniciaram em 1886 com o trabalho pioneiro de Alphonse de Candolle (1959), e se ampliaram com o desenvolvimento da metodologia da fitogeografia diferencial de Vavilov (1926), citado por Harlan (1975), vêm experimentando hoje grande expansão resultante da junção dos diferentes métodos de análise (Harlan, 1975).

Esses métodos envolvem evidências obtidas a partir das próprias plantas, incluindo o material vivo (taxonomia experimental, ecologia, sistemas genéticos, padrões de variação, reconstrução genética) e material arqueológico (arqueobotânica, palinologia, paleobotânica), a atividade dos homens contemporâneos (língua, tradição oral, técnicas, nutrição) e o passado (história, arte, arqueologia,

antropologia física), além de outras fontes (geologia, hidrologia, etc.) (Harlan & de Wett, 1973).

Os estudos sobre a origem da agricultura e, conseqüentemente, domesticação de plantas e animais, englobam diferentes aspectos. Quatro questões fundamentais vêm sendo formuladas há décadas: onde se iniciou a agricultura?, quando isto ocorreu?, como, isto é, quais os processos utilizados? e porque o homem deixou de ser coletor e caçador e passou a produzir seu alimento de forma sistemática?

É necessário observar que, durante a longa história evolutiva da espécie humana, esta sobreviveu à custa da coleta de plantas e da caça e pesca e, somente há cerca de 10 a 15 mil anos é que passou a desenvolver a agricultura e também a criação de animais.

As pesquisas têm se concentrando em áreas de antigas civilizações e onde há grande quantidade de restos arqueológicos (Steward, 1962; De Wet & Harlan, 1972; Bird, 1980; Bird et al., 1991; Goloubinoff et al., 1993). Em áreas tropicais, como é o caso do Brasil, estes estudos ainda são restritos a alguns grupos de trabalho.

Porém, recentes trabalhos de arqueologia (Prous, 1986, 1991; Roosevelt, 1996) têm revelado manifestações de arte rupestre mostrando atividade de coleta vegetal e de agricultura, e o que é extremamente importante, material arqueológico vegetal em grande quantidade e excelente estado de conservação, permitindo análise taxonômica deste material com possibilidade de se estabelecerem relações com as raças cultivadas pelos indígenas atuais.

Dentro deste contexto, as recentes descobertas de materiais cultivados em diversos sítios arqueológicos aqui no Brasil, principalmente no norte do estado de Minas Gerais, vêm permitindo que conheçamos um pouco mais a respeito sobre a agricultura que era praticada no

Brasil pré-colonial, unindo dados arqueológicos, históricos e contemporâneos. A análise desses materiais arqueológicos poderá contribuir efetivamente não só para classificá-los taxonomicamente como também para se compreender a dinâmica evolutiva do processo de domesticação de plantas em áreas tropicais.

Complementando este contexto, a análise dos processos de manejo de plantas tradicionalmente cultivadas por populações indígenas brasileiras vem oferecendo informações importantes, que tem permitido formular hipóteses sobre a dinâmica evolutiva dessas plantas, permitindo a elaboração de modelos sobre a evolução de plantas cultivadas nas terras baixas da América do Sul (Martins 1994).

## Material e Métodos

Podemos dividir o material utilizado em duas partes, sendo a primeira composta por material arqueológico e a segunda por amostras do Banco de Germoplasma do CNPMS, EMBRAPA.

### Material Arqueológico

Este material foi obtido através de escavações arqueológicas realizadas a partir do final dos anos 70, em antigos abrigos rochosos utilizados pelo homem pré-histórico no Vale do Peruaçu, na região de Januária, norte do Estado de Minas Gerais, pela equipe do Dr. André Prous, do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais. Ao longo deste vale são encontrados muitos vestígios de que o homem esteve presente nesta região desde pelo menos 10.000 anos atrás, fato este revelado primeiro pela grande quantidade de pinturas rupestres presentes em muitos sítios arqueológicos da região e, depois pelos materiais recuperados em escavações, como ferramentas de pedra, cerâmicas e vestígios vegetais.

