

# Boletim de Pesquisa

Número 12

ISSN 0102-0129

Agosto 2000

FOL 05268  
2000  
FL-05268

coleção



ear de Mandioca  
do Brasil

**Embrapa**

Recursos Genéticos e  
Biotecnologia

**República Federativa do Brasil**  
**Presidente**  
*Fernando Henrique Cardoso*

**Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MA**  
**Ministro**  
*Marcus Vinícius Pratini de Moraes*

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**  
**Embrapa**  
**Diretor - Presidente**  
*Alberto Duque Portugal*

**Diretores - Executivos**  
*Elza Angela Battaggia Brito da Cunha*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*

**Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**

**Chefe Geral**  
*Luiz Antônio Barreto de Castro*

**Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento**  
*Márcio de Miranda Santos*

**Chefe Adjunto de Comunicação Negócios e Apoio**  
*José Manuel Cabral de Sousa Dias*

**Chefe Adjunto Administrativo**  
*Arthur da Silva Mariante*

# COLEÇÃO NUCLEAR DE MANDIOCA DO BRASIL

Celia Maria Torres Cordeiro  
Tabaré Abadie  
Marília Lobo Burle  
Dulce Maria Sucena da Rocha  
Ivo Roberto Sias Costa  
Teresa Losada Valle  
Wânia Maria Gonçalves Fukuda  
João Ferdinando Barreto  
Eloisa Maria Ramos Cardoso  
Josias Cavalcanti  
Josefino de Freitas Fialho  
Rubens Marschalek  
José Ronaldo Magalhães



---

*Recursos Genéticos e Biotecnologia*

Brasília, DF  
2000

**Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.**

**Boletim de Pesquisa N.º 12**

**Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:**

**Serviço de Atendimento ao Cliente**

**Parque Estação Biológica - PqEB - W/5 Norte (Final) - Brasília, DF**

**CEP 70.770-900 - Caixa Postal 02372**

**PABX: 0 (XX) 61 448-4768**

**Fax: 0 (XX) 61 448-4700**

**Comitê de Publicações**

**Presidente: José Manuel Cabral de Sousa Dias**

**Secretaria Executiva: Miraci de Arruda Camara Pontual**

**Membros:** Antonio Emídio Dias Feliciano da Silva

Marcos Rodrigues de Faria

Marta Aguiar Sabo Mendes

Marisa de Góes

Rui Américo Mendes

**Suplentes:** Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares Campos Carneiro

**Normalização Bibliográfica:** Maria Iara Pereira Machado e

Emerlindo Antonio Quilambo

**Editoração Eletrônica:** Rita de Cássia Sales Santana

**Capa:** Adilson Werneck

**Foto:** Cláudio Bezerra Melo

**Foto da capa:** (flor de parente silvestre da mandioca)

**Tiragem:** 200 exemplares

CORDEIRO, C.M.T.; ABADIE, T.; BURLE, M.L.; ROCHA, D.M.S.; COSTA, I.R.S.; VALLE, T.L.; FUKUDA, W.M.G.; BARRETO, J.F.; CARDOSO, E.M.R.; CAVALCANTI, J. FIALHO, J.F.; MARSCHALEK, R.; MAGALHÃES, J.R. A Coleção nuclear de mandioca no Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 49p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa, 12).

ISSN 0102-0129

1. Mandioca - Coleção Nuclear 2. Brasil I. ABADIE, T. II. BURLE, M.L. III. ROCHA, D.M.S. IV. COSTA, I.R.S. V. VALLE, T.L. VI. FUKUDA, W.M.G.VII. BARRETO, J.F. VIII. CARDOSO, E.M.R. IX. CAVALCANTI X. FIALHO. J.F. XI. MARSCHALEK, R. XII. MAGALHÃES, J.R. XIII. Título. XIV. Série.

CDD 633.682

© Embrapa - 2000

## SUMÁRIO

Resumo .....	05
Abstract.....	07
Introdução .....	09
Material e Métodos .....	18
Resultados e Discussão .....	27
Conclusões.....	33
Agradecimentos.....	34
Anexos .....	35
Referências Bibliográficas .....	43



# COLEÇÃO NUCLEAR DE MANDIOCA DO BRASIL

Celia Maria Torres Cordeiro<sup>1</sup>

Tabaré Abadie<sup>2</sup>

Marília Lobo Burle<sup>1</sup>

Dulce Maria Sucena da Rocha<sup>3</sup>

Ivo Roberto Sias Costa<sup>1</sup>

Teresa Losada Valle<sup>4</sup>

Wânia Maria Gonçalves Fukuda<sup>5</sup>

João Ferdinando Barreto<sup>6</sup>

Eloisa Maria Ramos Cardoso<sup>7</sup>

Josias Cavalcanti<sup>8</sup>

Josefino de Freitas Fialho<sup>9</sup>

Rubens Marschalek<sup>10</sup>

José Ronaldo Magalhães<sup>1</sup>

## RESUMO

Um dos fatores que limitam a utilização de coleções de germoplasma em programas de melhoramento de plantas é seu grande tamanho. Uma Coleção Nuclear (CN) é uma amostra representativa da Coleção de Germoplasma (CG) na qual se procura manter a variabilidade genética da (CG) com um mínimo de redundância, permitindo uma rápida avaliação do germoplasma e um melhor acesso a ela. A coleção brasileira de mandioca (CBM) contém variabilidade genética estratégica para o desenvolvimento de programas de melhoramento no mundo todo. Ela consiste de 2.931 acessos conservados em sete bancos ativos de germoplasma (BAG). Para estabelecer a CN, foi usada uma estratificação hierárquica similar àquela proposta por Cordeiro et al. (1995).

<sup>1</sup> Embrapa – Recursos Genéticos e Biotecnologia

<sup>2</sup> Universidad de la República, Montevidéu, Uruguai

<sup>3</sup> Aluna de Doutorado de Biologia Vegetal, Unicamp, Campinas, SP

<sup>4</sup> Instituto Agronômico, Campinas, SP

<sup>5</sup> Embrapa – Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA

<sup>6</sup> Embrapa – Amazônia Ocidental, Manaus, AM

<sup>7</sup> Embrapa – Amazônia Oriental, Belém, PA

<sup>8</sup> Embrapa – Semi-Árido, Petrolina, PE

<sup>9</sup> Embrapa – Cerrados, Planaltina, DF

<sup>10</sup> Epagri, Itajaí, SC

Dois critérios principais foram usados para a estratificação dos acessos: categoria e origem. O critério de categoria classifica os acessos como clones autóctones ou melhorados. Dentro do grupo de clones autóctones, os acessos foram classificados de acordo com as regiões ecogeográficas de origem, utilizando-se Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A seleção dos acessos para compor este estrato da CN procurou representar a variabilidade genética existente através das regiões ecogeográficas. Adicionalmente um grupo de clones de elite foi identificado, incorporando o conhecimento e a experiência dos curadores, e incluído na CN como um estrato separado. Esta CN pretende ser um ponto de partida eficiente e lógico para utilizar os recursos genéticos disponíveis na CBM.

## ABSTRACT

The size of germplasm collections has become an important limitation for their use in plant breeding programs. To overcome this limitation, the Core Collection concept has been proposed. A **Core Collection** consists of a set of accessions selected to represent the genetic diversity of the whole germplasm collection with minimum repetitiveness allowing rapid evaluation of germplasm, and better access to the germplasm collection. The brazilian germplasm collection of Cassava contains strategic genetic variation for the development of breeding programs worldwide. It consists of 2931 accessions conserved in 7 regional Active Germplasm Banks. To develop the Core Collection, a hierarchical stratification similar to that proposed by Cordeiro et al (1995) was used. Two key criteria were used for the stratification of the accessions: category and origin. According to category the accessions were classified as landraces or breeding materials. Within the landrace group, the accessions were classified according to ecogeographical origin, using a Geographic Information System (GIS). Selection of the accessions for this group was made in such a manner so as to represent the genetic variability present across ecogeographic regions. Additionally a group of elite landraces were identified, incorporating the knowledge and experience of the curators and was included in the Core Collection as a separate stratum.

