CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) COM RELAÇÃO A PRODUÇÃO E ESTABILIDADE

RAIMUNDA HELIANA MAGALHÃES PEREIRA BARRIGA

Engenheiro Agrônomo
CPATU/EMBRAPA

Orientador: DR. ROLAND VENCovsky

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "LUÍZ DE QUEIROZ", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo — Brasil
Julho, 1980

BIOGRAFIA DO AUTOR

RAIMUNDA HELIANA MAGALHÃES PEREIRA BARRIGA, filha de Walder de Melo Pereira e Nadir Silva de Magalhães Pereira, nasceu a 9 de agosto de 1950, na cidade de Castanhal-Pará. Concluiu seu curso de Engenharia Agrônômica em 1972, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, sendo imediatamente contratada pelo então Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), em Belém-Pará, atual Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU/ EMBRAPA). Desenvolveu atividades profissionais nas áreas de Fitotecnia, Fitopatologia e Fitomelhoramento com a cultura de Pimenta-do-Reino, Fitopatologia de Seringueira e Fruticultura. No ano de 1976 ingressou no curso de pós-graduação de Genética e Melhoramento de Plantas da ESALQ, sendo lotada a seguir no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas-Bahia, desenvolvendo trabalhos de pesquisa com culturas de raízes tuberosas. Em 1979 foi transferida para o CPATU, onde desempenha atividades de pesquisa na área de genética quantitativa, em culturas de interesse sócio-econômico para o Trópico Úmido.

*À Walder e Nadir,
Aos pais,
Ofereço.*

*À Madre Maria Viganô,
Ao mestre,
Agradeço.*

*À Júlio, Julinho e Nairama,
À vida,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

- . À EMBRAPA, pela chance de realização do curso.
- . Ao Prof. Roland Vencovsky, pela segura orientação e constante incentivo.
- . Ao Prof. Ernesto Paterniani, pela direção justa do Instituto de Genética.
- . Ao Prof. João Rubens Zinsly, pelo espírito de humanidade.
- . Aos amigos Xavier, Isaías, Mary, Aline, Levi, Chartoni e Dulce, pela amizade e apoio constantes.
- . Aos amigos do CPATU, Eloísa Cardoso, Milton de Albuquerque e Emeleocípio Andrade, pela pronta disponibilidade dos dados e espírito de ajuda.
- . À amiga Tatiana Diniz do CPATU pela colaboração.
- . Ao amigo Ranulfo Corrêa Caldas, do CNPMF, pelas sugestões valiosas nas análises estatísticas.
- . Às Bibliotecárias Nilza, do IGEN, e Erbene, do CNPMF, pela colaboração.
- . À Secretária do IGEN, Érica, pela constante amabilidade e apoio.
- . Aos amigos funcionários do IGEN, pela colaboração.
- . À todos aqueles que direta ou indiretamente, colaboraram para o êxito deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1. Aspectos Gerais da Cultura da Mandioca	8
3.2. Produção de Raízes	11
3.3. Produção de Rama	14
3.4. Caracterização Geral da Estabilidade	17
3.4.1. Ambiente e medidas de estabilidade	23
3.4.2. Métodos para a estimação de parâmetros de estabilidade de	24
3.4.3. Diversidade genética e estabilidade	27
3.4.4. Controle genético da estabilidade	33
4. MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1. Delineamento Genético	37
4.2. Delineamento Experimental	38
4.2.1. Detalhe experimental	39
4.2.2. Caracterização dos locais com relação a solo, clima, e doenças e pragas	39
4.3. Análise Estatística	41
4.3.1. Análise da variância de ensaios individuais por ambi- ente (local dentro de cada ano)	41
4.3.2. Análises conjuntas	41
4.3.3. Estimação dos parâmetros de estabilidade	43

	Página
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1. Produção de raízes (t/ha)	45
5.1.1. Análise da variância de ensaios individuais por ambiente (local dentro de cada ano)	45
5.1.2. Análises conjuntas	48
5.1.3. Estimação dos parâmetros de estabilidade	50
5.2. Produção de rama (t/ha)	55
5.2.1. Análise da variância de ensaios individuais por ambiente (local dentro de cada ano)	55
5.2.2. Análises conjuntas	58
5.2.3. Estimação dos parâmetros de estabilidade.....	59
6. CONCLUSÕES	62
7. SUMMARY	66
8. LITERATURA CITADA	69
9. TABELAS	81
10. FIGURAS	102

1. RESUMO

Trabalhos prévios tem demonstrado que as cultivares de mandioca apresentam comportamento variável sob condições diferentes de clima e solo. Baseado nisso, o presente trabalho teve o principal objetivo de caracterizar diversas cultivares com relação à produção de raízes e rama, e sua estabilidade em uma amplitude de ambientes variáveis. Objetivou também, uma melhor avaliação de ensaios de competição interclonal, enfatizando a precisão experimental e sua relação com a variância genética disponível, além de avaliar o efeito da interação genótipo x ambiente sobre a variabilidade total.

Foram utilizadas cultivares de procedência amazônica e extra-amazônica, lançadas em competição em área experimental do IPEAN/CPATU, em Belém, (1971/72, 1972/73 e 1976/77), em Tracuateua (1973/74, 1974/75 e 1975/76), e em Macapá (1973/74, 1974/75 e 1975/76). Foi empregado delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições, espaçamento de 1x1m entre plantas e 2m entre parcelas e blocos, com 15 plantas por parcela-útil. Não foi utilizada qualquer adubação.

Os dados originais de produção de raízes e de rama (t/ha), de cada ensaio individual, foram submetidos à análise de variância. Procurou-se relacionar o quadrado médio entre cultivares (QM_1) a amplitude de variação de médias e o coeficiente de variação experimental (CV_e), com estimativas da variância genética (V_g) e coeficiente de determinação genotípica (d^2). A seguir, na análise conjunta da variância, foi enfatizado o efeito das interações cultivares x locais (CxL), cultivares x anos (CxA) e cultivares x locais x anos (CxLxA), sobre o desempenho diferencial das cultivares. Nessa análise foram considerados apenas os locais Macapá e Tracuateua. Os efeitos de cultivares e locais foram fixos, enquanto que o de anos, aleatório. Na análise de estabilidade foi utilizado o método de EBERHART e RUSSEL (1966), onde se procurou correlacioná-la à produtividade, para os dois caracteres.

Os ambientes apresentaram condições favoráveis à seleção de cultivares superiores, dado a elevados valores estimados para " d^2 ". Isso indica que em cada experimento, deve-se estimar além do coeficiente de variação experimental (única medida de precisão comumente utilizada) a variância genética disponível (V_g), sua relação com a variância ambiental, assim como o coeficiente de determinação genotípica. Para os dois caracteres foi observada ampla variabilidade aproveitável em futuros trabalhos de seleção. A produção de rama foi menos afetada por alterações ambientais do que a produção de raízes. Belém foi o local mais favorável em produtividade, tanto para raízes como para rama, podendo também ser um ambiente propício à seleção de cultivares mais produtivas e resistentes.

O ano exerceu grande influência no desempenho das cultivares em produção de raízes. Essa influência deveu-se principalmente à variação

das chuvas durante o período de desenvolvimento vegetativo inicial. Para os dois caracteres, a interação locais x anos foi bastante significativa.

Observou-se que as cultivares mais estáveis tenderam à menor produtividade. Isso indica que em mandioca, maior ênfase tem sido dispensada à prática de seleção em ambientes específicos. Para ambos os caracteres, Pretinha foi a cultivar de comportamento mais previsível para ambientes favoráveis. Amazonas, genótipo mais estável em produção de raízes, e IPEAN-12, em produção de rama, são cultivares de maior especificidade a ambientes menos favoráveis. Foi observada forte associação entre a produção e o índice de estabilidade (b), reforçando a hipótese de que estabilidade é uma propriedade sob controle genético.

2. INTRODUÇÃO

Potencialmente capacitada a produzir mais calorias por unidade de área, a planta de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) pode ser explorada em sua totalidade, pois suas folhas ricas em proteínas, vitaminas e sais minerais, estão aliadas a um sistema radicular com elevado teor de carboidratos. A vantagem potencial dessa cultura sobre outras está alicerçada por sua grande rusticidade, alta capacidade de produção, e adaptação às mais diversas condições edafoclimáticas e culturais.

Apesar de amplamente sugerida a utilização da parte aérea da planta como fonte de alimento para o gado, o cultivo tem sido explorado visando apenas o uso de carboidratos das raízes como fonte energética. Providências das Instituições de Pesquisa no sentido de uma visão científica a outras finalidades econômicas da mandioca são de grande necessidade e urgência. O aumento da produtividade das raízes para atender ao agricultor, à produção industrial do amido e do álcool, deverá estar associada à exploração da parte aérea, principalmente para a produção de proteína, tentando melhorar a qualidade alimentar da população, especialmente

nas regiões mais carentes do país.

São comuns em ensaios sobre avaliação de germoplasmas para produtividade, observações de correlações significativas entre o rendimento de raízes e outros caracteres importantes, como o rendimento em amido. Os resultados apoiam a possibilidade, a curto prazo, do aumento da produção e obtenção de material resistente a principais moléstias através do melhoramento varietal, como suprimento à crescente demanda de calorias para o gado, consumo humano direto, a produção de amido e conseqüentemente o álcool. As raízes poderão também entrar como fonte de carbono assimilável para o crescimento de microrganismos na produção de proteína microbiana, assim como as sementes poderão ser exploradas para a extração de proteína, valiosas por apresentarem todos os aminoácidos essenciais. É de se prever simultaneamente, a existência de variabilidade genética para a produção de maior quantidade de massa verde, de máxima importância na produção de proteína foliar.

O desempenho diferencial de genótipos através de ambientes tem merecido atenção especial dos melhoristas de plantas, visto que as interações entre genótipos e ambientes interferem negativamente nos resultados de seleção. Sua presença serve apenas para mascarar a análise da estrutura de populações. As interações genótipos x ambientes, ou seja, as alterações do comportamento relativo de vários genótipos em ambientes variáveis, constitui importância primordial nos programas de melhoramento de variedades. Essas, quando submetidas a estudos comparativos sobre uma amplitude ambiental, usualmente diferem em seu potencial. As interações geralmente são detectadas, quer o material seja variedades, linhagens, híbridos simples ou duplos.

Dentre as medidas que visam reduzir esse tipo de interação, a estratificação de ambientes tem sido uma das mais utilizadas. Ela se refere à subdivisão da região em estudo, de forma que os ambientes em cada sub-região sejam um tanto similares. Baseia-se geralmente em variações macroambientais, incluindo gradientes de temperatura, precipitação pluviométrica e tipo de solo.

Outros métodos que reduzam o grau de interação genótipos x ambientes precisam ser investigados, visto que pouco progresso adicional pode ser fornecido pela estratificação. Uma alternativa seria a seleção de genótipos estáveis. Se a estabilidade de comportamento, ou seja, a capacidade de um determinado genótipo para demonstrar um mínimo de interação com o ambiente, é uma propriedade sob controle genético, as avaliações iniciais seriam planejadas com o interesse de identificar genótipos estáveis, auxiliando em grande parte os trabalhos de seleção de germoplasmas superiores. Vários autores tem obtido eficiência em seleção para genótipos estáveis, sugerindo fortemente que esse caráter está sob controle genético. Apesar das diversas sugestões independentes, não se dispõe ainda de informações sobre o número provável de genes ou do tipo de ação gênica condicionando a estabilidade.

A estabilidade levada em consideração, não envolve a constância geral do fenótipo sobre ambientes variáveis, mas especialmente os aspectos fenotípicos economicamente importantes, como produção e qualidade. Tal estabilidade pode depender de alguns fatores morfológicos e fisiológicos em estado constante, simultâneos à variação de outros. Dessa forma, uma baixa interação genótipos x ambientes para esses caracteres é muito importante para o melhorista, desde que ocorra um retorno altamente econô-

mico e estável.

Vários trabalhos falham em fornecer uma medida da estabilidade, através da quantificação relativa e significância estatística do componente da variação da interação genótipos x ambientes. Entretanto, a partir do trabalho de Finlay e Wilkinson em 1963, é que tiveram início diferentes aproximações analíticas que permitem a avaliação e interpretação simples da resposta de diferentes genótipos à variação ambiental.

Observa-se que as cultivares de mandioca também geralmente apresentam alterações de comportamento quando cultivadas em condições diferentes de clima e solo. Essas alterações, tanto de natureza qualitativa como quantitativa, podem variar sensivelmente em relação à produção de raízes e folhagem, rendimento em farinha, teor de fécula e glicosídeo cianogênico, teor de proteína, entre outros. Dispondo o atual Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU/EMBRAPA) de material selecionado em todo o território Brasileiro, torna-se naturalmente interessante promover estudos em bases estatísticas e genéticas relacionados à estabilidade, até o momento não desenvolvidos.

Baseado nos antecedentes acima, o presente trabalho tem como objetivo principal, avaliar o comportamento de diversas cultivares sobre vários ambientes, na região Amazônica, considerando raiz e parte aérea, caracterizando-as com relação à produção e estabilidade. Como aspecto complementar, visa uma caracterização mais detalhada da precisão experimental e sua relação com a variação genética disponível, através da obtenção de estimativas de parâmetros básicos essenciais para o melhorista em trabalhos de seleção interclonal.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos Gerais da Cultura da Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para os países tropicais representa um dos cultivos de maior importância na produção de calorias, sendo largamente utilizada na dieta alimentar do homem, animais, na produção de amido, e posteriormente o álcool (KAWANO s.d.). HAHN *et alii* (s.d.), também evidenciam suas propriedades como fonte alimentícia nos trópicos ressaltando sua alta capacidade de produção, adaptação a condições climáticas e culturais diversas, além de ser menos exigente em insumos do que os cereais. Acrescenta que tanto suas folhas como raízes são úteis como alimento humano e animal. O teor de proteína nas folhas é elevado, e sua raiz largamente empregada na produção industrial do amido e mais recentemente o álcool anidro, permitem o aproveitamento integral da cultura.

INGRAM e HUMPHRIES (1972) relatam que em muitas regiões tropicais, principalmente as mais úmidas, os cultivos de raiz são grandemente desenvolvidos como fonte de alimento. Tais cultivos fomentam alimento básico para cerca de quatrocentos milhões de habitantes nessas regiões. A

mandioca, cultura bastante conhecida para muitas populações da América do Sul, Central, África e Ásia, provê cerca da metade do total da produção de cultivos tuberosos nos trópicos. MONTALDO (1973) referê-se à produção anual em 1970 de 92,2 milhões de toneladas métricas, correspondendo a um total de energia produzida de 136.456.000 milhões de calorias. Sua utilização no consumo humano atende quase 60% da população mundial, a qual habita as regiões dos trópicos úmidos.

PHILLIPS (1974) comenta que 63 a 85% do peso seco da mandioca, sobre 36% de trigo, é comestível. COURSEY e HAYNES (1970), citados por PHILLIPS (1974), calcularam a produção em kilocalorias por hectare dia para mandioca (250), milho (200), arroz (176), sorgo (114) e trigo (110). O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, superando a Índia e Indonésia. É produzida em todas as regiões do país, com o Norte e Nordeste assegurando 33% da produção, e o Sul 35%. Somente na região Nordeste a área corresponde a 1.200 mil hectares, cultivada por pequenos agricultores, os quais consomem 90% da produção total em forma de farinha, a base de sua alimentação (SILVA, 1978a).

A mandioca realça sua importância quando se aborda o problema de escassez alimentar no mundo, principalmente com relação ao aproveitamento de seus subprodutos industriais na alimentação animal. Ela produz raízes tuberosas tanto para o consumo humano como animal, além de vários produtos industrializáveis. É necessário, diante do panorama mundial da falta crescente de alimentos, a busca de produtos para o arraaçamento animal que não venha competir com o homem, mas por outro lado possam ser transformados em proteína para o próprio homem. (BERTOLIN *et alii*, 1977; BANGHAN, 1950).

Não obstante as características nutritivas da mandioca, poucos são os países que a cultivam para fins de exportação. Ela é exportada normalmente como fonte de amido industrial, alimento humano (tapioca), e matéria prima para a fabricação de rações animais. Atualmente o mercado mundial da goma está estacionário, e a exportação da tapioca, especialmente para os Estados Unidos, aumenta muito lentamente. A indústria de rações animais se constitui na atualidade, a única saída realmente dinâmica nos mercados mundiais (A MANDIOCA, 1969; NESTEL, 1974). De acordo com a Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (1976), a formação de subprodutos da mandioca, de elevado valor nutritivo na alimentação animal, é uma vantagem considerável no processamento de álcool, quando comparada com a cana-de-açúcar e sorgo. Por outro lado, por ser uma cultura tradicionalmente bastante conhecida pelo povo brasileiro, pode ser utilizada imediatamente para o aproveitamento de áreas inexploradas e com limitações edafológicas para outras culturas (CORREA, 1971). LOZANO (1978) relata ser a mandioca um cultivo impressionante, dada a grande diversidade de fatores edafoclimáticos abrangidos por sua área de distribuição. Os efeitos aditivos dos diversos componentes ambientais, fornecem uma ampla variação de ecossistemas nas áreas de dispersão da cultura.

Apesar das inúmeras vantagens da mandioca sobre outros cultivos, como tolerância a solos ácidos e pobres, à seca, e grande flexibilidade nos sistemas de cultivo, a produção atual de 10 t/ha está muito abaixo do potencial conhecido de 50 t/ha. As razões conhecidas como práticas agrícolas ineficientes e variedades inferiores, poderão ser reparadas por melhoramentos ambientais simples, com a utilização de germoplasmas potencialmente comprovados experimentalmente (COCK, 1974).

Em virtude dos obstáculos encontrados pela cultura no tocante à exportação para outros países, além de considerar os problemas internos no Brasil com relação à carência protéica populacional, outras formas de utilização da planta no complexo industrial poderiam ser incorporadas ao seu sistema tradicional de beneficiamento. O aproveitamento de resíduos provenientes dos processos de prensagem, os quais na maioria das vezes são abandonados, poderia ser feito utilizando a mandioca na produção de proteína microbiana (SILVA, 1978a). SILVA (1978b) relata que apesar de evidente o valor protéico das folhas, ressaltado por diversos autores como BERTOLIN *et alii*, 1977; MATTOS, 1972; BANGHAN, 1950; NORMANHA, 1958; CONCEIÇÃO *et alii*, 1975, entre outros, sua utilização direta na alimentação pode ser prejudicial, dada suas propriedades de baixa digestibilidade e deficiência de aminoácidos sulfurados. Baseada nessas características, a autora levanta a hipótese sobre o aproveitamento das folhas como fonte de nitrogênio para o crescimento de microrganismos, na produção de proteína microbiana.

3.2. Produção de Raízes

Segundo KAWANO *et alii*, o nível atual de rendimento de 10 a 15 t/ha, pode ser elevado para 60, através do melhoramento genético e cultural. COCK (1974), relata que com o emprego racional de cultivares produtivas e resistentes, controle de ervas daninhas, além de material de plantio de boa qualidade e livre de doenças, pode-se estimar produções anuais de 90 t/ha sob condições ideais. TRIBUZI (1963), citado por SILVA (1977), relata que experimentalmente se tem obtido produções de raízes variando

desde 10 a 100 t/ha, dependendo da cultivar, clima, solos e tratamentos culturais.