O material vegetal é composto em sua maior parte de sabugos de milho (*Zea mays mays*), alguns inteiros com grãos e palha, mas a maioria sendo fragmentos do sabugo sem grãos. Existe ainda uma grande quantidade de grãos soltos deste milho, além de fragmentos de carvão, de coquinho Guariroba (*Syagrus oleracea*) de mandioca (*Manihot esculenta*); sementes de algodão (*Gossypium sp*); amendoim (*Arachis sp*); maracujá (*Passiflora sp*); cabaça (*Legenaria vulgans*); urucum (*Bixa orellana*), além de outras. Todo este material se caracteriza pela seu excelente estado de conservação.

Este material vegetal estava enterrado e acondicionado em uma espécie de "silo" subterrâneo de armazenagem, composto de uma cesta trançada por fibras de palmeiras, na qual o material vegetal era depositado, depois coberto pela mesma trama de fibras, colocado em um buraco escavado no chão e por cima deste "silo" se adicionava terra e cinza de fogueira, a que faz com que diminua o ataque por insetos.

O material analisado provem de 10 "silos" diferentes, oriundos de 2 sítios arqueológicos, todos no Vale do Peruaçu. São eles: Boquete (a maioria do material) e Lapa da Hora. Nesta primeira fase da pesquisa, nos concentramos na análise do milho (*Zea mays mays*) e da mandioca (*Manihot esculenta*).

### Acessos do Banco de Germoplasma

Como padrão de comparação, 21 acessos de sementes de milho indígena e de cultivares comerciais antigos foram obtidos do Banco de Germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG.

### Datação do material

A datação do material arqueológico foi realizada pelo Dr. Luís Pessenda no CENA, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, em Piracicaba, SP, utilizando a metodologia de datação radiocar-

bônica por espectrometria de cintilação líquida com benzeno (Pessenda & Camargo, 1991).

Usou-se para isto amostras de fragmentos de coquinho (*Syagrus oleracea*) e carvão, as quais estavam acondicionadas no interior dos silos analisados, a fim de que as amostras de milho e mandioca fossem preservadas.

### **Descrição e Morfologia comparada**

Com relação à morfologia foram realizadas as seguintes mensurações na espiga (inflorescência feminina): Diâmetro maior, da base e do ápice da espiga; Comprimento da espiga; Número de fileiras; Número de grãos por fileira; Relação do comprimento da espiga pelo número de grãos por fileira.

Os dados foram então analisados estatisticamente procurando, através da morfologia externa, comparar os diferentes silos para tentarmos saber se o milho aí encontrado pertence a uma única raça ou a mais do que uma, e se há diferença de material dentro dos silos, entre os silos, entre os sítios arqueológicos e ao longo do tempo compreendido pelas amostras.

### **Análise dos grãos de amido**

O amido, presente nos órgãos de reserva das plantas é, depois da celulose, o componente mais abundante processado pela célula vegetal (Swinkels, 1985). A estrutura do amido é específico para cada espécie (Freitas, 1986), fato este que é usado para identificar espécies quando, somente pela morfologia externa, a espécie não pode ser identificada claramente, como era o caso no presente trabalho dos fragmentos do tubérculo arqueológico, o qual podia ser de mandioca ou de alguma outra espécie.

É usado ainda para compararmos espécies atuais com materiais arqueológicos, para verificar se houve uma evolução da estrutura deste amido ao

longo do tempo, podendo ainda, no caso do milho, ser usado para distinguir raças diferentes desta espécie (Freitas, 1996).

Para isto utilizamos uma pequena quantidade de amido do tecido de reserva da semente de milho e do tubérculo, os quais foram analisados em um microscópio eletrônico de varredura - SEM, modelo Zeiss DSM 940A, usando 5Kv de energia. Uma pequena amostra do amido foi coletada e espalhada sobre uma fita de carbono adesiva dupla face montada diretamente sobre a "lâmina" do microscópio (stub), recebendo depois uma cobertura com ouro por 120 segundos.

De cada amostra do material foram medidos 300 grãos de amido, dando um total de 6300 grãos de amido medidos dos acessos do banco de germoplasma e 4800 grãos do material arqueológico.

De cada grão de amido foram tomadas duas medidas, o maior comprimento e a maior ortogonal em relação a primeira medida, além da relação entre as duas medidas para termos um padrão da forma dos grãos, já que alguns grãos eram bem arredondados e outros mais alongados ou ovais.