This Core Collection will be a logical and efficient starting point for the utilization of the genetic resources available in the Germplasm Collection of Cassava.

## INTRODUÇÃO

Até recentemente, o principal objetivo dos programas de recursos genéticos tem sido o desenvolvimento de coleções de germoplasma. Estas coleções, além de contribuir para a conservação do material genético, são fontes de variabilidade genética que os melhoristas podem usar para obter cultivares mais produtivas e portadoras de atributos de qualidade específica. O grande esforço dedicado ao desenvolvimento destas coleções tem determinado um significativo aumento em seu tamanho, que não necessariamente tem sido acompanhado por um adequado conhecimento do que foi conservado (Frankel e Brown, 1984). Em termos gerais, sabe-se que caracterização e avaliação das coleções de germoplasma são fatores limitantes para sua utilização. Marshall (1989) e Mackay (1995) consideram, no entanto, que a utilização das coleções tem sido limitada fundamentalmente por deficiências na disponibilidade da informação já existente. De qualquer forma, independentemente da causa, as coleções prosseguem sendo mal conhecidas e pouco utilizadas.

Para melhorar o uso das coleções de germoplasma tem sido proposto o conceito de “Core Collection” ou “Coleção Nuclear”, aqui abreviada por CN, (Frankel e Brown, 1984) que é uma amostra representativa da coleção, na qual se inclui a variabilidade genética de um cultivo e espécies aparentadas,

com um mínimo de redundância. Os acessos que não são incluídos na CN passam a compor uma coleção de reserva, e podem ser usados em buscas mais intensivas de alelos raros. O objetivo fundamental é obter uma coleção de tamanho reduzido com representatividade genética para:

- a . definir prioridades na conservação e intercâmbio de germoplasma;
- b . priorizar os esforços de caracterização e avaliação;
- c . facilitar o acesso à coleção de germoplasma (CG) na busca de novos caracteres;
- d . incrementar o conhecimento da estrutura genética da CG.

Spagnoletti Zeuli & Qualset (1993) afirmam que esta estratégia permite desenvolver programas de pesquisa em consonância com os recursos disponíveis.

Uma CN pode tomar como base só uma coleção nacional ou internacional, ou pode representar um número maior de coleções de uma espécie. Podem ser citados alguns exemplos de Coleções Nucleares desenvolvidas de coleções de bancos nacionais até o presente: coleção de alfafa, USDA (Basigalup, 1991); coleção de trigo duro, USDA (Spagnoletti Zeuli & Qualset, 1993); coleção de amendoim, USDA (Holbrook et al., 1993); coleção de alfafa anual, USDA (Diwan

et al., 1994); coleção de cevada, Uruguai (Malosetti, 1996); coleção de cevada, Espanha (Igartua et al., 1998); coleção de milho, CNPMS-CENARGEN-Embrapa (Abadie et al., 1999); coleção de milho, INIA-FA Uruguai (Malosetti e Abadie, 1999), entre outras. Alguns exemplos de Coleções Nucleares desenvolvidas de coleções internacionais são: coleção de mandioca, CIAT (Hershey et al., 1992); coleção de milho raça Tuxpeño, CIMMYT (Crossa et al., 1993); coleção de feijão, CIAT (Tohme et al., 1995). Adicionalmente, encontra-se em andamento uma iniciativa internacional para elaborar uma CN de cevada, que irá conter aproximadamente 4% das 50.000 acessos não repetidos de cevada, mantidos em distintas coleções ao redor do mundo (Knupffer & Hintum, 1995).

A abordagem dos aspectos teóricos relacionados com o desenvolvimento de Coleções Nucleares já foi discutida com profundidade para o milho por Abadie et al. (1999). A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), por ser uma cultura de propagação vegetativa, apresenta algumas particularidades que devem ser destacadas. Brown (1989, 1995) discute que as considerações relativas à amostragem de espécies de reprodução sexual, baseadas na teoria amostral dos alelos neutros, não se aplicam às espécies de propagação vegetativa. Enquanto em espécies de reprodução sexual, a ênfase éposta sobre a conservação de genes individuais, em espécies de propagação vegetativa, procura-se conservar

combinações de genes (genótipos), normalmente com altos níveis de heterose. Não existe uma base teórica que fundamente a prática de reduzir o tamanho de uma coleção de genótipos (clones) sem uma perda equivalente de variabilidade genética; por outro lado o uso de clones como fonte de genes desejáveis em programas de cruzamento tem se revelado de pouco êxito na prática. Isto se deve à dificuldade de introduzir genes de interesse para produzir novos genótipos que apresentem uma aptidão geral desejável. Esta aptidão, na sua maior parte, é fruto de combinações específicas de genes para diferentes locos altamente heterozigóticos. A ênfase maior do uso de coleção clonal é para seleção de genótipos (uso direto).

Assim, Brown (1989, 1995) assegura que a retenção de genótipos valiosos na elaboração de uma CN para espécies clonais, requer mais ênfase para a expressão fenotípica dos caracteres nos ambientes relevantes da cultura, e relativamente menos ênfase para diferenças genéticas e de origem entre os clones, uma vez que estas diferenças são de difícil uso através do melhoramento.

Quanto à coleção brasileira de mandioca (CBM) seu grande tamanho e a falta de informação sistematizada sobre o desempenho dos clones em importantes áreas de cultivo, tornam difícil seguir a recomendação de Brown (1995). Por

outro lado, o fato de que, em algumas regiões, a reprodução sexual ocorre paralelamente à propagação vegetativa da cultura, a perspectiva, agora não mais remota, de usar outras técnicas de introdução de genes que não por meio de cruzamento (Masona et al., 1998; Arias-Garzon et al., 1998), as condições ecogeográficas altamente contrastantes onde a CBM foi coletada, a indicação de que algumas destas regiões contemplam áreas de alta diversidade da espécie (Gulick et al., 1983), apontam a necessidade de contemplar duas estratégias de seleção de acessos para a CN. Uma que priorize a informação existente e capitalize o efeito da interação genótipo ambiente (reprodução vegetativa), e outra que priorize a conservação de alelos ou combinações gênicas fortemente ligadas (novos genótipos). Para implementar a segunda estratégia, o critério ecogeográfico será adotado para estruturar a variabilidade genética da CMB.

A importância desse critério ecogeográfico para o entendimento da estrutura da variabilidade genética de clones de mandioca foi estudada por diversos autores. Cordeiro et al. (1995) usaram análises multivariadas de dados morfológicos e agronômicos para avaliar a classificação ecogeográfica de uma grande amostra de clones (389) de mandioca da coleção da EMBRAPA, representando uma ampla gama de regiões do Brasil. Foi observado que a classificação produzida a partir dos descritores usados correspondeu à estratificação

ecogeográfica proposta, e que a proximidade de alguns grupos de acessos gerados a partir desta classificação correspondeu à proximidade geográfica das regiões ecogeográficas de origem dos clones. Também, em um estudo com marcadores RAPD, em 126 clones representando uma ampla diversidade geográfica, Colombo (1997) observou que os acessos tendiam a se agruparem fundamentalmente respeitando as condições ecológicas (precipitação, temperatura e ecossistema) das seus locais de origem.