TOLEDO (1962) em São Paulo, estudando o aproveitamento integral da planta de mandioca em quatro cultivares sob quatro diferentes épocas de colheita, conclui com relação à produção de raízes, que existe variação intervarietal significativa, alcançando de 13,21 a 18,19 t/ha no primeiro ciclo, e 15,16 a 30,47 no segundo. Já MENDES (1940) e NORMANHA e PEREIRA (1950), citados por SILVA (1977), ressaltavam que o rendimento da mandioca depende do ciclo vegetativo, apresentando o cultivo de dois anos os maiores rendimentos. ALBUQUERQUE (1969) relaciona a produção de raízes em vários locais da região Amazônica. Obteve para a área experimental de Belém uma variação de 10,69 a 20,37 t/ha, e para Porto Velho de 9,25 a 22,11. Em Belém, as cultivares Mameluca, Pretinha e Jurará se destacaram como as mais produtivas, sendo a cultivar Mameluca, a de maior produção na área experimental de Porto Velho.

BÜLOW (1971) testando diversas cultivares de mandioca apropriadas ao consumo humano direto, animal e indústria, sob vários locais na Baixada Fluminense durante o período de 1966 a 1970, obteve ampla variação em rendimento, correspondendo de um modo geral em todos os ensaios, de 3,00 a 35,50 t/ha. As cultivares Saracura, IAC-24-2 e Grelo Roxo destacaram-se como as mais produtivas. CORREA (1971) em trabalho experimental de competição de cultivares mais produtivas em solo de cerrado de Sete Lagoas-MG, observou variação em rendimento de raiz de 21,23 a 29,72 t/ha, 18,00 a 25,00, e 25,48 a 37,08, nos anos de 1968, 1970 e 1971 respectivamente. As cultivares que mais se destacaram para aquelas condições ambientais foram Riqueza, IPEACO-1 e Vassourinha SEL-514.

ALMEIDA e PAIVA (1971) no Ceará, competindo 10 cultivares, obtiveram variação de 10,43 a 26,61 t/ha. Dentre as mesmas, destacou-se a cultivar Aciolina com 26,00 t/ha. VASCONCELOS (1940), citado pelos autores acima, em estudo de competição de cultivares em Recife-PE, obteve rendimentos variáveis de 8,00 a 25,30 t/ha. Os mesmos pesquisadores citam também variações obtidas por NORMANHA e BOOCK (1942), de 10,30 a 17,70 t/ha em cultura de um ciclo, e de 12,10 a 19,60 em dois ciclos vegetativos. ESTEVÃO (1971) em Minas Gerais, citado por ALMEIDA e PAIVA (1971), em cultivo de doze meses, alcançou produções médias variáveis de 13,30 a 22,00 e 5,20 a 11,60 t/ha.

MATTOS e FERREIRA (1975), fazendo competir 10 cultivares de mandioca no município de Irarã-BA, obtiveram variações de 12,68 a 30,70 t/ha em rendimento de raízes. Sobressairam-se nesse experimento as cultivares Salangor Preta, Mamão, Milagrosa e Palmeira Preta, as quais podem ser recomendadas para aquela região.

CONCEIÇÃO e SAMPAIO (1973) observaram variação de 16,72 a 20,47 t/ha em um ensaio de competição entre 8 cultivares locais de mandioca brava, em Cruz das Almas-BA, durante os anos agrícolas de 1969 a 1972. Salangor Preta, Sutinga e Graveto foram superiores, sendo comprovadamente reconhecidas como padrões para futuros ensaios de competição, bem como recomendáveis para a exploração industrial de suas raízes. CONCEIÇÃO *et alii* (1973b) em ensaio de competição para produção de massa verde, no mesmo local acima citado, e no mesmo período, detectaram variação de 12,52 a 25,39 t/ha, sendo Salangor Preta a cultivar mais produtiva. Esses mesmos autores, competindo 6 cultivares mansas e bravas para forragem, obtiveram 13,82 a 25,04 t/ha de raízes, onde a mandioca brava Aipim Bravo foi su

perior.

RIBEIRO *et alii* (1974), competindo 10 cultivares no Estado de Sergipe durante vários anos e locais, observaram a superioridade da cultivar Aipim Bravo. A variação obtida apresentou uma magnitude de 3,48 a 22,78 t/ha no primeiro local com colheita aos 18 meses de ciclo, de 15,93 a 30,15 no segundo, e para o terceiro, de 19,38 a 41,40 t/ha.

CONCEIÇÃO e SAMPAIO (1975a) no período de três anos, testando 8 cultivares para fins industriais em Cruz das Almas-BA, obtiveram produções variáveis de 12,16 a 22,23 t/ha. Destacaram-se superiores as cultivares Mata Negro, Maragogipe e Cavalo, mandiocas consideradas manas. CONCEIÇÃO *et alii* (1975), competindo 5 cultivares no mesmo local, observaram a influência negativa da frequência de cortes da parte aérea sobre a produção de raízes. Após três anos de condução do ensaio, aos 18 meses de cultivo, os resultados demonstraram uma variação em rendimento de raízes para plantas não submetidas a corte, de 28,09 a 32,97 t/ha, produções superiores às plantas que sofreram 3 e 2 cortes das ramas no primeiro ciclo. A cultivar Salangor Preta sobressaiu-se como a mais produtiva em todos os tratamentos. CONCEIÇÃO e SAMPAIO (1975b) obtiveram entre 5 cultivares locais precoces, no período de 1970 a 1973 no mesmo local, rendimentos médios variáveis de 17,63 a 27,95 t/ha, com Mamão e Aipim Bravo apresentando melhores produções e boas qualidades industriais.

3.3. Produção de Rama

Basicamente, não existem estudos de seleção de cultivares visando a produção de forragem e conteúdo alimentício da parte aérea da plan-

ta de mandioca.

ATHANASSOF (1940/1942), citado por CORREA *et alii* (1973) e BERTOLIN *et alii* (1977), relata a grande aceitação dos bovinos pela farinha de ramas de mandioca, sugerindo a utilização do terço superior da parte aérea, pelo seu alto valor nutritivo. BANGHAN (1950), evidencia a importância nutritiva das folhas de mandioca na alimentação, sendo sua farinha superior em conteúdo de caroteno e proteína, à folha de alfafa. Mesmo nas plantas adultas, a farinha produzida continha teores proteicos equivalentes àquela leguminosa, com a vantagem de conter menor teor de fibra, e o dobro em caroteno. As folhas de mandioca também possuem vitaminas e elementos minerais de alta qualidade. Também GALLIANO (1955), citado por BERTOLIN *et alii* (1977), refere-se à farinha de folhas e talos de mandioca, como rica fonte de elementos minerais e caroteno, com maiores teores quando colhidas aos 10 meses de idade. NORMANHA (1958), comprova o alto valor em proteína bruta, cálcio e ácido fosfórico na matéria seca das folhas. Uma análise do feno do farelo de hastes e folhas aos quatro meses de idade, revelou alto valor protéico, sendo condizente com resultados da mesma natureza obtidos nos Estados Unidos, em material semelhante com cinco meses de idade. Os teores equivalentes à proteína, fibra e Vitamina A, foram superiores à alfafa. O autor conclui que as folhas e ramas podem ser utilizados na alimentação animal, tendo alto valor como forragem fresca (cultivares mansas), ou fenada (mansas ou bravas). Recomenda cultivares com grande abundância de folhas. MACHADO (1975) realça a importância da parte aérea da planta como rica fonte em proteína e vitamina A, tendo sido detectada adicionalmente a vitamina C nas folhas em quantidades suficientes. Recomenda sua utilização no arração animal, em forma de feno ou farelo

de folhas e hastes. A facilidade de produção da mandioca, em comparação com espécies ricas em proteína como a alfafa, trigo, porém exigentes, reforça ainda mais a importância de seu aproveitamento como forragem verde, feno ou farelo, até então negligenciado. Os resultados tem demonstrado que normalmente no segundo ciclo, a produção de massa verde é superior, podendo superar 150% em relação ao primeiro ciclo. BERTOLIN *et alii* (1977) também faz referência à folha de mandioca, como forragem capaz de suprir, pelo menos parcialmente, as deficiências proteicas na alimentação animal, dado o seu elevado valor em teor de proteína bruta.

ALBUQUERQUE (1969) em área experimental de Belém-PA, relata resultados sobre produção de rama obtidos de ensaio de competição entre 10 cultivares de mandioca, em várias zonas agrícolas da região. Os dados disponíveis acusam uma magnitude em variação de 6,34 a 18,50 t/ha.

MATTOS (1972) também relata que as folhas e ramas de mandioca são ricas em proteína bruta, cálcio e vitaminas, tendo possibilidades de serem exploradas para a alimentação animal. São superiores a outras forragens, no tocante ao seu baixo teor em fibra. Fazendo competir 5 cultivares em área experimental de Cruz das Almas-PA, com relação à produção de massa verde, submetendo-as a três cortes por ano em intervalos de quatro meses, obteve variação de 14,50 a 24,50 t/ha. Sobressairam-se as cultivares Milagrosa e SIPEAL 01. Com relação à produção de massa seca observou uma variação de 2,64 a 5,20 t/ha. CONCEIÇÃO *et alii* (1973a) fizeram competir 6 cultivares regionais de mandioca brava nos anos agrícolas de 1969 a 1972, visando explorar a produção de rama para forragem. Obtiveram variações de 31,37 a 58,32 t/ha (1969/70), 27,38 a 45,86 (1970/71) e 20,20 a 36,30 (1971/72). As cultivares Platina, Graveto e Salangor Preta, foram

as maiores produtoras de massa verde. No período de 1969 a 1972, a variação foi de 29,73 a 46,79 t/ha. Com relação à análise de proteína bruta, a variação observada foi de 4,65 a 5,87% na massa verde, destacando-se as cultivares Cigana e Mamão, e de 17,94 a 22,68% no feno de rama. As últimas cultivares também foram superiores. CONCEIÇÃO *et alii* (1973b) competindo 6 cultivares de aipim e mandioca para forragem, em ensaio conduzido por três anos, observaram variação em rendimento de rama de 30,34 a 45,04 t/ha, destacando-se a cultivar Maragogipe. Com relação à proteína bruta das ramas frescas, observaram uma variação de 4,15 a 7,03%, destacando-se a cultivar Aipim Grande. Nas ramas fenadas verificaram uma variação de 17,02 a 22,42% em conteúdo protéico, sendo superior a cultivar Aipim Cavalo.

No IITA (1974), 181 clones foram comparados com relação ao conteúdo protéico nas folhas, sobre o peso seco. Observaram uma variação de 26 a 42%, com 50% dos clones apresentando teores de 34 a 38%. CONCEIÇÃO *et alii* (1975), em competição de cultivares para a produção de rama, observaram no tratamento 3 cortes das ramas no primeiro ciclo, uma variação de 26,34 a 37,80 t/ha. Com 2 cortes essa variação foi de 21,44 a 28,75, e sem cortes baixou para 5,88 a 6,67 t/ha. Em todos os tratamentos a cultivar Platina foi superior.

3.4. Caracterização Geral da Estabilidade

Estabilidade tem sido definida, como a capacidade dos genótipos para exibirem um comportamento altamente constante em função da qualidade ambiental (MARIOTTI *et alii* 1976). LEWIS (1954) por outro lado, de-

fine estabilidade como a habilidade de um indivíduo ou população para produzir variação mínima de fenótipos em diferentes ambientes. Segundo ALLARD e BRADSHAW (1964), uma variedade estável é aquela que pode ajustar seu estado genotípico e fenotípico às flutuações ambientais, de modo que forneça altos retornos economicamente estáveis para o local e ano. Essa definição coincide ao que LEWONTIN (1957) referê-se como homeostase. OLIVEIRA (1976), considera uma variedade estável, aquela que exhibe pequenas variações no seu comportamento geral quando cultivada sob diversas condições ambientais, favoráveis ou desfavoráveis, sendo muito importante para pequenos agricultores. Já FINLAY e WILKINSON (1963), caracterizam como variedade de estabilidade média, aquela cuja produção varia de acordo com a capacidade dos ambientes em proporcionar alta ou baixa produtividade. Ela é insensível às mudanças, respondendo bem às variações ambientais, sendo útil aos grandes agricultores. Esses autores dão um enfoque mais amplo à estabilidade, analisando-a em termos de adaptabilidade.

Adaptabilidade, um fenômeno diversas vezes confundido com estabilidade, é tida como a capacidade potencial dos genótipos para aproveitarem vantajosamente o estímulo ambiental, vantagem essa do ponto de vista agrícola da produção (MARIOTTI *et alii* 1976). Segundo LEWONTIN (1957), homeostase e adaptação não são idênticas, embora estreitamente relacionadas. A primeira conduz à adaptação; é a base para a adaptabilidade geral, mas não é adaptação "per se". Os mecanismos homeostáticos são os caminhos pelos quais a população está apta para sobreviver e reproduzir em uma variedade de ambientes. A homeostase não implica em constância por ela própria, mas sim na constância de alguns aspectos da fisiologia necessária para a sobrevivência. Ela é então estabilidade adaptativa, e é tornada pos-

sível pela variabilidade de muitos processos, sendo um sistema de equilíbrio dinâmico.

Segundo THODAY (1953), citado por WESTERMAN e LAWRENCE (1970), existem dois modos através dos quais um indivíduo pode reagir a um ambiente variável: O genótipo de um indivíduo pode ser tal, que seu desenvolvimento está tamponado contra a variação ambiental e o mesmo fenótipo adaptativo é produzido em um alcance de ambientes. Essa alternativa tem sido definida como Estabilidade Desenvolvimental (MATHER 1953), Estabilidade Fenotípica (LEWIS, 1954), Homeostase Desenvolvimental (LERNER, 1954), Canalização (WADDINGTON, 1942) ou Auto-regulação (SCHMALHAUSEN, 1949), citados por WESTERMAN e LAWRENCE (1970). A segunda situação consistiria de que o genótipo do indivíduo pode ser tal, que ele pode desenvolver diferentes fenótipos em diversos ambientes, cada qual melhor adaptado ao ambiente específico do que qualquer outro. Essa tem sido considerada como Plasticidade Fenotípica (SALISBURY, 1940), Plasticidade Adaptativa (MATHER, 1953), Flexibilidade Desenvolvimental (LEVINS, 1963), ou Adaptabilidade Individual (COOK e JOHNSON, 1968), também citados por WESTERMAN e LAWRENCE (1970).

Diante dessa profusa terminologia, há interesse em uma definição consistente. Baseados nesses fatos, WESTERMAN e LAWRENCE (1970), propõem o termo Estabilidade Desenvolvimental para a primeira situação, e para a segunda, Flexibilidade Desenvolvimental.

Segundo ALLARD e BRADSHAW (1964), a estabilidade pode ser focalizada de duas maneiras: Homeostase Populacional, onde a população ou variedade pode ser formada por vários genótipos, cada qual adaptado a algum alcance de diferentes ambientes, ou através da Homeostase Individual, na

qual os indivíduos por eles próprios podem ser homeostáticos, de modo que cada membro da população é adaptado a uma variação de ambientes. Dessa maneira, populações de base genética estreita como linhas puras e híbridos F₁, dependem da homeostase individual para estabilizar seus caracteres, ao passo que nas de base genética ampla, podem ocorrer os dois tipos (PATANOTAI e ATKINS, 1974). LEWONTIN (1957) apresenta a mesma linha de raciocínio dos autores acima, acrescentando que a homeostase populacional só é possível graças a considerável variabilidade genética disponível em todos os tempos, ou latente a ser liberada no momento oportuno. A homeostase individual não pressupõe variabilidade genética, podendo existir em populações geneticamente homogêneas. RUSSEL e EBERHART (1969), ressaltam que a homeostase individual ou desenvolvimental é muito importante para os melhoristas de milho, devido ao uso crescente de híbridos simples.

LERNER (1954) considera a homeostase como um fenômeno geral, homeostase desenvolvimental relacionada a indivíduos, e homeostase genética a populações. Define essa última como a habilidade de uma população em manter sua frequência gênica. Associou a uniformidade sobre um alcance de ambientes à heterogeneidade. Notou que populações de polinização aberta, pelo seu sistema natural de melhoramento, tendem a maximizar o nível de heterozigosidade, e que através de seleção natural torna máxima a heterogeneidade, ficando mais vantajosa. KOHEL e WHITE (1963), citados por KOHEL (1969) concordam com o mesmo ponto de vista, acrescentando que desvios do sistema natural de melhoramento causam perda dessa habilidade. Ainda de acordo com LERNER (1954), as linhagens autofecundadas são mais sensíveis às influências ambientais. Os organismos de cruzamento são caracterizados por F₁'s homeostáticos, e os de autofecundação, por linhas puras homeostá

ticas.

A vantagem homeostática do heterozigoto se justifica pela própria capacidade de tamponamento contra as variações do ambiente, capacidade essa que pode ser demonstrada experimentalmente pela menor variância ambiental do F1 em relação às progênies inferiores em heterozigosidade (ADAMS e SHANK, 1959; LERNER, 1954; JONSE, 1958. Em contrapartida, os organismos de autofecundação possuem os mecanismos homeostáticos associados à homozigosidade (LERNER, 1954). DOBZHANSKY e WALLACE (1953), citados por LEWIS (1954), relatam que organismos de fecundação cruzada serão mais equilibrados fisiologicamente na condição heterozigota, enquanto que os de autofecundação o serão mais na condição homozigota.

ULINICI (1973), conclui principalmente que as funções homeostáticas são atribuídas à heterozigose e heterogeneidade genéticas. Ocorrem diferenças entre genótipos no mesmo nível de heterozigose e heterogeneidade quanto a expressão de tais funções, e a maior habilidade de auto-regulação do indivíduo assegurando graus mais elevados de homeostase, é uma característica comprovada de genótipos específicos. Nos híbridos, essa habilidade advém das linhagens paternas.

LERNER (1954) relata que homeostase desenvolvimental refere-se ao tamponamento às variações do ambiente, associado a caracteres adaptativos. A diferença primária entre a definição de estabilidade fenotípica e homeostase desenvolvimental, é relacionada a que, se os caracteres mensurados tem ou não significância adaptativa. Estabilidade fenotípica é o termo

usualmente utilizado, devido as dificuldades em se determinar a significância adaptativa de muitos caracteres.

ALLARD (1961) conclui que a diversidade genética está mais facilmente relacionada à estabilidade, do que à produção em feijão. Ela consistentemente favorece populações com estabilidade, mais ou menos independente do número e características dos componentes envolvidos (ALLARD e BRADSHAW, 1964).

JINKS e MATHER (1955) evidenciam que a menor variação ambiental observada nos heterozigotos de espécies de cruzamento natural indica, mas não necessariamente, uma maior estabilidade do estado heterozigoto nessas espécies. Em *Nicotiana rustica*, naturalmente de autofecundação, heterozigosidade "per se" não confere maior estabilidade de desenvolvimento, e outras espécies de autofecundação suportam essa conclusão. Estudos em *Drosophila melanogaster* demonstram que a máxima estabilidade não está necessariamente associada à máxima heterozigosidade. Nessa mesma linha de estudos, ADAMS e SHANK (1959) relacionando heterozigosidade e homeostase em híbridos de milho, também sugerem que heterogeneidade intrínseca não é uma explicação suficiente da homeostase nessa espécie.