A partir dos dados levantados fizemos uma análise estatística para ajudar na interpretação dos dados, onde foi usado análise de variância e, em seguida, aplicou-se o teste de Tukey para comparar as médias dos grãos de amido (Steel & Torrie, 1960).

## **Resultados e Discussão**

### **Idade do Material**

A idade determinada variou entre  $1010 \pm 80$  anos para a amostra mais antiga, até  $570 \pm 60$  anos na mais recente, com outras amostras de idades intermediárias. O tubérculo possui uma idade de  $860 \pm 60$  anos.

A primeira conclusão que podemos tirar é que estas amostras de vegetais cultivados são umas das mais antigas já datadas no Brasil, mostrando a importância do material e do sítio arqueológico onde foi encontrado.

Além disto, todo este material pertence ao período pré-colonial, o qual não possui sua história documentada em registros escritos, restando aos pesquisadores o estudo de vestígios desta natureza para que a história da “pré-história” das populações indígenas que aqui habitavam sejam melhor elucidadas.

Por estas datações pode-se dizer que as populações desta região já plantavam milho há pelo menos 1000 anos atrás e continuaram este processo nos 500 anos seguintes. Entretanto, como há evidências de utilização destes abrigos desde 10.000 anos atrás e o número de silos datados é apenas uma pequena amostra do que existe, há uma boa possibilidade deste milho ter chegado nesta região antes de 1000 anos atrás, principalmente devido à diversidade de raças que já existia neste período, fato este determinado pela análise do amido de algumas sementes deste silo, o que é melhor explicado à frente, mas também pela grande diferença morfológica existente entre diferentes amostras de espigas, tanto pela forma como pela coloração e morfologia das sementes.

Este fato nos chama a atenção devido a existência de diversas espigas intactas pertencentes a um mesmo silo. Estas espigas possuem formas diferentes, mas principalmente as sementes possuem a cor da aleurona distintas, sendo algumas alaranjadas e outras roxas, sendo que não há segregação de cores em uma mesma espiga, ou seja, aparentemente existem diferentes raças “puras” em um mesmo silo. A diferença de cor entre elas, sem indicação de segregação dentro da espiga, sugere que os habitantes deste local possuíam mais de um campo de plantio ou plantavam em épocas diferentes, impedindo deste

modo o cruzamento entre elas, pois se isto ocorresse, resultaria em espigas com segregação, ou seja, com mais de uma cor de semente em uma mesma espiga.

Este fato sugere que o milho já possuía importância dentro da cultura destes povos e, assim, o contato deles com o milho deve ter ocorrido antes deste período específico, como sugerem Prous (1986) e Bird *et al.* (1991), os quais acreditam que o milho já se encontrava nesta região há 4.000 anos, fato este baseado no nível sedimentar em que estes restos se encontravam, necessitando ainda de uma datação mais direta para comprovar este fato.

Com relação à natureza dos silos, uma hipótese é a de que estes eram, na verdade, parte de rituais religiosos e não objetos de armazenagem para posterior consumo, visto a grande quantidade de silos encontrados aparentemente sem sinais de que tenham sido em algum momento utilizados após a sua armazenagem. Uma observação que reforça esta hipótese é de que parte deste material parece ter sido utilizada antes de ser estocado, como demonstra um fragmento de mandioca aonde existem sinais de que foi ralado e todos os fragmentos de coquinho que indicam que foram quebrados para provável utilização de sua amêndoa e somente a casca quebrada é que foi depositada no “silo”.

### **Análise das Espigas**

Segundo Freitas (1996), de todos os dados analisados, o que mais chamou a atenção foi em relação ao número de fileiras de grãos por espiga, a qual dependendo da amostra variou de 6 a 18 fileiras, mostrando a grande diversidade mesmo dentro de um único silo, aparecendo desde raças tipicamente “primitivas”, que se caracterizam pela presença de poucas fileiras de grãos na espiga, até raças já mais trabalhadas, melhoradas, com um número maior de

fileiras. Além disto, a comparação entre os dados obtidos pelo número de grãos/fileira e o número de grãos/fileira/comprimento é interessante pois, quando se juntou estes dados com as idades dos materiais, viu-se que houve uma tendência de o número de grãos/fileira/comprimento se manter constante ao longo do tempo, enquanto o número de grãos/fileira aumentou esta relação com o tempo. O aumento desta relação e, ao mesmo tempo, certa estabilidade na outra significa que, evolutivamente, o tamanho da espiga foi aumentando com o tempo, permitindo deste modo um aumento da quantidade de semente também, mas sem que esta semente sofresse uma variação significativa em seu tamanho, ou seja, a principal pressão de seleção aplicada pelo ambiente e pelo homem foi sobre o aumento da capacidade de agregar um maior número de sementes em uma mesma espiga e não em um aumento do tamanho da semente.