Cury (1998) avaliou a estrutura da variabilidade genética da mandioca, estudando uma amostra de etnovariedades. As etnovariedades de mandioca são propagadas vegetativamente para cultivo, mas como paralelamente ocorre reprodução sexuada, o agricultor dispõe de variabilidade para selecionar os melhores clones dentro de sua plantação. O autor classificou as amostras segundo “regiões de coleta” (rio Negro, 30; rio Solimões, 16; e litoral Sul de São Paulo, 9), plantios dentro de regiões e etnovariedades dentro de plantio, e estudou 27 descritores químicos (de folhas, caule e raiz) e cinco agronômicos. Para os dois tipos de descritores, a distribuição da variabilidade genética foi distinta. Enquanto, para os descritores químicos, o componente de variância associado a etnovariedades dentro de plantio representou, em média, 76% da variância genética total, para os descritores agronômicos, tal componente representou apenas 41%. No

caso dos descritores agronômicos predominou a participação da variância entre “regiões de coleta”, representando, em média, 49% da variância genética total. Mesmo que das “regiões de coleta” consideradas, duas estejam localizadas dentro da Amazônia, os caracteres agronômicos, que enfatizam sobretudo o uso do produto e, portanto, onde se presume que a seleção praticada pelo agricultor atue mais diretamente, apresentaram uma estrutura de variabilidade genética condizente com a existência de diferenciação entre “regiões de coleta”.

Gulick et al. (1983) identificaram três principais regiões de diversidade primária para a espécie *Manihot esculenta* na América Latina, das quais duas contemplam extensas regiões geográficas do Brasil. A primeira delas incluiu partes, do Nordeste, do Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil, bem como o Paraguai. Esta zona inclui uma das áreas de mais intensiva produção de mandioca do mundo. A segunda, cobre o Sul da Venezuela, Leste da Colômbia e parte do Norte do Brasil. Embora esta região seja escassamente povoada, a mandioca constitui um cultivo de grande importância nas áreas habitadas. Espera-se encontrar, dentro da CBM, variedades com amplas diferenças de padrões adaptativos, uma vez que essa contém acessos coletados em locais pertencentes às diferentes áreas acima referidas.

Através do SIG é possível definir, de forma mais precisa, regiões com condições ecogeográficas distintas, utilizando-se cartograficamente mapas ambientais diversos. Também através do SIG é possível cruzar as informações geográficas sobre os locais de origem com os mapas de regiões ecogeográficas e realizar, de forma sistemática e simples, os estudos ecogeográficos sobre os ambientes de origem dos acessos (Burle & Valls, 1997), obtendo uma classificação do germoplasma de acordo com o seu ambiente de origem (Burle et al., 1998).

A CBM contém variação genética estratégica para o desenvolvimento dos programas de melhoramento em nível nacional, regional e mundial, por apresentar ampla diversidade genética para a maioria dos caracteres morfológicos, agronômicos, fisiológicos e de resistência às principais pragas e doenças que afetam o cultivo. Atualmente, esta coleção consiste de 2.931 acessos conservados sob condições de campo em sete Bancos Ativos de Gérnoplasm (BAG), seis em nível regional e um para o estado de São Paulo, no Instituto Agronômico (IAC). Coleções *in vitro* são mantidas também no CENARGEN, CNPMF e EPAGRI.

Os objetivos desta pesquisa foram atualizar a classificação da CBM proposta por Cordeiro et al. (1995), incrementando os critérios de classificação em nível sub-

regional, e selecionar uma CN com a participação de curadores e melhoristas. Pretende-se que essa CN facilite a utilização da CBM nos programas de melhoramento e em outros trabalhos que demandem o uso de germoplasma de mandioca.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleção de Mandioca

A CBM está mantida em Bancos Ativos de Germoplasma, assim distribuídos: BAG Regional para a Amazônia Ocidental, em Manaus, AM (Embrapa); BAG Regional para a Amazônia Oriental, em Belém, PA (Embrapa); BAG Regional para o Nordeste e Tabuleiros Costeiros em Cruz das Almas, BA (Embrapa)\* ; BAG Regional para o Semi-Árido do Nordeste brasileiro em Petrolina, PE (Embrapa); BAG Regional para os Cerrados em Planaltina, DF (Embrapa); BAG Regional para o Subtrópico em Itajaí, SC na Epagri (Fukuda et al., 1996) ; Banco de Germoplasma de Mandioca do IAC em Campinas , SP.

Os Bancos Regionais de Germoplasma de Mandioca (BAGs Regionais) foram estabelecidos levando-se em consideração a necessidade de dispor de ambientes adequados à manutenção em campo de uma CG que contenha materiais coletados em regiões que cobrem uma ampla gama de variação ecogeográfica e também de contar com as facilidades institucionais necessárias para o manejo e

---

\* O BAG Regional de Germoplasma de Mandioca mantido em Cruz das Almas, BA, além de ser o BAG Regional para o Nordeste e Tabuleiros Costeiros, é, também, o Banco de Germoplasma principal por estar sediado na Unidade da EMBRAPA que tem missão de gerar, adaptar e transferir tecnologias para viabilizar o desenvolvimento sustentável dos agronegócios com mandioca e fruteiras tropicais.

segurança dos acessos mantidos nestes bancos (Fukuda et al., 1996, Fukuda et al., 1997). A estratégia de conservação com plantas no campo, em Bancos Regionais de Germoplasma localizados em diferentes biomas brasileiros, fundamenta-se nos resultados encontrados por Cordeiro et al. (1995), no inventário das coleções mantidas em diferentes instituições até 1994, na organização de dados de passaporte e na identificação de duplicações de acessos através de siglas e/ou códigos. Esta etapa significou um importante avanço, já que as coleções mantidas anteriormente apresentavam alta percentagem de duplicações (CostaMorales, 1994).

## **Desenho da coleção nuclear**

O desenho de uma CN é basicamente um exercício de amostragem que, no caso da mandioca, tenta assegurar a retenção das combinações gênicas presentes na coleção e de genótipos de reconhecido valor agronômico. Os aspectos a serem resolvidos neste caso foram: 1) universo de amostragem; 2) os critérios de classificação; 3) o tamanho da amostra e a estratégia de alocação entre classes; 4) a metodologia de seleção dos acessos dentro de cada classe.

### **1. Universo de amostragem**

No presente caso, propõe-se que a CN represente a diversidade genética da CBM, conservada nos diferentes BAGs do país. O inventário desta Coleção, utilizado neste

BAGs do país. O inventário desta Coleção, utilizado neste trabalho, está constituído pelas informações que foram disponibilizadas pelos curadores dos BAGs até julho de 1998. Como já foi definido por Cordeiro et al., (1995), foram considerados, numa primeira instância, apenas os clones da espécie *Manihot esculenta*.

## 2. Critérios de classificação

Dois níveis de classificação hierárquica foram utilizados. Em um primeiro nível, os acessos foram classificados como: “grupo a” - clones autóctones; e “grupo b” - clones procedentes de cruzamentos dos programas de melhoramento genético. Dentro do primeiro grupo, que constituiu a grande maioria da Coleção, aplicou-se um segundo nível de classificação, que foi o de região ecogeográfica de origem, ou seja, aquela região ecogeográfica da localidade onde o acesso era cultivado por ocasião da coleta.

Para este trabalho, foram apuradas as regiões ecogeográficas utilizadas por Cordeiro et al. (1995), na tentativa de melhor contemplar outras regiões ecogeográficas distintas das anteriormente reconhecidas e que possam estar determinando pressões de seleção capazes de causar descontinuidades na variabilidade genética da CBM. Considerou-se, na definição de uma região ecogeográfica, ou em sua subdivisão, para compor um estrato da CN, a

existência de informação sobre a relevância dos fatores ambientais envolvidos sobre a cultura e a representação desta região na CBM. Foram reconhecidas as regiões Subtropical, Campinas do Rio Negro, Mosaico de Vegetação, e a região da Caatinga foi subdividida em Caatinga hiperxerófila e hipoxerófila (Sertão). A região Subtropical foi estabelecida porque existem evidências de uma adaptação específica da cultura a condições climáticas de temperaturas mais amenas (Burle et al., 1998). A região de Campinas do Rio Negro foi estabelecida porque reflete condições ecogeográficas muito distintas do resto da Amazônia (Tabela 1).