ALLARD e BRADSHAW (1964) relatam que a heterose e a homeostase individual comumente associada com ela, devem dar substanciais contribuições para aumentar a estabilidade de produção em espécies de autofecundação. No caso especial da heterose, segundo LEWIS (1954), existem dois tipos de ação gênica: A de genes dominantes favoráveis (JONES, 1917), e a de heterozigosidade (EAST, 1936) ou balanço fisiológico (RENDE, 1953). Somente a ação alternativa do gene, heterozigose balanceada, é esperada con-

duzir à reduzida variabilidade do Fl. Em espécies de autofecundação, o tipo de heterose mais comum é a de genes dominantes favoráveis, enquanto que nas de cruzamento, o mais comum é de heterozigose balanceada.

3.4.1. Ambiente e medidas de estabilidade

Segundo ALLARD e BRADSHAW (1964), as variações do ambiente podem ser classificadas em Previsíveis e Imprevisíveis. Na primeira classe estão envolvidos todos os caracteres permanentes do ambiente como: características gerais do clima e tipo de solo, assim como aquelas que flutuam de modo sistemático como o comprimento do dia. Também estão incluídos aspectos do ambiente fixados pelo homem como data de plantio, densidade, métodos de colheita e outras práticas agronômicas. Entre as flutuações imprevisíveis estão a quantidade e distribuição de chuvas e temperatura, assim como a estratificação ineficiente de ambientes. Em uma agricultura subdesenvolvida podem estar incluídas variações em práticas culturais.

A falta de uma medida quantitativa dos ambientes naturais complexos, mais do que outro fator, tem dificultado os estudos de adaptação na introdução e melhoramento de plantas. O valor médio da produção de um grupo de variedades sobre cada local e ano, fornece um método útil para quantificar os gradientes do ambiente onde estão sendo desenvolvidas. Esse valor ilustra a importância da variabilidade estacional como um fator importante do ambiente na região estudada (FINLAY e WILKINSON, 1963 e EBERHART e RUSSEL, 1966). Chuva, e conseqüentemente umidade do solo é o componente climático mais importante que varia de uma estação à outra.

O estudo de interações genótipos x ambientes requer algumas

medidas do ambiente. Fatores ambientais como temperatura, umidade disponível, suprimento de nutrientes, entre outros, não são suficientes para fornecer dados concretos (JOPPA *et alii*, 1971). Em consequência disso, EBELHART e RUSSEL (1966), e FINLAY e WILKINSON (1963), sugerem um índice ambiental, o qual se refere ao valor quantitativo do ambiente, facilitando bastante os estudos dessa natureza. FINLAY e WILKINSON (1963) baseados no índice ambiental, dividem o ambiente em favorável ou de alta produtividade, e desfavorável ou de baixa produtividade. FRANKEL (1958), citado por FREY e MALDONADO (1967), divide os fatores ambientais em físicos e biológicos, tecnológicos e econômicos. Já esses últimos por sua vez, dividem os elementos variáveis do ambiente para a produção de aveia em cinco categorias: fertilidade do solo, suprimento de umidade, densidade de plantio, pragas e doenças, e flutuações de temperatura.

Pouca ou nenhuma consideração tem sido dispensada para fatores específicos que causam diferenças ambientais. Seria mais apropriado caracterizar os elementos do ambiente e portanto, definir as vantagens de heterogeneidade versus homogeneidade, relativas a elementos específicos do ambiente. LOZANO (1978) observando o comportamento de diversas cultivares de mandioca em dois locais distintos, caracteriza todos os fatores ambientais específicos comuns a cada região.

3.4.2. Métodos para a estimação de parâmetros de estabilidade

OLIVEIRA (1976) apresenta uma análise valiosa dos seis métodos utilizados na determinação de índices de estabilidade em plantas culti

vadas. Dentre os diversos métodos avaliados, os de FINLAY e WILKINSON (1963) e EBERHART e RUSSEL (1966), parecem fornecer maiores informações. Eles apresentam vantagem sobre os demais, pois informam a respeito do comportamento dos genótipos para cada ambiente, através do ajustamento da equação de regressão, estimando além da estabilidade absoluta, a estabilidade média (dinâmica). Esses resultados estão de acordo com JOWETT (1972).

Com o método de FINLAY e WILKINSON, os dados iniciais são transformados para uma escala logarítmica, pois isso fornece um alto grau de linearidade à regressão, além de induzir um razoável grau de homogeneidade na variância do erro. Os parâmetros de estabilidade envolvem: Um índice de ambiente, que é a produção média de todas as variedades em cada ambiente, e o coeficiente de regressão (b), o qual é obtido através do índice ambiental, variável independente, e a produção individual média das variedades em cada ambiente. A estabilidade é obtida através dos b 's e da produção média da variedade sobre todos os ambientes. Baseados em b , vários tipos de adaptação são observados. Variedades de baixos b 's possuem alto grau de estabilidade fenotípica. Valores altos de b traduzem variedades fenotipicamente instáveis, e aquelas de b 's próximos à unidade possuem estabilidade média a todos os ambientes. Quando a estabilidade média está associada a alta produção média, a variedade exibe capacidade geral de adaptação. Associada à média baixa de produção, é pobremente adaptada a todos os ambientes.

Esse método tem sido utilizado vantajosamente por vários pesquisadores em diversas culturas como: FREY (1972) em aveia; SANTOS E VIEIRA (1975) em soja; RAM *et alii* (1970) em arroz; MALHOTRA *et alii* (1971) em lentilha; ROWE e ANDREW (1964) em milho; JOWETT (1972) em sorgo; QUISEN-

BERRY e KOHEL (1971) em algodão; RASMUSSEN (1968) e FINLAY e WILKINSON (1963) em cevada.

Por outro lado, o modelo de EBERHART e RUSSEL (1966) compreende, após a análise conjunta dos dados não transformados, a obtenção de dois parâmetros fundamentais de estabilidade: o coeficiente de regressão (b), e a variância dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_d^2$). Uma variedade ideal seria aquela de produção média acima da média geral, $b = 1,0$, e $\hat{\sigma}_d^2$ tão pequeno quanto possível (igual a zero). Nesse método, o coeficiente de regressão é calculado através da média das cultivares sobre um índice ambiental (I), o qual consiste na média de todas as cultivares em cada ambiente, menos a média geral em todos os ambientes. Valores de b superiores à unidade denotam baixa estabilidade e maior especificidade na adaptação a ambientes de alta produtividade, enquanto que b 's inferiores à 1,0 revelam alta estabilidade e maior especificidade a ambiente de baixa produtividade.

A estabilidade através desse método tem sido grandemente determinada em diversas culturas econômicas como: Milho (EBERHART e RUSSEL, 1966; SILVA *et alii*, 1972; EBERHART e RUSSEL, 1966 e 1969); trigo (JOPPA *et alii*, 1971); aveia (FREY, 1972); arroz (RAM *et alii*, 1970); brássicas (RAM, 1970); soja (VERMA *et alii*, 1972); lentilha (MALHOTRA *et alii*, 1971); quiabo (DAS *et alii*, 1976); amendoim (JOSHI *et alii*, 1972); algodão (FEASTER e TURCOTTE, 1973); sorgo (PATANOTHAI e ATKINS, 1974; JOWETT, 1972; REICH e ATKINS, 1970).

JOWETT (1972), conclui que o método de EBERHART e RUSSEL é preferido, devido a sua natureza explícita, exceto onde diferenças muito

amplas são esperadas em habilidade de produção entre as variedades. Isto é, a escala logarítmica é preferível se as variedades diferem marcadamente em produção.

Existem algumas variações dos métodos mais eficientes citados, de acordo com a conveniência de alguns autores no que diz respeito à obtenção de maiores informações sobre estabilidade. Assim é que MARIOTTI *et alii* (1976) utilizam além do coeficiente de regressão e desvio relativo da regressão, um coeficiente de determinação (r^2). Esse valor indica o grau de determinação ambiental na resposta dos genótipos. RAM *et alii* (1970) fazem uso do índice fenotípico (P) substituindo a média no modelo de EBERHART e RUSSEL, sendo o parâmetro mais previsível de suas análises. PERKINS e JINKS (1968) apresentam uma modificação na análise de variância de EBERHART e RUSSEL, introduzindo heterogeneidade entre regressões como fonte de variabilidade. FREEMAN e PERKINS (1971) apresentam algumas críticas sobre os métodos usualmente empregados, contribuindo para uma análise mais eficiente do fenômeno. LEWIS (1954) estabelece como medida conveniente da estabilidade fenotípica, o fator de estabilidade, representado pelo quociente entre o valor médio do caráter em ambiente de alta expressão e ambiente de baixa expressão. A máxima estabilidade é obtida quando esse fator é igual à unidade. Maiores desvios da unidade correspondem a genótipos menos estáveis.

3.4.3. Diversidade genética e estabilidade

Muitos estudos provam que a diversidade genética, exibida tanto por heterozigotos como por misturas de genótipos diferentes, conduz à es

tabilidade de comportamento sobre diferentes condições ambientais. A homeostase populacional em materiais heterozigotos provém primariamente de comparações entre híbridos simples e duplos de milho. A maior estabilidade de produção do híbrido duplo, é atribuída ao efeito da heterogeneidade ocorrida pelo poder tampão estabilizador. Assim, os heterozigotos sob condições variáveis de ambiente, exibem maior estabilidade do que os homozigotos, podendo ser demonstrado experimentalmente (LERNER, 1954; JONES, 1958; ADAMS e SHANK, 1959).

As vantagens práticas da mistura de diferentes genótipos incluem: a)- o efeito cooperativo entre os genótipos; b)- um efeito estabilizador sobre a produção, como foi notado em soja, cevada e feijão (PROBST, 1957 e ALLARD, 1961); c)- uma redução na vulnerabilidade a doenças (JENSEN, 1952), a de maior importância e d)- uniformidade do tipo de planta e maturidade, necessária para uma colheita eficiente. Também WALSH e ATKINS (1973), citados por PATANOTHAI e ATKINS (1974), visualizam vantagens semelhantes associadas à diversidade genética dos híbridos triplos. ROWE e ANDREW (1964), concluem que a diversidade genética na forma de misturas genotípicas de grupos segregantes, provê um mecanismo homeostático contra flutuações ambientais em milho. FEASTER e TURCOTTE (1973) em algodão, detectaram estabilidade superior em produção para um composto de duplos haplóides, quando comparados a cultivares e duplos haplóides. REICH e ATKINS (1970), concluíram que misturas de híbridos foi o tipo de população mais estável em produção em sorgo, quando comparada a misturas de linhagens parentais ou a essas linhagens isoladas. RASMUSSEN (1968) em cevada, estudando a produção e sua estabilidade em três níveis distintos de diversidade genética, concluiu que as misturas complexas (bulks), foram mais estáveis do

que as variedades e misturas mecânicas simples.

FUNK e ANDERSON (1964) analisando o comportamento de misturas de híbridos de milho no campo, observaram que essas misturas apesar de não apresentarem vantagem produtiva sobre os híbridos isoladamente, foram superiores em estabilidade de produção. Esse efeito estabilizador também tem sido notado por vários pesquisadores (PROBST, 1957; ALLARD, 1961).

FREY e MALDONADO (1967), comparando algumas cultivares de aveia e diversas misturas entre elas, observaram que as misturas exibiram produções mais estáveis quando ensaiadas através de várias datas de plantio, em relação às cultivares isoladas. PROBST (1957) em soja, ao estudar o comportamento de variedades em misturas, concluiu que apesar das misturas em geral não terem sido superiores à variedade mais produtiva, tiveram um efeito estabilizador sobre a produção de grãos.

EBERHART *et alii* (1964), considerando o princípio geral de que a variância de uma média é inferior à variância de um indivíduo, concluíram que a média da interação genótipos x ambientes de uma mistura de genótipos (variedades de milho) pode ser inferior à interação de um simples genótipo (híbrido simples).

SPRAGUE e JINKS (1943) já haviam notado a maior capacidade adaptativa de materiais sintéticos, aconselhando seu cultivo em áreas marginais para a cultura do milho. PATERNIANI (1965), relaciona essa potencialidade homeostática ao grande número de genótipos de populações heterogêneas, quer seja através do processo de seleção, quer pela combinação de um maior número de genótipos, tornando os sintéticos mais estáveis do que os híbridos, uma vez que nesses tomam parte somente duas a quatro linha-

gens puras.

PATANOTHAI e ATKINS (1974) em sorgo granífero, evidenciam que os híbridos triplos foram mais estáveis com relação aos simples. Também JOWETT (1972) obteve resultado semelhante com a mesma cultura, demonstrando a superioridade dos triplos em estabilidade, sobre híbridos simples e linhagens. Os cruzamentos simples mostraram superioridade sobre essas últimas. Segundo WALSH e ATKINS (1973), citados por PATANOTHAI e ATKINS (1974), em vários estudos sobre as produções médias de grãos de híbridos triplos em sorgo, não tem demonstrado diferenças significativas desses sobre os simples, no entanto, os primeiros tem vantagem potencial sobre os segundos em dois aspectos principais: a)- a oportunidade para segregação e recombinação no híbrido triplo, resultando em uma população geneticamente heterogênea; b)- essa heterogeneidade pode proporcionar algum grau de homeostase populacional ao híbrido.

PATANOTHAI e ATKINS (1974) relatam que a estabilidade de comportamento em diversos ambientes, pode resultar da heterogeneidade dentro da população, ou pode ser inerente a genótipos específicos. Como um cruzamento simples é uma população homogênea, deve depender inteiramente da homeostase individual para a sua estabilidade. Por outro lado, um híbrido triplo pode ter estabilidade resultante tanto da homeostase populacional, como da individual. A populacional não tem uma influência despercebida sobre a homeostase individual.

BYTH e WEBER (1968), estudando os efeitos da heterogeneidade genética sobre a estabilidade, dentro de duas populações de soja, verificaram que as linhas derivadas de F2 revelaram maior estabilidade fenotípi

ca através de vários ambientes, do que as derivadas de F5. Esse resultado está relacionado ao grau de diversidade genética das primeiras, enquanto que a uniformidade genética dentro das derivadas de F5 resultou em maior interação genótipo x ambiente. Além disso, esses fatos são concordantes com o que tem sido observado na natureza, isto é, em populações naturais de espécies de autofecundação, as heterogêneas podem ter vantagens adaptativas sobre populações homogêneas de genótipos.

KOHEL (1969), desenvolveu estudos sobre estabilidade fenotípica de pais homozigotos e seus híbridos F1, em algodão. Os pais foram derivados haplóides de linha altamente autofecundada, alternativa essa que visou maximizar a homozigosidade, e conseqüentemente aumentar a capacidade de discriminação entre estabilidade de pais e híbridos. Os resultados obtidos concordam com os de KOHEL e WHITE (1963), citados por KOHEL (1969), onde concluíram não existir homeostase individual associada aos híbridos F1, entre tanto não existe estabilidade pronunciada associada à homozigosidade.

QUISENBERRY e KOHEL (1971) em algodão, estudaram os efeitos do nível de ploidia e da heterozigosidade sobre a estabilidade fenotípica, de certas linhas puras e seus híbridos F1. O nível de ploidia não afetou significativamente a estabilidade em todos os caracteres estudados. Daí, a heterozigosidade intergenômica associada à anfidiploidia não conferiu vantagem adaptativa. Diferenças significativas não foram observadas entre linhas puras e progênes híbridas.

A maior estabilidade de híbridos duplos sobre os simples tem sido há muito tempo reconhecida (SPRAGUE e FEDERER, 1951; JONES, 1958; EBERHART *et alii*, 1964; EBERHART e RUSSEL, 1966; WEATHERSPOON, 1970). Essa superioridade usualmente observada, confirma a relação de que a medida que aumen

ta a heterogeneidade genética do material, a interação com o meio diminui (SPRAGUE e FEDERER, 1951; SPRAGUE, 1955; FUNK e ANDERSON, 1964; EBERHART *et alii*, 1964). SPRAGUE e FEDERER (1951) sugerem que a base genética restrita dos híbridos formados por linhagens endógamas, seria a responsável pela menor estabilidade.

Apesar da estabilidade superior dos híbridos duplos comumente observada, alguns pesquisadores no entanto, tem constatado que alguns híbridos simples podem ser tão estáveis quanto aos mais estáveis cruzamentos duplos (EBERHART *et alii*, 1964 e EBERHART e RUSSEL, 1966). Os híbridos simples devem ser testados em maior amplitude de ambientes do que os duplos, para atingirem o mesmo grau de precisão na comparação de ambos (SPRAGUE e FEDERER, 1951; SPRAGUE, 1955; ROSBACO e BABBONI, 1968). Dessa forma, cruzamentos simples geneticamente estáveis seriam obtidos, com mais altas produções do que os duplos (EBERHART e RUSSEL, 1969). Segundo os últimos autores, a maior estabilidade do híbrido duplo, como demonstrada pela menor interação com o ambiente, é devida à mistura de genótipos dentro de cada um deles, tendo sido referida como homeostase genética por LERNER (1954).

STRINGFIELD (1959), estudando o comportamento de híbridos de milho em misturas, suas comparações falharam em mostrar que essas, tanto de híbridos semelhantes como contrastantes, tenham alguma vantagem ou desvantagem quando comparadas com as médias dos híbridos constituintes cultivados separadamente.

NASPOLINI (1975) sugere através dos resultados obtidos, uma intensificação, e mesmo novos experimentos repetidos por vários anos, ou

aumentar sensivelmente o número de ambientes, no caso de densidade. Isso em consequência de dificuldades ocorridas em explicar as diferenças entre compostos e variedades, e entre híbridos simples e duplos, associado ao fato notável da semelhança no comportamento mais estável dos compostos e híbridos simples. Suas conclusões estão em desacordo com diversos pesquisadores que evidenciam estar a adaptação diretamente proporcional à diversidade genética (SPRAGUE e FEDERER, 1951; SILVA *et alii*, 1963; ROSBACO e BABBO NI, 1968, entre outros).

RUSCHEL (1970), estudando a estabilidade para vários caracteres em milho, constatou a superioridade das populações e variedades melhoradas, em relação aos híbridos e variedades locais. Os híbridos apresentaram capacidade adaptativa inferior, sendo no entanto as cultivares mais produtivas dentro de sua região de origem. COSTA (1976), determinando a magnitude das interações genótipos x ambientes sobre produção de grãos em milho, comparando cinco tipos de diversidade genética, conclui que as variedades melhoradas externaram boa capacidade de estabilidade, alta produtividade, além de características desejáveis agronomicamente. O híbrido intervarietal, de base genética ampla, apresentou boa estabilidade, alta produção e heterose. Nessa mesma cultura vários pesquisadores tem demonstrado a relação entre diversidade genética e estabilidade, onde as variedades melhoradas geralmente superam outros grupos de diversidade (RUSCHEL, 1968; RUSCHEL, 1970; LEMOS, 1976).

3.4.4. Controle genético da estabilidade

Vários pesquisadores tem relatado que estabilidade e contro-

lada geneticamente (SCOTT, 1967; FINLAY, 1963 e 1971; PERKINS e JINKS, 1968; BUCIO ALANIS *et alii*, 1969; MATHER, 1953). EBERHART e RUSSEL (1966), relatam que se é um caráter genético, avaliações iniciais seriam planejadas a fim de indentificar genótipos estáveis, auxiliando muito os trabalhos de seleção. SCOTT (1967) determinou que a seleção para estabilidade em milho foi eficiente. O sucesso obtido em selecionar genótipos estáveis para a produção, é um forte indicativo da natureza genética da estabilidade. SILVA *et alii* (1972), observaram que em dois anos é possível selecionar cultivares mais estáveis com alta capacidade de produção, assim como cultivares mais estáveis e de baixa produtividade em milho.

