

**WILLERSON CUSTÓDIO DA SILVA**

**ESTIMATIVAS DE TAMANHO ÓTIMO DE PARCELAS  
EXPERIMENTAIS PARA A CULTURA DO  
TARO (*Colocasia esculenta*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2014**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S586e  
2014  
Silva, Willerson Custódio da, 1972-  
Estimativas de tamanho ótimo de parcelas experimentais  
para a cultura do taro (*Colocasia esculenta*) / Willerson Custódio  
da Silva. – Viçosa, MG, 2014.  
xi, 59f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Mário Puiatti.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.50-59.

1. Taro - Cultivo. 2. *Colocasia esculenta*. 3. Crescimento  
(Planta). 4. Parcela experimental. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação  
em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.23

**WILLERSON CUSTÓDIO DA SILVA**

**ESTIMATIVAS DE TAMANHO ÓTIMO DE PARCELAS  
EXPERIMENTAIS PARA A CULTURA DO  
TARO (*Colocasia esculenta*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 02 de julho de 2014.

---

Antonio Policarpo Souza Carneiro

---

João Nacir Colombo

---

Tocio Sedyama  
(Coorientador)

---

Paulo Roberto Cecon  
(Coorientador)

---

Mário Puiatti  
(Orientador)

O justo florescerá como a palmeira, crescerá como o cedro no Líbano.

Salmos 92:12

A DEUS dedico esta vitória.

À minha mãe, uma grande mulher, que com muitas dificuldades criou a mim e meus irmãos sempre nos ensinando o verdadeiro sentido da vida.

À minha irmã Rosangela que com sua sabedoria divina esteve sempre ao meu lado me dando total apoio e cobertura espiritual.

À minha sobrinha Jéssica que muito me ajudou com suas atitudes de fé e esperança.

À minha avó Maria Paulina "in memoriam", fonte de orações e exemplo de fé.

À irmã Maria Damasceno e toda sua família pelas orações que surtiram muito em seu efeito.

À grande amiga Cleuza Salomé "in memoriam", que sempre profetizou este momento em minha vida e quem muito contribuiu com a minha formação enquanto Educador.

A toda minha família que direta ou indiretamente me ajudou nessa conquista.

OFEREÇO

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus de Abraão, Isaac e Jacó, que se tornou humano em Jesus Cristo de Nazaré, para que nós humanos pudéssemos participar da Sua divindade e compreendesse que Deus é amor e Nele somos todos irmãos.

À minha mãe que mesmo diante de tantas dificuldades, jamais mediu esforços para que eu tivesse uma educação correta e que conquistasse esse sonho.

À minha irmã Rosangela que desde criança me incentivou a estudar me dando apoio e, nesta última fase, sempre me socorrendo com suas orações apresentando a minha vida diante do todo poderoso Jeová Jiré.

Ao meu orientador Professor e, acima de tudo, amigo Mário Puiatti, pela sábia e compreensiva orientação, por ter acreditado em meu trabalho mesmo diante de tantas dificuldades. Agradeço a Deus por tê-lo colocado em minha vida, por ser essa pessoa humana, um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido.

Aos meus coorientadores e Professores, Paulo Roberto Cecon e Tocio Sedyama, pelos conselhos e conhecimentos transmitidos, sempre me incentivando e acreditando no meu sucesso.

Ao Professor Moysés Nascimento, do departamento de Estatística, contribuindo com sua participação na banca de qualificação.

Ao Professor Antonio Policarpo de Souza Carneiro, que fez parte de toda a minha trajetória acadêmica em nível de Pós-Graduação, sempre acreditando em meu trabalho e me incentivando a novas conquistas.

Ao meu grande amigo João Nacir Colombo, que desde o início do curso esteve sempre presente auxiliando e me ajudando a conduzir o meu trabalho e que nunca mediu esforços para esclarecer as minhas dúvidas.

As minhas amigas Janiele e Aline que sempre se dispuseram a me ajudar durante todo o curso.

Aos funcionários da Horta Nova, principalmente o funcionário Gabriel, conhecido como Beto, que com sua paciência e experiência jamais se hesitou em me ajudar, repassando a sua experiência na área da agricultura.

A todos do corpo docente do Departamento de Fitotecnia e outros, da Universidade Federal de Viçosa, pela formação e pelos conhecimentos a mim repassados.

A minha grande amiga Cor Maria, que sempre me recebia com uma palavra de otimismo, me encorajando a prosseguir nos meus estudos.

Ao meu grande amigo José Márcio Barbosa, que esteve ao meu lado, me dando total apoio com sua paciência e alegria.

Ao meu grande amigo e irmão, Admilson Pereira Ribeiro, que esteve presente ao meu lado durante a fase final do curso, me dando total apoio e com toda sua simplicidade me incentivando sempre. Obrigado por fazer parte de minha vida.

A grande amiga Eliana Garcia, que me hospedou em sua casa, me deixando sempre à vontade e sempre muito prestativa para com a minha pessoa.

Ao generoso Lydson H. S. M. Garcia, que sempre me socorria nas formatações de todo o meu trabalho.

Aos meus amigos de Viçosa, principalmente a Dorinha e toda sua família, que sempre me recebia com carinho.

A grande amiga Graziela Domingues, que apareceu como um anjo de Deus em minha vida, me socorrendo em um dos momentos mais difíceis do curso.

A minha grande amiga Márcia (da básica), que sempre me recebia com seu sorriso e alegria.

A todos os meus colegas e amigos que direta ou indiretamente me ajudaram para o alcance dessa conquista.

A Universidade Federal de Viçosa UFV, pelo acolhimento desde a época da graduação até a oportunidade de realizar este trabalho e pela melhoria e aperfeiçoamento dos meus conhecimentos;

A todos os colegas do doutorado e aos que conheci ao longo do curso, pelos momentos de dificuldades e alegrias que passamos juntos;

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho e que pela traição do esquecimento não estão com seus nomes apostos aqui.

Meus mais sinceros agradecimentos!

## **BIOGRAFIA**

**WILLERSON CUSTÓDIO DA SILVA**, filho de José Custódio Neto e Maria Madalena Custódio, nascido no dia 30 de dezembro de 1972, na cidade de Itabira – MG.

Cursou o técnico profissionalizante em Metalurgia na cidade de Timóteo, na escola CTIM.

Em 1994, ingressou no curso de Matemática da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG.

Antes mesmo de sua formação acadêmica, já trabalhava como professor do ensino básico nas escolas de Viçosa.

No ano de 2007 entrou como estudante não vinculado na Universidade Federal de Viçosa e, no ano 2008, foi selecionado para o Programa de Estatística Aplicada e Biometria do Departamento de Estatística UFV, submetendo à defesa da dissertação em fevereiro de 2010.

No início de 2010 ingressou como professor Efetivo do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Governador Valadares.

Em agosto de 2011, foi admitido no curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em julho de 2014.

## SUMÁRIO

### Página

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A cultura do taro.....	4
2.2. Tamanho de parcela e precisão experimental.....	5
2.3. Determinação do tamanho ótimo de parcela.....	7
2.4. Forma da parcela Experimental.....	10
2.5. Tamanho de parcelas em experimentos agrônômicos.....	12
3.0. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Caracterização do experimento (Ensaio em branco).....	14
3.2. Descrição do ensaio em branco.....	14
3.3. Instalação e condução do ensaio em branco.....	18
3.4. Características avaliadas.....	19
3.5. Análise estatística.....	20
3.5.1. Método da Máxima Curvatura (MMC).....	20
3.5.2. Método da Máxima Curvatura Modificado (MMCM).....	21
3.5.3. Modelo Linear de Resposta Platô (MLRP).....	22
3.6. Avaliadores da qualidade de ajuste.....	25
3.6.1. Coeficiente de determinação.....	25
3.7. Intervalo de confiança para o parâmetro $X_0$ .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27

4.1. Estimativas dos parâmetros para os modelos.....	27
4.1.1. Método da Máxima Curvatura.....	27
4.1.2. Método da Máxima Curvatura Modificado.....	32
4.1.3. Método do Modelo Linear de Resposta Platô.....	36
4.1.4. Influencia da forma da parcela.....	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
6. CONCLUSÕES.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## RESUMO

**SILVA**, Willerson Custódio da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2014. **Estimativas de tamanho ótimo de parcelas experimentais para a cultura do taro (*Colocasia esculenta*)**. Orientador: Mário Puiatti. Co-orientadores: Paulo Roberto Cecon e Tocio Sedyama.

O taro é uma hortaliça tuberosa tropical que produz rizomas de elevado valor nutritivo e energético, além de boa conservação pós-colheita. Nos últimos anos seu cultivo tem-se expandido gerando a necessidade de mais informações da pesquisa. Na pesquisa científica, tamanho da parcela experimental interfere diretamente na precisão do experimento. Para determinação do tamanho ótimo de parcelas, vários métodos têm sido relatados na literatura. O Método da Máxima Curvatura (MMC) tem sido o mais utilizado, porém, métodos fundamentados no ajuste de modelos de regressão segmentada vêm sendo utilizados com sucesso. Por essas razões, objetivou-se estimar o tamanho ótimo de parcelas experimentais para a cultura do taro. O tamanho ótimo foi estimado pelos métodos da Máxima Curvatura, Máxima Curvatura Modificado e o Modelo Linear de Resposta Platô. O experimento foi conduzido a campo, na Horta do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro/2011 a junho/2012 com taro 'Japonês'. Foram plantadas 22 fileiras com 20 plantas cada, no espaçamento de 1,0 x 0,3 m, considerando-se como área útil as 20 fileiras centrais com 18 plantas cada, totalizando 360 plantas. Feito os possíveis agrupamentos, formaram-se 23 diferentes tamanhos de parcelas. Na colheita, avaliaram-se as características: peso do rizoma mãe, dos rizomas filho grande, filho médio, filhos comerciáveis e produtividade total. O Método da Máxima Curvatura superestimou o tamanho de parcela para todas as características avaliadas, enquanto que o Método Modelo Linear de Resposta Platô encontrou valor intermediário. Os tamanhos de parcelas variaram com o método utilizado desde 11,04 Unidades Básicas (UB) para o Método da Máxima Curvatura Modificado a 25,5 UB para o Método da Máxima Curvatura. Parcelas em fileira forneceram maior informação relativa em relação às outras formas de parcelas encontradas. Parcelas com maior dimensão no sentido perpendicular às fileiras, independente do formato, se em fileira ou retangular, fornecem maior informação relativa, o que fica evidenciado um

gradiente de heterogeneidade do solo na direção perpendicular às fileiras das plantas. Dentre os tamanhos das parcelas estimados neste trabalho, sugere-se adotar parcelas formadas por 15 UB, o que corresponde a uma área de 4,5 m<sup>2</sup>, de forma a aumentar a precisão experimental em experimentos realizados com taro.

## ABSTRACT

**SILVA**, Willerson Custódio da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July, 2014. **Estimates of size and way of experimental plots for the cultivation of taro (*Colocasia esculenta*)**. Adviser: Mário Puiatti. Co-adviser: Paulo Roberto Cecon e Tocio Sedyama.

Taro is a tropical vegetable that produces tuberous rhizomes of high nutritional, energy value and good postharvest. In the last few years, its cultivation has expanded, creating the need for more research. In scientific research, size and shape of the experimental plot affect directly on the accuracy of the experiment. To determine the optimal size of plots, many methods have been reported in the literature. The Maximum Curvature Method (MCM) has been the most used; however, methods based on the models' adjustment of segmented regression have been successfully used. For these reasons, this study aimed to estimate the optimal size and shape of experimental plots for the cultivation of taro. The optimum size was estimated by the Maximum Curvature Methods, Maximum Modified Curvature, and the Response and Plateau Linear Model. The experiment was conducted under field conditions in the garden of the Department of Plant Science in the Federal University of Viçosa, from September/2011 to June/2012 with 'Japanese' taro. 22 ranks were planted with 20 plants each, with a space of 1.0 x 0.3 m, considering as useful area the 20 central ranks with 18 plants each, totaling 360 plants. With the possible groups done, 23 different sizes of plots were formed. At the harvest, these characteristics were evaluated: weight of the mother rhizome, the big cormels, the middle cormels, the commercial cormels and total yield. The Maximum Curvature Methods overestimated the size of the plots for all the characteristics evaluated, while the Response and Plateau Linear Model Method found intermediate value. The sizes of the plots ranged with the used method, from 11.04 Basic Units (BU) to the Maximum Modified Curvature Method, to 25.5 BU to the Maximum Curvature Method. Plots in ranks provided bigger relative information than the other ways of sharing found. Plots with bigger dimension on the perpendicular direction to the rows, irrespective of format, if it is in ranks or if it is rectangular, provide bigger relative information, which stays evidenced a gradient of soil heterogeneity on the perpendicular direction to the ranks of plants. Among the size of estimated plots on this study, it is suggested to adopt

plots formed by 15 BU, which corresponds to an area of 4.5 m<sup>2</sup>, in order to increase the experimental precision in experiments made with taro.

## 1. INTRODUÇÃO

O taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, é uma hortaliça rizomatosa que ocupa lugar de destaque na agricultura e na dieta da população em muitos países tropicais e subtropicais. Os rizomas amiláceos constituem-se em alimento básico em diversas nações da Ásia, África e ilhas do Pacífico (Wang, 1983). O amido dos rizomas de taro é caracterizado por apresentar grânulos relativamente pequenos, quando comparado ao de outras amiláceas, além de suas qualidades químicas naturais, o que o torna uma rica fonte nutricional para humanos e animais, bem como um suprimento para muitas aplicações industriais (Nip, 1990). Sua digestibilidade é elevada, proporcionando eficiente liberação dos componentes durante a digestão e a absorção desse alimento (Standal, 1983).

A importância dos rizomas de taro não se limita apenas como fonte de carboidratos e proteínas, mas por suplementar com vitaminas e sais minerais essenciais as dietas à base de cereais deficientes nesses nutrientes (Wang, 1983). Por sua rusticidade de cultivo e valor nutricional, o taro tem sido sugerido pela FAO (Food and Agriculture Organization), juntamente com outras espécies tuberosas, como cultura alternativa para aumentar a base alimentar de países em desenvolvimento (Puiatti, 2002).

Em razão da crescente importância da cultura do taro, muitas pesquisas tem sido demandadas. Para tal, a determinação do tamanho de parcela e do número de repetições são questões práticas pertinentes ao planejamento experimental e sua definição de forma otimizada é crucial para o aumento da precisão do experimento.

Estudos de estimativas de tamanho de parcela realizados para diferentes culturas indicam a variação com a espécie, cultivar, porte da planta, local, idade, características avaliadas, número de plantas utilizadas na unidade básica, época da avaliação, forma da parcela e método utilizado para a sua estimativa. Assim, as estimativas de tamanho de unidade experimental e do número de repetições requeridas para se detectar diferenças significativas entre médias de tratamentos envolvendo combinações específicas de locais,

culturas e características avaliadas são determinantes para melhoria da precisão experimental de forma a assegurar as extrapolações dos resultados dos experimentos e, por isso, devem ser procedidas.

Testes de germoplasma melhorado e/ou de práticas agronômicas para incremento de produtividade requerem acurácia e precisão (Ortiz, 1995). Assim, a adoção de tamanho de parcela adequado é uma das maneiras de reduzir o erro experimental. O tamanho e a forma das parcelas variam com o solo e a cultura, devendo ser estimado especificamente para cada local e cultura em que ocorram condições ambientais diferentes das que já tenham sido determinadas (Oliveira & Estefanel, 1995).

Atualmente tem havido competitividade cada vez mais acirrada pelos recursos para pesquisas. Adicionalmente, os incrementos em produtividade, como consequência da já elevada evolução tecnológica e de melhoramento genético, tendem a ser de pequena magnitude. Por conseguinte, é justificável a necessidade de se procurar determinar o tamanho adequado da unidade experimental com mínimo de investimento e alto grau de acurácia e precisão.

Em grande parte das pesquisas que envolvem tamanho de parcela, este tem sido fixado com base na experiência do pesquisador e muitas das vezes de uma forma indiscriminada e sem levar em conta fatores que afetam o tamanho das parcelas. Do ponto de vista da estatística, essa prática não é a melhor, já que o tamanho ótimo da parcela depende de vários fatores, tais como: a heterogeneidade do solo, variabilidade entre indivíduos, delineamento utilizado, dentre outros.