Dentro de algumas regiões ecogeográficas, nas quais estava disponível informação sobre fatores ambientais relevantes para adaptação diferencial da cultura, estes fatores foram utilizados como critérios adicionais de estratificação, (Tabela 2). No caso do Cerrado os acessos foram classificados em áreas com solos com fertilidade muito baixa e com ampla variação de fertilidade (baixa, média e alta). Nas regiões Sul e Litoral Sul os acessos foram classificados, a partir dos dados de passaporte, de acordo com a altitude (<200m; 200-600m; >600m). As classes de aptidão para o cultivo da mandioca no estado de Santa Catarina foram estudadas por Thomé et al. (1997), baseado nos critérios de temperatura média e intensidade de geadas. Com base nesses resultados, adotou-se o critério de altitude, como indicativo dos critérios usados

por esse autor, para estabelecer a subdivisão das regiões ecogeográficas Sul e Litoral Sul .

No caso da Amazônia os acessos foram classificados, segundo o ecossistema de origem, em materiais cultivados no sistema de várzea e terra firme, quando os dados de passaporte assim o permitiam. Quando não, os acessos foram classificados em ambiente de origem desconhecida. Hiraoka (1992) & Padoch & DeJong (1992) estudaram o manejo de florestas secundárias por populações tradicionais nas várzeas amazônicas e verificaram a existência de um complexo sistema de utilização dos recursos naturais conforme o ciclo das águas dos rios, que inundam áreas ribeirinhas periodicamente . Diversas espécies são manejadas com grande sucesso nesses locais. A identificação de clones adaptados à várzea está associada à precocidade do material (Cardoso & Ferreira , 1999) . Além deste critério (várzea vs. terra firme), o critério de bacia de origem do acesso foi indicado como relevante pelos curadores e pelo trabalho de Cury (1998). No entanto, a utilização deste critério, na prática, mostrou-se inviável, tendo em vista a baixa, quando não ausente, representação de algumas combinações de ecossistemas e bacias (Tabela 3).

As regiões ecogeográficas foram implementadas combinando informações procedentes de diversos mapas, que

foram editados no SIG Arcinfo. O Mapa de Unidades de Conservação Federais do Brasil (IBGE, 1994), considerando-se os contornos dos grandes biomas ou formas de vegetação do Brasil, foi utilizado para a maior parte do país, com exceção da região Nordeste. Para esta última utilizou-se o Mapa do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (Silva et al., 1993), considerando-se as formas de vegetação predominantes. O Mapa Climático do estado de São Paulo (Camargo, 1993) e o Mapa do Zoneamento Agroclimático de Minas Gerais (Queiroz et al., 1980) foram utilizados para compor a região Subtropical, considerando-se as regiões com temperatura média anual menor ou igual a 19°C. Para a classificação dos acessos do Cerrado utilizou-se o Mapa do Delineamento Macroagroecológico do Brasil (Embrapa, 1992/93).

A partir das regiões ecogeográficas anteriormente definidas, gerou-se um mapa (Figura 1), utilizando-se os programas SIG Arcinfo e Arcview. Os acessos foram classificados nos diversos estratos, cruzando-se, no SIG Arcinfo, os dados geográficos dos pontos de coleta dos acessos com o mapa de regiões ecogeográficas. Outras informação de passaporte dos acessos foram usadas para sua classificação nas subdivisões dentro de regiões ecogeográficas.

### 3. Tamanho e alocação da amostra de acessos

Para abordar os aspectos de tamanho de amostra e sua estratégia de alocação entre estratos dos clones autóctones (grupo a) da CBM, adotou-se uma abordagem probabilística (Ferreira e Cordeiro, 1994), a partir dos dados apresentados na Tabela 2. Esta abordagem adota dois modelos de distribuição para as combinações gênicas. O primeiro modelo assume que as cópias destas combinações gênicas estão amplamente dispersas através de todos os estratos, e que a probabilidade de que um estrato contenha uma destas cópias é proporcional ao seu tamanho. Nesta categoria estão as combinações gênicas que não conferem vantagem adaptativa aos genótipos e que se supõe também serem independentemente distribuídas entre si. O segundo modelo assume que uma dada combinação gênica de interesse está concentrada em acessos de um só estrato da coleção (probabilidade de ocorrência é 1 neste estrato e 0 nos demais), independentemente do tamanho do estrato. É oportuno lembrar que esta probabilidade 1 não quer dizer que todos os acessos daquele estrato sejam portadores de dada combinação gênica, apenas significa que as cópias desta combinação gênica estariam aleatoriamente distribuídas entre os acessos do referido estrato. Nesta categoria, estão as combinações gênicas responsáveis pela adaptação específica a cada um dos distintos estratos. A estratificação será tanto melhor quanto mais for capaz de definir ambientes

em que se concentrem tais tipos de combinações gênicas, específicas de cada estrato. Estabeleceu-se como objetivo desta amostragem resgatar pelo menos uma cópia de combinações gênicas de interesse, presentes em pelo menos 20 acessos, aproximadamente 1% dos acessos deste grupo, exigindo-se uma confiança de 95% na recuperação dessas combinações gênicas, estejam elas amplamente dispersas ou concentradas em um dado estrato. As estratégias de alocação da amostra nos diversos estratos avaliados são: proporcional ao logaritmo do tamanho do estrato, proporcional ao tamanho do estrato, constante em todos os estratos e amostra aleatória simples.

Esta modelagem é uma simplificação de uma realidade certamente muito mais complexa, que é a organização da variabilidade genética da coleção, ela servirá apenas como uma referência para delinear a estratégia de amostragem. Não é levado em conta que estes estratos possam ter diferentes níveis de variabilidade genética, a modelagem incorpora apenas o conhecimento de que existe um efeito de região ecogeográfica (estrato) na composição desta variabilidade.

O tamanho da amostra do grupo de clones melhorados não foi inicialmente estabelecido. A representação deste grupo foi limitada exclusivamente pela necessidade de manter uma

CN com não mais que 500 acessos, que é um tamanho considerado, pelos curadores, como adequado para manter as características de operacionalidade de manejo e segurança.

#### 4. Seleção dos acessos

A seleção dos clones autóctones foi realizada em duas etapas. Numa primeira etapa os curadores dos BAGs realizaram uma seleção extrageográfica de clones autóctones de reconhecido valor estratégico. Buscou-se representar neste grupo clones autóctones com valor de uso atual para a cultura. Em uma segunda etapa praticou-se a amostragem delineada segundo os percentuais e estratégia de alocação nos estratos definidos no item 3. Os acessos integrantes do primeiro grupo de clones selecionados não foram incluídos no percentual recomendado para a composição do grupo selecionado na segunda.

A seleção dos acessos do grupo de materiais melhorados para a CN foi feita junto com os curadores de cada Banco de Germoplasma (BAG). Uma vez concluída esta etapa, eliminaram-se as duplicações dentro deste grupo que surgiram pela seleção dos mesmos clones por mais de um BAG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A CN de Mandioca tem sua composição geral apresentada na Tabela 4. Ela contém, ao todo, 486 acessos, aproximadamente 17% da CBM, sendo 394 deles selecionados dentre os clones autóctones que visam representar a grande amplitude de condições ecogeográficas, independente de qualquer informação sobre o desempenho do clone. Estes clones constituem o material preferencial para estudos básicos sobre a espécie.