RAM (1970) detectou correlação positiva entre índices fenotípicos e estabilidade fenotípica para a produção de sementes, e negativa para tempo de florescimento em brássicas. O isolamento de tais genótipos seria uma prática possível. A associação entre estabilidade e média de caracteres de valor econômico é imprescindível em qualquer análise de estabilidade, pois é uma valiosa contribuição aos trabalhos de seleção. VERMA *et alii* (1972) também observaram correlações positivas, entre estabilidade e médias de diversos caracteres adaptativos em soja.

FATUNLA e FREY (1974) determinaram altas correlações positivas entre a média e estabilidade, para linhagens de aveia em vários caracteres. Observaram que para a produção de grãos, essa correlação pode ser intensificada por tratamento mutagênico, o qual causaria mutações simultâneas tanto para produção como para estabilidade.

FEASTER e TURCOTTE (1973) obtiveram evidência de que o genótipo está envolvido na estabilidade. A cultivar 22-6 de algodão tendeu a

ser mais estável do que Pima S-1 e Pima S-2, assim como a mesma relação foi observada entre os duplos haplóides originados dessas cultivares respectivamente.

Em diversos trabalhos onde é demonstrada a superioridade de estabilidade de cruzamentos triplos ou duplos sobre os simples, tem sido observado comumente que alguns híbridos simples exibem alta estabilidade. Essa evidência sugere grandemente que estabilidade pode ser uma característica herdável (PATANOTHAI e ATKINS, 1974; JOWETT, 1972; WEATHERSPOON, 1970; EBERHART *et alii*, 1964; EBERHART e RUSSEL, 1969). Os híbridos simples tem sido observados superar ou igualar os triplos e duplos com relação a produção e outros caracteres adaptativos (PATANOTHAI e ATKINS, 1974; WEATHERSPOON, 1970; EBERHART e RUSSEL, 1969; SPRAGUE e FEDERER, 1951). Dessa forma, a seleção afetiva para estabilidade também pode ser possível entre híbridos simples, e assim, cruzamentos simples geneticamente estáveis seriam obtidos, com mais altas produções do que os duplos ou triplos.

SHANK e ADAMS (1960) apesar de terem demonstrado superior capacidade homeostática para os híbridos F1 sobre seus progenitores endógamos, também observaram sensível diferença entre os coeficientes de variação, medida da estabilidade, das linhagens. Isso também foi observado por ROSBACO e BABBONI (1968), quando sugeriram que a seleção para adaptação deve ser considerada na etapa inicial de obtenção de linhagens, num programa de produção de híbridos. REICH e ATKINS (1970), relatam ser muito importante determinar que tipo de estrutura de população é mais desejável, para o desenvolvimento de híbridos ou variedades amplamente adaptadas e altamente estáveis a ambientes flutuantes.

Apesar de todos esses trabalhos que evidenciam indiretamente o controle genético da estabilidade, ainda não se dispõe de informações referentes ao número provável de genes ou o tipo de ação gênica envolvida. MATHER (1953) em estudos sobre o controle genético da estabilidade, embora não provado completamente, sugere que o sistema genético parece ser de natureza poligênica. O nível de estabilidade parece depender de um equilíbrio gênico em espécies de *Drosophila*, *Primula* e *Petúnia*, nas quais tem sido investigada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Delineamento Genético

Doze cultivares comuns, entre quatorze ensaiadas, foram consideradas nas análises. Elas incluem mandiocas mansas e bravas, constituídas tanto por germoplasmas extra-amazônicos, como por amazônicos, estes selecionados pelo antigo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (IPEAN).

As cultivares são caracterizadas quanto à procedência e conteúdo de ácido cianídrico (HCN) em:

CULTIVARES	PROCEDÊNCIA	CONTEÚDO DE HCN
1. Mameluca	Cametã-PA	Brava
2. Cachimbo	Alto Rio Negro-AM	Brava
3. Jurarã	Zona Bragantina-PA	Brava
4. Pretinha	Zona Bragantina-PA	Brava
5. Amazonas	Região Amazônica	Mansa
6. Ipean-12	Belém-PA	Brava

7. Lagoa	Paraíba	Brava
8. Engana Ladrão	Pernambuco	Mansa
9. Iracema	Campinas-SP	Brava
10. Vassourinha Branca	Paraná	Mansa
11. R-18	Rio Grande do Sul	Brava
12. Riqueza	Sete Lagoas-MG	Mansa

Germoplasmas de procedência extra-amazônica foram recebidos pelo IPEAN, atual CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido), no ano de 1971, de várias instituições de pesquisa do país. É válido ressaltar que somente aqueles que se adaptaram perfeitamente às condições ambientais de Belém, é que foram incluídos no ensaio.

Os caracteres produção de raízes e produção de rama em toneladas por hectare, foram considerados.

4.2. Delineamento Experimental

As cultivares foram lançadas em competição pela equipe de mandioca do IPEAN (CPATU), em campo experimental de Belém-PA, nos anos agrícolas de 1971/72, 1972/73 e 1976/77; em campo experimental de Tracuateua-PA, durante 1973/74, 1974/75 e 1975/76; e no município de Macapá-AP, nos anos agrícolas correspondentes a 1973/74, 1974/75 e 1975/76. As discordâncias dos anos relativos a Belém, se devem ao fato de que os ensaios conduzidos nos anos comuns aos outros dois locais fortemente prejudicados por fatores imprevisíveis, como a incidência de cochonilha.

4.2.1. Detalhe experimental

- a)- Delineamento: Blocos ao acaso.
- b)- Número de repetições: 4.
- c)- Área do experimento em cada local: 1196m^2 .
- d)- Área útil da parcela: 15m^2 .
- e)- "Stand" útil: 15 plantas.
- f)- Espaçamento: 1m x 1m entre plantas e 2m entre parcelas e blocos.
- g)- Plantio: Foram utilizadas estacas de 20cm de comprimento, retiradas do terço médio e anterior das hastes lenhosas, dispostas horizontalmente no solo, em covas de 8 a 10cm de profundidade.
- h)- Colheita: Realizada com um ciclo vegetativo (12 meses), através da pesagem isolada de raízes e rama (hastes e folhagem).
- i)- Adubação: não foi realizada.

4.2.2. Caracterização dos locais com relação a solo, clima, e doenças e pragas

- a)- Tipo de solo: Latosol amarelo. Comum para os três locais, sendo a unidade pedogenética de maior distribuição na Amazônia Brasileira. Possui baixa fertilidade química, é fortemente ácido, desgastado, textura muito arenosa a

muito argilosa, bem drenado, poroso, de estrutura fraca ou moderada. São solos que sofrem grande lixiviação, pelas condições climáticas locais (FALESI, 1972).

- b) - Tipos climáticos: De acordo com KÖPPEN, citado por BAS TOS (1972).

Belém - Afi: Caracteriza-se como um clima tropical chuvoso, sem período de estação seca.

Macapá e Tracuateua - Ami: Clima tropical chuvoso, com regime pluviométrico anual de finindo uma estação relativamente seca. O total anual mantém esse período.

- c) - Principais doenças e pragas - Durante o decorrer do desenvolvimento do ensaio, foram constatadas as seguintes enfermidades: 1)- Bacteriose (*Xanthomonas manihotis* (Arthur Borthet) Starr), uma das mais importantes para o cultivo da mandioca, porém em incidência branda; 2)- Superalongamento (*Sphacelloma manihoticola*), descoberta recentemente, incidindo apenas em área experimental de Belém em 1976/77 (CPATU/EMBRAPA, 1978); 3)- Mancha parda (*Cercospora hermingii*, Allesch), observada nos três locais considerados. Com relação ao ataque de pragas, foi observado o aparecimento de um novo tipo de cochonilha, determinada como *Phenacoccus* sp (*Homoptera- Pseudococcidae*), nos campos experimentais de Belém e Macapá (ALBUQUERQUE, 1976).

4.3. Análise Estatística

4.3.1. Análise da variância de ensaios individuais por ambiente (local dentro de cada ano).

Foram efetuadas análises individuais, isoladamente para a produção de raízes e a produção de rama. Cada análise inclui o quadrado médio entre cultivares (QM_1), a amplitude de variação das médias de quatro repetições, estimativas das variâncias genética (V_g) e ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$), o coeficiente de variação experimental (CV_e) e genética (CV_g), o quociente entre CV_g e CV_e conforme VENCOVSKY (1978), assim como estimativa do coeficiente de determinação genotípica (d^2). Esse coeficiente foi estimado através do quociente entre a variância genética V_g , e a variância entre médias de quatro repetições: $V_g/\hat{\sigma}_e^2$ ou $V_g/(V_g + \hat{\sigma}_e^2/r)$, onde "r" corresponde ao número de repetições (CESNIK, 1972, citado por FONSECA, 1978). Os contrastes entre médias de cultivares foram comparados através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.2. Análises Conjuntas

Foram realizadas análises conjuntas da variância para os dois caracteres, considerando inicialmente o total de produção de cada cultivar dentro de cada ambiente. O procedimento analítico, conforme PIMENTEL GOMES (1976), considera os fatores ambientes (E), cultivares (C), e a interação entre ambos (Cx E), como principais causas da variação. Essa análise tem como objetivo, avaliar o comportamento geral das cultivares sobre uma ampli

tude de nove ambientes.

Posteriormente, com a finalidade de avaliar os efeitos das interações cultivares x locais (CxL), cultivares x anos (CxA) e cultivares x locais x anos (CxLxA) sobre o comportamento das cultivares em produção de raízes e rama separadamente, foram considerados apenas os locais Tracuateua e Macapá, por apresentarem os anos comuns 1973/74, 1974/75 e 1975/76. Considerou-se também o total de quatro repetições, utilizando-se métodos de análise estatística baseados em PIMENTEL GOMES (1976), BENNET e FRANKLIN (1963), e STEEL e TORRIE (1960). Para ambos os casos, a não uniformidade dos quadrados médios residuais para a produção de rama foi corrigida segundo COCHRAN (1954) citado por PIMENTEL GOMES (1976).

Para o estudo detalhado da interação, a análise de variância foi baseada no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijmn} = \mu + a_i + l_j + c_m + r_n(ij) + (al)_{ij} + (ac)_{im} + (cl)_{jm} + (cla)_{ijm} + e(ijmn).$$

	Efeito	Índice
anos	a	i=1,...,3. Aleatório
locais	l	j=1,2. Fixo
cultivares	c	m=1,...,12. Fixo
repetições	r	n=1,...,4. Aleatório
μ = média do caráter.		

Os quadrados médios foram decompostos em componentes de variância segundo BENNET e FRANKLIN (1963), de onde foram estimados as variâncias relativas aos efeitos do modelo. A significância de cada efeito isoladamente foi avaliada através dos testes $F = Q_1/Q_6; Q_2/Q_7; Q_3/Q_4; Q_4/Q_9; Q_5/Q_8; Q_6/Q_9; Q_7/Q_4; Q_8/Q_9$, sendo $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7, Q_8$ e Q_9 , respec

tivamente, os quadrados médios referentes a: cultivares, locais, anos, blocos, CxL, CxA, LxA, CxLxA e resíduo médio.

4.3.3. Estimação dos parâmetros de estabilidade

A estabilidade das doze cultivares através dos nove ambientes (3 locais e 3 anos), tanto para a produção de raízes como para a produção de rama, foi medida de acordo com o método de EBERHART e RUSSEL (1966). Segundo o método, o qual se fundamenta essencialmente em dois parâmetros principais, ou seja, o coeficiente de regressão (b) e a variância dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) uma cultivar ideal seria aquela cuja produção superasse a média geral do ensaio, com b igual a 1,00, e $\hat{\sigma}_d^2$ tão pequena quanto possível.

O parâmetro "b" é estimado através da média das cultivares sobre um índice ambiental, o qual consiste na média de todas as cultivares em cada ambiente, menos a média geral sobre todos os ambientes. As cultivares com coeficientes de regressão superiores à unidade seriam instáveis, com especificidade a ambientes favoráveis ou de alta produtividade, enquanto que aquelas de "b" inferior a 1,00, seriam estáveis, e mais específicas portanto a ambientes desfavoráveis ou de baixa produtividade.

A hipótese de que qualquer coeficiente de regressão "b" não difere da unidade foi testada pelo teste "t" de Student, segundo a fórmula
$$t = \frac{b_m - 1}{\sqrt{\frac{QMDRL}{SQI}}}$$
, onde b_m corresponde ao coeficiente de regressão linear da cultivar m, QMDRL ao quadrado médio dos desvios da regressão linear, e SQI à

soma de quadrados da média de todas as cultivares através de nove ambientes, comum para as doze cultivares.

A hipótese de que as cultivares não diferem com relação à sua regressão sobre o índice ambiental, $H_0 = b_1 = b_2 = \dots = b_{12}$, foi testada pelo teste de significância $F = QM_2/QM_3$, onde QM_2 corresponde ao quadrado médio da interação cultivares x ambiente (Linear), e QM_3 , ao quadrado médio agrupado dos desvios da regressão, conforme o método de EBERHART e RUSSEL (1966).

A relação entre a produção e a estabilidade, aspecto mais importante em qualquer estudo sobre a estabilidade de caracteres econômicos, foi determinada através do coeficiente de correlação estimado entre as médias de produção de cada caráter sobre os nove ambientes, e os respectivos coeficientes de regressão (b) para as doze cultivares.

O grau de associação entre a produção de raízes (t/ha) e a produção de rama (t/ha) foi estimado através do coeficiente de correlação linear entre cultivares, considerando as médias de produção sobre os nove ambientes. Essa associação foi depois confirmada através da correlação entre os índices de estabilidade (b) dos dois caracteres.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Produção de raízes (t/ha)

5.1.1. Análise da variância de ensaios individuais por ambiente (local dentro de cada ano).

Na tabela de número 4 estão relacionadas as médias em toneladas por hectare das cultivares dentro de cada local e ano, além da produtividade média geral através dos nove ambientes ($\bar{P}$), a média de doze cultivares por ambiente ($\bar{P}/A$), e o índice ambiental (I), medida quantitativa das condições ambientais segundo FINLAY e WILKINSON (1963) e EBERHART e RUSSEL (1966). De acordo com esse índice, os ambientes podem ser classificadas na categoria de favoráveis ou de alta produtividade (acima de zero), e na de desfavoráveis ou de baixa produtividade (abaixo de zero). De um modo geral, Belém correspondeu ao ambiente mais favorável, com 30,42 t/ha, e Tracuateua ao menos favorável, com rendimento médio de 18,65 t/ha.

Os resultados da tabela 5 correspondem à análise da variân-

cia, onde para cada ensaio procurou-se relacionar a significância dos quadrados médios entre cultivares, a amplitude em médias de produção e o coeficiente de variação experimental, a estimativas de alguns parâmetros básicos, como a variância genética entre cultivares (V_g) e o coeficiente de determinação genotípica (d^2), de grande interesse do melhorista. Observa-se por essas análises, comuns para ensaios de competição entre clones na região, que valores significativos para o quadrado médio se relacionaram a elevados valores para a variância genética, superior à ambiental (σ_e^2), correspondendo conseqüentemente a valores máximos para o coeficiente de determinação genotípica. De uma maneira global, os valores estimados para esse parâmetro foram eficientes, demonstrando condições adequadas à seleção de genótipos superiores.

Ao verificar detalhadamente os resultados da tabela 5, nota-se que para o local mais favorável em rendimento foram detectadas as maiores amplitudes de variação das médias das cultivares, alcançando um limite máximo de 18,75 a 47,33 t/ha de raízes. Também para os ambientes que envolvem Belém, foram estimados, em geral, os mais elevados d^2 , acima de 85%. Esse local além de ter sido o de maior produção, forneceu indicações de ser o mais adequado a trabalhos de seleção.

Analisando os resultados em função dos parâmetros genéticos estimados, conforme a tabela 5, constata-se em geral que a produção de raízes é um caráter de grande variabilidade aproveitável em esquemas seletivos. De acordo com a precisão experimental, podem ser estimados elevados valores (acima de 90%) para d^2 , como demonstraram os ambientes 1 e 3.

A ampla variabilidade entre cultivares de mandioca em decor-

rência de sua forma tradicional de cultivo, é evidente em caracteres econômicos como a produção de raízes. Segundo LOZANO (1978), essa espécie é constituída por clones possuidores de ampla diversidade morfogenética, cultivados vegetativamente há milhares de anos. Vários autores, na determinação prática da variabilidade intergenotípica apoiados em ensaios de competição de cultivares, conduzidos freqüentemente dada à disponibilidade de amplas coleções nas principais regiões de cultivo, têm constatado variação de elevada magnitude em rendimento de raízes, apesar de não dispensarem um enfoque genético ao assunto (ALBUQUERQUE, 1969; RIBEIRO *et alii*, 1974; BÜLOW, 1971; MATTOS e FERREIRA, 1975).

Os resultados dessas análises (Tabela 5) confirmaram as conclusões acima, especialmente em ambientes de melhor precisão experimental (1, 2, 3, 4, 7, 9), onde as cultivares encontraram condições propícias para demonstrarem sua potencialidade genética.

É interessante que se chame atenção ao fato de que nos ensaios correspondentes aos ambientes 5 e 9, onde foram obtidas as menores produções, foram detectados os mais elevados coeficientes de variação experimental (CV_e), de 43% e 34%, respectivamente. Isso provavelmente foi ocasionado por falhas de sobrevivência, decorrentes de efeitos ambientais não controlados. Adicionalmente, observa-se através da tabela 5, que apenas o CV_e não foi a única medida de precisão do experimento. Foi importante relacioná-lo a estimativas de variância genética (V_g) e d^2 , para que experimentos como Tracuateua 75/76 fossem devidamente considerados. Note-se também que esse ambiente, muito embora tenha apresentado baixa produtividade, apresentou variabilidade disponível. Isso vem comprovar a hipótese de que um ambiente propício à seleção de genótipos superiores independe de seu valor

em produtividade. Observa-se que Tracuateua 73/74, 74/75 e 75/76, exibiram baixos índices ambientais (Tabela 4) relacionados a elevados valores para d^2 (Tabela 5).

Analisando o comportamento das cultivares que superaram a média geral em cada ambiente (Figuras 1 à 9, tabela 4), assim como a média regional de 14 t/ha, mas que não diferiram entre si segundo a diferença mínima significativa de Tukey a 5%, pode-se verificar que: a)- com relação àquelas de procedência amazônica, as cultivares que demonstraram superioridade foram Jurarã, Mameluca e Pretinha, todas procedentes de regiões do Estado do Pará. Elas exibiram comportamento semelhante em Belém e Tracuateua, (Figura 10), sobrepujando as demais durante três anos de experimentação nesses locais, provando terem sido originadas em regiões de condições edafoclimáticas semelhantes. Pretinha apresentou um melhor desempenho, exibindo elevado rendimento em raízes em praticamente todos os ambientes (Figura 10). Essas cultivares têm demonstrado superioridade em vários ensaios (ALBUQUERQUE, 1969), sendo resistentes às principais moléstias. A cultivar Amazonas apresentou um melhor comportamento apenas em Tracuateua, local menos favorável em produtividade; b)- Dentre as cultivares procedentes de outras regiões do Brasil, Engana Ladrão, Lagoa e Iracema, tiveram comportamento semelhante (Figura 10). O desempenho constante em todos os anos no local Macapá, sugere que esses germoplasmas tiveram origem em ecossistemas de alguma forma semelhantes a esse local.