É essencial que se tenha conhecimento adequado do tamanho de parcela, que seja capaz de elevar a precisão experimental. De maneira geral, a recomendação mais frequente em relação ao tamanho e forma de parcelas experimentais indica o uso de parcelas retangulares e pequenas, em detrimento de parcelas quadrada e grandes (Bakke, 1988). Todavia, deve-se ressaltar que o tamanho adequado da parcela está na dependência de fatores diversos, destacando-se aqueles de ordem prática, tais como natureza dos tratamentos, disponibilidade de área e de recursos, além dos aspectos referentes ao nível de precisão estatística requerido para os testes e estimação a serem efetuados (Chaves, 1985).

A literatura apresenta vários métodos para determinar o tamanho ótimo de parcela, sendo o mais utilizado o Método da Máxima Curvatura (Donato *et al.*, 2006). Porém, recentemente, métodos fundamentados no ajuste de modelos de regressão segmentada vêm sendo utilizados com sucesso (Paranaíba, 2007).

Por essas razões, objetivou-se estimar o tamanho ótimo de parcelas experimentais para a cultura do taro utilizando-se os Métodos da Máxima Curvatura, Máxima Curvatura Modificado e o Modelo Linear de Resposta Platô.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do taro

O taro, também conhecido por inhame no centro-sul do Brasil (Pedralli *et al.*, 2002), é considerado como principal hortaliça da família Araceae. Originário da Ásia, mais precisamente da região compreendendo parte da Índia, Bangladesh e Myanmar (Centro de Diversificação), disseminou para os demais países asiáticos, ilhas do Pacífico, continente Africano e regiões tropicais das Américas (Plucknett, 1983).

Em termos de volume produzido, no mundo, o taro ocupa o quarto lugar dentre as tuberosas tropicais exploradas, vindo após a mandioca (*Manihot esculenta*), batata doce (*Ipomoea batatas*) e inhame (*Dioscorea* spp.). Todavia há falta de informações atualizadas sobre dados de cultivo e de produção do taro em nosso país. Os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro são os maiores produtores, alcançando produtividade média de 15 t/ha, sendo que o Espírito Santo chegou a exportar em torno de 35% de sua produção para mercados da Europa, Estados Unidos e Canadá (Carmo, 2000).

Segundo dados da (CONAB, 2014), a região Sudeste teve grande participação na oferta do taro no Brasil, disponibilizando nas Centrais de abastecimento, 94% deste produto no período de 2008 a 2013. A principal procedência deste produto é o estado do Espírito Santo, seguido de Minas Gerais.

Em 2013 na CEASA de Contagem-MG foram comercializadas 15.360 t do produto no valor de R\$ 29.345.235,00, sendo estes de procedências dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais. A maior quantidade do produto comercializada tem procedências de municípios do próprio estado, sendo 10.923 t referentes aos 67 municípios o que corresponde a 61%, seguido de 4.375 t oriundas de 14 municípios do Espírito Santo (CEASA/MG, 2014).

Trabalhando com taro, no município de Domingos Martins-ES, foram encontradas produtividades de 24,5 t ha<sup>-1</sup> no sistema de cultivo orgânico e de

25,0 t ha<sup>-1</sup> no sistema convencional (Jacimar, 2013). Esses números demonstram o potencial da cultura do taro cuja produção e produtividade tem potencial para expansão necessitando, para tal, do desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo.

O taro desempenha importante função social, contribuindo com a oferta de alimentos e gerando renda, sobretudo na agricultura familiar. Por ter boa produção por unidade de área, de ser relativamente pouco exigente em tratamentos culturais e insumos e por ser de fácil conservação, o taro constitui-se em cultura ideal a agricultura familiar (Heredia Zárate & Vieira, 2002; Heredia Zárate *et al.*, 2005; 2006).

Devido suas características nutricionais, o taro apresenta possibilidades de uso humano sob diferentes formas de preparo podendo substituir, total ou parcialmente, a batata, a mandioca, o milho, o trigo e outras espécies amiláceas, além de poder ser utilizado na alimentação animal, especialmente para frangos de corte (Heredia Zárate & Vieira, 2002).

A região sudeste do Brasil, compreendendo os Estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, é a principal produtora e consumidora de taro. Nesses Estados, as baixas temperaturas no outono/inverno constituem-se no principal fator restritivo para implantação da cultura ao longo de todo o ano, o plantio é feito entre os meses de agosto a outubro e o ciclo da cultura é de cerca de nove meses (Puiatti, 2002a). Todavia, em regiões quentes, a cultura pode ser explorada durante todo o ano e o ciclo cultural é de cerca de sete meses (Juliatti *et al.*, 2002; Puiatti, 2002a).

Nas últimas décadas tem ocorrido grande expansão dos cultivos com taro no Brasil, fato que tem demandado mais informações da pesquisa com a cultura. Nos trabalhos de pesquisa a precisão experimental é fundamental, sendo que para a cultura do taro ainda há carência de informação sobre qual o tamanho ótimo de parcela experimental e qual formato ideal de parcela.

## **2.2. Tamanho de parcela e precisão experimental**

Uma eficiente comparação de tratamentos, em experimentos, depende da precisão experimental. Quando a magnitude da diferença a ser detectada é pequena, ou o erro experimental é grande, o número ideal de repetições pode ser muito elevado para os recursos disponíveis, sendo necessário pesquisar

outras maneiras de aumentar a precisão, como a mudança do tamanho da parcela (Lin & Binns, 1984).

O tamanho das parcelas não pode ser generalizado, pois varia com o solo e com a cultura. A determinação do tamanho deve ser feita para cada cultura e cada local em que ocorram condições climáticas e de solo diferentes das que já tenham sido determinadas (Oliveira & Estefanel, 1985).

O tamanho da parcela influencia diretamente a precisão e o valor dos dados experimentais obtidos. Segundo Bueno & Gomes (1983), além da precisão estatística, existem outros aspectos importantes para determinar o tamanho ideal da parcela, tais como: tipo de cultura, número de tratamentos, nível de tecnologia empregada no cultivo e disponibilidade de área e de recursos financeiros.

Para Durner (1989), o tamanho da parcela é de grande importância em experimentos de campo. Parcelas pequenas aumentam o número de repetições, já parcelas grandes têm menor variância e são estatisticamente mais desejáveis. Hatheway & Williams (1958) afirmam que o tamanho ideal da parcela depende da relação entre os custos fixos e os custos que variam com as parcelas e da variabilidade do solo.

De acordo com Cobo Munoz (1992), o tamanho e a forma da parcela, a heterogeneidade do solo e o coeficiente da variação são os fatores que mais influenciam a estimativa da produção em experimentos de campo. Para Vallejo & Mendonza (1992), o tamanho ótimo da parcela depende da natureza do material experimental, do delineamento adotado, do número de repetições e da disponibilidade de recursos.

O tamanho das parcelas pode assumir uma grande variação. Parcelas muito pequena podem até ser utilizadas, mas o que de fato ocorre é que na maioria das vezes elas devem ser evitadas. Devido à heterogeneidade do solo, experimentos em campo estão sujeitos a erros. Assim, o tamanho ótimo da parcela deve equilibrar precisão e custos (Zhang *et al.*, 1994), sendo que o índice de heterogeneidade do solo pode ser estimado como um coeficiente de regressão linear pela logaritmização da equação de Smith (1938).

Segundo Le Clerg (1967), as principais fontes de variação em experimentos de campo são a heterogeneidade do solo e a variabilidade genética do material. Em áreas experimentais heterogêneas são necessárias

parcelas maiores, enquanto áreas homogêneas permitem o uso de parcelas de menor tamanho (Storck & Uitdewligen, 1980).

Para Steel & Torrie (1980), a característica de todo material experimental é a variação, que apresenta duas fontes: aquela que é inerente à variabilidade existente no material experimental no qual os tratamentos foram aplicados e a variação que resulta da falta de uniformidade do meio onde o experimento é conduzido. De uma forma geral, as parcelas grandes apresentam menor variação que as parcelas menores.

De acordo com Federer (1955), na determinação do tamanho ótimo da parcela experimental, devem ser considerados fatores como: considerações práticas; natureza do material experimental; número de tratamentos por bloco; variabilidade entre indivíduos ou unidades dentro da parcela experimental e os custos por parcela.

A necessidade de determinação do tamanho da amostra ideal é imprescindível nos vários ramos da pesquisa. O sucesso depende da precisão experimental, pois quanto menor a diferença entre as médias dos tratamentos, maior a precisão exigida para evitar a presença do erro do tipo II, ou seja, aceitação da hipótese de nulidade quando ela é falsa.

Para resolver o problema da determinação do tamanho ótimo de parcelas, vários métodos têm sido relatados na literatura. Ao longo dos anos, as metodologias foram se tornando mais eficientes e específicas, utilizando-se ferramentas estatísticas que possibilitam a estimação precisa dos parâmetros de interesse do pesquisador (Leite, 2007).

### **2.3. Determinação do tamanho ótimo de parcela**

Vários métodos são empregados para estimar o tamanho ótimo da parcela experimental e, a maioria deles, se baseia na utilização de ensaios em branco, também conhecidos como ensaios de uniformidade. Nesses, toda a área experimental é plantada com uma única cultivar, utilizando-se práticas idênticas de cultivo, sem efeito de tratamentos.

A maioria dos experimentos agrícolas para determinação do tamanho adequado das parcelas, com diferentes culturas (Vallejo & Mendonza, 1992; Ortiz, 1995; Viana *et al.*, 2002; Henriques Neto *et al.*, 2004), é realizada com

ensaios de uniformidade, a partir dos quais são calculados a variância e o coeficiente de variação para diferentes dimensões de parcelas avaliadas.

Desde a década de 30, a discussão acerca de estimativas de tamanho ótimo de parcelas para diferentes cultivos é bastante extensa. Apesar disto, mesmo ao se fixar determinada espécie, o tamanho ideal da parcela pode variar com o solo, características avaliadas, local do ensaio, época da avaliação, recursos disponíveis e práticas de manejo no local de experimentação e método de estimativas. Adicionalmente, aumentos de produtividade, como consequência da elevada evolução tecnológica e de melhoramento genético, tendem a ser de pequena magnitude (Donato, 2007).

Smith (1938), desenvolveu uma forma empírica conhecida como “Lei da Variância de Smith”, para determinar o melhor tamanho de parcela. Por ela, calcula-se o coeficiente de regressão “b” entre o logaritmo da variância da parcela por unidade básica e o logaritmo do número de unidades. O valor de “b” mede a heterogeneidade do solo e seu valor esperado varia de zero a um, sendo baixo em solos homogêneos e altos em solos heterogêneos.

Storck (1980) comparou diferentes métodos de estimação do índice de heterogeneidade do solo e do tamanho de parcelas experimentais para a cultura da soja e os resultados evidenciaram que os melhores métodos foram os de Ray, Sharma e Shukla (1973) e o da Máxima Curvatura Modificado (Lessman & Altkins, 1963), respectivamente.

Simplício (1987), utilizando o Método da Máxima Curvatura, verificou que parcelas constituídas de uma planta apresentaram coeficiente de variação maior do que as parcelas de múltiplas plantas. O número de repetições reduzia com a utilização de parcelas maiores, mas havia necessidade de maior número de plantas (árvores) no experimento, sendo, portanto, menos eficiente o emprego de parcelas grandes.

Segundo Donato (2007) e Viana *et al.* (2002), no Método da Máxima Curvatura Modificado, a determinação algébrica do ponto de máxima curvatura  $X_0$  resulta em maior precisão, pois a relação entre CV e tamanho de parcela é explicada por meio de equação de regressão, porém, resulta em valores não necessariamente inteiros.

No trabalho de Donato (2007) com estimativa do tamanho ótimo de parcela em pesquisa com bananeira, o Método da Máxima Curvatura mostrou maior proximidade dos valores estimados. Pelo Método da Máxima Curvatura Modificado, estimaram-se tamanhos de parcelas menores, relativamente aos demais, comportamento também observado por outros autores (Viana *et al.*, 2002; Henriques Neto *et al.*, 2004). Os tamanhos de parcela estimados pelo método da comparação de variâncias mostraram maior variação entre os valores.

Quanto à seleção do melhor método para estimativa do tamanho adequado de parcela, há muita divergência na literatura. Ortiz (1995) trabalhou com bananeira e considerou como mais adequado o método da comparação de variâncias, em relação ao Método da Máxima Curvatura. Entretanto, Zanon & Storck (2000), em estudos com eucalipto, e Lopes *et al.* (2005), com sorgo, consideraram o Método da Máxima Curvatura Modificado o mais adequado, opinião também compartilhada por Viana *et al.*, (2002) em trabalho com mandioca, os quais argumentam como vantagens desse método: estabelecimento de uma equação de regressão que, normalmente, apresenta altos valores de coeficientes de determinação; aumento da confiabilidade das estimativas e a possibilidade de associação com a diferença entre médias a ser detectada como informação adicional importante em planejamento experimental.

O Método da Máxima Curvatura Modificado é um dos mais utilizados em estudos para determinar tamanho ótimo de parcelas ou tamanho de amostra. Todavia, pelo fato do aumento do tamanho da amostra promover ganho significativo na precisão experimental, visto que o vértice da curva do coeficiente de variação tende a ocorrer na região de amostras reduzidas, esse método tende a subestimar o número ótimo de plantas por parcela. Assim sendo, na região imediatamente superior ao ponto de curvatura máxima ( $X_0$ ) ainda ocorre considerável redução nos valores dos coeficientes de variação (CV), com o aumento do tamanho de parcela (Chaves, 1985).

Outro aspecto importante é que ao estabelecer uma equação de regressão para explicar a relação entre tamanho de amostra e coeficiente de variação, outros fatores podem estar envolvidos. Segundo Chaves (1985), o

valor da abscissa no ponto da curvatura máxima deve ser interpretado como o limite mínimo de tamanho de parcela e não o tamanho apropriado. Esta interpretação encontra apoio no trabalho original de Lessman & Atkins (1963), o qual propôs a notação de ponto crítico e não ponto ótimo.

Na maioria das metodologias, o coeficiente de variação é o parâmetro mais utilizado nos estudos de tamanho de parcela. Uma das técnicas mais simples é a comparação do coeficiente de variação obtido nas análises de variância realizadas com diferentes tamanhos de parcelas. Esse procedimento foi realizado por Silva *et al.* (1997) em milho e sorgo, respectivamente.

A literatura apresenta vários métodos para calcular o tamanho ideal de parcela, sendo o mais utilizado o método da Máxima Curvatura (Donato *et al.*, 2007). Porém, recentemente, métodos fundamentados no ajuste de modelos de regressão segmentada vêm sendo utilizado com sucesso (Paranaíba, 2007).

Os modelos segmentados podem ser utilizados no contexto de dimensionamento de tamanhos ótimos de parcela ou tamanho de amostra. Dentre os modelos segmentados, existe o Modelo Linear de Resposta Platô (MLRP). O modelo possui dois segmentos, dos quais o primeiro descreve uma reta crescente ou decrescente, até uma altura P que é o platô. A partir desse ponto, o valor P é constante, caracterizando o segundo segmento (Ferreira, 2006). A teoria dos modelos lineares segmentados com platô foi aplicada, de forma pioneira em culturas como o arroz, trigo e mandioca (Paranaíba, 2007). A autora conclui que a metodologia é adequada para a determinação do tamanho ótimo de parcela, pois o Método da Máxima Curvatura subestima o tamanho da parcela experimental.

#### **2.4. Forma da parcela experimental**

A forma da parcela refere-se à razão entre o comprimento e a largura da mesma, sendo considerado como a melhor forma aquela que melhor controle as variações acidentais e a que se adapte à natureza dos tratamentos que se deseja estudar (Ferreira, 2000).