A seleção dos clones autóctones baseou-se nos resultados obtidos utilizando o modelo descrito no item 3. Eles indicam que amostras de 15% dos acessos, retiradas ao acaso e sem reposição do grupo de clones autóctones, asseguram uma confiança maior que 95%, na recuperação de ao menos uma cópia de combinações gênicas com padrão de distribuição amplamente disperso e presente em pelo menos 20 acessos. Mais de 90% das possíveis amostras tomadas desse grupo recuperaram de 1 a 6 cópias de uma dada combinação gênica. Estes resultados são iguais em todas as estratégias de amostragem consideradas. Para o padrão de combinações gênicas concentradas, a alocação estratificada proporcional ao número de acessos de cada estrato mostrou-se superior às outras (constante, logarítmica), pois recupera melhor as combinações gênicas concentradas em estratos

maiores. A taxa de amostragem de 15% também garante uma confiança maior que 95% na recuperação das combinações gênicas concentradas em um dado estrato e presentes em pelo menos 20 acessos de seu respectivo estrato, isto é, daquelas que conferem adaptação específica a essa região ecogeográfica. No estrato Litoral Sul (altitude inferior a 200), onde a recuperação é mais difícil, esta taxa de amostragem retém de 1-6 (alocação proporcional), 0-4 (alocação logarítmica) e 0-3 (alocação constante) cópias de uma dada combinação gênica em mais de 90% das possíveis amostras.

O uso do critério ecogeográfico para classificação dos clones autóctones de mandioca parece ser razoavelmente robusto. Tem sido referido na literatura (Cordeiro et al., 1995; Colombo, 1997; Cury, 1998) e também foi sustentado pela experiência dos curadores e melhoristas, que indicaram a existência de fatores ambientais específicos, que têm importantes efeitos sobre a cultura. Portanto, ao se selecionar acessos dentro de cada estrato, estão sendo ampliadas as chances de maximizar a variabilidade genética retida na CN, uma vez que tal estratificação deve ter concentrado combinações gênicas adaptativas às condições ambientais de cada estrato. Desta forma, procura-se assegurar a captura de genes adaptados aos diferentes ambientes ecológicos onde ocorre a cultura (Brown, 1995).

Há que se fazer, no entanto, algumas considerações sobre o uso do critério ecogeográfico para estruturar os clones autóctones da CN. Origem de um clone, no contexto deste trabalho, refere-se ao local onde ele foi coletado em condições de cultivo. Sabe-se que intensas correntes migratórias têm se estabelecido no Brasil, podendo elas terem favorecido também o deslocamento recente deste germoplasma. Tavares et al. (1972) descrevem cinco importantes correntes migratórias interrurais recentes e enfatizam a importância do Nordeste como principal centro de dispersão destas correntes, inclusive para a Amazônia. Assim, é possível que alguns materiais coletados em uma dada região tenham se formado em plantios de outras regiões. Agregue-se a este fato a reconhecida plasticidade fenotípica da mandioca. Dentro deste contexto, o que fortalece o uso do critério ecogeográfico é o fato de que, em cada região, o agricultor procura manter os clones que atendem às suas necessidades de uso e sejam bem adaptados. Então, na verdade, para a maioria dos acessos, pode-se supor que o local de coleta (origem) é um lugar ao qual aquele germoplasma conseguiu se adaptar e atingir um bom desempenho.

A complexidade do cultivo da mandioca na região amazônica, de longe, excede a simplificação da estratificação proposta e principalmente a representação desta região na CBM. A necessidade de representar os cultivos em áreas de

agricultura autóctone ou tradicional onde ocorre um ativo processo de melhoramento genético, a representação das bacias com seus ecossistemas, bem como dos materiais em cultivo pelos povos indígenas (Kerr & Clement, 1980) são algumas das questões, dentre outras, que sugerem a necessidade de um tratamento próprio para esta região.

Os clones de reconhecido valor estratégico atual estão representados por 68 acessos. Estes representam o que já se conhece da coleção, do ponto de vista de acessos resistentes a doenças e pragas, tolerância a fatores de estresse, desempenho agronômico, qualidade para o uso industrial e culinário, entre outras características, e que é de valor para as atuais demandas do produto. Estes materiais, juntamente com os 24 da classe dos materiais oriundos de melhoramento genético, constituem a parte da CN que é mais voltada para o uso direto.

O grupo de clones autóctones<sup>\*</sup> de reconhecido valor estratégico foi selecionado pelos curadores, considerando a adaptabilidade dos clones, medida fundamentalmente em produtividade, qualidade para uso industrial, consumo direto e resistência a doenças e pragas. As doenças consideradas na seleção de acesos tiveram uma marcada regionalidade, indicando a sua incidência diferencial dentro do Brasil. No BAG do Subtrópicos e no IAC, os curadores deram grande

importância à resistência à bacteriose, enquanto que, nos BAGs da Amazônia, considerou-se especialmente a podridão de raiz. Dentro da região amazônica, os curadores também indicaram clones portadores de adaptabilidade específica aos distintos ecossistemas (várzea e terra firme) que é associada com o caráter de precocidade.

A incorporação, dentro da CN, de clones de reconhecido valor estratégico, foi realizada para enriquecer a seleção feita pelo critério puramente ecogeográfico. Este estrato representa combinações de genes muito bem sucedidas já que foram selecionadas por sua adaptabilidade atual às diferentes condições ecológicas da cultura. Este grupo dentro de CN satisfaz a necessidade, postulada por Brown (1995), de integrar o máximo de informação possível na seleção de acessos para espécies de propagação vegetativa.

O objetivo de incorporar os clones melhorados dentro da CN não é simplesmente representar sua variabilidade genética, já que se reconhece que, como acontece em outras espécies, a base genética deste tipo de materiais é possivelmente muito reduzida. A importância destes materiais é que eles contêm uma alta concentração de combinações gênicas favoráveis. Este grupo, juntamente com os clones de reconhecido valor estratégico, constituem um conjunto de grande utilidade para os melhoristas, e são os primeiros

candidatos a proporcionar rápidas respostas dentro dos seus programas.

O critério de uso da cultura (consumo direto vs. indústria) foi mencionado como relevante em todas as regiões. No entanto, esta informação não estava disponível para a grande maioria dos acessos da CBM e este critério não pode ser usado para a classificação. Mandioca (indústria) e aipim, macaxeira, ou mandioca de mesa (consumo direto), mesmo sendo da mesma espécie, são quase duas culturas diferentes, que podem ter base genética também diferente (Colombo et al., 1998). Em algumas regiões, a diferença entre os dois grupos também está relacionada com as práticas culturais utilizadas. Enquanto a mandioca é uma cultura de tipo extensivo, mais relacionada com a agricultura tradicional, o aipim, macaxeira ou mandioca de mesa, é uma cultura mais intensiva, plantada em ambientes controlados, e assim mais relacionada com a horticultura. Recentemente, a diferença entre estes dois tipos de mandioca tem sido associada com as diferenças no conteúdo de HCN, mas, na realidade, a diferença é mais ampla e pode ser explicada por um complexo de caracteres que incluem qualidades organolépticas e culinárias. É observação de alguns melhoristas que cruzamentos para obter mandiocas de consumo direto, mesmo entre mandiocas deste tipo, raras vezes, recuperam o mesmo padrão de uso, indicando que esse tem uma base genética

complexa, e possivelmente seja conseqüência de combinações gênicas altamente heteróticas.

## CONCLUSÕES

A Coleção Nuclear deverá ser submetida a um procedimento que permita o reconhecimento e eliminação de duplicações. A avaliação das duplicações na Coleção Brasileira de Mandioca poderá ser direcionada a partir do que se constatar na CN. Por ser uma espécie cujo principal tipo de propagação é clonal e, sobretudo, devido às correntes migratórias entre regiões distintas, é possível que o nível de duplicação não seja desprezível.