5.1.2. Análises conjuntas

Com a finalidade de avaliar o comportamento geral das culti-

vares em produção de raízes sobre uma amplitude de nove ambientes, a tabela 6 registra os resultados da análise conjunta da variância. Essa análise geral revela o efeito altamente significativo tanto para ambientes como para cultivares isoladamente, assim como para a interação entre ambos. Isso vem constatar que a interação genótipo x ambiente poderá contribuir negativamente na avaliação de cultivares.

A seguir, com a finalidade complementar de quantificar o efeito de vários tipos de interação sobre a variação total, na tabela 7 são apresentados os resultados da análise da variância considerando os locais Macapã e Tracuateua, por apresentarem os anos comuns 1973/74, 1974/75 e 1975/76. Conforme se pode verificar, foram detectados efeitos altamente significativos estatisticamente para cultivares e anos. As interações significativas cultivares x locais (CxL), cultivares x anos (CxA) e cultivares x locais x anos (CxLxA), demonstraram a influência negativa das variações ambientais previsíveis e/ou imprevisíveis (ALLARD e BRADSHAW, 1964) no desempenho diferencial das cultivares. Em decorrência de suas magnitudes, essas interações foram decompostas para melhor interpretação.

No desdobramento da interação CxL (tabela 8), onde foi avaliado o grau de significância do efeito diferencial dos dois locais dentro de cada cultivar, apenas para Lagoa, Engana Ladrão e Riqueza, foram obtidos resultados significativos, sendo responsáveis pela interação CxL da tabela 7. A maioria das cultivares, incluindo todas as amazônicas, não apresentaram comportamento variável de local para local. Desdobrando a interação CxA na tabela 9, ao estudar o efeito variável de três anos dentro de cada cultivar, somente para Engana Ladrão e Vassourinha Branca não foi detectada significância estatística, mostrando que as alterações ambientais de ano pa

ra ano tiveram maior influência sobre o comportamento das diversas cultivares. Dentro de anos, o fator chuva, medido em precipitação pluviométrica em milímetros, Tabelas 2 e 3, constituiu o componente ambiental mais variável, de acordo com o que sugerem FINLAY e WILKINSON (1963), com maior variação ocorrendo no período mais seco do ano agrícola, o qual correspondeu ao desenvolvimento inicial da fase vegetativa.

Finalmente, decompondo a interação tripla CxLxA (Tabela 10), como forma auxiliar para a análise da variabilidade intergenotípica, foi avaliado o efeito de cultivares dentro de cada ambiente (local e ano). Todos os resultados para o teste "F" foram altamente significativos.

Conforme a tabela 7, a σ^2_{LA} (interação locais x anos), foi a que mais contribuiu para a variação total dos dados, seguida por σ^2_e (erro experimental), σ^2_A (anos), σ^2_{CLA} (interação cultivares x locais x anos), V_{CL} (interação cultivares x locais), V_g (diferença genética entre cultivares), e σ^2_{CA} (interação cultivares x anos). Esses resultados indicaram que a variação útil, geneticamente herdável, foi prejudicada tanto por alterações de natureza ambiental isoladas, como pela interação entre ambas. Além disso, demonstraram definitivamente, a interferência negativa da interação genótipo x ambiente em trabalhos de seleção de cultivares superiores. O fitomelhorista deve evitar praticar seleção em ambientes específicos e considerar, sempre que possível, um número representativo de condições ambientais da região de cultivo.

5.1.3. Estimação dos parâmetros de estabilidade

Avaliando os resultados do comportamento das diversas culti-

vares com relação à estabilidade em produção de raízes, como estudo complementar de interação genótipo x ambiente, ao considerar inicialmente o primeiro parâmetro, ou seja, a produtividade média através dos nove ambientes, as cultivares Mameluca, Jurará, Pretinha (amazônicas), e Engana Ladrão e Lagoa (extra-amazônicas), apresentaram os melhores rendimentos. Superaram a média de produção nacional (10 t/ha), regional (13 a 14 t/ha), além da média geral de todas as cultivares sobre todos os ambientes (23,98 t/ha).

Considerando que ao melhorista interessa a obtenção de cultivares que se comportem bem não apenas em um ambiente específico, mas em vários ambientes (OLIVEIRA, 1976), é necessário que os resultados sejam analisados em função do segundo fator de estabilidade, ou seja, o coeficiente de regressão (b). Segundo esse parâmetro, a grande maioria das cultivares, ou seja, Mameluca, Cachimbo, Jurará, Ipean-12, Lagoa, Engana Ladrão, Vassourinha Branca, Iracema e R-18, exibiram estabilidade média, pois os valores de "b" não diferiram significativamente da unidade de acordo com o teste "t" de Student (Tabela 12). Segundo FINLAY e WILKINSON (1963), Mameluca, Jurará, Lagoa, Engana Ladrão e Iracema possuem capacidade geral de adaptação, enquanto que Cachimbo, Ipean-12, Vassourinha Branca e R-18, são pobremente adaptadas a todos os ambientes. A cultivar Pretinha apresentou baixa estabilidade, enquanto que Amazonas e Riqueza foram estáveis.

Baseado no parâmetro final de estabilidade de EBERHART e RUSSEL ($\hat{\sigma}_d^2$), Tabela 12, as cultivares Ipean-12, Amazonas, Vassourinha Branca, Pretinha e Riqueza, demonstraram os menores valores.

De acordo com a referida tabela, pode-se verificar que as cultivares analisadas variaram tanto com relação à média geral em nove ambientes (17,95 a 29,41 t/ha), como ao coeficiente de regressão "b" (F=10,56), e

à variância dos desvios da regressão $\hat{\sigma}_d^2$ (1,50 a 88,11). Portanto, em concordância com os resultados da tabela 5, existe ampla variabilidade em produtividade, associada à variação em estabilidade (Tabela 12).

Observando a tendência de comportamento das diversas cultivares sobre os ambientes variáveis, considerando conjuntamente os três parâmetros básicos de estabilidade de EBERHART e RUSSEL ($\bar{P}$, b , $\hat{\sigma}_d^2$) de acordo com as figuras 11 e 12, e tabela 12, as cultivares Lagoa, Jurará, Pretinha e Mameluca, muito embora tenham demonstrado um comportamento semelhante ($\bar{P}$ e b), com maior especificidade a ambientes favoráveis (Figura 11), Pretinha apresentou um desempenho mais previsível, em decorrência de seu baixo valor para $\hat{\sigma}_d^2$ (Figura 12). Ela exibiu tendência a ser mais exigente a um nível tecnológico mais evoluído. É um genótipo, que para cada aumento de produtividade do ambiente (t/ha), deverá responder com um aumento de 1,4 t/ha.

As demais cultivares exibiram maior tendência a um comportamento estável (Figura 11), porém somente Amazonas pode ser considerada quando se analisam os três parâmetros conjuntamente. Apresenta produtividade próxima à média geral 23,98 t/ha, coeficiente de regressão inferior à unidade, além de baixo valor para a variância dos desvios da regressão (4,19). É um material de grande previsibilidade, superando as médias equivalentes aos ambientes menos produtivos (Tabela 4), sendo portanto, uma cultivar a ser desenvolvida por pequenos agricultores, por ser menos exigente à melhoria ambiental. É válido ressaltar, que devem ser levados em conta outros fatores agrônômicos intrínsecos da região de cultivo, que classificam os materiais como cultivares superiores.

Conforme a figura 11, pode-se verificar a forte associação entre o rendimento de raízes e o índice de estabilidade, indicando que em tra

balhos de seleção interclonal em mandioca, maior ênfase tem sido dispensada à produtividade em ambientes específicos. Nota-se a maior concentração de pontos no quadrante II, o qual corresponde às cultivares menos produtivas e estáveis, assim como no III, que por sua vez inclui as mais produtivas e instáveis. Tal situação está de acordo com o que foi mencionado por EBERHART e RUSSEL (1966), ou seja, genótipos estáveis geralmente exibem produções médias abaixo da média geral.

Estudos de correlação entre o potencial produtivo das cultivares e Índice de estabilidade constituem-se de extremo valor em trabalhos de melhoramento genético, como comprovam RAM (1970), VERMA *et alii* (1972), FATUNLA e FREY (1974), na orientação do melhorista para a escolha de cultivares superiores. Como sugerido por FINLAY e WILKINSON (1963), o cruzamento entre cultivares produtivas, mas que difiram em estabilidade fenotípica, é importante em pesquisas dessa natureza, pois auxiliará no alcance do desempenho máximo sobre ambientes favoráveis ou desfavoráveis.

Através dos resultados obtidos, o melhorista dispõe de um número considerável de cultivares promissoras para a região Amazônica, variáveis em potencial genético tanto para produção como adaptabilidade. Objetivando a exploração intensiva para a produção de álcool, poderá dispor das cultivares Mameluca, Jurará, Pretinha e Lagoa, que após ensaios visando características agrônômicas e industriais desejáveis, deverão responder positivamente à adoção de novos níveis tecnológicos. Visando paralelamente o setor agrícola regional, poderá incluir as cultivares Cachimbo, Amazonas, Ipean-12, Engana Ladrão, Iracema, Vassourinha Branca, R-18 e Riqueza, visando o progresso em produtividade e estabilidade, para atender ao produtor de baixa renda. Poderá desenvolver estudos sobre a capacidade de combinação en

tre as cultivares para a formação de compostos ou híbridos intervarietais. As populações resultantes tenderão a ser mais produtivas e estáveis, atendendo às necessidades da região.

Em caráter complementar, foram obtidos coeficientes de correlação fenotípica entre cultivares, através das médias de produção sobre os nove ambientes, entre os caracteres produção de raízes (t/ha) e produção de rama (t/ha). A não significância estatística para esse coeficiente (Figuras 13 e 14), sugere que os caracteres considerados parecem não ter recebido a mesma atenção, sendo selecionados praticamente independentes no decorrer da história cultural e adaptativa da mandioca. Esses resultados são contrastantes com os de SILVA (1977), o qual concluiu existir correlação entre os mesmos, ao analisar 60 cultivares. Esse autor também cita conclusões semelhantes de MENDES (1940) e GRANER (1946), confirmadas por ESTEVÃO *et alii* (1972). O último autor no entanto, contradiz sua opinião acima, ao estudar o comportamento de 10 cultivares, onde observou que aquelas superiores em rendimento de raízes, produziam menor quantidade de rama.

Observando entretanto as figuras 13 e 14, nota-se entre as mesmas, uma certa concordância com relação aos quadrantes II e III dos gráficos. As cultivares Lagoa, Pretinha e Mameluca foram superiores tanto em raízes como rama (Figura 13, QIII), e estáveis para os dois caracteres (Figura 14, QIII), enquanto que Vassourinha Branca e Riqueza apresentaram baixa produção e comportamento estável para os dois caracteres (Figuras 13 e 14, QII), vindo de acordo as conclusões de SILVA (1977). Existiu pois, certa associação entre os dois caracteres, embora não detectável estatisticamente pelo coeficiente r . O número disponível de cultivares deve ter influenciado os resultados, o mesmo devendo ter ocorrido no trabalho de ESTEVÃO

et alii (1972). Além disso, sendo fixos os efeitos de cultivares, a normalidade dos dados, necessária para o emprego do coeficiente de correlação, não está satisfeita. O uso desse coeficiente, portanto é feito apenas como indicador da associação entre caracteres.

5.2. Produção de rama (t/ha)

5.2.1. Análise da variância de ensaios individuais por ambiente (local dentro de cada ano).

Como para raízes, na tabela 13 são apresentados os resultados para a produção de rama, caráter que mais recentemente vem sendo pesquisado, dada a sua potencialidade em conteúdo protéico e conseqüente aproveitamento como forragem animal (CORREA *et alii*, 1973; MACHADO, 1975, entre outros), além da possibilidade de seu aproveitamento como combustível nas usinas de fabricação de álcool. Os dados originais representam a média de cada cultivar em todos os ambientes analisados, a média por ambiente ($\bar{P}/A$), a produção média de cada genótipo sobre nove ambientes ($\bar{P}$), além do índice ambiental (I). Belém continuou sendo o ambiente mais favorável, com média geral de 23,88 t/ha, seguido por Macapá com 19,24 t/ha, e Tracuateua com 16,50 t/ha de rama.

As amplitudes de variação das médias, focalizadas através da análise da variância dos dados para cada ensaio (Tabela 14), exibindo valores desde 3,62 a 44,41 t/ha, indicaram que esse é um caráter tão variável quanto a produção de raízes, com variabilidade útil a ser aproveitada com sucesso em esquemas seletivos. Essas observações são comprovadas pelas es-

timativas da variância genética (V_g) na tabela 14, especialmente em ambientes de maior precisão experimental, como o 3, 4, 7, 8 e 9. Nesses ensaios, a diferença altamente significativa entre as cultivares (QM_1) correspondeu a elevadas estimativas para V_g , e conseqüentemente, a valores mais elevados para o coeficiente de determinação genotípica " d^2 ". Ampla variação em rendimento médio de rama também tem sido relatada por diversos autores em outras cultivares (MATTOS, 1972; CONCEIÇÃO *et alii*, 1974; IITA, 1974, entre outros).

De um modo generalizado, todos os ambientes ofereceram condições propícias à prática de seleção, pelas expressivas estimativas para d^2 (acima de 60% para todos os experimentos). Dentro desse aspecto, ao proceder uma análise comparativa entre os três locais envolvidos, percebe-se no geral que o local Tracuateua, muito embora sendo menos favorável em produtividade, apresenta uma tendência a oferecer condições ambientais mais adequadas à seleção. Tal afirmativa é facilmente perceptível quando se observa a caracterização dos locais com relação a doenças e pragas. Foi verificado durante o desenvolvimento do trabalho de campo, que os ensaios localizados em Tracuateua foram menos atacados por moléstias específicas da parte aérea. Esse local parece fornecer um escape natural ao bom crescimento das plantas, favorecendo um desenvolvimento vegetativo uniforme.

A produção de rama parece menos influenciável por alterações ambientais do que a produção de raízes. Nota-se que para esse caráter (Tabela 5), os coeficientes de variação experimental (CV_e) variaram de 18% a 43%, enquanto que para rama (Tabela 14), atingiram uma amplitude de 16% a 35%. Os coeficientes de determinação genotípica (d^2) dos experimentos atingiram valores também expressivos. Também para esse caráter, um valor pa

ra CV_e de 31%, correspondendo à elevado d^2 (89%), vem reforçar o hábito de se procurar conviver com altos coeficientes de variação, comumente detectados em análise de experimentos na região Amazônica.

Problemas ocorreram nos experimentos referentes aos ambientes 5 e 9 (Tabela 14), os quais apresentaram as menores produções, em decorrência de falhas de sobrevivência possivelmente provocadas por fatores ambientais incontroláveis.

As figuras de numeros 15 a 23, ilustram o comportamento em rendimento médio de todas as cultivares dentro de cada ambiente com relação à média ambiental ($\bar{P}/A$), além da diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS) para cada experimento. De acordo com a figura 24, a qual sintetiza o comportamento geral das cultivares superiores, fazendo-se uma análise entre as cultivares, pode-se observar a superioridade de Pretinha e Mameluca, originárias do Estado do Pará. Observa-se também um comportamento semelhante das mesmas com relação à produção de raízes (Figura 10). Essa concordância para os dois caracteres em Belém e Tracuateua, vem comprovar a origem dessas cultivares em regiões de condições ecológicas muito semelhantes a esses locais. A superioridade da cultivar Jurarã, ausente em Belém e Tracuateua, sugere que a produção de rama não tem sido considerada na seleção de clones superiores nesses locais. Macapá ofereceu condições ambientais para o bom desenvolvimento da parte aérea dessa cultivar (Figura 14). Também pode ter ocorrido incidência diferencial de doenças e pragas entre os dois locais e Macapá, que influenciaram no comportamento desse germoplasma. Ipean-12, cultivar selecionada para produção de rama em Belém, apresentou um bom desempenho para o caráter considerado, principalmente em Belém e Macapá (Figura 24), ao passo que Cachimbo mostrou um bom comportamento ape-

nas em Belém e Tracuateua (Figura 24). A cultivar Amazonas teve um desempenho superior em Tracuateua, tanto para rama como para raízes (Figuras 10 e 24).

Dentre as cultivares extra-amazônicas em procedência, Engana Ladrão apresentou um comportamento excelente, superior e constante em todos os ambientes (Figura 24). Seu máximo valor em produtividade sobre todos os locais e anos, sugere fortemente que a região de origem da referida cultivar se assemelha grandemente à região Amazônica. Lagoa vem a seguir, com melhor produção em Macapã (Figura 24).

5.2.2. Análises conjuntas

Após a análise individual dos ambientes, procurou-se avaliar o comportamento variável das diversas cultivares em vários ambientes, através da análise de interação genótipo x ambiente.

Inicialmente, pelos resultados da análise conjunta considerando a produção total por ambiente (Tabela 15), percebe-se o efeito altamente significativo para ambientes e cultivares isoladamente, bem como para a interação entre os mesmos. Também para produção de rama, a interação genótipo x ambiente interfere nas análises de populações variáveis.

Posteriormente, em uma análise complementar, procurando quantificar a influência dos efeitos ambientais, isolados ou interagidos, sobre a variação total dos dados de produção de rama, a tabela 16 registra a análise da interação genótipo x ambiente, considerando também os locais Macapã e Tracuateua, nos anos comuns 1973/74, 1974/75 e 1975/76. Nota-se de acordo com o teste "F", que as cultivares diferiram entre si ao nível de 1%

de probabilidade, enquanto que locais e anos isoladamente, não demonstraram efeitos significativos sobre a variação do caráter. A interação cultivares x anos (CxA) não acusou significância estatística, enquanto que cultivares x locais (CxL) e cultivares x locais x anos (CxLxA), foram altamente significativas.

Ao decompor a interação CxL (Tabela 17), onde se procurou analisar a variação de locais dentro de cada cultivar, observa-se que apenas para Jurará e Lagoa foi detectada significância estatística. A grande maioria das cultivares não interagiram com locais, podendo ser recomendadas indistintamente para os dois locais. No desdobramento da interação tripla (CxLxA), Tabela 18, foi detectada variação significativa entre as cultivares para todos os ambientes, ao nível de 1% de probabilidade.

Conforme a Tabela 16, a $\hat{\sigma}_{LA}^2$ (interação entre locais e anos) apresentou maior influência na variação total dos dados, seguida por $\hat{\sigma}_e^2$ (erro experimental), V_g (variação genética entre cultivares), $\hat{\sigma}_{CLA}^2$ (interação cultivares x locais x anos), e V_{CL} (interação cultivares x locais). Os resultados vêm reforçar a hipótese de que a produção de rama foi um caráter menos influenciável por alterações ambientais do que a produção de raízes.

5.2.3. Estimação dos parâmetros de estabilidade

Analisando o comportamento das cultivares em produção de rama com relação a estabilidade fenotípica sobre uma variedade de ambientes, Mameluca, Pretinha, Amazonas, Ipean-12, Lagoa e Engana Ladrão, superaram a média geral de 20,04 t/ha. Ao verificar o segundo parâmetro de estabilidade "b", Mameluca, Cachimbo, Jurará, Amazonas, Ipean-12, Lagoa, Engana Ladrão,

Vassourinha Branca e Riqueza, exibiram estabilidade média, com valores de "b" semelhantes à unidade de acordo com o teste "t" de Student (Tabela 20). Essas cultivares apresentaram resposta dinâmica, à medida que os ambientes foram se tornando mais favoráveis (EBERHART e RUSSEL, 1966). Com relação à variância dos desvios da regressão (σ_d^2), Ipean-12, Vassourinha Branca, Riqueza, R-18, Cachimbo, Pretinha, Iracema e Engana Ladrão, apresentaram valores mais próximos de zero.