Em relação à forma da parcela, a literatura é bastante controversa. A maioria dos autores concorda que parcelas retangulares, tendo seu comprimento na direção da maior variabilidade do solo, são menos variáveis ou

mais eficientes do que parcelas idênticas orientadas na direção contrária, pois controlam melhor o efeito da heterogeneidade do solo (Keller, 1949; Banzato & Kronka, 1995; Parodi & Nebreda, 1997). No entanto, alguns autores têm relatado melhor desempenho de parcelas que tenderam para uma forma mais quadrada, no que diz respeito à precisão experimental (Weber & Horner, 1957; Bertolucci *et al.*, 1991).

De acordo com Gomez & Gomez (1984), uma vez determinado o tamanho ótimo da parcela a escolha da forma desta é governada pelas seguintes considerações: (a) parcelas longas e estreitas devem ser usadas para área com distinto gradiente de fertilidade, com o comprimento da parcela paralelo ao referido gradiente; (b) as parcelas devem ser as mais quadradas possíveis quando o padrão de fertilidade é irregular ou desconhecido.

Petersen (1994) destaca que muitos estudos com parcelas de diferentes formas têm indicado as parcelas longas e estreitas como sendo as preferidas. O autor ressalta que, parcelas destas formas são mais econômicas para certas operações de campo, como semeadura, tratamentos culturais e colheita. Acrescenta ainda que, se existe um gradiente de fertilidade ou outro qualquer no campo, as parcelas devem ser orientadas com sua maior dimensão na direção do gradiente de variabilidade. Neste mesmo sentido, Weber & Horner (1957) comentam que a melhor forma da parcela a ser usada depende, parcialmente, da presença de gradientes de fertilidade. Entretanto, alertam para o fato de que o pesquisador pode não ter informação sobre tais gradientes antes da condução de um experimento, de modo que a escolha da forma da parcela pode depender de equipamentos e de técnicas a serem usadas nos tratamentos culturais e na colheita.

Segundo Federer (1963), para parcelas de pequenos tamanhos a forma pode ter pouco ou nenhum efeito sobre o erro experimental, enquanto que em parcelas grandes o efeito da forma pode ser considerável. Do ponto de vista estatístico, o importante é saber que o comprimento e a largura da parcela, ou seja, sua forma exerce influência sobre a precisão experimental devendo-se, portanto, determinar uma forma que proporcione a obtenção de resultados mais precisos possibilitando, quando for o caso, a comparação mais eficiente dos tratamentos.

## 2.5. Tamanho de parcelas em experimentos agronômicos

Em experimentos agrícolas, procura-se detectar diferenças significativas entre tratamentos, dependendo de forma direta da precisão do experimento. Quando a magnitude da diferença a ser detectada é pequena, ou o erro experimental é grande, o número ideal de repetições pode ser muito elevado, para os recursos disponíveis, sendo necessário pesquisar outras maneiras de aumentar a precisão, como a mudança do tamanho da parcela (Lin & Binns, 1984).

O controle do erro experimental pode ser realizado por meio do uso de observações concomitantes ou simultâneas, delineamento experimental adequado e tamanho e forma de parcela (Steel & Torrie, 1960). No que se diz respeito à avaliação de campo, a parcela corresponde, geralmente, a um conjunto de plantas cultivadas em uma faixa de terreno (Storck *et al.*, 2000).

Para o pesquisador, na maioria das espécies vegetais, a produtividade é a principal característica considerada. Portanto, as parcelas devem ter o número de plantas adequado que permita a estimação precisa da média dessa característica. Todavia, outras características também podem ser contempladas.

Os tamanhos das parcelas variam de acordo com o solo e a cultura, entre outros e, para Bakke (1988), mesmo ao se fixar uma determinada espécie vegetal, podem variar com as características avaliadas, o local do ensaio e a época da avaliação.

O número de investigações conduzidas envolvendo estimativas de tamanho e forma das parcelas experimentais, bem como o número de repetições requeridas para detectar diferenças significativas entre médias de tratamentos quando se consideram diversas culturas e diferentes métodos, é bastante extenso. Dentre os trabalhos realizados no Brasil e no exterior, estão disponíveis, por exemplo, resultados com amendoim (Grupta *et al.*, 1991), abóbora italiana (Mello *et al.*, 2004), banana (Genizzi *et al.*, 1980; Ortiz, 1995; Nokoe & Ortiz, 1988; Speijer *et al.*, 1988; Silva *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2011), batata (Oliveira & Estefanel, 1995; Oliveira *et al.*, 2005; Stork *et al.*, 2005); batata-doce (Cordeiro & Miranda, 1983; Vallejo & Mendoza, 1992);

cafeeiro (Doll *et al.*, 2000); cajueiro (Rosseti *et al.*, 1991, 1996); eucalipto (Pimentel Gomes & Couto, 1985; Simplício *et al.*, 1996; Muniz *et al.*, 1999; Zanon & Stork, 2000); feijão *Phaseolus* (Zimmermann, 1982; Bertolucci *et al.*, 1991); feijão *Vigna* (Ribeiro *et al.*, 1984); fumo (Crews *et al.*, 1963); floresta nativa (Vieira & Couto, 2001); fruteiras e outras plantas perenes arbóreas (Rosseti, 2001); girassol (Campos, 1972); juta (Sasmal & Katyal, 1980); lúpulo (Keller, 1949); mandioca (Sinthuprama *et al.*, 1973; Bueno & Pimentel Gomes, 1983; Tineo & Villsamil, 1988; Viana, 1999; Viana *et al.*, 2001); milho (Hallauer, 1964; Stork & Uidewilligen, 1980; Ribeiro *et al.*, 1984; Chaves, 1985; Silva *et al.*, 1987; Resende & Souza Júnior, 1997; Alves & Seraphin, 2004; Stork *et al.*, 2004); morangueiro (Nagai *et al.*, 1978); pepino (Lorentz *et al.*, 2004); pimentão (Lúcio *et al.*, 2004); soja (Webr & Horner, 1957; Brim & Mason, 1959; Pignataro & Gonçalves, 1972; Silva, 1972; Martin *et al.*, 2005); sorgo (Lessman & Atkins, 1963; Lopes *et al.*, 2005); trigo (Wiebe, 1935; Smith, 1938; Elliott *et al.*, 1952; Lewis & D'Antuono, 1992; Golaszewka & Idzkowska, 1994; Henriques Neto, 2003); urucum (Viana *et al.*, 2002a). Contudo, relativo às pesquisas com taro, em toda a literatura consultada, foi encontrado apenas um trabalho publicado recentemente por Miyasaka *et al.*, (2013), realizado nas condições do Hawaii. Portanto, o tamanho ótimo e a forma de parcela para esta cultura em nossas condições precisam ser determinados.

### 3.0. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO (ENSAIO EM BRANCO)

O experimento foi conduzido a campo, na Horta Nova do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro de 2011 a junho de 2012. Viçosa está a 650 m de altitude, 20°45'47" LS e 42°49'13" LW. De acordo com a classificação de Köppen, apresenta clima tipo "Cwa" (clima subtropical úmido), com médias anuais de 1.341 mm de precipitação e temperaturas máxima e mínima de 21,6°C e de 14°C, respectivamente.

Amostras de solo da área experimental, Argissolo Vermelho-Amarelo Cambissólico, textura Argilosa, profundidade de 0-20 cm, revelou os seguintes resultados: pH<sub>(água)</sub> = 6,4; P = 180 e K = 102 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 5,0; Mg<sup>2+</sup> = 0,7 e Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B = 0,7; Fe = 188; Mn = 104,4; Zn = 12 e Cu = 3,5 mg dm<sup>-3</sup>; MO = 2,7 dag kg<sup>-1</sup>; (H+Al) = 2,48; SB = 5,10; CTC<sub>(t)</sub> = 9,05 e CTC<sub>(T)</sub> = 8,11 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 73 % e P-rem = 29,9 mg L<sup>-1</sup>.

#### 3.2. DESCRIÇÃO DO ENSAIO EM BRANCO

O experimento constituiu-se de um ensaio em branco, também conhecido como ensaio de uniformidade. Nesse, a área toda é cultivada em toda a extensão com determinada espécie, submetendo-se as plantas a práticas culturais idênticas.

No experimento, utilizaram-se como muda, rizomas filhos de taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], da variedade Japonês, com massa média de

60 g. O espaçamento utilizado foi de 1,0 x 0,3 m, formado de 22 fileiras com 20 plantas cada, perfazendo um total de 440 plantas, e área de 132 m<sup>2</sup>. Foi considerada como área útil as 20 fileiras centrais com 18 plantas cada, totalizando 360 plantas e área útil de 108 m<sup>2</sup> (Figura 1).

P F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

Figura 1 – Esquema do experimento (ensaio em branco), sem a bordadura. F = fileira; P = plantas de Taro.

Cada planta foi considerada como uma unidade básica (UB), com área de 0,3 m<sup>2</sup> (1,0m x 0,3m). Cada planta foi devidamente identificada por sua posição na linha e na coluna de forma a simular parcelas de diferentes formas e tamanhos. Assim, a partir do mapa do ensaio em branco, puderam-se agrupar as 360 UB, em 33 formas de parcelas, pois se pode observar que as

dimensões F x P têm mesmo tamanho que parcelas de dimensões P x F; portanto, das 33 formas de parcelas, observaram-se 23 modos distintos. Logo, os vinte e três tamanhos diferentes, a saber, foram:  $x = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 45, 60, 72, 90, 120$  ou  $180$ . Como descrito a seguir:

- a) 2 parcelas retangulares de 10 fileiras x 18 plantas por fileira (180 plantas cada,  $54 \text{ m}^2$ );
- b) 3 parcelas retangulares de 20 fileiras x 6 plantas por fileira (120 plantas cada,  $36 \text{ m}^2$ );
- c) 4 parcelas retangulares de 5 fileiras x 18 plantas por fileira (90 plantas cada,  $27 \text{ m}^2$ );
- d) 5 parcelas retangulares de 4 fileiras x 18 plantas por fileira (72 plantas cada,  $21,6 \text{ m}^2$ );
- e) 6 parcelas retangulares de 20 fileiras x 3 plantas por fileira (60 plantas cada,  $18 \text{ m}^2$ );
- f) 8 parcelas retangulares de 5 fileiras x 9 plantas por fileira (45 plantas cada,  $13,5 \text{ m}^2$ );
- g) 9 parcelas retangulares de 20 fileira x 2 plantas por fileira (40 plantas cada,  $12 \text{ m}^2$ );
- h) 10 parcelas retangulares de 4 fileiras x 9 plantas por fileira (36 plantas cada,  $10,8 \text{ m}^2$ );
- i) 12 parcelas retangulares de 10 fileiras x 3 plantas por fileira (30 plantas cada,  $9 \text{ m}^2$ );
- j) 15 parcelas retangulares de 4 fileiras x 6 plantas por fileira (24 plantas cada,  $7,2 \text{ m}^2$ );
- k) 18 parcelas em fileira de 20 fileiras x 1 plantas por fileira (20 plantas cada,  $6 \text{ m}^2$ );
- l) 20 parcelas retangulares de 2 fileiras x 9 plantas por fileira (18 plantas cada,  $5,4 \text{ m}^2$ );
- m) 24 parcelas retangulares de 5 fileiras x 3 plantas por fileira (15 plantas cada,  $4,5 \text{ m}^2$ );
- n) 30 parcelas retangulares de 4 fileiras x 3 plantas por fileira (12 plantas cada,  $3,6 \text{ m}^2$ );

- o) 36 parcelas em fileira de 10 fileiras x 1 plantas por fileira (10 plantas cada, 3 m<sup>2</sup>);
- p) 40 parcelas em fileira de 1 fileira x 9 plantas por fileira (9 plantas cada, 2,7 m<sup>2</sup>);
- q) 45 parcelas retangulares de 4 fileiras x 2 plantas por fileira (8 plantas cada, 2,4 m<sup>2</sup>);
- r) 60 parcelas retangulares de 2 fileiras x 3 plantas por fileira (6 plantas cada, 1,8 m<sup>2</sup>);
- s) 72 parcelas em fileira de 5 fileiras x 1 planta por fileira (5 plantas cada, 1,5 m<sup>2</sup>);
- t) 90 parcelas em fileira de 4 fileiras x 1 planta por fileira (4 plantas cada, 1,2 m<sup>2</sup>);
- u) 120 parcelas em fileira de 1 fileira x 3 plantas por fileira (3 plantas cada, 0,9 m<sup>2</sup>);
- v) 180 parcelas em fileira de 1 fileira x 2 plantas por fileira (2 plantas cada, 0,6 m<sup>2</sup>);
- w) 360 parcelas de 1 fileira x 1 planta por fileira (1 planta cada, 0,3 m<sup>2</sup>).

Em seguida, a área foi dividida em pequenas parcelas, nas quais a produção de cada parcela foi medida separadamente, de tal maneira que o rendimento das parcelas próximas podia ser somado para formar parcelas de diferentes tamanhos e formas (Storck *et al.*, 2000).

Na Figura 2, tem-se um esquema do ensaio em branco, representando alguns tamanhos de parcelas adotados, com as seguintes dimensões:

- Forma: retangular, 2 fileiras com 9 plantas por fileira (2 x 9), 5,4 m<sup>2</sup> e 18 plantas .
- Forma: planta, 1 fileira e 1 planta por fileira (1 x 1), 0, 3 m<sup>2</sup> e 1 planta.
- Forma: fileira, 1 fileira e 18 plantas por fileira (1 x 18) 5,4 m<sup>2</sup> e 18 plantas.
- Forma: quadrada, 2 fileiras e 2 plantas por fileira (2 x 2), 1,2 m<sup>2</sup> e 4 plantas.

P F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
4	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
6	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
7	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
8	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
9	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
10	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
11	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198
12	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
13	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
14	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
15	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
16	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
17	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306
18	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324
19	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342
20	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360

Figura 2 - Esquema do experimento (ensaio em banco), sem a bordadura, ilustrando alguns tamanhos de parcelas avaliados.

### 3.3. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO ENSAIO EM BRANCO

Para a implantação do ensaio, foi realizada uma aração do solo com posteriormente gradagem. Em seguida foram abertos sulcos espaçados de 1,0 m, à profundidade de 0,12 m, onde foram depositadas as mudas, espaçadas 0,3 m entre si. Utilizaram-se como mudas, rizomas filho de taro 'Japonês' (BGH 5925), com massa média de 60 g, obtidos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV (BGH/UFV).

Com base nos resultados da análise química e física do solo e, por tratar-se de área cultivada com hortaliças, não foi necessária a realização da calagem e de adubação de plantio. Apenas aos 60 dias após o plantio procedeu-se a adubação de cobertura aplicando-se 5 g de uréia por planta. Durante a condução do experimento, procederam-se capinas, com o auxílio de enxada, e irrigação por aspersão convencional.

Aos seis meses após o plantio, período em que as plantas alcançaram o estágio de máximo crescimento vegetativo, foi colocada uma estaca de bambu ao lado de cada planta, para que esta pudesse ser identificada posteriormente na colheita. Nove meses após o plantio, cada planta foi colhida, individualmente, juntamente com sua identificação.

Procedeu-se a limpeza manual dos rizomas, retirando-se a parte aérea, as raízes e o excesso de túnicas. Os rizomas mãe foram separados e os rizomas filhos, depois de classificados, foram contados e pesados. Os rizomas filhos foram classificados com base no diâmetro transversal (Puiatti *et al.*, 1990) em: Rizoma grande (>47 mm); Rizoma médio (40–47 mm); Rizoma pequeno (33–40 mm) e Rizomas refugo (< 33 mm) (figura 3).



Figura 3 – Classificação dos rizomas filhos por tamanho, conforme Puiatti *et al.* (1990).

#### **3.4. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS**

De cada UB, procedeu-se a pesagem para obtenção da massa de matéria fresca de rizoma mãe, de rizomas filho grande, médio, pequeno, comerciáveis e total. Considerou-se como comerciáveis o somatório das classes de rizomas filho grande, médio e pequeno e a produtividade total o somatório das produtividades de rizomas mãe e de todas as classes de rizomas filho.

### 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os tamanhos ótimos de parcela foram estimados por três metodologias: Método da Máxima Curvatura, Método da Máxima Curvatura Modificado e o Método Modelo Linear de Resposta Platô. Utilizou-se o software SAEG 9.1 (SAEG, 2007) para realização das análises dos resultados de todas as metodologias avaliadas.