### **Análise do Amido**

O primeiro fato observado através do microscópio eletrônico foi a integridade dos grãos de amido, mostrando que estes se conservaram muito bem ao longo destes anos que ficaram enterrados e que são uma ferramenta importante como fonte de estudo.

Foram analisadas 16 sementes de milho arqueológico de 7 silos diferentes e estas foram comparadas com as 21 amostras do banco de germoplasma, sendo que o material arqueológico apresentou uma variabilidade pelo menos duas vezes maior do que todos os acessos juntos, confirmando a existência de uma grande diversidade de raças no material arqueológico, devido a diversos padrões encontrados, tanto em relação à morfologia dos grãos como na distribuição por classes de tamanho destes. Para uma melhor descrição destes dados e análises ver Freitas (1996).

Os padrões de variação de tamanho de grãos de amido sugerem que parte do conjunto genético das raças hoje conhecidas como Cateto, Caigang, Complexo Guarani, Cristal, Entrelaçado, Moroti e Pontinha São Simão (Patterniani & Goodman, 1977), estavam presentes, com maior ou menor proporção, no material cultivado pelas populações humanas pré-históricas que habitavam a região Norte de Minas Gerais há pelo menos um milênio de anos.

Em relação ao fragmento do tubérculo, através do padrão morfológico dos grãos de amido (Rosenthal et al., 1972), confirmou-se que se tratava realmente de mandioca.

## **Conclusões**

Toda esta análise com o material arqueológico demonstrou a existência de uma grande diversidade de raças, tanto em um mesmo período de tempo como ao longo deste. A caracterização destas raças é muito importante como ferramenta para que rotas migratórias ou de contato entre antigas populações pré-históricas sejam conhecidas. Através do conhecimento de onde e quando apareceram determinadas raças, oriundas de diferentes sítios arqueológicos do Brasil e da América do Sul, poderemos ter uma idéia por onde determinadas culturas penetraram e se espalharam pelo Brasil e, inclusive quais foram as raças que aqui foram desenvolvidas.

Neste sentido, os resultados sugerem que as amostras de milho arqueológicas encontradas em Januária, têm uma alta relação com raças típicas de terras baixas e praticamente nenhum com terras altas, como a região andina, indicando que as populações pré-históricas de Januária, em termos alimentares e mais especificamente o milho, tiveram maior influência com culturas humanas relacionadas as regiões do Norte da América do Sul e América Central, do que com as

populações habitantes da região da Cordilheira dos Andes.

Alem disto, a valorização e estudo de populações indígenas contemporâneas podem permitir que entendamos como as populações do passado manipulavam suas plantas e, de que modo esta forma de manejo contribui para a geração de novas raças nas espécies de plantas, fazendo com que modelos sobre a história evolutiva de determinadas espécies sejam melhor formulados.

## Agradecimentos

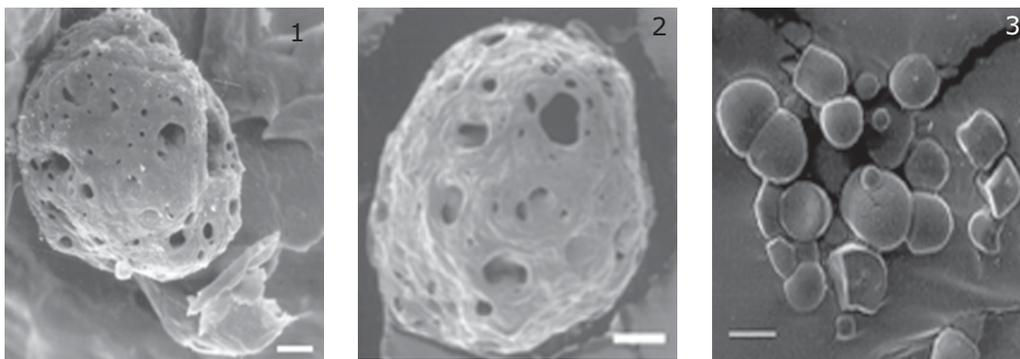
O agradecimento em especial é em memória do Prof. e Dr Paulo Sodero Martins, meu eterno orientador. Agradeço ainda ao Dr André Prous e aos colegas do museu de arqueologia de Belo Horizonte pelo empréstimo do material arqueológico; ao Depto de Genética da ESALQ-USP e ao CNPq pelo apoio à pesquisa e aos índios de ontem e de hoje, os quais tanto temos que aprender com eles.