Reunindo os três parâmetros, o que realmente interessa em uma análise de tal natureza, e observando a tendência das diversas cultivares com relação à estabilidade fenotípica, Mameluca, Pretinha, Lagoa e Engana Ladrão apresentaram maior especificidade a ambientes de alto nível tecnológico (Tabela 20, Figura 25). Pretinha continuou sendo um material de comportamento mais previsível, devido ao menor valor para $\hat{\sigma}_d^2$ (Tabela 20, Figura 26). Engana Ladrão pode ser considerado um genótipo promissor para ambientes favoráveis, embora inferior à Pretinha. Cachimbo também pode ser cotado como um material previsível dentro dessa categoria (Tabela 20, Figuras 25 e 26). A maioria das cultivares tenderam à maior estabilidade, com maior especificidade a ambientes menos favoráveis. Entretanto, Ipean-12 foi o genótipo superior, de maior previsibilidade. Riqueza também pode constituir cultivar promissora ao cultivo em ambientes de nível tecnológico inferior (Figura 26). Iracema e R-18, muito embora tenham apresentado um comportamento promissor quanto à $\hat{\sigma}_d^2$, exibiram produtividade média inferior em todos os ambientes.

Também para a produção de rama, existe correlação altamente significativa entre o rendimento médio e o índice de estabilidade (b) (Figura 25).

Essa forte associação vem indicar que a estabilidade é uma propriedade controlada geneticamente, já referida por outros autores em diversas culturas (MATHER, 1953; FINLAY, 1963 e 1971; SCOTT, 1967; PERKINS e JINKS, 1968; BUCIO ALANIS *et alii*, 1969).

6. CONCLUSÕES

Análises genético-estatísticas da produção de raízes e rama de mandioca, permitiram as seguintes conclusões:

- a) De maneira geral, os ensaios de competição de cultivares ofereceram condições adequadas à seleção de genótipos superiores em produtividade, de acordo com estimativas elevadas para o coeficiente de determinação genotípica (d^2).
- b) Os mais elevados coeficientes " d^2 ", acima de 90%, foram estimados em ensaios cujos coeficientes de variação experimental (CV_e) atingiram valores de 16% e 18%. Os genótipos necessitam de condições ambientais favoráveis para expressarem a sua potencialidade. Existe ampla variabilidade intervarietal, aproveitável em futuros trabalhos de seleção entre clones.
- c) Em ensaios de competição de cultivares, apenas o CV_e não deve ser considerado como medida única da precisão experimental. Para cada experimento deverá ser estimada a variância genética (V_g), sua relação com a variância ambiental, e conseqüentemente o coeficiente

de determinação genotípica (d^2)

- d) Um ambiente de baixa produtividade poderá oferecer condições adequadas à seleção de genótipos superiores, pois ambientes de baixos índices ambientais corresponderão a elevado valor para d^2 .
- e) Produção de rama foi um caráter menos afetado por alterações ambientais, do que a produção de raízes.
- f) Belém foi o local mais favorável em produtividade para os dois caracteres, seguido por Macapá e Tracuateua. Poderá também, constituir um ambiente propício à seleção de genótipos mais produtivos e resistentes.
- g) A interação genótipo x ambiente influenciou significativamente na variabilidade intergenotípica.
- h) Para a produção de raízes, o ano exerceu grande influência sobre o comportamento das cultivares, sendo a chuva o principal componente ambiental variável. A maior variação em precipitação pluviométrica coincidiu com o período mais seco do ano agrícola, o qual correspondeu ao desenvolvimento inicial das plantas.
- i) A interação entre locais e anos, para os dois caracteres, exerceu grande efeito no desempenho diferencial das diversas cultivares.
- j) Considerando a produção de raízes, a cultivar Pretinha apresentou um comportamento instável, exigente em ambientes de alto nível tecnológico, de resposta mais previsível do que Lagoa, Jurará e Mameluca. A cultivar Amazonas, desde que melhorada geneticamente para resistência às principais doenças, poderá ser recomendada para ambientes de baixo nível tecnológico, sendo um material de grande

previsibilidade. Embora proporcionando baixo retorno à melhoria do ambiente, é um genótipo menos exigente à adoção de novas práticas culturais.

- k) Para a produção de rama, Pretinha superou as cultivares Mameluca, Lagoa, Engana ladrão e Cachimbo, em previsibilidade a ambientes mais favoráveis, enquanto que IPEAN-12 foi um genótipo de comportamento mais estável, indicado ao cultivo em ambientes menos favoráveis.
- l) As cultivares Iracema e R-18 apresentaram excelente desempenho com relação à estabilidade de produção de rama, sendo no entanto inferiores à média geral em todos os ambientes.
- m) As diferenças altamente significativas entre as cultivares com relação à sua estabilidade(b) sobre uma variedade de ambientes, proporciona ao melhorista um acervo de materiais variáveis tanto em rendimento médio como em estabilidade fenotípica.
- n) Foi observada forte associação fenotípica entre a produção e índice de estabilidade (b), reforçando a indicação de que essa é uma propriedade controlada geneticamente. A seleção para a estabilidade deve ser considerada juntamente com a seleção de cultivares superiores visando à produção de híbridos mais produtivos.
- o) Como consequência, as cultivares Mameluca, Pretinha, Amazonas, Lagoa e Engana Ladrão, podem ser reunidas em um composto a ser incluído futuramente em ensaios envolvendo vários ambientes, visando o melhoramento dos dois caracteres conjuntamente. Esse novo germoplasma envolveria um conjunto de genes para resistência a doenças

(Mameluca, Pretinha, Lagoa), boa quantidade de amido exportável (Mameluca), precocidade em solo de várzea (Maleluca), além da alta produção e estabilidade.

- p) Visando à seleção de cultivares promissoras para a indústria de álcool na região, Mameluca, Pretinha e Lagoa poderão ser aproveitadas em ensaios posteriores, dada à sua grande potencialidade produtiva com relação aos dois caracteres conjuntamente, além de sua maior especificidade a ambientes mais favoráveis. Belém, desde que tomadas providências com relação ao controle de principais moléstias e pragas, poderá constituir um ambiente ideal para esses empreendimentos.

7. SUMMARY

Previous experiments have shown that cassava cultivars exhibit behavioral dependency upon soil and climate. The main objective of this study was to characterize a group of cassava cultivars regarding to roots and branches production and their stability under a range of variable environmental conditions. Additionally, it was intended an evaluation of interclonal competition trials, with emphasis on experimental precision and its relationship with the available genetic variance as well as an evaluation of the effect of the genotype x environment interaction over the total variance.

Field experiment involving several cultivars both from Amazon region and other regions was conducted at the IPEAN/CPATU experimental area, at Belém (1971/72, 1972/73 and 1976/77), at Tracuateua (1973/74, 1974/75 and 1975/76), and Macapá (1973/74, 1974/75 and 1975/76). The cultivars were tested through randomized blocks design with 4 replications. The spacings adopted were 1x1m between plants and 2m between plots and blocks. Each useful plot included 15 plants. No fertilizer was used.

The original roots and branches production data (t/ha) from each trial individually were analyzed through ANOVA procedure trying to relate the among cultivars mean square, the variation amplitude of means and the experimental variation coefficient to the genetic variance estimative (V_g) and the genotypic determination coefficient (d^2). Subsequently, it was accomplished a joint variance analysis, emphasizing the effect of the interactions cultivar x local, cultivar x year and cultivar x local x year upon the performance of the cultivars. On this analysis were considered only Macapá and Tracuateua. The cultivar and place effects were considered as fixed while the effects due to year as aleatory. For the stability analysis it was adopted the method developed by Eberhart and Russel (1966), attempting to correlate it to yield of those two characters.

The environments exhibited favorable conditions to the selection of outstanding cultivars, provide the high " d^2 " estimated values. This indicates that the experimental variations coefficient alone, as usually utilized, should not be the only precision measure of those. Instead it should be also estimated, for each experiment, the available genetic variance (V_g), its relationship to the environmental variance, as well as the genotypic determination coefficient (d^2). For both characters it was found broad variability, useful to further selection studies. Branches production was less affected by environmental changes than root production. Belém was the most place to both roots and branches yield. This indicates that this place can be environmentally favorable to the selection of productive and resistent cultivars.

The year exerted considerable influence on the cultivars performance in relation to roots production. This influence was due mainly to

rainfall variations which occurred during the initial growth period. Local $\times$ year interaction was highly significant for both characters.

The production stability analysis enabled to observe that the most stable cultivars exhibit a tendency to low yield. This indicates that the cassava selection has been emphasized for specific environment. For both characters analysed, the cultivar Pretinha showed to have the most foreseeable behavior under favorable environments. Amazonas the most stable to roots production, and Ipean-12 with respect to branches production, showed to be adapted to environments less favorable. It was observed strong association between production and stability, which reinforces the hypothesis that stability is a property under genetic control.

8. LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W. e D.B. SHANK, 1959. The relationship of heterozygosity to homeostasis in maize hybrids. Genetics. Austin, 44: 777-786.
- ALBUQUERQUE, M. de, 1969. A mandioca na Amazônia. Belém, Ministério do Interior. SUDAM. 277 p.
- ALBUQUERQUE, M. de, 1976. Cochonilha em mandioca na Amazônia. Belém, EMBRAPA/CPATU, 10 p.
- ALLARD, R.W., 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. Crop Science. Madison, 1: 127-133.
- ALLARD, R.W. e A.D. BRADSHAW, 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science. Madison, 4: 503-508.
- ALMEIDA, F.C.G. e J.B. PAIVA, 1971. Competição de variedades de mandioca, Manihot utilissima, Pohl. Ciência Agronômica, Fortaleza. 1: 27-29.
- ANDREW, R.H., 1967. Influence of environment on statility of corn during vegetative growth. Crop Science. Madison, 7: 253-256.

- BANGHAM, W.N., 1950. A mandioca supera a alfafa. Fazenda, New York, 45: 27-29.
- BASTOS, T.X., 1972. Zoneamento agrícola da Amazônia. II. o estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, Belém, p. 68-122.
- BENNETT, C.A. e N.L. FRANKLIN, 1963. Statistical analysis in chemistry and the chemical industry. 3ª imp. New York, John Willey. 724 p.
- BERTOLIN, A., A.C. ALBERTO e E. SALOMON, 1977. Mandioca, pão dos trópicos, bom nutriente animal. Granja, Porto Alegre, 33: 78-80.
- BUCIO ALANIS, L., J.M. PERKINS e J.L. JINKS, 1969. Environmental and genotypic-environmental components of variability. V - Segregating generations. Heredity. Edinburg, 24: 115-127.
- BÜLOW, J.E.W. Von, 1971. Comportamento de variedades de mandioca (Manihot esculenta), na Baixada Fluminense durante os anos de 1966 à 1970. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Rio de Janeiro, 6: 209-213. (Série Agrônômica).
- BYTH, D.E. e C.R. WEBER, 1968. Effects of genetic heterogeneity within two Soybean populations. I- Variability within environments and stability across environments. Crop Science. Madison, 8: 44-47.
- COCK, J.H., 1974. Agronomic potential for cassava production. IN: ARAULLO, E.V., B. NESTEL e M. CAMPBELL, ed. Cassava processing and storage. Ottawa, Canadá, International Development Research Centre. p. 21-26 (IDRC-031e).
- COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA, Maranhão, 1976. Coletânea de subsídios sobre o programa nacional do álcool. São Luis. 72p.

CONCEIÇÃO, A.J. da e C.V. SAMPAIO, 1973. Competição de variedades industriais de mandioca. In: BAHIA. Universidade Federal. Escola de Agronomia. Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Convênio UFBA/BRSCAN NORDESTE. p. 101-114.

CONCEIÇÃO, A.J. da e C.V. SAMPAIO, 1975a. Competição de cultivares de mandioca e aipim (Manihot esculenta Crantz) para fins industriais. In: BAHIA. Universidade Federal. Escola de Agronomia. Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Convênio UFBA/BRSCAN NORDESTE. p. 71-78 (Série Pesquisa, 1).

CONCEIÇÃO, A.J. da e C.V. SAMPAIO, 1975b. Competição de cultivares industriais precoces. In: BAHIA. Universidade Federal. Escola de Agronomia. Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Convênio UFBA/BRSCAN NORDESTE. p. 107-117.

CONCEIÇÃO, A.J. da, C.V. SAMPAIO e I.O. BORGES, 1975. Competição de cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz) para a produção de ramas e raízes forrageiras. In: BAHIA. Universidade Federal. Escola de Agronomia. Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Convênio UFBA/BRSCAN NORDESTE. p. 87-97.

CONCEIÇÃO, A.J. da, C.V. SAMPAIO e M.A. MENDES, 1973a. Competição de variedades de mandioca para a produção de rama para forragem. In: BAHIA. Universidade Federal. Escola de Agronomia. Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Convênio UFBA/BRSCAN NORDESTE, p. 115-127.

CONCEIÇÃO, A.J. da, C.V. SAMPAIO e M.A. MENDES, 1973b. Competição de variedades de aipim e mandioca para forragem. In: BAHIA. Universidade Federal. Escola de Agronomia. Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Convênio UFBA/BRSCAN NORDESTE, p. 129-142.

CORREA, H., 1971. Possibilidades de aproveitamento do cerrado para a cultura da mandioca. In: Reunião da Comissão Nacional da Mandioca, Sete Lagoas, IPEACO. p. 18-32.

- CORREA, H., J.C.E.O. BEGAZO, S.S. BRANDÃO e F.R. GOMES, 1973. Efeito da poda de ramos da mandioca na produção de ramas e raízes. Revista Ceres, Viçosa 20: 148-157.
- COSTA, S.N., 1976. Interação cultivares de milho (Zea mays, L) x anos x localidades nos estados do Piauí e Maranhão - Brasil. Piracicaba, ESALQ/USP, 82p. (Dissertação de Mestrado).
- DAS, A.D., P. SENGUPTA e S. SEN, 1976. Stability of nine mesta varieties at three locations. Indian J. Agric. Sci., New Delhi, 46(3): 135-140.
- EBERHART, S.A., W.A. RUSSEL e L.H. PENNY, 1964. Double cross hybrid prediction in maize when epistasis is present. Crop Science. Madison 4: 363-366.
- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSEL, 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. Madison, 6: 36-40.
- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSEL, 1969. Yield and stability for a 10 line diallel of single-cross and double-cross mayse hybrids. Crop Science. Madison, 9: 357-361.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, 1978. Superalongamento da mandioca. Belém, 2p. (Comunicado Técnico, 5).
- FALES I, I.C., 1972. Zoneamento agrícola da Amazônia. I - O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, Belém, p. 17-67.
- FATUNLA, T. e K.J. FREY, 1974. Stability indexes of radiated and nonradiated oat genotypes propagated in bulk populations. Crop Science. Madison, 14: 719-724.

- FEASTER, C.V. e E.L. TURCOTTE, 1973. Yield stability in double haploids of american pima cotton. Crop Science. Madison, 13: 232-233.
- FINLAY, K.W., 1963. Adaptation - its measurement and significance in barley breeding. Int. Barley Genet. Symp. Proc. 1: 351-359.
- FINLAY, K.W., 1971. Breeding for yield in barley. Int. Barley Genet. Symp. Proc. 2: 338-345.
- FINLAY, K.W. e G.N. WILKINSON, 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res., Austrália, 14: 742-754.
- FONSECA, T.C., 1978. Estimacão de parâmetros visando a seleção de híbridos artificiais da amoreira (Morus alba, L). Piracicaba, ESALQ/USP/IGEN, 51p. (Dissertação de Mestrado).
- FREEMAN, G.H. e J.M. PERKINS, 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII- Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. Heredity, Edinburg, 27: 15-23.
- FREY, K.J., 1972. Index for isolines of oats (Avena sativa, L). Crop Science. Madison, 12: 809-812.
- FREY, K.J. e U. MALDONADO, 1967. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and suboptimum environments. Crop Science. Madison, 7: 532-535.
- FUNK, C.R. e J.C. ANDERSON, 1964. Performance of mixtures of field corn (Zea mays L.) hybrids. Crop Science. Madison, 4: 353-356.
- HAAN, S.K., A.K. HOWLAND e E.R. TERRY. s.d. Cassava breeding at I.I.T.A. s.l., s. ed 47p.

- INGRAM, J.S. e J.R.O. HUMPHRIES, 1972. Cassava storage - a review. Tropical Science. London, 15: 131-148.
- INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE, Ibadan, Nigéria, 1974. Annual Report. IITA, 199p.
- JENSEN, N.F., 1952. Intra-varietal diversification in oat breeding. Agronomy Journal. Madison, 44: 30-34.
- JINKS, J.L., e F.R.S. MATHER, 1955. Stability in developmental of heterozigotes and homozigotes. Proceeding of the Royal Society of London. London, 143 (8): 561-578
- JONES, D.F., 1958. Heterosis and homeostasis in evolution and applied genetics. The American Naturalist. Lancaster, 92: 321-328.
- JOPPA, L.R., K.L. LEBSOCK, e R.H. BUSCH, 1971. Yield stability of selected spring wheat cultivars (Triticum aestivum, L. em Thell) in the uniform regional nurseries, 1959 to 1968. Crop Science. Madison, 11: 238-421.
- JOSHI, S.N., N.L. VAISHANANI, e M.M. KABARIA, 1972. Stability parameters in bunch varieties of ground-nut (Arachis hypogaea, L.). Indian J. Agric. Sci. New Delhi, 42 (2): 145-147.
- JOWETT, D., 1972. Yield stability parameters for sorghum in East African. Crop Science. Madison, 12: 314-317.
- KAWANO, K.A., A. AMAYA, e P. DAZA. s.d. Selection for productivity in Cassava (Manihot esculenta, Crantz). s.l., s.ed. 13p.
- KOHEL, R.J., 1969. Phenotypic stability of homozigous parents and their F1 hybrids in upland cotton, Gossypium hirsutum L. Crop Science. Madison, 9: 85-88.

- LEMOS, M.A., 1976. Variabilidade fenotípica em híbridos simples, híbridos duplos, variedades e compostos de milho (*Zea mays*, L). Piracicaba, ESALQ/USP, 62p. (Tese de Doutorado).
- LERNER, I.M., 1954. Genetic Homeostasis. Oliver and Boyd. Edinburgh. London. 134p.
- LEWIS, D., 1954. Gene-environmental interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. Heredity. Edinburg, 8: 333-356.
- LEWONTIN, R.C., 1957. Adaptation of populations to varying environments. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. New York, 22: 395-408.
- LOZANO, J.C., 1978. Consideraciones generales que pueden influir en la definición de estrategias tendientes a incrementar la producción de la yuca. s.l., s. ed. 18p.
- MACHADO, E.L., 1975. Cultivares de mandioca (*Manihot utilissima*) para obtenção de massa verde. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 11: 69-73.
- MALHOTRA, R.S., K.B. SINGH, G.S. BHULLAR, e S.C. SETHI, 1971. Phenotypic stability in lentil. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. New Delhi, 31 (1): 21-25.
- A MANDIOCA tem futuro como forragem, 1969. FIR, São Paulo, 11: 32-33.
- MARIOTTI, J.A., E.S. OYARZABAL, J.M. OSA, A.N.R. BULACIO e G.H. ALMADA, 1976. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I- Interacciones dentro de una localidad experimental. s.l., s. ed. 19p.
- MATHER, K., 1953. Genetical control of stability in development. Heredity. Edinburg, 7: 297-336.