#### 3.5.1. MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA (MMC)

A origem e autoria deste método são desconhecidas. Chacin Lugo (1977) chega a caracterizá-lo como o primeiro método usado na obtenção de tamanho ótimo de parcelas experimentais. Sua metodologia consiste em se utilizar de ensaios em branco, calculando-se então os coeficientes de variação (CV) para cada tamanho (x) de parcela, sem considerar a sua forma, obtendo-se um conjunto de pontos do tipo (x, CV) que são relacionados num sistema de eixos coordenados (Figura 4).

$$CV(x) = \frac{100 \cdot \sqrt{V(x)}}{\text{média}}$$

Uma curva então é traçada através das coordenadas resultantes, e o seu ponto de máxima curvatura é localizado por inspeção visual, de uma forma subjetiva, adotando-se como tamanho ótimo de parcela o valor correspondente à abscissa do ponto de máxima curvatura (Federer, 1955).

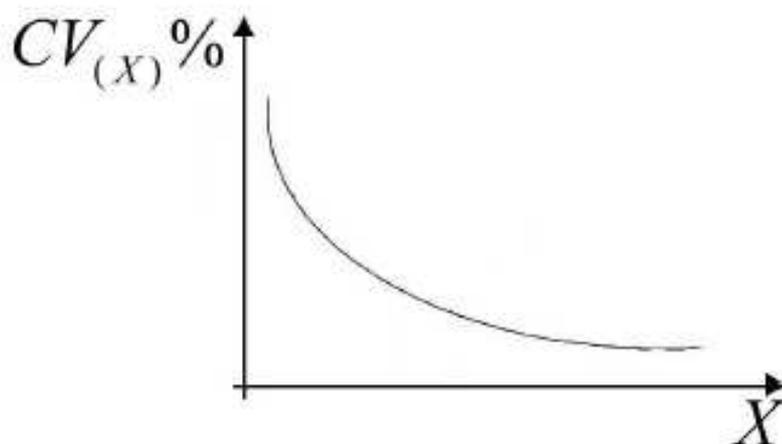


Figura 4 - Curva característica do Método da Máxima Curvatura (Brito, 2013)

Federer (1955) aponta dois pontos restritivos a este método:

- Não considera os custos envolvidos;
- O tamanho adotado para a unidade básica do ensaio em branco influencia no ponto de máxima curvatura.

O mesmo autor parte em sua defesa para os casos em que a escolha da UB do ensaio é algo natural, não convencionalmente arbitrariamente, como por exemplo, um animal, uma árvore, uma leitura ou determinação de algum aparelho etc., desaconselhando sua aplicação nos demais casos, pois o tamanho arbitrário da unidade básica influencia no ponto de máxima curvatura.

Neste trabalho, optou-se por utilização de programa de computador (Microsoft Excel R), na elaboração dos gráficos, unindo-se os pontos com segmento de reta, conforme procedimento adotado por Ortiz (1995).

### 3.5.2. MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA MODIFICADO (MMCM)

Foi proposto por Lessman & Atkins (1963), e consiste em se determinar algebricamente o ponto onde a curvatura é máxima na curva que relaciona coeficiente de variação com o tamanho de parcela. Essa relação entre CV e tamanho de parcela, segundo Meier & Lessman (1971), pode ser estimada pela equação geral  $Y = aX^{-b}$ , em que: Y representa o índice de variabilidade e X o correspondente tamanho da parcela em unidades básicas. No presente trabalho utilizou-se a função  $CV = aX^{-b}$ , para a qual o valor correspondente ao

ponto de máxima curvatura foi estimado pela fórmula a seguir (Meier & Lessman, 1971), adotando-se o simétrico de b no procedimento de cálculo (Chaves, 1985):

$$X_0 = \left[ \frac{a^2 b^2 (2b+1)}{(b+2)} \right]^{\frac{1}{(2b+2)}}$$

Em que:  $X_0$  é o valor da abscissa correspondente ao ponto de máxima curvatura a, b são parâmetros do modelo.

### 3.5.3. MODELO LINEAR DE RESPOSTA PLATÔ (MLRP)

Consiste em determinar uma reta crescente ou decrescente, em conjunto com uma reta constante, de forma que o valor da abscissa no ponto de encontro corresponde ao tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ), onde  $X_0$  é o ponto de junção dos dois segmentos, o qual indica o tamanho ótimo da parcela.

O seguinte modelo é dado por:

$$CV_i = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i, & X_i \leq X_0 \\ P + e_i, & X_i > X_0 \end{cases} ; \text{ em que:}$$

$\beta_0$  e  $\beta_1$  são os parâmetros do modelo e  $e_i$  são os erros aleatórios.

O coeficiente da reta ( $\beta_1$ ) é também denominado coeficiente de regressão e o coeficiente da reta ( $\beta_0$ ) é também conhecido como termo constante da equação de regressão e  $P$  é o platô, ou seja, a constante que representa o comportamento de  $Y_i$  após o ponto  $X_0$ . O método usual para estimativa dos parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$  é o dos mínimos quadrados (MMQ). Este método consiste em adotar como estimativas dos parâmetros os valores que minimizam a soma de quadrados dos desvios (ou dos erros). Estes são dados por:

$$e_i = Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i,$$

e a função  $Z = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2$  terá o mínimo quando suas derivadas parciais em relação à  $\beta_0$  e  $\beta_1$  forem nulas.

$$\frac{dZ}{d\beta_0} = -2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)$$

$$\frac{dZ}{d\beta_1} = 2 \sum [Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i](-X_i)$$

Assim, as estimativas de  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são definidas por:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n X_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

A partir da expressão (1), podemos escrever o seguinte sistema de equações normais:

$$\begin{cases} n \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_i X_i = \sum_i Y_i \\ \hat{\beta}_0 \sum_i X_i + \hat{\beta}_1 \sum_i X_i^2 = \sum_i X_i Y_i \end{cases} \quad (2)$$

Resolvendo o sistema, temos:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum_i Y_i}{n} - \hat{\beta}_1 \frac{\sum_i X_i}{n}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad \text{e} \quad \hat{\beta}_1 = \frac{\sum_i X_i Y_i - \frac{\sum_i X_i \sum_i Y_i}{n}}{\sum_i X_i^2 - \frac{\left(\sum_i X_i\right)^2}{n}}$$

Para calcular a equação do Modelo Linear com Resposta Platô (MLRP) através de um método de modelos lineares, como apresentado a seguir:

Primeiramente os n dados (organizados em ordem crescente das variáveis independentes X) são separados em dois segmentos (ou grupos), um

para formar a equação de platô e o outro para formar a equação da reta, como se segue:

Duas (2) primeiras observações para a reta e (n-2+1) últimas observações para platô (um ponto comum);

Duas (2) primeiras observações para a reta e (n-2) últimas observações para platô;

Três (3) primeiras observações para a reta e (n-3+1) últimas observações para platô (um ponto comum);

Três (3) primeiras observações para a reta e (n-3) últimas observações para platô;

...

(i) Primeiras observações para a reta e (n-i+1) últimas observações para platô (um ponto comum);

(i) Primeiras observações para a reta e (n-i) últimas observações para platô; e

...

Até (n) observações para a reta e uma (última) observação para o platô.

As equações lineares do primeiro grupo serão ajustadas pelo método dos mínimos quadrados (MMQ). Os estimadores do MMQ são apresentados a seguir:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad , \quad \hat{\beta}_1 = \frac{\sum_i X_i Y_i - \frac{\sum_i X_i \sum_i Y_i}{n}}{\sum_i X_i^2 - \frac{\left(\sum_i X_i\right)^2}{n}}$$

O platô será a média dos valores da variável dependente U do segundo grupo.

Após calcular o platô, deve-se calcular a soma de quadrado de desvios  $SQD_{Y(P)}$ .

Será escolhida para equação de MLRP a equação referente ao platô que obtiver menor  $SQD_{Y(P)}$ .

### 3.6. AVALIADORES DA QUALIDADE DE AJUSTE

Neste trabalho, como avaliador da qualidade de ajuste de modelos não lineares foi utilizado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

#### 3.6.1. COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Segundo Souza (1998), citado por Regazzi *et al.* (2010), no caso de modelo de regressão não linear a adequacidade do ajustamento, ou seja, o coeficiente de determinação, pode ser medido pelo quadrado do coeficiente de correlação entre os valores observados e preditos. Essa medida pode ser calculada com a utilização da seguinte fórmula:

$$R^2 = r^2_{y \hat{y}} = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n y_i \hat{y}_i - \frac{\left( \sum_{i=1}^n y_i \right) \left( \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \right)}{n} \right]^2}{\left[ \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n} \right] \left[ \sum_{i=1}^n \hat{y}_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \right)^2}{n} \right]}$$

### 3.7. Intervalo de confiança para o parâmetro $X_0$

Neste trabalho foram calculados os intervalos de confiança para o parâmetro  $X_0$  de cada método, com base nas características disponíveis no banco de dados, e estudou-se a possibilidade de indicar um único tamanho de parcela para todas essas características.

$$IC(X_0): \bar{X}_0 \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\hat{V}(\bar{X}_0)}$$

em que:

$$\bar{X}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_{0i}}{n} \quad \text{e} \quad \hat{V}(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{0i} - \bar{X}_0)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{0i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_{0i}\right)^2}{n}}{n-1}$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de rizomas mãe, de rizomas filho grande, médio, pequeno, refugo e comerciáveis e a produtividade total de rizomas de taro 'Japonês', foi de 15,0; 8,4; 10,0; 9,4; 6,0; 28,0 e 49,0 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses valores estão bem acima da produtividade encontrada na literatura para as condições brasileiras, indicando que não houve restrições ao desenvolvimento e crescimento das plantas durante o cultivo.

O número de parcelas, área de cada parcela em (m<sup>2</sup>), valores de unidades básicas (UB) por parcela e coeficientes de variação (CV) em porcentagens das características Peso do rizoma mãe (PRM), Peso dos rizomas filhos grandes (PRFG), Peso dos rizomas filhos médios (PRFM), Peso dos rizomas filhos comerciáveis (PRFC) e produtividade total (PT) estão apresentados na Tabela 1.

O coeficiente de variação do peso do rizoma mãe variou de 3,13 a 56,02 %; do rizoma filho grande, de 4,72 a 114,53 %; do peso do rizoma filho médio, de 2,01 a 69,54 %; dos rizomas filhos comerciáveis, de 0,76 a 46,30 % e a produtividade total (soma dos rizomas mães e os rizomas filhos) variou de 0,02 a 37,84 % (Tabela 1).

### 4.1. Estimativas dos parâmetros para os modelos

#### 4.1.1. Método da Máxima Curvatura

A estimativa do tamanho ótimo de parcela pelo Método da Máxima Curvatura foi realizada com a combinação e agrupamentos entre as unidades experimentais básicas adjacentes obtendo-se 33 formas de parcelas sendo que, dessas, apenas 23 diferentes tamanhos de parcelas, pois parcela de dimensões F x P tem o mesmo tamanho que parcelas de dimensões P x F. Para cada tamanho diferente de parcela foi calculado o coeficiente de variação ( $CV_{(x)}$ ), (Tabela 2).

**Tabela 1**-Total de parcelas do experimento, área, números de unidades básicas, coeficientes de variação (CV %) das características peso de rizoma mãe (PRM), peso de rizoma filho grande (PRFG), peso de rizoma filho médio (PRFM), peso de rizomas filhos comerciáveis (PRFC) e produtividade total (PT)

Nº de parcelas	Área m <sup>2</sup>	X UB	PRM	PRFG	PRFM	PRFC	PT	CV %
								..... CV % .....
2	54,0	180	3,13	4,72	2,01	7,87	0,02	
3	36,0	120	5,26	7,28	2,25	0,76	1,79	
4	27,0	90	7,78	9,75	4,20	6,76	3,36	
5	21,6	72	9,41	14,07	6,40	14,49	4,46	
6	18,0	60	9,98	17,70	8,90	2,33	4,14	
8	13,5	45	7,98	20,55	9,10	14,99	4,17	
9	12,0	40	6,89	14,39	10,10	2,98	3,57	
10	10,8	36	11,50	23,88	18,54	15,67	6,37	
12	9,0	30	12,33	24,14	19,55	15,01	7,17	
15	7,2	24	15,56	24,83	20,04	16,93	8,66	
18	6,0	20	16,48	25,59	20,26	15,02	7,72	
20	5,4	18	16,03	32,61	21,29	16,40	8,39	
24	4,5	15	15,92	33,34	27,89	17,22	9,73	
30	3,6	12	19,65	33,98	28,04	19,96	10,01	
36	3,0	10	20,95	34,62	28,12	16,71	14,37	
40	2,7	9	20,04	38,74	34,38	18,96	11,01	
45	2,4	8	19,58	39,35	34,78	19,17	12,01	
60	1,8	6	23,53	49,62	37,86	21,69	15,05	
72	1,5	5	26,69	50,58	38,94	25,31	17,76	
90	1,2	4	29,31	59,01	43,73	27,57	20,270	
120	0,9	3	32,02	67,02	46,03	29,57	21,44	
180	0,6	2	38,10	78,87	53,31	33,30	26,76	
360	0,3	1	56,02	114,53	69,54	46,30	37,84	

**Tabela 2** - Tamanho da unidade básica e coeficiente de variação das características: peso do rizoma mãe (PRM), peso dos rizomas filhos grande (PRFG), peso dos rizomas filhos médio (PRFM), peso dos rizomas filhos comerciáveis (PRFC) e produtividade total (PT) através do Método da Máxima Curvatura.

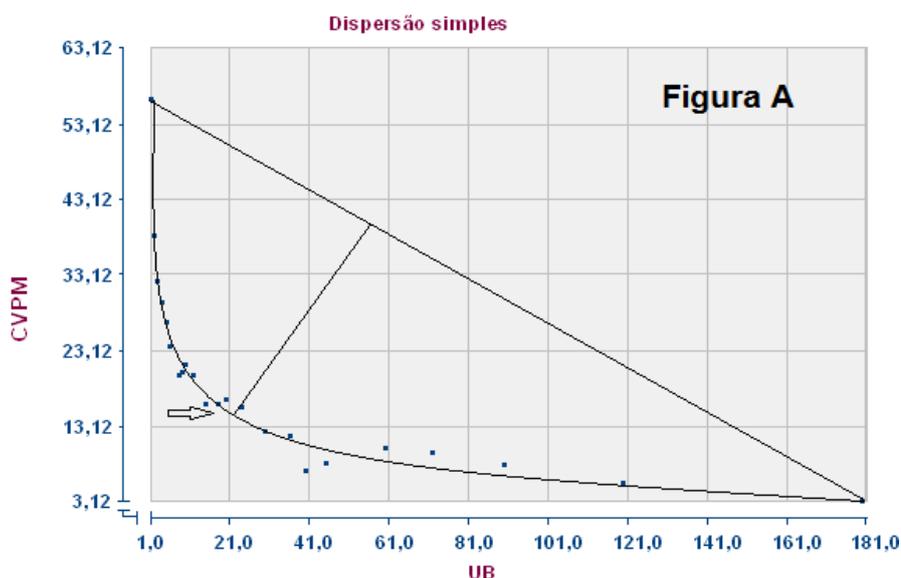
Estatística	PRM	PRFG	PRFM	PRFC	PT
$X_0$	22,5	28,5	26,5	25,5	24,5
CV	15,12	20,7	15,01	13,76	7,01

$X_0$  = tamanho da parcela experimental; CV = coeficiente de variação.

A dispersão dos coeficientes de variação (CV) que foi plotado contra seu respectivo tamanho de parcela, para as características avaliadas: Peso do rizoma mãe (A), Peso do rizoma filho grande (B), Peso do rizoma filho médio (C), Peso dos rizomas filhos comerciáveis (D) e Produtividade total (E) é apresentada nas Figuras 5A-5E.