## Referências Bibliográficas

- BIRD, R.M.C.K. 1980. Maize evolution from 500 B.C. to the present. *Biotropica*, 12: 30-41.
- BIRD, R.M.C.K. et al. 1991. Subsídios para a arqueobotânica no Brasil: o milho antigo em cavernas de Minas Gerais, Brasil. *Revista de Arqueologia*, Campo Grande, 6:14-31.
- CANDOLLE, A. De. 1959. *Origin of cultivated plants*. 2ª ed. New York, Hafner.
- DE WET, J.M.J. & HARLAN, J.R.1972. Origin of maize: tripartite hypothesis. *Euphytica*, 21:271-279.
- FREITAS, F.O. 1996. *Descrição e análise de material vegetal de sítios arqueológicos da região de Januária, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, Universidade de São Paulo.
- GOLOUBINOFF P. et al. 1993. Evolution of maize inferred from sequence diversity of an Adh2 gene segment from archaeological specimens. *Proceeds of National Academy of Science of USA*, 90: 1997-200.
- HARLAN, J.R. 1975. *Crops and Man*. 1ª ed. Madison: American Society of Agronomy/ Crop Science Society of America.
- HARLAN, J.R. & DE WET, J.M.J. 1973. On the quality of evidence for origin and dispersal of cultivated plants. *Current Anthropology*, Chicago, 14:51-55.
- MARTINS, P.S. 1994. Biodiversity and agriculture: Patterns of domestication of Brazilian native plant species. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, Rio de Janeiro, 66: 219-224.
- PATTERNIANI, E. & GOODMAN, M.M. 1977. *Races of maize in Brazil and adjacent areas*. 1ª ed. Cidade do Mexico, CIMMYT.
- PESSENDA, L.C.R. & CAMARGO, P.B. 1991. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixo nível de radiações de fundo. *Química Nova*, São Paulo, 14: 98-103.
- PROUS, A. 1986. L'archéologie au Brésil: 300 siècles d'occupation humaine. *L'Anthropologie*, Paris, 90: 257-306.
- PROUS, A. 1991. Alimentação e "arte" rupestre: nota sobre alguns grafismos pré-históricos brasileiros. *Revista de Arqueologia*, São Paulo, 6: 1-15.
- ROOSEVELT, A.C. 1996. Paleoindian cave dwellers in the Amazon: The peopling of the Americas. *Nature*, Londres, 272:373-383.
- ROSENTHAL, F.R.T. et al. 1972. Amidos de mandioca: Características dos grânulos de 11 variedades procedentes do Estado de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 44: 55-60.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1960. *Principles and procedures of statistics*. 1ª ed. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc.

STEWART, J.H. 1963. South American Cultures: An Interpretation. In: STEWARD, J.H. (Org.). *Handbook of South American Indians*. Washington, D.C., Smithsonian Institution, pp.1-916.

SWINKELS, J.J.M. 1985. Composition and properties of commercial native starches. *Starke*, Weinheim, 37: 1-5.



**Fig.01 a 05** - As figuras apresentam amostras de grãos de amido observados em microscópio eletrônico de varredura. Fig.01 e 02 - grãos de amido naturalmente degradados, encontrados respectivamente em amostra de milho moderno e arqueológico (barra representa 5  $\mu$ m). Fig.03 e 04 - grãos de amido de milho moderno e arqueológico, respectivamente (barra representa 10  $\mu$ m); fig.05 - grãos de amido de mandioca arqueológica (barra representa 10  $\mu$ m)