- MATTOS, P.L.P. de., 1972. Melhoramento da mandioca, Manihot esculenta Crantz; competição de variedades de mandioca para produção de massa verde. Cruz das Almas, IPEAL. 5p. (Comunicado técnico, 56).
- MATTOS, P.L.P. de, e J.R. FERREIRA., 1975. Competição de cultivares de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) no município de Irarã - Bahia. Salvador, EMBRAPA/Representação do Estado da Bahia, s.p. (Comunicado técnico, 10)
- MONTALDO, A., 1973. Vascular streaking of cassava root tubers. Tropical Science. London, 15: 39-46.
- NASPOLINI Fº, V., 1975. Variabilidade fenotípica e estabilidade em híbridos simples, duplos, variedades e compostos de milho (Zea mays, L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 68p. (Dissertação de Mestrado).
- NESTEL, B.L., 1974. Current trends in cassava research. Ottawa, Canadá, International Development Research Centre. 32p.
- NORMANHA, E.S., 1958. Farelo de ramas e folhas de mandioca. Agrônomo, Campinas 10: 9-11.
- OLIVEIRA, A.C. de, 1976. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, DF., Fundação Universidade de Brasília, 64p. (Dissertação de Mestrado).
- PATANOTHAI, A., e R.E. ATKINS, 1974. Yield stability of single crosses and three-way hybrids of grain sorghum. Crop Science. Madison, 14: 287-290.
- PATERNIANI, E., 1965. Seleção recorrente para capacidade geral de combinação em milhos da América Central. Ciência e Cultura. São Paulo, 17: 555-559.

- PERKINS, J.M., e J.L. JINKS, 1968. Environmental and genotype-environmental componentes of variability. III. Nonlinear interactions of multiple inbred lines. Heredity. Edinburg, 23: 525-535.
- PHILLIPS, T.P., 1974. Cassava utilization and potential market. Ottawa, Canadá, International Development Research Centre. 182p. (IDRC - 020e).
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de estatística experimental. 6ª ed. Piracicaba, Livraria Nobel. 430p.
- PROBST, A.H., 1957. Performance of variety blends in soybeans. Agronomy Journal. Madison, 49: 148-150.
- QUISENBERRY, J.E., e R.J. KOHEL, 1971. Phenotypic stability of cotton. Crop Science. Madison, 11: 827-829.
- RAM, J., 1970. Stability of performance of some strains derived from disruptive selection for flowering time in brassica campestris var. Brown Sarson. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. New Delhi, 30: 116-125.
- RAM, J., O.P. JAIN, e B.R. MURTY, 1970. Stability of performance of some varieties and hybrid derivatives in rice under high yielding varieties programme. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. New Delhi, 30: 187-198.
- RASMUSSEN, D.C., 1968. Yield and stability of yield of barley populations. Crop Science. Madison, 8: 600-602.
- RICH, V.H., e R.E. ATKINS, 1970. Yield stability of four populations types of grain sorghum, Sorghum bicolor, L Moench, in different environments. Crop Science. Madison, 10: 511-517.
- RIBEIRO, J.V., P.L.P. de MATTOS, e L.A. SIQUEIRA, 1974. Competição de cultivares de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) no Estado de Sergipe. Aracaju, SUDAP. 12p.

- ROSBACO, V.F., e E.S. BABBONI, 1968. Homeostasis en híbridos simples, híbridos dobles y variedades de maíz. Serie técnica. Estación Experimental Agropecuária Paraná. Argentina, 24: 16p.
- ROWE, P.R., e R.H. ANDREW, 1964. Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. Crop Science. Madison, 4: 563-567.
- RUSCHEL, R., 1968. Interação genótipos x localidades na região Centro-Sul em milho (Zea mays, L.) Piracicaba, ESALQ/USP, 60p. (Dissertação de Mestrado).
- RUSCHEL, R., 1970. Análise da produtividade de cultivares sintéticos e híbridos de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Rio de Janeiro, 5: 345-350.
- RUSSEL, W.A., e S.A. EBERHART, 1969. Testcrosses of one and two-ear types of Corn Belt maize inbreds. II. Stability of performance in different environments. Crop Science. Madison, 8: 248-251.
- SANTOS, O.S. de, e C. VIEIRA, 1975. Análise de adaptação de dez variedades de soja a diferentes ambientes no Rio Grande do Sul. Revista Ceres. Viçosa, 22: 449-453.
- SCOTT, G.E., 1967. Selecting for stability of yield in maize. Crop Science. Madison, 7: 549-551.
- SHANK, D.B., e M.W. ADAMS, 1960. Environmental variability within inbred lines and single crosses of maize. Journal of Genetics. Calcutta, 57: 119-126.
- SILVA, G.A. da, 1978a. Influência do zinco e do ferro sobre a produção de proteína fungica em amido de mandioca (Manihot esculenta, Crantz). Piracicaba, ESALQ/USP, 101p. (Dissertação de Mestrado).

- SILVA, M.A.A.A. da, 1978b. Produção de proteína fungica em raiz e folha de mandioca (Manihot esculenta, Crant). Piracicaba, ESALQ/USP, 118p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, S. de O. e, 1977. Capacidade de produção e características de raízes e ramas de 60 variedades de mandioca (Manihot esculenta, Crantz). Viçosa, UFV, 42p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, T., J. SILVA, R. MAGNAVACA, A. de A.M. FERREIRA, e L.A. CORREA, 1972. Seleção de cultivares estáveis na produtividade de milho. In: Anais da IX Reunião Brasileira de Milho. Pernambuco, p. 133-140.
- SILVA, W.J., L.T. de MIRANDA e G.P. VIEGAS, 1963. Estimativa do progresso genético médio em ensaios de cultivares de milho. Bragantia. Campinas, 22: 247-258.
- SIMMONDS, N.W., 1962. Variability in crop plants its use and conservation. Biological Review. Cambridge, 37: 422-465.
- SPRAGUE, G.F., e M.T. JENKINS, 1943. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses, and double crosses in corn. Journal of the American Society of Agronomy. Madison, 35: 137-147.
- SPRAGUE, G.F., e W.T. FEDERER, 1951. A comparison of variance components in corn yield trials. I. Error Year x variety, location x variety and variety components. Agronomy Journal. Madison, 43: 535-541.
- SPRAGUE, G.F., 1955. Repetitions vs. locations. Proceedings of tenth annual hybrid corn industry research conference. American Seed Trade Association, p. 10-13.
- STELL, R.G.D., e J.H. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. New York, Mc Graw-Hill. 481p.

- STRINGFIELD, G.H., 1959. Performance of corn hybrids in mixtures. Agronomy Journal. Madison, 51: 472-473.
- TOLEDO, F.F. de, 1962. Estudo do aproveitamento integral da planta de mandioca. Anais da ESALQ, Piracicaba, 19: 151-176.
- ULINICI, V., 1973. Methods of establishing the environmental stability of maize genotypes. Probleme de Genetica Teoretica si Aplicata. 5: 106-142.
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: Paterniani, E, coord. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba/ESALQ, Marprint. cap. 5, p. 122-195.
- VERMA, M.M., B.R. MURTY, e H. SINGH, 1972. Adaptation and diversity in soybean. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. New Delhi, 32: 266-275.
- WEATHERSPOON, J.H., 1970. Comparative yields of single, Three-way, and double crosses in maize. Crop Science. Madison, 10: 157-159.
- WESTERMAN, J.M., e M.J. LAWRENCE, 1970. Genotype-environmental interaction and developmental regulation in Arabidopsis thaliana. I. Inbred lines; description. Heredity. Edinburg, 25: 609-627.

9. TABELAS

Tabela 1 - Dados climáticos relativos a temperatura (média compensada, T°C), umidade relativa do ar (UR %, média mensal) e precipitação pluviométrica (P.P. mm, total mensal), para o local Belém-Pa, correspondentes aos anos agrícolas de 1971/72, 1972/73 e 1976/77. Latitude: 1°28'S. Longitude: 48°27'W.

MESES	1971/72			1972/73			1976/77		
	T°C	UR %	P.P. mm	T°C	UR %	P.P. mm	T°C	UR %	P.P. mm
JULHO	25,9	84	290,5	25,9	83	202,4	25,9	80	151,0
AGOSTO	26,1	82	90,8	26,1	83	168,4	26,0	81	138,3
SETEMBRO	26,1	81	121,7	26,3	84	233,3	26,3	78	101,4
OUTUBRO	26,2	83	124,8	26,5	81	121,3	26,9	77	13,9
NOVEMBRO	26,5	81	119,7	26,9	80	58,0	27,0	75	51,3
DEZEMBRO	26,2	83	178,7	26,4	88	254,4	26,5	83	223,8
JANEIRO	25,3	89	315,9	26,0	89	410,3	25,8	87	297,7
FEVEREIRO	24,9	92	499,2	25,8	90	573,3	25,3	90	463,8
MARÇO	25,4	91	634,7	26,0	90	431,3	25,7	89	383,4
ABRIL	25,8	78	221,9	26,1	89	381,2	26,1	89	441,5
MAIO	26,2	87	218,9	26,2	88	381,0	26,2	86	239,9
JUNHO	26,2	84	171,3	26,3	84	190,4	26,3	82	175,8
JULHO	25,9	83	202,4	26,2	82	124,5	26,2	80	171,7

Tabela 2 - Dados climáticos relativos a temperatura (média compensada, T°C), umidade relativa do ar (UR %, média mensal) e precipitação pluviométrica (P.P.mm, total mensal), para o local Tracuateua-Pa, correspondentes aos anos agrícolas de 1973/74, 1974/75 e 1975/76. Latitude: 1°04'30"S. Longitude: 46°56'00"S.

	1973/1974			1974/1975			1975/1976		
	T°C	UR %	P.P.mm	T°C	UR %	P.P.mm	T°C	UR %	P.P.mm
JULHO	25,3	90	168,2	24,5	84	254,5	24,7	86	259,2
AGOSTO	-	-	-	25,1	82	71,4	25,1	86	248,7
SETEMBRO	25,6	86	84,0	25,5	79	36,2	25,4	82	42,0
OUTUBRO	26,3	79	12,7	26,2	76	1,5	26,0	76	0,9
NOVEMBRO	26,5	76	190,8	26,3	74	5,0	26,2	74	2,3
DEZEMBRO	25,7	84	238,0	25,8	82	149,0	25,9	79	75,3
JANEIRO	24,6	88	318,7	25,2	86	255,1	25,3	86	168,4
FEVEREIRO	24,6	90	418,1	24,5	90	532,4	24,6	90	344,4
MARÇO	24,2	93	855,7	24,6	92	676,5	24,9	90	478,6
ABRIL	24,9	90	543,7	24,7	94	790,0	25,1	90	415,1
MAIO	24,8	91	544,8	-	-	-	25,1	90	316,4
JUNHO	24,8	88	413,3	-	-	-	24,5	88	252,2
JULHO	24,5	84	254,5	24,7	86	259,2	24,5	85	78,5

Tabela 3 - Dados climáticos relativos a temperatura (média compensada, T°C), umidade relativa do ar (UR %, média mensal) e precipitação pluviométrica (P.P.mm, total mensal), para o local Macapá-AP, correspondentes aos anos agrícolas de 1973/74, 1974/75 e 1975/76. Latitude: 0°02'S. Longitude: 50°03'W.

MESES	1973/1974			1974/1975			1975/1976		
	T°C	UR %	P.P.mm	T°C	UR %	P.P.mm	T°C	UR %	P.P.mm
JULHO	26,5	85	159,5	25,6	85	276,3	25,8	87	134,4
AGOSTO	26,6	84	95,9	26,7	82	22,9	26,4	86	125,2
SETEMBRO	27,1	82	116,5	27,2	78	44,2	-	-	-
OUTUBRO	27,9	79	18,4	27,7	77	14,1	27,7	79	25,6
NOVEMBRO	28,1	77	19,4	27,4	79	49,1	27,6	78	54,7
DEZEMBRO	26,3	75	417,6	26,1	87	245,2	27,0	82	71,0
JANEIRO	25,4	87	462,1	25,8	89	198,9	25,1	89	451,2
FEVEREIRO	24,0	89	498,8	25,1	92	415,0	25,0	91	408,1
MARÇO	24,9	90	571,8	25,7	90	300,6	25,2	91	399,1
ABRIL	25,9	87	232,3	25,0	93	706,7	25,9	89	270,6
MAIO	25,4	88	599,9	25,6	91	534,9	26,1	88	237,0
JUNHO	25,7	88	252,4	26,1	88	172,4	25,9	88	204,8
JULHO	25,6	85	276,3	25,8	87	134,4	25,9	86	223,8

Tabela 4'- Produção média de raízes (t/ha) das doze cultivares ensaiadas dentro de cada ambiente: Tracueteua (1973/74, 1974/75, 1975/76); Macapã (1973/74, 1974/75, 1975/76) e Belém (1971/72, 1972/73, 1976/77). Média de todas as cultivares por ambiente ($\bar{P}/A$), e índice ambiental (I).

CULTIVARES	T R A C U A T E U A			M A C A P Ã			B E L É M			PRODUÇÃO MÉDIA P
	73/74	74/75	75/76	73/74	74/75	75/76	71/72	72/73	76/77	
Mameluca	26,81	23,33	20,23	31,67	10,66	22,53	36,22	54,00	39,20	29,41
Cachimbo	24,97	20,00	11,22	21,50	4,97	18,00	17,66	32,50	29,75	20,06
Jurará	27,25	26,66	17,04	28,16	10,33	20,58	40,92	47,33	42,27	28,95
Pretinha	24,93	26,78	14,70	34,66	10,83	27,66	36,92	41,00	45,02	29,17
Amazonas	26,90	24,83	16,68	26,92	15,26	25,91	22,33	21,08	24,87	22,75
IPEAN-12	12,87	12,15	8,80	23,00	10,00	19,90	20,08	29,17	25,56	17,95
Lagoa	22,43	26,42	6,80	55,08	13,70	33,20	34,59	32,75	19,81	27,20
E. Ladrão	15,28	22,67	15,07	36,75	20,73	29,53	36,33	23,83	32,08	25,81
Iracema	28,08	23,00	8,21	31,92	15,80	30,83	18,42	35,33	20,31	23,55
V. Branca	19,60	19,58	7,83	26,42	15,83	26,47	30,91	27,00	18,33	21,33
R-18	24,78	17,33	5,42	18,75	12,57	23,43	38,67	27,50	32,17	22,29
Riqueza	18,30	15,50	8,87	26,25	16,03	27,50	22,33	18,75	19,96	19,28
Média por ambiente (P/A)	22,68	21,52	11,74	30,09	13,06	25,46	29,61	32,52	29,11	
Índice ambiental (I)	-1,29	-2,46	-12,24	6,11	-10,92	1,48	5,64	8,54	5,13	

Média Geral = 23,98 t/ha; Média para Tracueteua = 18,65 t/ha; Média para Macapã = 22,87 t/ha;
Média para Belém = 30,42 t/ha.

Tabela 5 - Significância dos quadrados médios entre as doze cultivares em cada ambiente (QM_1), amplitude de variação das médias (t/ha), variância genética (V_g) e ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$), coeficiente de variação experimental (CV_e) e genética (CV_g), quociente entre CV_g e CV_e (CV_g/CV_e), e coeficiente de determinação genotípica (d^2). Produção de raízes.

Ambientes (locais e anos)	QM_1	Amp. Var. Médias	V_g	$\hat{\sigma}_e^2$	$CV_e\%$	$CV_g\%$	CV_g/CV_e	d^2
1 (Belém 1971/72)	306,60**	17,66 a 40,92	69,71	27,75	18	28	1,56	0,910
2 (Belém 1972/73)	444,92**	18,75 a 47,33	94,96	65,08	25	30	1,20	0,854
3 (Belém 1976/77)	342,21**	18,33 a 45,02	78,78	27,09	18	30	1,67	0,921
4 (Macapá 1973/74)	360,16*	18,75 a 36,75	79,38	42,64	22	30	1,36	0,882
5 (Macapá 1974/75)	65,97ns	4,97 a 20,73	8,57	31,67	43	22	0,51	0,520
6 (Macapá 1975/76)	86,78*	18,00 a 33,20	13,59	32,40	22	14	0,64	0,626
7 (Tracuateua 1973/74)	101,62**	12,87 a 28,08	21,34	16,28	18	20	1,11	0,840
8 (Tracuateua 1974/75)	88,55*	12,15 a 26,78	15,70	25,77	24	18	0,75	0,709
9 (Tracuateua 1975/76)	92,26*	5,42 a 20,23	19,07	15,97	34	37	1,09	0,827

ns - Não significativo.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 6 - Análise conjunta da variância para a produção de raízes (t/ha) em nove ambientes, considerando a produção total em cada ambiente.

F.V.	GL	SQ	QM	F
Ambientes (E)	8	21473,2076	2684,1508	66,12 **
Cultivares (C)	11	6487,1684	589,7424	14,52 **
Interação				
CxE	88	14292,6044	162,4160	5,12 **
Resíduo médio	297	9393,6762	31,6285	

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 7 - Análise conjunta da variância da produção de raízes (t/ha), considerando o total de produção para os locais Tracuateua (PA) e Macapá (AP), nos anos comuns de 1973/74, 1974/75 e 1975/76.

F.V.	GL	SQ	QM	E (QM)	F
Cultivares (C)	11	3164,0774	287,6434 (Q_1)	$\sigma_e^2 + 8 \sigma_{CA}^2 + 24 V_g$	6,17 **
Locais (L)	1	1284,1045	1284,1045 (Q_2)	$\sigma_e^2 + 12 \sigma_B^2 + 48 \sigma_{LA}^2 + 144 V_L$	0,41 ns
Anos (A)	2	4641,7656	2320,8828 (Q_3)	$\sigma_e^2 + 12 \sigma_B^2 + 96 \sigma_A^2$	21,69 **
Blocos	18	1926,4759	107,0264 (Q_4)	$\sigma_e^2 + 12 \sigma_B^2$	3,90 **
Interações:					
C x L	11	2482,9140	225,7195 (Q_5)	$\sigma_e^2 + 4 \sigma_{CLA}^2 + 12 V_{CL}$	2,39 *
C x A	22	1025,9045	46,6320 (Q_6)	$\sigma_e^2 + 8 \sigma_{CA}^2$	1,70 *
L x A	2	6272,7066	3136,3533 (Q_7)	$\sigma_e^2 + 12 \sigma_B^2 + 48 \sigma_{LA}^2$	29,30 **
C x L x A	22	2074,2082	94,2822 (Q_8)	$\sigma_e^2 + 4 \sigma_{CLA}^2$	3,43 **
Resíduo Médio	198	5436,3752	27,4564 (Q_9)		

ns - não significativo.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Valores das respectivas estimativas das variâncias:

Estimativas:

V_g (Variância genética entre cultivares) = 10,0421

σ_{CLA}^2 (Variância devida à interação tripla) = 16,7064

σ_{LA}^2 (Variância devida à interação locais x anos) = 63,1110

σ_{CA}^2 (Variância devida a interação cultivares x anos) = 2,3969

V_{CL} (Variância devida à interação cultivares x locais) = 10,9531

σ_B^2 (Variância devida à diferença entre blocos) = 6,6308

σ_A^2 (Variância devida a anos) = 23,0610

σ_e^2 (Variância ambiental) = 27,4564

V_L (Variância devida a locais) = -12,8628

Tabela 8 - Desdobramento da interação CxL para a produção de raízes, extraída da tabela 7.