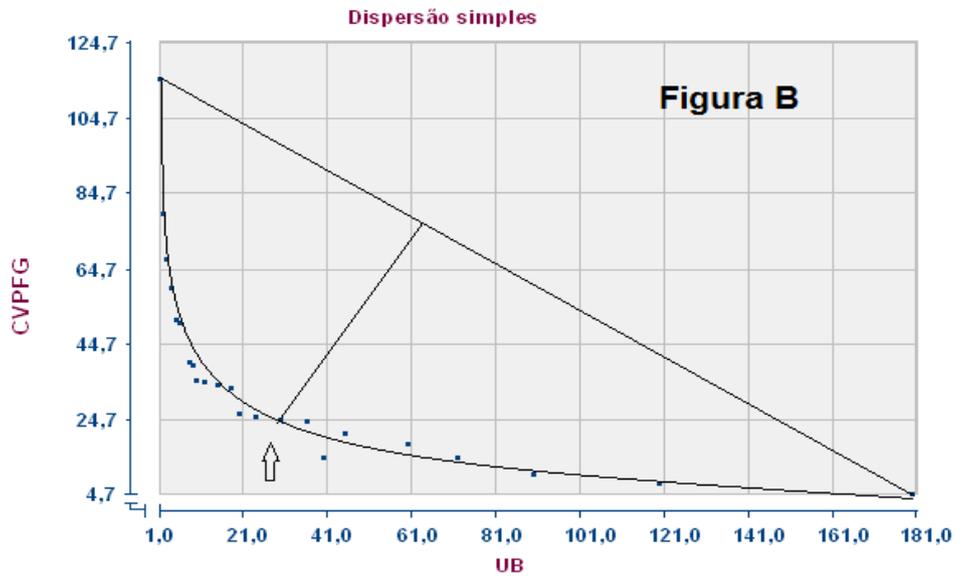
Pode se constatar, também, a dificuldade na determinação visual do ponto correspondente ao tamanho ótimo da unidade experimental. A dependência da escala na determinação do ponto de máxima curvatura foi observada. Isto era esperado, pois essa é uma limitação inerente ao método da máxima Curvatura (Federer *et al.*, 1963; Viana, 1999; Henriques Neto, 2003).

O tamanho ótimo da parcela para a avaliação da produção de rizomas de taro variou de 22,5 a 28,5 UB (Figuras 5A-5E)



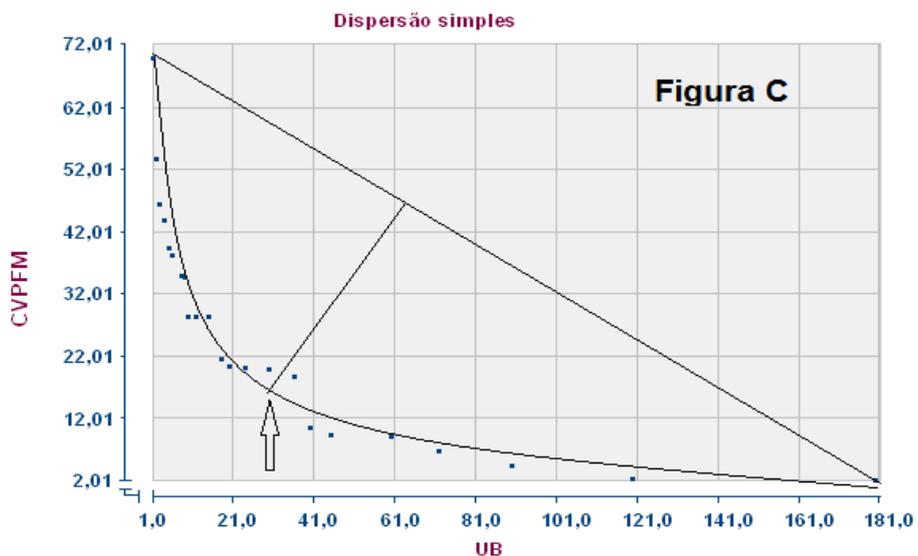
**Figura 5A -** Relação entre coeficiente de variação e tamanho de parcela para a característica Peso do rizoma mãe.

- **A seta indica o ponto de máxima curvatura.**



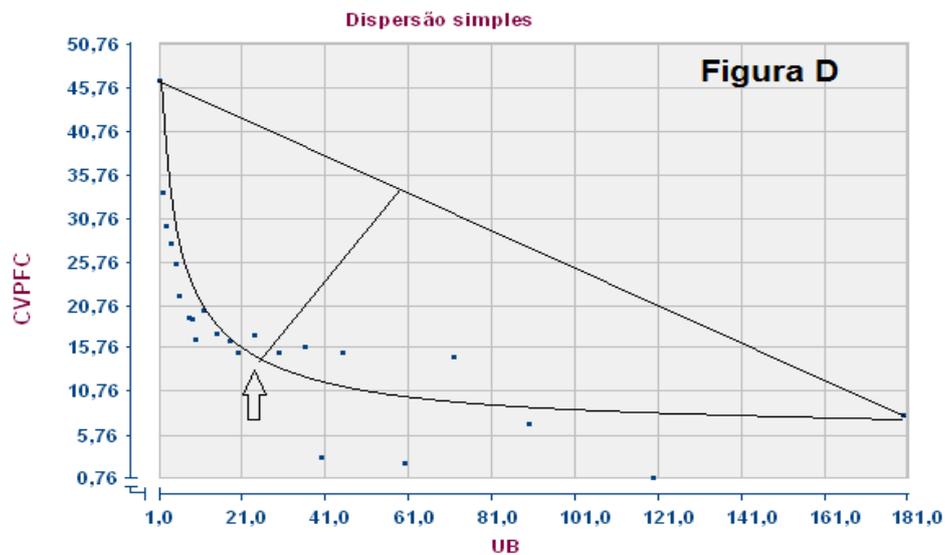
**Figura 5B -** Relação entre coeficiente de variação e tamanho de parcela para a característica Peso do rizoma filho grande.

- **A seta indica o ponto de máxima curvatura**



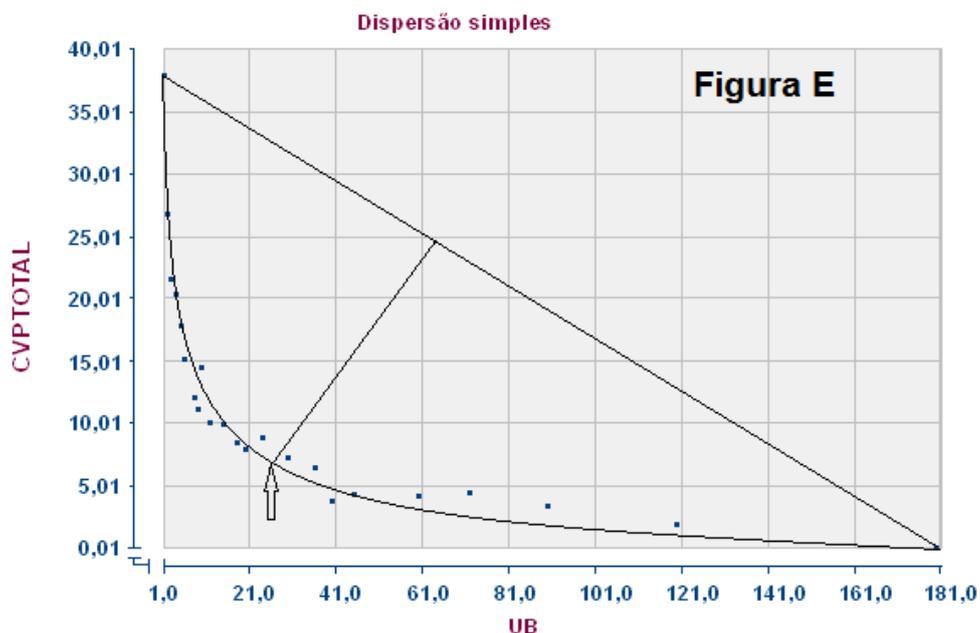
**Figura 5C -** Relação entre coeficiente de variação e tamanho de parcela para a característica Peso do rizoma filho médio.

- **A seta indica o ponto de máxima curvatura**



**Figura 5D** - Relação entre coeficiente de variação e tamanho de parcela para a característica Peso dos rizomas filhos comerciáveis.

- **A seta indica o ponto de máxima curvatura**



**Figura 5E** - Relação entre coeficiente de variação e tamanho de parcela para a característica Produtividade total.

- **A seta indica o ponto de máxima curvatura**

O tamanho da parcela experimental variou de 22,5, para o Rizoma mãe, a 28,5 UB para o peso do Rizoma filho grande. O coeficiente de variação variou

entre 7,01 % para a produtividade total e 20,7 % para o peso do Rizoma filho grande (Tabela 2).

O intervalo de confiança (IC) foi de 95 % para a média  $19,92 \leq \mu \leq 31,08$  para o tamanho da UB das características. O método da Máxima Curvatura geralmente superestima o tamanho da parcela experimental em relação aos métodos da Máxima Curvatura Modificado e ao Método Modelo Linear de Resposta Platô. Com base no IC, pode-se recomendar que, independente da característica, utilize 26 UB, o que corresponde a uma área de 7,8 m<sup>2</sup>.

#### **4.1.2. Método da Máxima Curvatura Modificado**

As equações de regressão ajustadas entre o coeficiente de variação e o seu correspondente tamanho de parcela em unidades básicas, com os respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), como também a estimativa do tamanho ótimo da parcela ( $X_0$ ) para as características avaliadas são apresentadas nas Figuras 6A-6E.

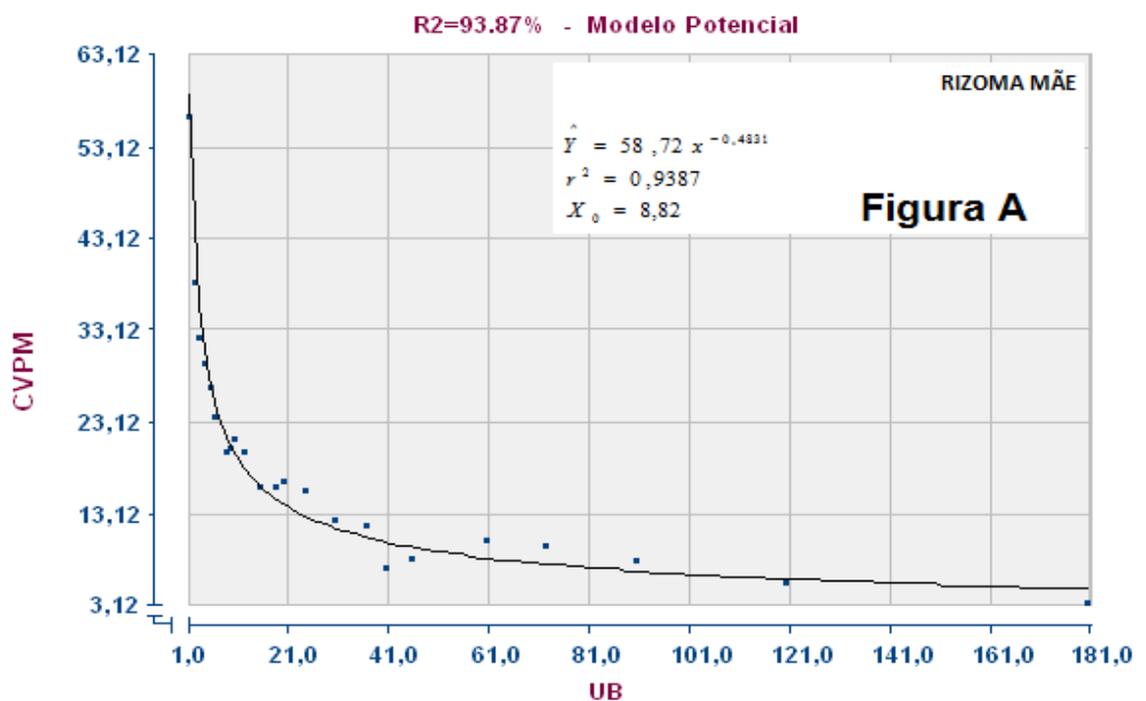
No método da Máxima Curvatura Modificado, o tamanho ótimo de parcela é estimado algebricamente e fornece, assim, resultados mais precisos que o Método da Máxima Curvatura (Viana, 1999), pois a relação entre o coeficiente de variação e tamanho da parcela é explicada pela equação de regressão. No entanto como o valor da constante  $a$  (intercepto da regressão) corresponde ao coeficiente de variação estimado para a parcela unitária, aparentemente a magnitude deste CV exerce influência no tamanho da parcela, e isso não é necessariamente uma desvantagem (Henrique Neto, 2003).

Quando determinado de forma algébrica, o ponto de máxima curvatura  $X_0$  leva a obtenção de valores não necessariamente inteiros (Figuras 6A-6E). Deste modo, devido ao fato de UB ter sido natural (uma planta de taro), os valores obtidos algebricamente puderam ser arredondados para um número inteiro imediatamente superior. A opção de arredondar para cima decorre do fato deste método, de um modo geral, subestimar o tamanho da parcela, podendo ocorrer ainda considerável decréscimo nos valores do CV com o aumento do tamanho da parcela na região imediatamente superior ao ponto de máxima curvatura (Henriques Neto, 2003) e, assim, o valor da abscissa no

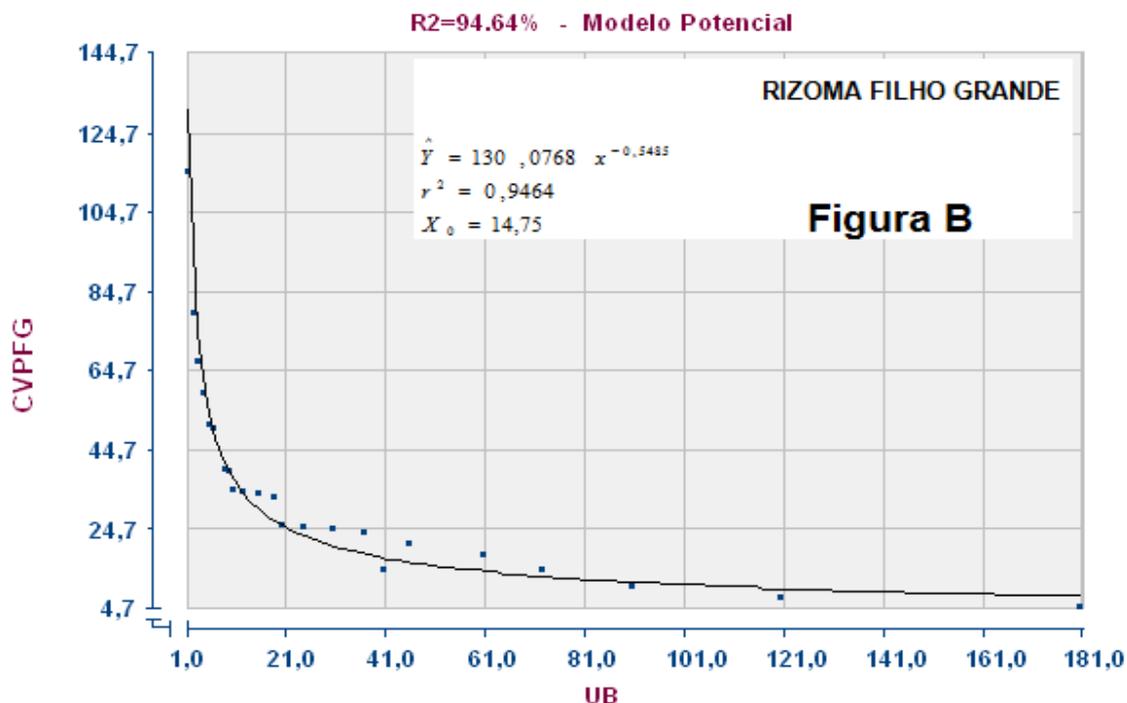
ponto de máxima curvatura deve ser interpretado como o limite inferior de tamanho de parcela ao invés de tamanho ótimo (Chaves, 1985).

O tamanho ótimo de parcela foi de 8,77 UB para os rizomas filhos comerciáveis e de 14,75 UB para os rizomas filhos grandes, o que equivale a uma área de 2,7 m<sup>2</sup> e 4,5 m<sup>2</sup>, respectivamente.