A CN de Mandioca pretende disponibilizar a seus potenciais usuários uma representação da variabilidade genética atualmente disponível na CBM. Ela deve ajudar os curadores a estabelecer prioridades para a conservação a campo ou “in vitro” de acessos da CBM, assim como definir as prioridades de futuras coletas. Ela deverá ser a base para trabalhos de melhoramento já que contém acessos de adaptação específica aos diversos ecossistemas do país, assim como clones de alta adaptação às condições atuais da cultura. A CN será também um ponto de partida lógico para trabalhos básicos sobre a variabilidade da cultura nas diversas regiões. Em geral, os estudos feitos utilizando a CN permitirão modificar a constituição da própria CN, para se adaptar a estes

conhecimentos que se irão agregando em torno da atual CN. Assim, o processo de manutenção desta CN deverá ser dinâmico, no aspecto de que reformulações em sua estrutura e composição podem ser alimentadas a partir dos resultados obtidos em estudos efetuados com a coleção ora selecionada.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. José Francisco Montenegro Valls pela criteriosa revisão do manuscrito deste trabalho. Ao Sérgio Eustáquio de Noronha pelo trabalho de confecção dos mapas.

## ANEXOS

**Tabela 1** - Regiões ecogeográficas brasileiras para a estratificação dos clones autóctones de mandioca.

Regiões ecogeográficas	Descrição
Agreste	Região que ocorre no Nordeste, entre a caatinga (hipo e hiperxerófilas) e o litoral e tem maior umidade que a caatinga (4-5 meses sem chuvas). É um tipo de caatinga hipoxerófila (Nimer, 1989). O contorno desta região foi obtido do mapa de Silva et al. (1993), considerando-se as unidades geoambientais localizadas em transição entre a região mais árida (caatinga hiperxerófila) e o litoral, nas quais predominavam as formas de vegetação de caatinga hipoxerófila, floresta caducifólia e floresta subcaducifólia. Considerou-se que o agreste se estende em uma faixa estreita do Rio Grande do Norte até o norte da Bahia (município de Sátrio Dias).
Amazônia	O contorno da região foi obtido do mapa do IBGE (1994), com exceção do estado do Maranhão, para o qual utilizou-se o mapa de Silva et al. (1993). Áreas de floresta (de terra firme) altas situadas em terrenos altos sem nenhuma influência direta dos rios (Rizzini et al., 1988). Planícies inundáveis ao longo de rios, áreas sujeitas a inundação durante a estação chuvosa (Rizzini et al., 1988).
Campinas do Rio Negro (Caatingas e campinaranas)	Áreas de vegetação de floresta, sobre solos arenosos, sem nenhuma conexão perceptível com outras comunidades florestais amazônicas (Rizzini et al., 1988). O contorno desta região corresponde à campinarana no mapa do IBGE (1994).

*Continua...*

Regiões ecogeográficas	Descrição
Cerrado	Vegetação semelhante à savana. Este tipo de vegetação inclui áreas de diferentes fisionomias: florestas densas denominadas cerradão a campo limpo (Rizzini, 1979). O contorno desta região foi obtido da Embrapa Cerrados.
Caatinga hiperxerófila	Vegetação que ocorre na região semi-árida do Nordeste, com um período de 7 a 11 meses sem chuvas (Nimer, 1989). O contorno desta região foi obtido do mapa do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (Silva et al., 1993), considerando-se as unidades geoambientais onde predominava esta forma de vegetação.
Caatinga hipoxerófila (sertão)	Região do semi-árido com 5 a 6 meses sem chuvas (Nimer, 1989). O contorno desta região foi obtido baseado no mapa de Silva et al. (1993), considerando-se as unidades geoambientais nas quais predominavam principalmente as formas de vegetação de caatinga hipoxerófila, mas também algumas unidades com predominância de floresta caducifólia, caatinga altimontana e, em menores trechos, a floresta subperenifólia no Piauí. Esta região foi definida como a área que circunda a caatinga hiperxerófila estendendo-se, no estado da Bahia, mais ao sul do que a região agreste, dirigindo-se para oeste e estendendo-se pelos estados do Piauí e Ceará.

Continua...

Regiões ecogeográficas	Descrição
Litoral Norte	Formas diferentes de vegetação situadas próximas ao litoral, desde o sul da Bahia até o Amapá. Inclui as florestas perenifólias da Bahia, algumas florestas semi-perenifólias e semidecíduas do litoral, restingas e manguezais (Rizzini et al., 1988). Para os estados do Nordeste, o contorno desta região ecogeográfica foi obtido do mapa de Silva et al. (1993), considerando-se as unidades geoambientais nas quais predominavam esta formas de vegetação. Para os estados do Pará e Amapá, considerou-se os contornos da classe “vegetação costeira” do mapa do IBGE (1994).
Litoral Sul	Floresta perenifólia localizada ao longo da costa, dos estados do Espírito Santo até Santa Catarina, além de restingas, manguezais e formações de vegetações costeiras localizadas no estado do Rio Grande do Sul (Rizzini et al., 1988). O contorno desta região foi obtido do mapa do IBGE (1994), considerando-se os biomas de Mata Atlântica e vegetação costeira, subtraindo-se a região ecogeográfica “Subtropical”.
Mosaico de Vegetação	Esta é uma região ecológica localizada principalmente no estado do Maranhão e em parte do Piauí, que inclui florestas semidecíduas (incluindo babaçuais), campos e trechos de cerrado (Rizzini et al, 1988). O contorno desta região foi obtido do mapa de Silva et. al. (1993), considerando-se as unidades geoambientais com predominância destas forma de vegetação.

Continua...

Regiões ecogeográficas	Descrição
Subtropical	Esta região inclui áreas dos estados de São Paulo e Minas Gerais que apresentam temperaturas médias anuais menores ou iguais a 19°C. Esta temperatura é o limite térmico abaixo do qual existem restrições ao cultivo da mandioca.
Sul	Floresta subtropical semidecídua; floresta subtropical semidecídua com Araucária; campos (Rizzini, 1979). O contorno desta região foi obtido do mapa do IBGE (1994), considerando-se as classes de biomas de campos (localizados no Rio Grande do Sul e Santa Catarina); campos da Campanha Gaúcha; parte da floresta estacional que está localizada em Santa Catarina e Rio Grande do Sul; mata dos pinheiros.

**Tabela 2 – Composição da Coleção Brasileira de Mandioca, (CBM).**

Classificação dos acessos	Subgrupo	Acessos	
		Nº	%
Material melhorado		314	10,7
Clones autóctones		2.617	89,3
Agreste		122	4,2
Amazônia	ambiente desconhecido	285	9,7
	terra firme	135	4,6
	várzea	91	3,1
Campinas do Rio Negro		87	3,0
Cerrado	ampla variação de fertilidade	54	1,8
	baixa fertilidade	230	7,8
Caatinga hiperxerófila		191	6,5
Caatinga hipoxerófila		282	9,6
Mosaico de vegetação		29	1,0
Litoral Norte		263	9,0
Litoral Sul	altitude <200 m	291	9,9
	altitude 200-600 m	49	1,7
	altitude >600 m	50	1,7
Sul	altitude 200-600 m	56	1,9
	altitude >600 m	47	1,6
Subtropical		25	0,9
		2.931	