F.V.	GL	SQ	QM	F
LdC ₁	1	20,2401	20,2401	0,21 ns
LdC ₂	1	91,5723	91,5723	0,97 ns
LdC ₃	1	94,0896	94,0896	1,00 ns
LdC ₄	1	30,2851	30,2851	0,32 ns
LdC ₅	1	0,0683	0,0683	0 ns
LdC ₆	1	242,6926	242,6976	2,57 ns
LdC ₇	1	1430,9793	1430,9793	15,18 **
LdC ₈	1	770,2134	770,2134	8,17 **
LdC ₉	1	247,2984	247,2984	2,62 ns
LdC ₁₀	1	314,2161	314,2161	3,33 ns
LdC ₁₁	1	34,7523	34,7523	0,37 ns
LdC ₁₂	1	489,9681	489,9681	5,20 *
CxLxA	22	2074,2082	94,2822	

ns - não significativo.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

LdC_m - Locais dentro da cultivar m.

Tabela 9 - Desdobramento da interação CxA para a produção de raízes, extraída da tabela 7.

F.V.	GL	SQ	QM	F
AdC ₁	2	615,7269	307,8634	11,21 **
AdC ₂	2	518,4975	259,2487	9,44 **
AdC ₃	2	437,4516	218,7258	7,97 **
AdC ₄	2	535,2096	267,6048	9,77 **
AdC ₅	2	213,5305	106,7652	3,89 *
AdC ₆	2	188,2829	94,1414	3,43 *
AdC ₇	2	1870,5160	935,2580	34,06 **
AdC ₈	2	87,4145	43,7072	1,59 ns
AdC ₉	2	592,4105	296,2052	10,79 **
AdC ₁₀	2	167,3041	83,6520	3,05 ns
AdC ₁₁	2	268,2545	134,1272	4,89 **
AdC ₁₂	2	173,0716	86,5358	3,15 *
Resíduo médio	198	5436,3752	27,4564	

ns - não significativo.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

AdC_m - anos dentro da cultivar m.

Tabela 10 - Desdobramento da interação CxLxA para a produção de raízes, extraída da tabela 7.

F.V.	GL	SQ	QM	F
CdL ₁ A ₁	11	3961,7517	360,1592	13,12 **
CdL ₁ A ₂	11	725,6790	65,9708	2,40 **
CdL ₁ A ₃	11	953,9261	86,7206	3,16 **
CdL ₂ A ₁	11	1117,8268	101,6206	3,70 **
CdL ₂ A ₂	11	974,0631	88,5512	3,23 **
CdL ₂ A ₃	11	1014,8575	92,2598	3,36 **
Resíduo médio	198	5436,3752	27,4564	

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

C_mdL_jA_i - cultivares m dentro do local j Ano i.

Tabela 11 - Desdobramento da variação entre ambientes, em função da regressão linear (RL) e desvio da regressão (DRL) para cada cultivar. Significância dos respectivos QMRL para as doze cultivares. Produção de raízes (t/ha).

Cultivares	QMRL	QMDRL
Mameluca	908,64 **	52,85
Cachimbo	385,06 **	29,39
Jurarã	894,32 **	47,37
Pretinha	932,99 **	17,11
Amazonas	64,59 ns	12,09
IPEAN-12	358,17 **	9,41
Lagoa	903,00 *	96,01
Engana Ladrão	291,90 *	40,03
Iracema	331,15 *	40,53
Vassourinha branca	285,77 **	16,85
R-18	534,91 **	40,26
Riqueza	133,53 *	18,12

** - significativo a 1% de probabilidade.

* - significativo a 5% de probabilidade.

ns - não significativo.

Tabela 12 - Caracterização das cultivares considerando a produção média de raízes em t/ha ($\bar{P}$) de cada uma em nove ambientes, o coeficiente de regressão (b), e a variância dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$).

Cultivares	$\bar{P}$	b	$\hat{\sigma}_d^2$
Mameluca	29,41	1,4252 ns	44,94
Cachimbo	20,06	0,9278 ns	21,48
Jurarã	28,95	1,4139 ns	39,46
Pretinha	29,17	1,4441 *	9,20
Amazonas	22,76	0,3800 **	4,19
IPEAN-12	17,95	0,8948 ns	1,50
Lagoa	27,20	1,4207 ns	88,11
Engana Ladrão	25,81	0,8078 ns	32,12
Iracema	23,55	0,8603 ns	32,62
Vassourinha branca	21,33	0,7992 ns	8,94
R-18	22,29	1,0935 ns	32,35
Riqueza	19,28	0,5463 ***	10,22
Média geral	23,98	1,00	
F		10,56 (a)	

ns $P > 0,10$.

* - $0,01 < P < 0,05$.

** - $0,001 < P < 0,01$.

(a) - $0,005 < P < 0,10$.

*** $P < 0,001$.

Tabela 13 - Produção média de rama (t/ha) das dozes cultivares ensaiadas dentro de cada ambiente: Tracuateua (1973/74, 1974/75, 1975/76); Macapá (1973/74, 1974/75, 1975/76) e Belém (1971/72, 1972/73, 1976/77). Média de todas as cultivares por ambiente ($\bar{P}/A$), e índice ambiental (I).

Cultivares	T R A C U A T E U A			M A C A P Á			B E L É M			PRODUÇÃO
	73/74	74/75	75/76	73/74	74/75	75/76	71/72	72/73	76/77	MÉDIA P̄
Mameluca	26,45	21,80	17,65	17,67	17,95	29,12	29,33	44,41	21,56	25,10
Cachimbo	23,38	20,05	10,60	17,25	11,42	22,68	16,00	32,00	23,85	19,69
Jurará	11,88	16,13	7,45	25,41	18,68	23,65	18,67	26,25	18,62	18,53
Pretinha	20,20	23,83	12,45	24,42	14,55	31,70	25,50	35,08	25,21	23,66
Amazonas	20,19	24,48	19,13	17,08	13,50	28,28	26,75	28,08	33,04	23,39
IPEAN-12	18,08	18,08	12,25	19,50	19,40	24,91	26,58	32,08	17,16	20,90
Lagoa	19,25	23,93	5,67	24,75	21,83	34,88	18,92	29,25	12,71	21,24
E. Ladrão	26,77	29,08	17,93	22,17	25,61	36,53	25,25	42,83	37,37	29,28
Iracema	12,90	14,83	11,02	13,50	10,60	15,45	15,00	20,83	18,29	14,71
V. Branca	17,35	14,52	5,25	14,33	13,33	17,02	18,66	24,83	12,79	15,34
R-18	10,03	9,00	3,62	6,50	7,67	11,50	11,75	15,33	15,90	10,14
Riqueza	19,06	20,83	8,98	17,91	13,16	26,70	18,58	24,33	16,69	18,47
Média por am- biente (P̄/A)	18,79	19,71	11,00	18,37	15,64	25,20	20,92	29,61	21,10	
Índice ambien- tal (I)	-1,24	-0,33	-9,04	-1,67	-4,40	5,16	0,88	9,57	1,06	

Média Geral = 20,04 t/ha

Média para Tracuateua = 16,50 t/ha

Média para Macapá = 19,24 t/ha

Média para Belém = 23,88 t/ha

Tabela 14 - Significância dos quadrados médios entre as doze cultivares em cada ambiente (QM_1), amplitude de variação das médias (t/ha), variância genética (V_g) e ambiental (σ_e^2), coeficiente de variação experimental (CV_e) e genética (CV_g), quociente entre CV_g e CV_e (CV_g/CV_e), e coeficiente de determinação genotípica (d^2). Produção de rama.

Ambientes (locais e anos)	QM ₁	Amp. Var.	Médias	V _g	σ_e^2	CV _e %	CV _g %	CV _g /CV _e	d ²
1 (Belém 1971/72)	123,50*	11,75 a 29,33	22,14	39,95	28	22	0,79	0,717	
2 (Belém 1972/73)	284,05*	15,33 a 44,41	43,32	110,77	35	22	0,63	0,610	
3 (Belém 1976/77)	235,53**	12,71 a 37,37	55,43	13,80	18	35	1,94	0,941	
4 (Macapá 1973/74)	118,95**	6,50 a 25,41	26,24	14,01	20	28	1,40	0,882	
5 (Macapá 1974/75)	105,68*	7,67 a 25,61	19,25	28,68	34	28	0,82	0,729	
6 (Macapá 1975/76)	236,37*	11,50 a 36,53	43,73	61,44	31	26	0,84	0,740	
7 (Tracuateua 1973/74)	112,46**	10,03 a 26,77	25,85	9,07	16	27	1,69	0,919	
8 (Tracuateua 1974/75)	120,76**	9,00 a 29,08	27,33	11,45	17	26	1,53	0,905	
9 (Tracuateua 1975/76)	107,23**	3,62 a 19,13	23,80	12,02	31	44	1,42	0,888	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 15 - Análise conjunta da variância para a produção de rama (t/ha) em nove ambientes, considerando a produção total em cada ambiente.

F.V.	GL	SQ	QM	F
Ambientes (E)	8	10830,8408	1353,8552	87,96 **
Cultivares (C)	11	10471,2264	951,9296	61,84 **
Interação				
CxE	88 (48)	5418,8436	61,5776	1,88 **
Resíduo médio	297 (154)	9774,9239	32,9122	

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

(GL) - graus de liberdade ajustados.

Tabela 16 - Análise conjunta da variância da produção de rama (t/ha), considerando o total de produção pa ra os locais Tracueteua (PA) e Macapá (AP), nos anos comuns de 1973/74, 1974/75 e 1975/76.

F.V.	GL	SQ	QM	E(QM)	F
Cultivares (C)	11	6182,9498	562,0863 (Q ₁)	$\hat{\sigma}_e^2 + 8\hat{\sigma}_{CA}^2 + 24 V_g$	25,05 **
Locais (L)	1	754,1433	754,1433 (Q ₂)	$\hat{\sigma}_e^2 + 12 \hat{\sigma}_B^2 + 48\hat{\sigma}_{LA}^2 + 144 V_L$	0,34 ns
Anos (A)	2	39,5528	19,7764 (Q ₃)	$\hat{\sigma}_e^2 + 12 \hat{\sigma}_B^2 + 96 \hat{\sigma}_A^2$	0,23 ns
Blocos (B)	18	1539,8969	85,5498 (Q ₄)	$\hat{\sigma}_e^2 + 12 \hat{\sigma}_B^2$	3,76 **
Interações:					
C x L	11	1135,0987	103,1908 (Q ₅)	$\hat{\sigma}_e^2 + 4 \hat{\sigma}_{CLA}^2 + 12 V_{CL}$	2,26 *
C x A	22	493,6105	22,4368 (Q ₆)	$\hat{\sigma}_e^2 + 8 \hat{\sigma}_{CA}^2$	0,98 ns
L x A	2	4488,4864	2244,2432 (Q ₇)	$\hat{\sigma}_e^2 + 12 \hat{\sigma}_B^2 + 48 \hat{\sigma}_{LA}^2$	26,23 **
C x L x A	22	1003,0721	45,5942 (Q ₈)	$\hat{\sigma}_e^2 + 4 \hat{\sigma}_{CLA}^2$	2,00 *
Resíduo médio	198(120)	4510,5628	22,7806 (Q ₉)	$\hat{\sigma}_e^2$	

ns - não significativo.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Valores das respectivas estimativas das variâncias:

Estimativas:

$$V_g = 22,4854$$

$$V_L = -10,3479$$

$$\hat{\sigma}_A^2 = -0,6851$$

$$\hat{\sigma}_B^2 = 5,2308$$

$$V_{CL} = 4,7997$$

$$\hat{\sigma}_{CA}^2 = -0,0430$$

$$\hat{\sigma}_{LA}^2 = 44,9728$$

$$\hat{\sigma}_{CLA}^2 = 5,7034$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = 22,7806$$

Tabela 17 - Desdobramento da interação CxL para a produção de rama, extraída da tabela 14.

F.V.	GL	SQ	QM	F
LdC ₁	1	0,8971	0,8971	0,02 ns
LdC ₂	1	4,7883	4,7883	0,10 ns
LdC ₃	1	694,6656	694,6656	15,24 **
LdC ₄	1	134,2374	134,2374	2,94 ns
LdC ₅	1	16,2691	16,2691	0,36 ns
LdC ₆	1	158,1067	158,1067	3,47 ns
LdC ₇	1	758,9410	758,9410	16,65 **
LdC ₈	1	73,9206	73,9206	1,62 ns
LdC ₉	1	0,4267	0,4267	0,01 ns
LdC ₁₀	1	38,1024	38,1024	0,84 ns
LdC ₁₁	1	6,0803	6,0803	0,13 ns
LdC ₁₂	1	52,8067	52,8067	1,16 ns
CxLxA	22	1003,0721	45,5942	

ns - não significativo.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

LdC_m - locais dentro da cultivar m.

Tabela 18 - Desdobramento da interação CxLxA para a produção de rama, extraída da tabela 14.

F.V.	GL	SQ	QM	F
CdL ₁ A ₁	11	1237,6476	112,1342	4,92 **
CdL ₁ A ₂	11	1327,9939	120,7267	5,30 **
CdL ₁ A ₃	11	1179,1536	107,1958	4,71 **
CdL ₂ A ₁	11	1308,5628	118,9603	5,22 **
CdL ₂ A ₂	11	1161,6695	105,6063	4,64 **
CdL ₂ A ₃	11	2599,7039	236,3367	10,37 **
Resíduo médio 198(120)		4510,5628	22,7806	

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

C_mdL_jA_i - cultivares m dentro do local j Ano i.

Tabela 19 Desdobramento da variação entre ambientes, em função da regressão linear (RL) e desvios da regressão (DRL) para cada cultivar. Significância dos respectivos QMRL para as doze cultivares. Produção de rama (t/ha).

Cultivares	QMRL	QMDRL
Mameluca	442,83 **	21,62
Cachimbo	282,26 **	11,43
Jurarã	173,10 *	18,98
Pretinha	394,98 **	3,89
Amazonas	142,76 *	24,97
IPEAN-12	215,16 **	9,60
Lagoa	322,98 *	38,85
Engana ladrão	414,87 **	14,62
Iracema	66,16 **	2,87
Vassourinha branca	175,83 **	6,59
R-18	87,66 **	5,73
Riqueza	186,88 **	6,12

* - significativo a 5% de probabilidade.

** - significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 20 - Caracterização das cultivares considerando a produção média de rama em t/ha ($\bar{P}$) de cada uma em nove ambientes, o coeficiente de regressão (b), e a variância dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$).

Cultivares	$\bar{P}$	b	$\hat{\sigma}_d^2$
Mameluca	25,10	1,4009 ns	13,39
Cachimbo	19,69	1,1184 ns	3,20
Jurarã	18,53	0,8759 ns	10,75
Pretinha	23,66	1,3222 *	-4,34
Amazonas	23,39	0,7954 ns	16,74
IPEAN-12	20,90	0,9765 ns	1,37
Lagoa	21,24	1,1964 ns	30,62
Engana ladrão	29,28	1,3560 ns	6,39
Iracema	14,71	0,5415 **	-5,33
Vassourinha branca	15,34	0,8827 ns	-1,63
R-18	10,14	0,6233 (a)	-2,50
Riqueza	18,47	0,9101 ns	-2,11
Média Geral	20,04	1,00	
F		16,18 (a)	

ns - $P > 0,10$.

* - $0,01 < P < 0,05$.

** - $0,001 < P < 0,01$.

(a) - $0,05 < P < 0,10$.

10. FIGURAS

Figura 1 - Média de produção de raízes (t/ha), das cultivares ensaiadas em Belém, 1971/72, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 2 - Média de produção de raízes (t/ha), dos cultivares ensaiados em Belém, 1972/73, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 3 - Média de produção de raízes (t/ha), dos cultivares ensaiados em Belém, 1976/77, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 4 - Média de produção de raízes (t/ha), das cultivares ensaiadas em Macapá, 1973/74, Média geral e diferença mínima significativa de Tekey a 5% (DMS).

Figura 5 - Média de produção de raízes (t/ha), dos cultivares ensaiados em Macapá, 1974/75, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 6 - Média de produção de raízes (t/ha), dos cultivares ensaiados em Macapá, 1975/76, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 7 - Média de produção de raízes (t/ha), das cultivares ensaiadas em Tracuateua, 1973/74, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 8 - Média de produção de raízes (t/ha), das cultivares ensaiadas em Tracuateu, 1974/75, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 9 - Média de produção de raízes (t/ha), das cultivares ensaiadas em Tracuateua, 1975/76, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

— 3 anos
 --- 2 anos
 1 ano

Figura 10 - Desempenho individual para a produção de raízes (t/ha) das cultivares que superaram a média geral nos ensaios conduzidos em Belem, Macapa e Tracuateua (1 ano 2 ou 3 anos). As cultivares de procedência amazônica e exto-amazônica relacionados, são semelhantes entre si, de acordo com Tukey a 5%.

Figura 11 - Correlação fenotípica entre a produção de raízes (t/ha) e o índice de estabilidade (b) de 12 cultivares em 9 ambientes. Média geral ($\bar{x}$) igual a 23,98 t/ha. As linhas cruzadas representam as médias.

Figura 12 - Correlação fenotípica entre a produção de raízes (t/ha) e o índice de estabelecimento ($\sigma^2_d^2$) de 12 cultivares em 9 ambientes

Figura 13- Correlação fenotípica entre a produção de raízes e rama (t/ha), de 12 cultivares de mandioca em 9 ambientes. As linhas cruzadas representam as produções médias gerais.

Figura 14 - Correlação fenotípica entre os índices de estabilidade (b) da produção de raízes e de ramo, obtida para 12 cultivares de mandioca testadas em 9 ambientes

Figura 15 - Média de produção de rama (t/ha), das cultivares ensaiadas em Belém, 1971 / 72, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5 % (DMS).

Figura 16 - Média de produção de rama (t/ha), das cultivares ensaiadas em Belém, 1972/73, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS)

Figura 17 - Média de produção de ramo (l/ha), das cultivares ensaiadas em Belém, 1976/77, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 18 - Média de produção de rama (t/ha), das cultivares ensaiadas em Macapá, 1973 / 74, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 19 - Média de produção de ramo (t/ha), das cultivares ensaiadas em Macapá, 1974/75, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 20 - Média de produção de ramo (t/ha), das cultivares ensaiadas em Macapá, 1975/76, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 21 - Média de produção de rama (t/ha), dos cultivares ensaiados em Tracuateu, 1973/74, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 22 - Média de produção de cana (t/ha), das cultivares ensaiadas em Tracuateua, 1974/75, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

Figura 23 - Média de produção de rama (t/ha), das cultivares ensaiadas em Tracuateua, 1975/76, média geral e diferença mínima significativa de Tukey a 5% (DMS).

— 3 anos
 - - - 2 anos
 1 ano

Figura 24 - Desempenho individual para a produção de rama (1/ha) das cultivares que superaram a média geral nos ensaios conduzidos em Belém, Macapá e Tracuateua (1 ano 2 ou 3 anos). As cultivares de procedência amazônica e extra-amazônica relacionadas, são semelhantes entre si, de acordo com Tukey a 5%.

Figura 25 -- Correlação fenotípica entre a produção de rama (t/ha) e índice de estabilidade (b) de 12 cultivares em 9 ambientes. Média geral ($\bar{X}$) igual a 20,04 t/ha. As linhas cruzadas representam as médias.

Figura 26 - Correlação fenotípica entre a produção de rama (t/ha) e o índice de estabilidade (σ^2) de 12 cultivares em 9 ambientes