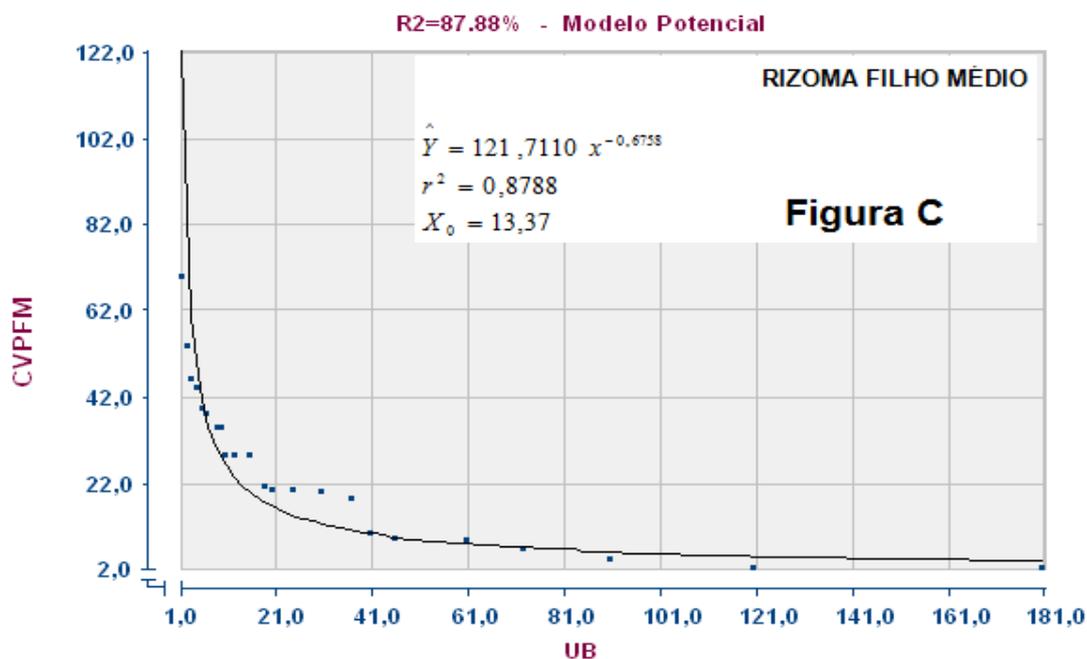
A relação entre coeficientes de variação (CV%) em função do tamanho de parcela, em unidades básicas, a equação de regressão, o coeficiente de determinação e o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura (X<sub>0</sub>) das características são apresentados nas Figuras 6A-6E.



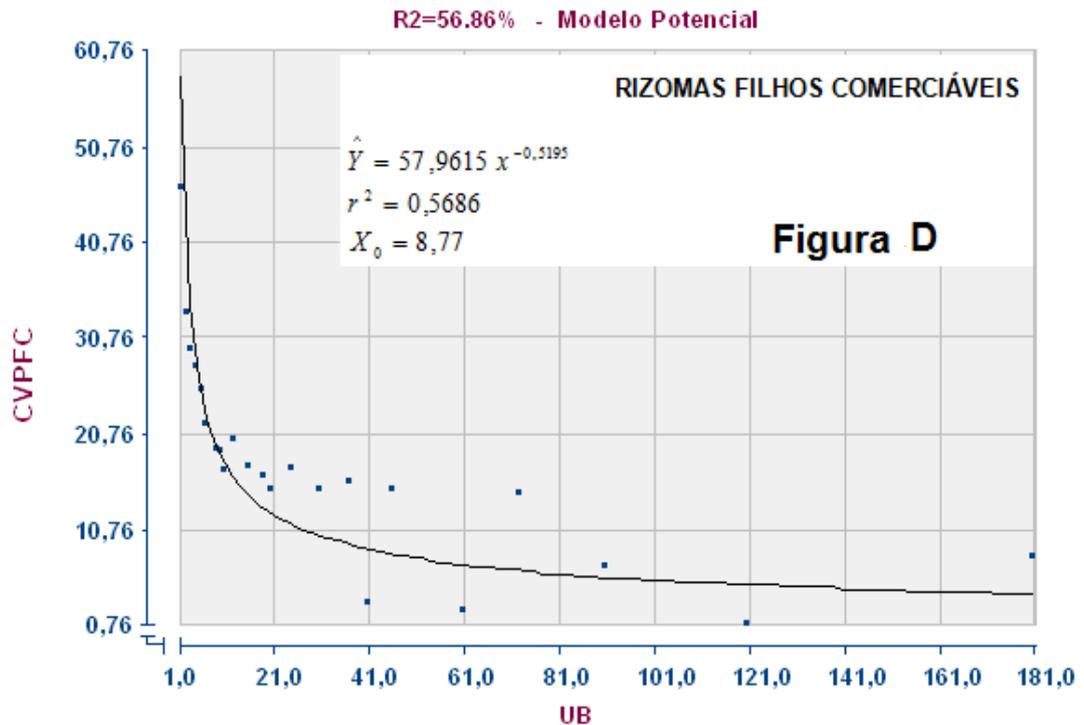
**Figura 6A-** Relação entre coeficiente de variação (CV%) e tamanho de parcela em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura (X<sub>0</sub>) para característica Peso do rizoma mãe.



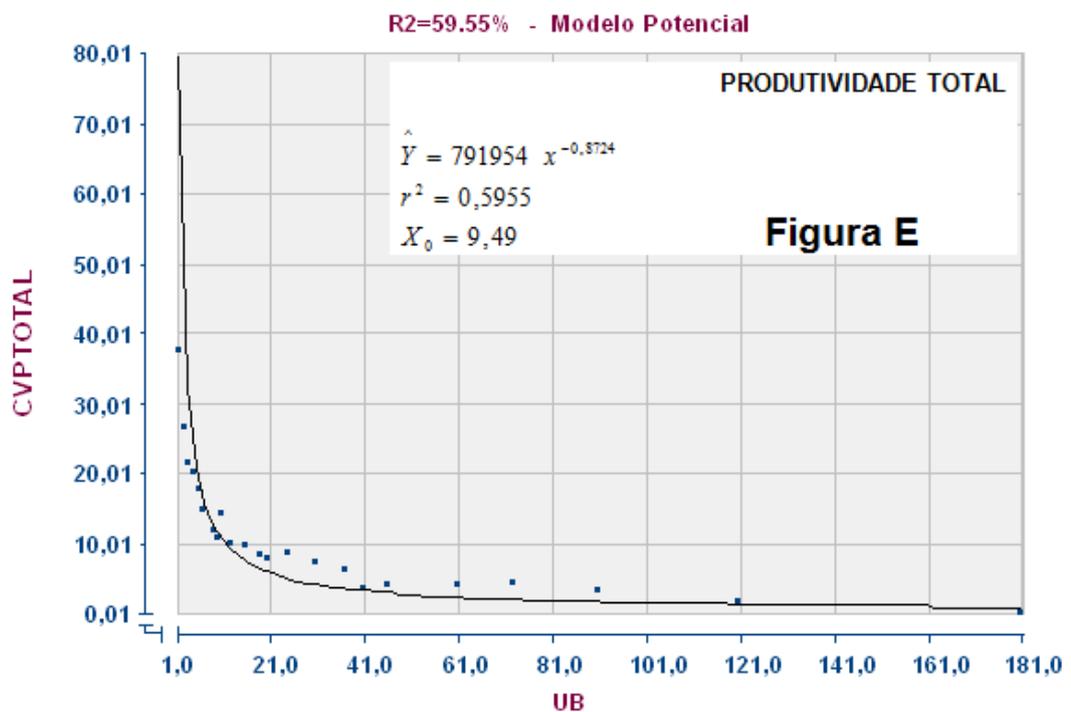
**Figura 6B** - Relação entre coeficiente de variação (CV%) e tamanho de parcela em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $X_0$ ) para característica Peso do rizoma filho grande.



**Figura 6C** - Relação entre coeficiente de variação (CV%) e tamanho de parcela em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $X_0$ ) para característica Peso do rizoma filho médio.



**Figura 6D** - Relação entre coeficiente de variação (CV%) e tamanho de parcela em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $X_0$ ) para característica Peso dos rizomas filhos comerciáveis.



**Figura 6E** - Relação entre coeficiente de variação (CV%) e tamanho de parcela em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $X_0$ ) para característica Produtividade total.

O coeficiente de variação variou entre 8,3 %, para a característica Produtividade total, e 28,7% para o Rizoma filho grande (Tabela 3). O coeficiente de determinação variou de 56,86 % para a avaliação dos rizomas filhos comerciáveis a 94,65 % para os rizomas filhos grandes (Figuras 6D e 6B). Essa variação pode ser devido ao fato de que a classe dos rizomas filhos comerciáveis envolveram os rizomas filhos grandes, rizomas filhos médios e rizomas filhos pequenos, portanto, em muitas das plantas avaliadas, nem sempre produzirão todas essas classes de rizomas.

**Tabela 3** – Estimativa do tamanho da parcela experimental ( $X_o$ ) pelo Método da Máxima Curvatura Modificado, coeficiente de variação (CV %) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de cada característica avaliada

Estatística	RM	RFG	RFM	RFC	PT
$X_o$	8,82	14,75	13,37	8,77	9,49
CV	20,2	28,7	18,5	16,7	8,3
$r^2$	0,9387	0,9465	0,8788	0,5686	0,5955

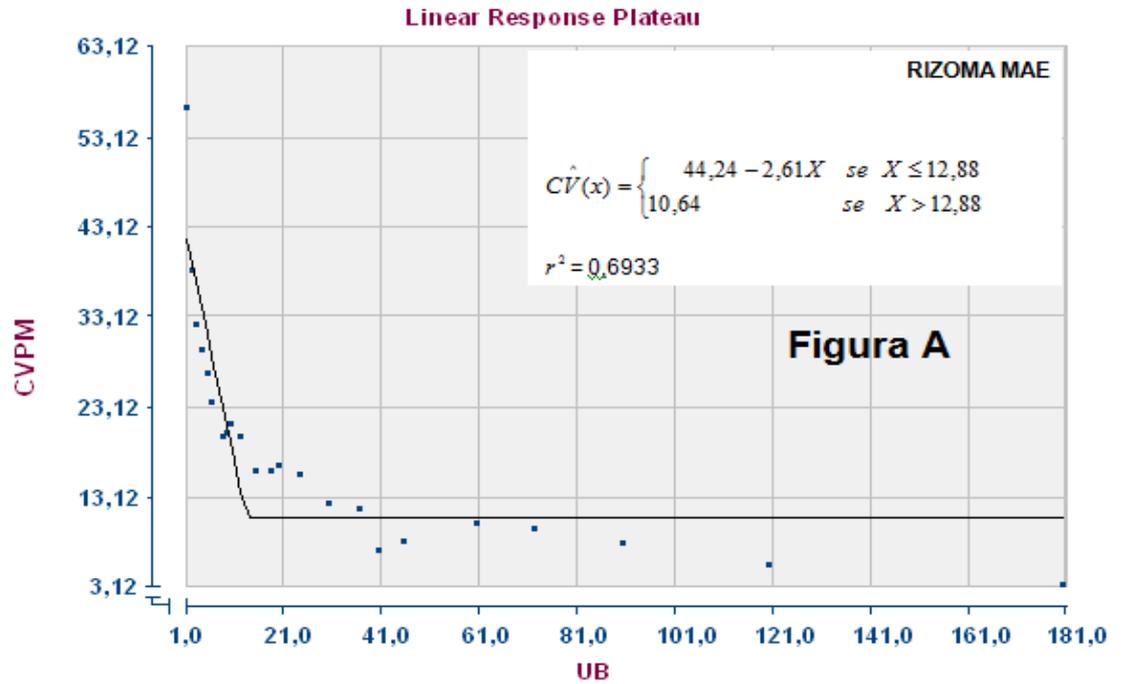
Em relação ao tamanho da unidade básica das características, obteve-se um intervalo de confiança de 95% para média de  $2,77 \leq \mu \leq 19,31$ , indicando grande variabilidade do tamanho das características avaliadas e, além disso, esse método subestima o tamanho.

#### 4.1.3. Método do Modelo Linear de Resposta Platô

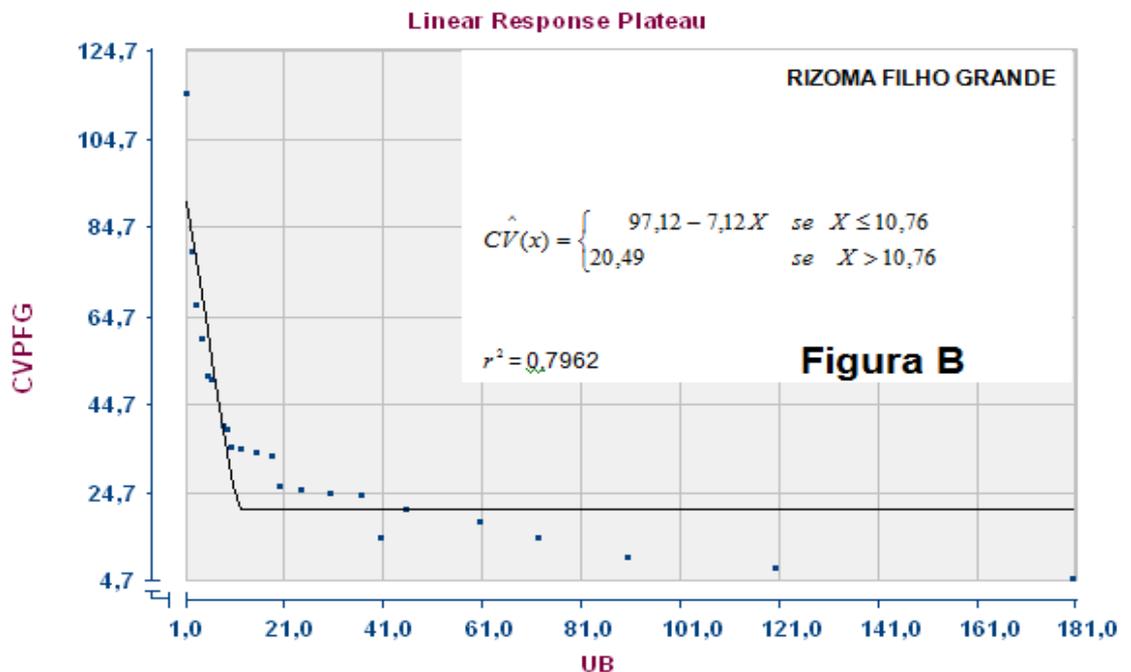
Na Figura 7, encontra-se o modelo ajustado para cada característica e o seu respectivo coeficiente de determinação, pelo Método Linear de Resposta Platô. Na Tabela 4, encontra-se o valor do tamanho da parcela experimental ( $x_o$ ) e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) das características: Peso do rizoma mãe (PRM), Peso dos rizomas filhos grandes (PRFG), Peso dos rizomas filho médio (PRFC), Peso dos rizomas filhos comerciáveis (PRFC) e Produtividade total (PT).

O tamanho da parcela experimental variou entre 10,76, para os rizomas filhos grande, e 25,66 para os rizomas filho médio, enquanto o coeficiente de determinação variou de 69,33 %, para os rizomas mãe, a 83,24% para os rizomas filhos comerciáveis (Figura 7; Tabela 4).