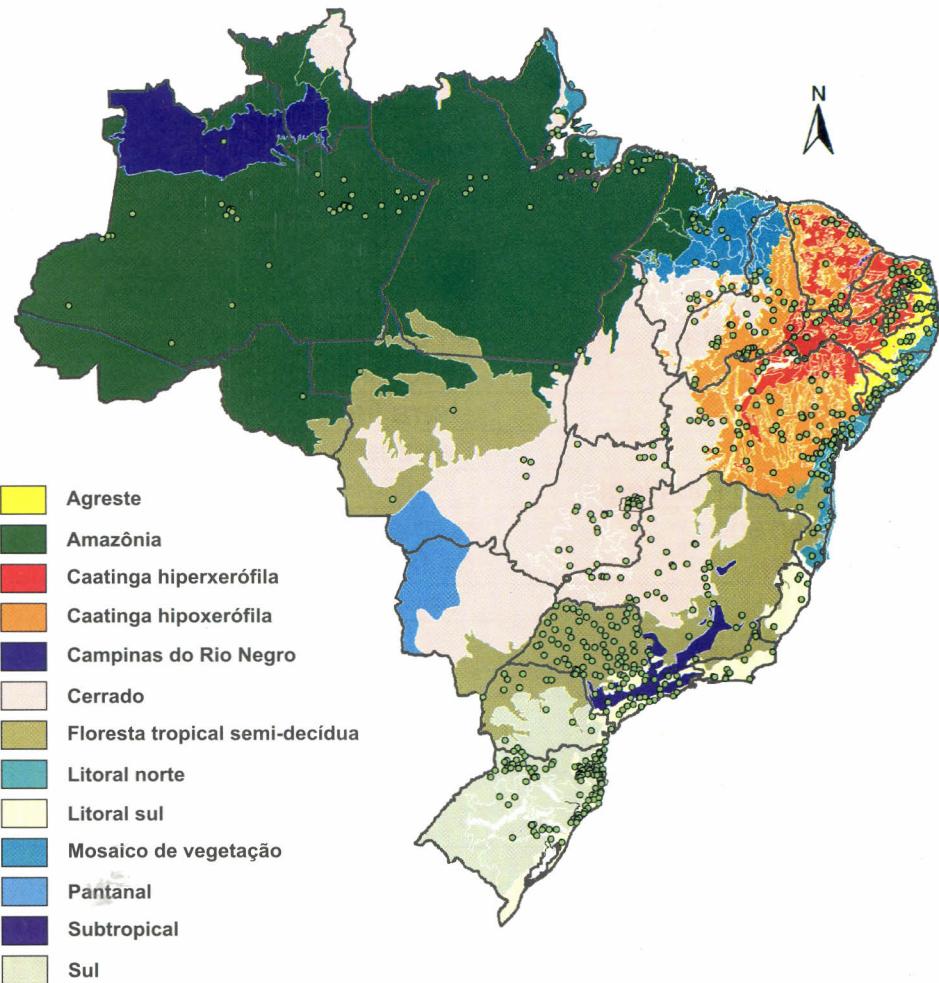
**Tabela 3 –** Número de acessos da região amazônica na Coleção Brasileira de Mandioca , segundo ecossistema e bacia hidrográfica.

Ecos-sistema	Bacia hidrográfica				
	Desconhe-cida	Amazo-nas	Negro	Soli-mões	Purus
Desconhe-cido	205	53	16	5	6
Terra firme	-	11	38	85	1
Várzea	5	-	44	42	-

**Total:** 511

**Tabela 4** – Composição da Coleção Nuclear de Mandioca do Brasil (CN).

Classificação dos acessos	Subgrupo	Nº de acessos
Material melhorado		24
Clones autóctones		394
clones de elite		68
Agreste		18
Amazônia	ambiente desconhecido	44
	terra firme	18
	várzea	15
Campinas do Rio Negro		13
Cerrado	ampla variação de fertilidade	8
	baixa fertilidade	34
Caatinga hiperxerófila		29
Caatinga hipoxerófila		42
Mosaico de vegetação		5
Litoral Norte		40
Litoral Sul	altitude<200 m	43
	altitude 200-600 m	8
	altitude>600 m	8
Sul	altitude 200-600 m	8
	altitude>600 m	8
Subtropical		4
<b>total</b>		<b>486</b>



**Fig.1-** Mapa das regiões ecogeográficas usadas para a classificação dos clones autóctones de mandioca e seus respectivos locais de coleta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABADIE, T., MAGALHÃES J.R., CORDEIRO C., PARENTONI S., DE ANDRADE R. A Coleção Nuclear de germoplasma de milho para o Brasil. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, no (EMBRAPA-CENARGEN, Boletim de Pesquisa, 8), Prelo.
- ARIAS-GARZON, D.I.; SAYRE, R.T. Genetic engineering approaches to reducing the cyanide toxicity in cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). In: CARVALHO, L. J. C. B.; THRO, A. M. ; VILARINHOS, A. D. **Cassava biotechnology**: proceedings: IV International Scientific Meeting. Cassava Biotechnology Brasília: EMBRAPA /CENARGEN/CBN, 2000. p.213-221.
- BASIGALUP, D.H. Devolpment of a Core Collection for Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Saint Paul, EEUU: University of Minnesota, 1991, 75 p. Tese de doutorado.
- BROWN, A.H.D. The case for core collections. In: BROWN A.H.D., FRANKEL O.H., WILLIAMS J.R.T. (eds) **The use of plant genetic resources**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1989 p. 136-156.
- BURLE, M. L.; VALLS , J. F. M. Ecogeografia de espécies silvestres de *Arachis* no Brasil: análise através de mapas ambientais em SIG. In: VEIGA, R.F.A., BOVI, M.L.A., BETTI, J.A. & VOLTAN, R.B.Q. (eds.), **Programas e Resumos** do I Simpósio Latino-americano de Recursos Genéticos Vegetais. Sessão de pôster, p. 35-36. Campinas: IAC, EMBRAPA/CENARGEN, 1997.
- BURLE M.L.; VALLE T.L.; REIS R.B.; LORENZI J.O; NORONHA S.E.; PALHARES L. Adaptação climática de variedades nativas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no estado de São Paulo através de Sistemas de informação Geográfica (SIG). In: Congresso e Feira para Usuários de

Geoprocessamento da América Latina, 4, Curitiba, PR,  
GISBRASIL 98, Sagres Editora/Fator GIS, 6p. /Impresso  
do CD-Rom/

CAMARGO, A. P. de. Estado de São Paulo, classes climáticas,  
segundo sistema de A. Paes de Camargo-1991. S.I., 1993.  
1 mapa color. 25,5cmx38,3cm. Escala 1:2.500.000.

CARDOSO, E.R.; FERREIRA, W.A. Potencial das várzeas do  
médio Amazonas paraense para produções de mandioca.  
Belém: EMBRAPA/CPATU, Boletim de Pesquisa, no prelo.

COLOMBO, C. Étude de la diversité génétique de maniocs  
américains (*Manihot esculenta* Crantz) par les marqueurs  
moléculaires (RAPD et AFLP), Montpellier, France: Ecole  
Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 1997,  
161p. Tese de doutorado.

COLOMBO, C., SECOND, G.; VALLE, T.L.; CHARRIER, A.  
Genetic diversity characterization of cassava cultivars  
(*Manihot esculenta* Crantz). I) RAPD markers. **Genetics**  
**and Molecular Biology**, v.21, p. 105-113, 1998.

CORDEIRO, C.M.T; MORALES, E.A.V. ; FERREIRA, P.;  
ROCHA, D.M.S.; COSTA, I.R.S.; VALOIS, A.C.C.; SILVA,  
S. Towards a Brazilian core collection of cassava. In:  
HODGKIN, T.; BROWN, A.H.D.; VAN HINTUM, TH.J.L.;  
MORALES, E.A.V. (eds.) Core Collections of plant genetic  
resources Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1995.  
pp.155-167.

COSTA, I.R.S.; MORALES E.A.V. Cassava Genetic Resources  
in South America. In: CIAT, IITA, IBPGR. International  
network for cassava genetic resources: report of the first  
meeting held at CIAT, Cali, Colombia, 18-23 August 1992.  
Rome, Italy: IPGRI, 1994. International Crop Network  
Series 10.

CROSSA, J.; HERNÁNDEZ, C. M. ; BRETTING, P.; EBERHART, S. A.; TABA, S. 1993 Statistical genetic considerations for maintaining germplasm collections. **Theoretical Appleid Genetics**, v.86, p. 673-678, 1993.

CURY, R. Distribuição da diversidade genética e correlações de caracteres em etnovariedades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) provenientes da agricultura tradicional do Brasil. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), 1998, 164p. Tese de Doutorado.

DIWAN, N.; BAUCHAN, G.R.; MCINTOSH, M.S. A Core Collection for the United States Annual *Medicago* Germplasm Collection. **Crop Science** v.34, p. 279-285, 1994.

EMBRAPA: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). Delineamento macroagroecológico do Brasil. [s.l.], 1992/93. 1 mapa color. 85,5x113cm. Escala 1:5.000.000.

FERREIRA, P.; CORDEIRO, C.M.T. Comparing sampling methods for the construction of core collections. IN SALAZAR, R. (ed). Proc. 1993 Scientific Week. Turrialba, Costa Rica:CATIE.

FRANKEL, O.H.; BROWN, A.H.D. 1984. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: HOLDEN J.H.W.; WILLIAMS J.T. (eds). *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. London, UK : George Allen and Unwin, 1984, pp. 249-257.

FUKUDA, W.M.G.; COSTA, I.R.S.; VILARINHOS, A.D.; OLIVEIRA, R.P. **Banco de Germoplasma de Mandioca: Manejo, Conservação e Caracterização**. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPBMF, 1996., 103p. (EMBRAPA/CNPBMF, Documentos n. 68).

FUKUDA, W.M.G.; FIALHO, J.; CAVALCANTI, J.; CARDOSO, E.M.R.; BARRETO, J.F.; MARSHALEK, R.; COSTA, I.R.S. Germoplasma de Mandioca (*Manihot esculenta*) no Brasil. In: VEIGA, R.F.A.; BOVI, M.L.A.; BETTI, J.A.; VOLTAN, R.B.Q. (eds.) Programas e Resumos do I Simpósio Latino-americano de Recursos Genéticos Vegetais. Sessão de pôster , p. 88. Campinas, Brasil: IAC, EMBRAPA / CENARGEN, 1997.

GULICK , P. ; HERSEY , C. ; ESQUINAS ALCAZAR , J. **Genetic Resources of Cassava and Wild Relatives.** Rome, Italy: International Board for Plant Genetic Resources, 1983.

HERSEY, C.; IGLESIAS, C.; IWANAGA, M.; TOHME, J. Definition of a Core Collection for Cassava. Report of the first Meeting of the International Network of Cassava Genetic Resources, CIAT, Cali, Colombia, 18-23 August 1992Rome, Italy: IPGRI, 1994, p. 145-156. . International Crop Network Series No10.

HIRAOKA, M. Caboclo and ribereño management in Amazonas: a review. In: REDFORD, K.H.; PADOCH, C. (eds) **Conservation of neotropical forest:** working from traditional resources use, New York: Columbia University, 1992. p.134-157.

HOLBROOK, C.C.; ANDERSON, W. F.; PITTMAN, R. N. 1993 Selection of a Core Collection from the U.S. Germplasm Collection of Peanut. **Crop Science**, v.33, p. 859-861, 1993.

IBGE. Mapa de Unidades de Conservação Federais do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. mapa color. 90cmx107cm. Escala 1:5.000.000.

IGARTUA, E.; GRACIA, M.P.; LASA J.M. ; MEDINA, B; MOLINA-CANO, J.L.; MONTOYA, J.L.; ROMAGOSA, I. The Spanish barley core collection. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.45(5), p. 475-481, 1998.

KERR , W.E.; CLEMENT, C.R. Práticas agrícolas de consequências genéticas que possibilitaram aos índios da Amazônia uma melhor adaptação às condições ecológicas da região. **Acta Amazônica**, v.10(2), p. 251-261, 1980.

KNUPFFER, H.; VAN HINTUM, TH.J.L. The Barley Core Collection: an international effort. In: HODGKIN, T.; BROWN, A.H.D.; VAN HINTUM, TH.J.L.; MORALES, E.A.V. (eds.) **Core Collections of plant genetic resources** pp.171-178. Chichester: John Wiley and Sons, 1995.

MACKAY, M.C. One core collection or many? In: HODGKIN, T.; BROWN, A.H.D.; VAN HINTUM, TH.J.L.; MORALES, E.A.V. (eds.) **Core Collections of plant genetic resources** Chichester: John Wiley and Sons, 1995. pp.199-210.

MALOSETTI , M. Elaboración de una Colección Núcleo de Germoplasma de Cebada Cervecería. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía, Universidad de la República. 1996. 36p. Tese de graduação Ing. Agr.

MALOSETTI, M; ABADIE, T. Clasificación del Germoplasma de Maíz de Uruguay para establecer una colección núcleo. **Agrociencia** v. 2, p. 103-111. 1999.

MASONA, V.M.; TAYLOR, N.J.; BEACHY, R.N.; FAUQUET, C.M. Tranferring a cassava genetic transformation capability to the african environment: progress and realities. In: CARVALHO, L. J. C. B.; THRO, A. M. ; VILARINHOS, A. D. **Cassava biotechnology: proceedings: IV International Scientific Meeting. Cassava Biotechnology Network, November 03-07, 1998. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN/CBN**, 2000. p.228-235.

MARSHALL, D.R. Limitations to the use of germplasm collections In: BROWN, A.H.D.; MARSHALL, D.R.; FRANKEL, O.H.; WILLIAMS, J.T.(eds.) *The use of plant genetic resources* pp. 105-120. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1989.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989.

PADOCH, C.; DEJONG, W. Diversity, variation and change in Ribeirão agriculture. In: REDFORD, K.H.; PADOCH, C. (eds) *Conservation of neotropical forest: working from traditional resources use*, p. 158-174. New York: Columbia University, 1992.

QUEIROZ, R. ; SOUZA, A. G. DE; SANTANA, D.P.; ANTUNES, F.Z.; FONTES, M. *Zoneamento agroclimático de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Agricultura, 1980.

RIZZINI, C.T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos*. São Paulo: HUCITEC, EDUSP, 1979.

RIZZINI, C.T.; COIMBRA FILHO, A.F.; HOUAISS, A. (eds.). *Ecossistemas brasileiros. Brazilian ecosystems*. Rio de Janeiro: Enge-Rio/Index, 1988. 200p.

SILVA, F.B.R.; RICHÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C.; BRITO, L.T.L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J.C.; LEITE, A. P. *Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrossocioeconômico*. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA/CNPS, 1993. 2 v., (EMBRAPA-CPATSA/CNPS Documentos, 80).

SPAGNOLETTI ZEULI, P.L.; QUALSET, C. O. Evaluation of five strategies for obtaining a core subset from a large genetic resource of durum wheat. **Theor. Appl. Genet.** v.87, p. 295-304, 1993.

TAVARES, V. P.; CONSIDERA, C. M.; CASTRO E SILVA,M. T. L.L. Colonização dirigida no Brasil: suas possibilidades na região amazônica. Rio de Janeiro, Brasil: Instituto de Planejamento Econômico e Social / Instituto de Pesquisas n. 8, 1972.

TOHME, J.; JONES, P.; BEEBE, S. ; IWANAGA, M. The combined use of agroecological and characterisation data to establish the CIAT *Phaseolus vulgaris* core collection. In: HODGKIN, T.; BROWN, A.H.D.; VAN HINTUM, TH.J.L.; MORALES, E.A.V. (eds.) Core Collections of plant genetic resources pp.95-108. Chichester: John Wiley and Sons, 1995.

ZAMPIERI, S. L. & THOMÉ, V. M. R. Zoneamento agroecológico da cultura da mandioca otimizando a instalação de feccularia na região do Planalto Norte do Estado de Santa Catarina. 12 p. Epagri, julho de 1997. (não publicado).