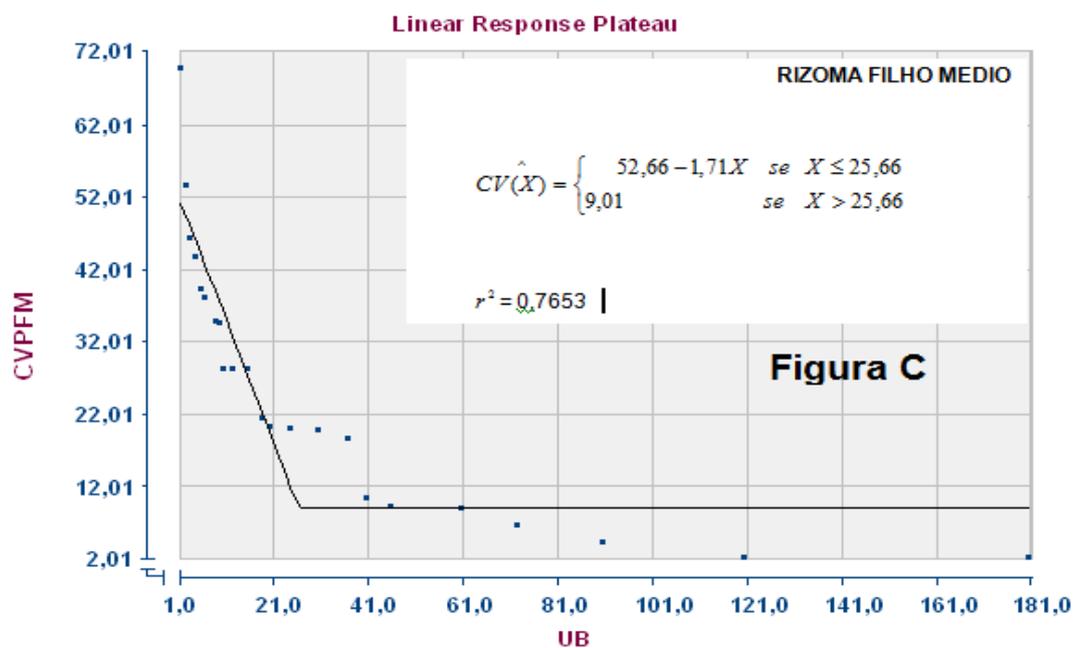
Em relação aos métodos da Máxima Curvatura e ao Método da Máxima Curvatura Modificado foram encontrados valores intermediários utilizando o método do Modelo Linear de Resposta Platô. O intervalo de confiança da média com 95 % de probabilidade foi  $6,28 \leq \mu \leq 22,28$ , sendo o tamanho médio de 14,28. Independente da característica pode-se recomendar um tamanho da unidade básica de 15 UB, o que corresponde a área de  $4,5 \text{ m}^2$ .



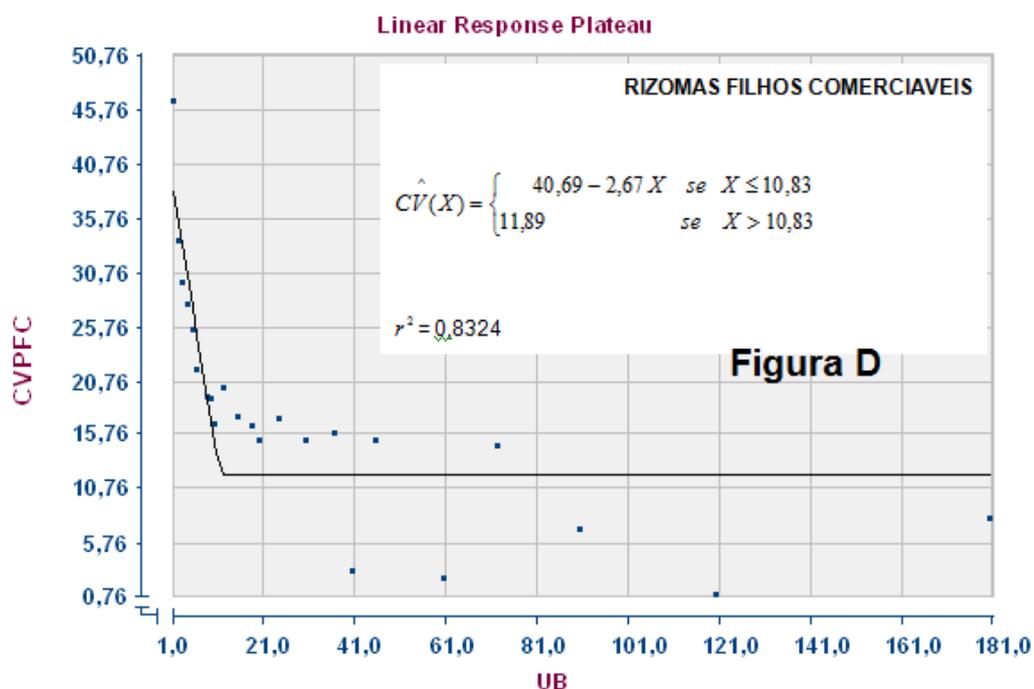
**Figura 7A** – Relação entre coeficiente de variação (CV %) e tamanho de parcela, em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $x_0$ ) da característica Peso do rizoma mãe.



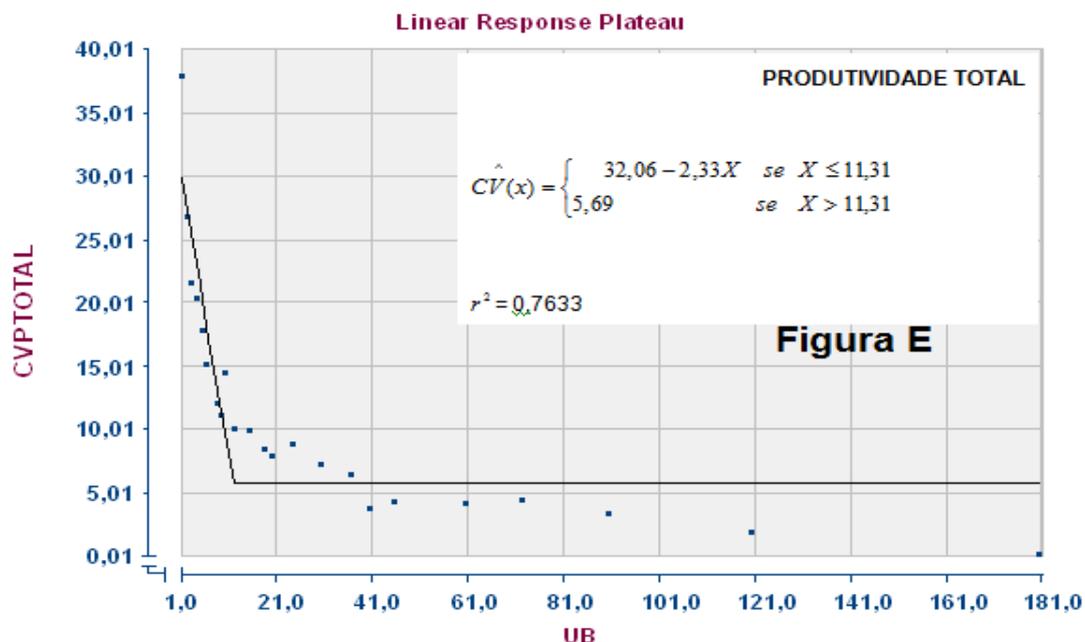
**Figura 7** – Relação entre coeficiente de variação (CV %) e tamanho de parcela, em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $x_0$ ) da característica Peso do rizoma filho grande.



**Figura 7C** – Relação entre coeficiente de variação (CV %) e tamanho de parcela, em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $x_0$ ) da característica Peso do rizoma filho.



**Figura 7D** – Relação entre coeficiente de variação (CV %) e tamanho de parcela, em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $x_0$ ) da característica Peso dos rizomas filhos comerciáveis.



**Figura 7E** – Relação entre coeficiente de variação (CV %) e tamanho de parcela, em unidades básicas, e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura ( $x_0$ ) da característica Produtividade total.

**Tabela 4** – Tamanho da parcela experimental ( $x_0$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) do modelo ajustado para cada característica: Peso do rizoma mãe (RM), Peso do rizoma filho grande (RFG), Peso do rizoma filho médio (RFM), Peso dos rizomas filhos comerciáveis (RFC) e produtividade total (PT)

<b>Método do Modelo Linear de Resposta Platô</b>					
<b>Estatística</b>	<b>RM</b>	<b>RFG</b>	<b>RFM</b>	<b>RFC</b>	<b>PT</b>
$X_0$	12,88	10,76	25,66	10,83	11,31
$r^2$	0,6933	0,7962	0,7653	0,8324	0,7633

Na Tabela 5, são apresentados, para cada método, a média, o desvio padrão e o intervalo de confiança.

**Tabela 5** – Média, desvio-padrão e intervalo de confiança (IC) dos valores ótimos de todas as características dos respectivos métodos

	MMC	MMCM	MMLRP
$\bar{X}_o$	25,5	11,04	14,28
s	4,47	5,63	6,41
IC <sub>95%(<math>\mu</math>)</sub>	25,5 ± 5,58	11,04 ± 8,27	14,28 ± 8,00

O método da Máxima Curvatura Modificada (MMCM) subestima o tamanho da unidade básica (11,04 UB), enquanto pelo método da Máxima Curvatura (MMC) foi encontrado um valor mais alto para o tamanho da unidade básica (25,04 UB). Por outro lado, no método Modelo Linear de Resposta Platô (MLRP), encontrou-se um valor intermediário na unidade básica em relação aos dois métodos anteriores.

#### 4.1.4. Influencia da forma da parcela

O Método da Informação Relativa (Keller, 1949), foi utilizado para verificar a influência da forma da parcela sobre a variabilidade das características avaliadas, considerando a variância comparável ( $V_c$ ), informação relativa (IR) e coeficiente de variação ( $CV_{FXP}$ ), (Tabelas 6 a 10).

**TABELA 6.** Variância comparável ( $V_c$ ) informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV) da massa fresca da planta mãe de taro, para diferentes formas e tamanhos de parcelas ( $CV_{FxP}$ , e por número de unidades básicas:  $CV_x$ )

Tipo (forma)	Dimensão $F_xP/F^*$	Nº de UB (x)	Área ( $m^2$ )	GL	$V_c$ $V_x$ (UB)	IR (%)	$CV_{FxP}$ (%)	$CV_x$ (%) <sup>1</sup>
Planta	1x1	1	0,3	359	67784,53	100	56,02	56,02
Fileira	1x2	2	0,6	179	72714,51	93,22	38,10	
Fileira	2x1	2	0,6	179	77839,39	87,08	34,12	36,11
Fileira	1x3	3	0,9	119	82973,83	81,68	32,02	32,02
Fileira	4x1	4	1,2	89	88289,10	76,78	29,31	
Quadrada	2x2	4	1,2	89	91237,48	74,29	22,43	25,87
Fileira	5x1	5	1,5	71	98938,94	68,51	26,69	26,69
Fileira	1x6	6	1,8	59	110837,12	61,15	23,53	
Retangular	2x3	6	1,8	50	132992,84	50,96	28,34	25,93
Fileira	4x2	8	2,4	44	141425,39	47,92	19,58	19,58
Fileira	1x9	9	2,7	39	156738,74	43,24	20,04	20,04
Fileira	10x1	10	3,0	35	161827,39	41,88	20,95	
Retangular	5x2	10	3,0	36	1723994,84	39,31	28,54	24,74
Retangular	4x3	12	3,6	29	1899283,83	35,68	19,65	
Retangular	2x6	12	3,6	29	191992,26	35,30	27,32	23,49
Retangular	5x3	15	4,5	23	199293,99	34,01	15,92	15,92
Fileira	1x18	18	5,4	19	213883,28	31,69	16,03	
Retangular	2x9	18	5,4	19	234887,84	28,85	16,87	16,45
Fileira	20x1	20	6,0	17	267228,58	25,36	16,48	
Retangular	10x2	20	6,0	17	278998,38	24,29	14,65	15,56
Retangular	4x6	24	7,2	14	290228,39	23,35	15,55	15,55
Retangular	10x3	30	9,0	11	299873,93	22,60	12,32	
Retangular	5x6	30	9,0	11	324687,88	20,87	14,43	13,38
Retangular	4x9	36	10,8	9	354889,28	19,10	11,50	
Retangular	2x18	36	10,8	9	371648,54	18,24	13,24	12,37
Retangular	20x2	40	12,0	8	376118,42	18,02	6,89	6,89
Retangular	5x9	45	13,5	7	393992,96	17,20	7,98	7,98
Retangular	20x3	60	18,0	5	423882,25	15,99	9,98	9,98
Retangular	4x18	72	21,6	4	445884,52	15,20	9,41	9,41
Retangular	10x9	90	27,0	3	489938,99	13,83	7,78	
Retangular	5x18	90	27,0	3	499283,39	13,57	8,56	8,17
Retangular	20x6	120	36,0	2	528992,91	12,81	5,26	5,26
Retangular	10x18	180	54,0	1	589889,88	11,49	3,12	3,12

$F \times P/F^*$ , fileira x plantas por fileira. <sup>1</sup> O coeficiente de variação de parcelas de tamanho x é considerado como a média aritmética de todos os  $CV_{FxP}$ , para um determinado tamanho de x.

**TABELA 7.** Variância comparável ( $V_c$ ) informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV) da massa fresca do rizoma filho grande de taro, para diferentes formas e tamanhos de parcelas ( $CV_{Exp}$ , e por número de unidades básicas:  $CV_x$ )

Tipo (forma)	Dimensão FxP/F*	Nº de UB(x)	Área (m <sup>2</sup> )	GL	$V_c$ $V_x$ (UB)	IR (%)	$CV_{Exp}$ (%)	CV (%) <sup>1</sup>
Planta	1x1	1	0,3	359	83071,96	100	114,52	114,52
Fileira	1x2	2	0,6	179	84987,39	97,74	78,87	
Fileira	2x1	2	0,6	179	85757,89	96,89	74,25	76,56
Fileira	1x3	3	0,9	119	84033,35	98,85	67,02	67,02
Fileira	4x1	4	1,2	89	85808,52	96,81	59,00	
Quadrada	2x2	4	1,2	89	89965,59	92,33	57,28	58,14
Fileira	5x1	5	1,5	71	94754,49	87,67	50,58	50,58
Fileira	1x6	6	1,8	59	98038,33	84,90	49,62	
Retangular	2x3	6	1,8	59	97839,49	84,73	47,81	48,71
Fileira	4x2	8	2,4	44	100645,74	82,53	39,35	39,35
Fileira	1x9	9	2,7	39	85537,78	97,11	38,73	38,73
Fileira	10x1	10	3,0	35	110867,29	74,92	34,62	
Retangular	5x2	10	3,0	35	116829,36	71,12	32,81	33,72
Retangular	4x3	12	3,6	29	126889,99	65,46	33,98	
Retangular	2x6				132998,29	62,24	34,99	34,49
Retangular	5x3	15	4,5	23	145882,24	56,94	33,34	33,34
Fileira	1x18	18	5,4	19	152882,37	54,33	32,61	
Retangular	2x9	18	5,4	19	157228,11	52,83	30,28	31,45
Fileira	20x1	20	6,0	17	167829,93	49,49	25,59	
Retangular	10x2	20	6,0	17	176881,23	46,96	24,87	25,23
Retangular	4x6	24	7,2	14	195283,23	42,53	24,83	24,83
Retangular	10x3	30	9,0	11	212228,99	39,14	24,14	
Retangular	5x6	30	9,0	11	235228,26	35,32	24,27	24,21
Retangular	4x9	36	10,8	9	257283,26	32,28	23,88	
Retangular	2x18	36	10,8	9	267289,26	31,07	20,19	22,03
Retangular	20x2	40	12,0	8	278298,26	29,84	14,39	14,39
Retangular	5x9	45	13,5	7	298278,24	27,85	20,55	20,55
Retangular	20x3	60	18,0	5	312992,27	26,54	17,70	17,70
Retangular	4x18	72	21,6	4	345228,38	24,06	14,07	14,07
Retangular	10x9	90	27,0	3	378998,26	21,91	9,75	
Retangular	5x18	90	27,0	3	410227,16	20,25	12,89	11,32
Retangular	20x6	120	36,0	2	445227,28	18,58	7,28	7,28
Retangular	10x18	180	54,0	1	489182,29	16,98	4,72	4,72

FxP/F\*, fileira x plantas por fileira. O coeficiente de variação de parcelas de tamanho x é considerado como a média aritmética de todos os  $CV_{Exp}$ , para um determinado tamanho de x.

**TABELA 8.** Variância comparável ( $V_c$ ) informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV) da massa fresca dos rizomas filho médio de taro para diferentes formas e tamanhos de parcelas ( $CV_{Exp}$ , e por número de unidades básicas:  $CV_x$ )

Tipo (forma)	Dimensão FxP/F*	Nº de UB (x)	Área (m <sup>2</sup> )	GL	$V_c$ $V_x$ (UB)	IR (%)	$CV_{Exp}$ (%)	CV (%) <sup>1</sup>
Planta	1x1	1	0,3	359	43900,39	100	69,54	69,54
Fileira	1x2	2	0,6	179	51600,44	85,07	60,25	56,78
Fileira	2x1	2	0,6	179	52876,25	83,02	53,31	46,03
Fileira	1x3	3	0,9	119	57702,66	76,08	46,03	41,99
Fileira	4x1	4	1,2	89	69445,74	63,21	43,73	38,94
Quadrada	2x2	4	1,2	89	70642,29	62,14	40,25	37,92
Fileira	5x1	5	1,5	71	68830,65	63,78	38,94	34,78
Fileira	1x6	6	1,8	59	80746,25	54,37	37,86	34,38
Retangular	2x3	6	1,8	59	80989,89	54,20	37,98	27,15
Fileira	4x2	8	2,4	44	87858,27	49,96	34,78	26,42
Fileira	1x9	9	2,7	39	96578,19	45,45	34,38	27,89
Fileira	10x1	10	3,0	35	71819,15	61,12	28,12	20,72
Retangular	5x2	10	3,0	35	78654,29	55,81	26,18	19,56
Retangular	4x3	12	3,6	29	108629,49	40,41	26,04	20,04
Retangular	2x6	12	3,6	29	110752,91	39,63	26,86	19,77
Retangular	5x3	15	4,5	23	105973,83	41,42	27,89	18,71
Fileira	1x18	18	5,4	19	76601,86	57,30	20,16	10,10
Retangular	2x9	18	5,4	19	82376,98	53,29	21,29	9,10
Fileira	20x1	20	6,0	17	107526,64	40,82	18,86	8,90
Retangular	10x2	20	6,0	17	109876,92	39,95	20,26	6,40
Retangular	4x6	24	7,2	14	186120,83	23,58	20,04	5,03
Retangular	10x3	30	9,0	11	104183,06	42,13	19,55	2,29
Retangular	5x6	30	9,0	11	109978,98	39,91	19,98	2,01
Retangular	4x9	36	10,8	9	266276,38	16,48	18,54	
Retangular	2x18	36	10,8	9	272189,29	16,12	18,87	
Retangular	20x2	40	12,0	8	470703,32	9,32	10,10	
Retangular	5x9	45	13,5	7	474100,32	9,25	9,10	
Retangular	20x3	60	18,0	5	513177,12	8,55	8,90	
Retangular	4x18	72	21,6	4	550454,75	7,97	6,40	
Retangular	10x9	90	27,0	3	574795,01	7,63	4,20	
Retangular	5x18	90	27,0	3	586829,23	7,48	5,86	
Retangular	20x6	120	36,0	2	597558,63	7,34	2,25	
Retangular	10x18	180	54,0	1	793548,91	5,53	2,01	

FxP/F\*, fileira x plantas por fileira. <sup>1</sup> O coeficiente de variação de parcelas de tamanho x é considerado como a média aritmética de todos os  $CV_{Exp}$ , para um determinado tamanho de x.

**TABELA 9.** Variância comparável ( $V_c$ ) informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV) da massa fresca dos rizomas filhos comerciáveis de taro para diferentes formas e tamanhos de parcelas ( $CV_{FXP}$ , e por número de unidades básicas:  $CV_x$ )

Tipo (forma)	Dimensão $F_xP/F^*$	Nº de UB (x)	Área ( $m^2$ )	GL	$V_c$ $V_x$ (UB)	IR (%)	$CV_{FXP}$ (%)	$CV_x$ (%) <sup>1</sup>
Planta	1x1	1	0,3	359	149395,28	100	46,30	46,30
Fileira	1x2	2	0,6	179	154766,96	96,52	33,30	
Fileira	2x1	2	0,6	179	161257,75	92,64	32,45	32,88
Fileira	1x3	3	0,9	119	180532,98	82,75	29,57	29,57
Fileira	4x1	4	1,2	89	211076,65	70,77	27,57	
Quadrada	2x2	4	1,2	89	213976,16	69,84	24,62	26,10
Fileira	5x1	5	1,5	71	215262,98	69,41	25,31	25,31
Fileira	1x6	6	1,8	59	196336,48	76,09	21,69	
Retangular	2x3	6	1,8	50	216763,28	68,92	19,42	20,56
Fileira	4x2	8	2,4	44	204175,51	73,17	19,17	19,17
Fileira	1x9	9	2,7	39	224256,95	66,61	18,96	18,96
Fileira	10x1	10	3,0	35	195566,95	76,39	16,71	
Retangular	5x2	10	3,0	36	201752,63	74,05	17,54	17,12
Retangular	4x3	12	3,6	29	315378,83	47,33	19,96	
Retangular	2x6	12	3,6	29	320124,18	46,67	20,64	20,30
Retangular	5x3	15	4,5	23	307128,18	48,64	17,22	17,22
Fileira	1x18	18	5,4	19	336624,39	44,38	16,40	
Retangular	2x9	18	5,4	19	362279,97	41,23	16,98	6,69
Fileira	20x1	20	6,0	17	423867,64	35,24	15,02	
Retangular	10x2	20	6,0	17	452313,69	33,02	14,98	15,00
Retangular	4x6	24	7,2	14	477445,35	31,29	16,93	16,93
Retangular	10x3	30	9,0	11	498785,82	29,95	15,01	
Retangular	5x6	30	9,0	11	502147,95	29,75	15,96	15,49
Retangular	4x9	36	10,8	9	613813,65	24,33	15,67	
Retangular	2x18	36	10,8	9	723468,91	20,64	13,89	14,78
Retangular	20x2	40	12,0	8	847268,64	17,63	2,98	2,98
Retangular	5x9	45	13,5	7	902839,29	16,54	14,99	14,99
Retangular	20x3	60	18,0	5	825387,98	18,11	2,33	2,33
Retangular	4x18	72	21,6	4	1049992,65	14,22	14,49	14,49
Retangular	10x9	90	27,0	3	1238762,82	12,06	6,76	
Retangular	5x18	90	27,0	3	1368767,19	10,91	10,76	8,76
Retangular	20x6	120	36,0	2	1563823,62	9,55	0,76	0,76
Retangular	10x18	180	54,0	1	1718739,19	8,69	7,87	7,87

$F_xP/F^*$ , fileira x plantas por fileira. <sup>1</sup> O coeficiente de variação de parcelas de tamanho x é considerado como a média aritmética de todos os  $CV_{FXP}$ , para um determinado tamanho de x.

**TABELA 10.** Variância comparável ( $V_c$ ) informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV) da produtividade total de taro para diferentes formas e tamanhos de parcelas ( $CV_{Fxp}$ , e por número de unidades básicas:  $CV_x$ )

Tipo (forma)	Dimensão F <sub>x</sub> P/F *	Nº de UB(x)	Área (m <sup>2</sup> )	GL	$V_c$	I.R (%)	$CV_{Fxp}$ (%)	$CV_x$ (%) <sup>1</sup>
					$V_x$ (UB)			
Planta	1x1	1	0,3	359	315524,33	100	37,84	37,84
Fileira	1x2	2	0,6	179	315687,51	99,95	26,76	
Fileira	2x1	2	0,6	179	335989,89	93,91	25,82	26,29
Fileira	1x3	3	0,9	119	352645,85	89,47	21,44	21,44
Fileira	4x1	4	1,2	89	362134,95	87,13	20,27	
Quadrada	2x2	4	1,2	89	371576,48	84,91	18,21	19,24
Fileira	5x1	5	1,5	71	387733,88	81,37	17,76	17,76
Fileira	1x6	6	1,8	59	404117,26	78,07	15,05	
Retangular	2x3	6	1,8	50	412998,26	76,39	16,24	15,65
Fileira	4x2	8	2,4	44	452881,17	69,67	12,01	12,01
Fileira	1x9	9	2,7	39	471882,28	66,86	11,01	11,01
Fileira	10x1	10	3,0	35	492112,93	64,11	14,37	
Retangular	5x2	10	3,0	36	520118,27	60,66	7,76	11,07
Retangular	4x3	12	3,6	29	562876,26	56,05	10,01	
Retangular	2x6	12	3,6	29	602882,29	52,33	10,48	10,24
Retangular	5x3	15	4,5	23	652189,36	48,37	9,73	9,73
Fileira	1x18	18	5,4	19	659882,25	47,81	8,39	
Retangular	2x9	18	5,4	19	676882,56	46,82	8,86	8,62
Fileira	20x1	20	6,0	17	761228,12	41,44	7,72	7,91
Retangular	10x2	20	6,0	17	771228,29	40,91	8,10	
Retangular	4x6	24	7,2	14	834665,28	37,80	8,66	8,66
Retangular	10x3	30	9,0	11	882119,27	35,76	7,17	
Retangular	5x6	30	9,0	11	900263,42	35,04	7,98	7,58
Retangular	4x9	36	10,8	9	956227,18	32,99	6,37	
Retangular	2x18	36	10,8	9	992427,47	31,79	7,24	6,80
Retangular	20x2	40	12,0	8	1002883,92	31,46	3,57	3,57
Retangular	5x9	45	13,5	7	1231928,19	25,61	4,17	4,17
Retangular	20x3	60	18,0	5	1458396,99	21,63	4,14	4,14
Retangular	4x18	72	21,6	4	1569928,75	20,09	4,46	4,46
Retangular	10x9	90	27,0	3	1762283,25	17,90	3,36	
Retangular	5x18	90	27,0	3	1988835,94	15,86	4,24	3,80
Retangular	20x6	120	36,0	2	2302773,46	13,71	1,79	1,79
Retangular	10x18	180	54,0	1	2674543,18	11,79	0,02	0,02

F<sub>x</sub>P/F \*, fileira x plantas por fileira. <sup>1</sup>O coeficiente de variação de parcelas de tamanho x é considerado como a média aritmética de todos os  $CV_{Fxp}$ , para um determinado tamanho de x.

A variância comparável aumenta e a informação relativa decresce com o aumento no tamanho da parcela de taro, mostrando que são grandezas inversamente proporcionais, conforme mostrado por diversos autores (Smith, 1938; Keller, 1949; Ortiz, 1995; Neto, 2003).

Parcelas em fileira forneceram maior informação relativa em relação às formas de parcelas retangulares. Parcelas com maior dimensão no sentido perpendicular às fileiras, independente do formato, se em fileira ou retangular, fornecem maior informação relativa, o que fica evidenciado um gradiente de heterogeneidade do solo na direção perpendicular às fileiras das plantas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estimativas de tamanho de parcela obtidas neste trabalho assemelham-se as determinadas em estudos específicos para determinação do tamanho ótimo de parcela em pesquisa com taro tanto em cultivo em sequeiro como em cultivo em área inundada realizado no Hawaii por Miyasaka *et al.* (2013).

Acredita-se assim, que dentre os tamanhos das parcelas encontrados neste trabalho, pode-se adotar parcelas formadas por 15 unidades básicas, o que corresponde a uma área de 4,5 m<sup>2</sup>. Portanto, essa informação torna-se um subsídio considerável para nortear o pesquisador de modo a combinar os diferentes fatores importantes no planejamento experimental de forma a aumentar a precisão experimental em experimentos realizados com taro, haja vista que, nessa cultura, a definição do número de plantas por parcela tem sido feita de forma empírica, baseando-se na experiência do pesquisador.

## 6. CONCLUSÕES

A estimativa de tamanho ótimo de parcela varia com o método utilizado e a característica avaliada.

O método da Máxima Curvatura Modificado subestima o tamanho da parcela experimental enquanto o método da Máxima Curvatura o superestima.

O método do Modelo Linear de Resposta Platô, em relação aos dois métodos anteriores, apresenta resultados intermediários para tamanho de parcela.

Parcelas em fileira forneceram maior informação relativa em relação às outras formas de parcelas encontradas.

Parcelas com maior dimensão no sentido perpendicular às fileiras fornecem maior informação relativa.

De acordo com o Método Modelo Linear de Resposta Platô, o tamanho ótimo de parcela experimental indicada foi de 15 plantas o que equivale à área de 4,5 m<sup>2</sup>, independente da característica avaliada.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES SFM; SERAPHIN JC. Coeficiente de heterogeneidade do solo e tamanho de parcela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.105-111, 2004.

BAKKE OA. **Tamanho e forma ótimos de parcelas em delineamento experimentais**. 1988. 142 f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

BANZATTO DA; KRONKA SN. **Experimentação Agrícola**. 3ed. Jaboticabal: FUNEP/FCAV/Universidade Estadual paulista, 1995.247p.

BERTOLUCCI FL; RAMALHO MAP; DUARTE GS. Alternativas de tamanho e forma da parcela para a avaliação de progênies do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.3, p.295-305, jul./ set.1991.

BRIM CA; MASON DD. Estimates of optimum plot size for soybean yield trials. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, n.2.p.331-334, 1959.

BUENO A; GOMES FP. Estimativa do tamanho de parcela em experimento de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.2, n.2, p.39-44, 1983.

CAMARGO FILHO WP; MAZZEI, AR; ALVES HS. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 36-44, fev. 2001.

CAMPOS GM. **Determinação do tamanho ótimo e forma de parcelas para uso em experimentos de girassol (*Helianthus annuus*. L)**. 1972.133f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1972.

CARMO CAS; BOREL. Comportamento de clones de inhame na região centro – serrana do Estado do Espírito Santo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 591-593, Suplemento, julho 2000.

CEASA-MG. 2014. [http://minas.ceasa.mg.gov.br/detec/Oferta\\_preco/ofertas\\_medio\\_prd/ofertas\\_medio\\_prd.php](http://minas.ceasa.mg.gov.br/detec/Oferta_preco/ofertas_medio_prd/ofertas_medio_prd.php). Acessado em 12 junho 2014.

CHAVES LJ. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.)**. 1985. 148f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

CHACIM LUGO F. Tamaño de parcela experimental y su forma. **Revista de La Facultad de Agronomía**, Maracay, 9(3): 55-74, 1977.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Programa de modernização do mercado brasileiro hortigranjeiros** - PROHORTE. 2014. Disponível em: <<http://www3.ceasa.gov.br/prohortweb>>. Acesso em 02 jan. 2014.

CORDEIRO C M T; MIRANDA JEC. Tamanho da parcela e eficiência experimental em batata-doce usando a potência do teste F. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.7, p. 707-713, 1983.

CREWS, JW; JONES GL; MASON DD. Field plot technique studies with flue cured tobacco. I. Optimum plot size and shape. **Agronomy Journal**, Madison, v.55, n.2.p.197-199, 1963.

DOLL ET; SALES JÚNIOR SG; VIANA AES. Estimativa do tamanho de parcelas em experimentos com cafeeiros na região de Vitória da Conquista-BA. In: CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO DA UESB-CONPEX, 5, 2000, Vitória da Conquista, **Anais...** Vitória da conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2000. 306p.

DONATO SLR; SILVA, S.O.; LUCCA FILHO, O.A.; LIMA, M.B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J.S. Correlações entre caracteres da planta e do cacho em bananeira (*Musa spp.*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.21-30, 2006.

DONATO SLR. **Estimativas do tamanho e forma de parcelas experimentais para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira (*Musa spp.*)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG. 2007.

DUNER E.FOPS: computer program for estimating optimum plot size for field research. **HortScience**, Amsterdam, v.24, n.6, p.1040, 1989.

ELLIOTT FC; DARROCH JG; WANG HL. Uniformity trials with spring wheat. **Agronomy Journal**, v.44.n.10, p.524-529, 1952.

FAO. 2010. FAO statistical database. Disponível em <http://www.fao.org/>. Acessado em 07/05/2010.

FEDERER WT. **Experimental design**. New York: MacMillan, Company. 1955. 544 p.

FERREIRA DV. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL – Universidade Federal de Alagoas, 2000.419p.

GENIZI A; LAHAV E; PUTTER J. Determination of optimal plot size in banana experiments. **Fruits**, v.35, p.25-28. 1980.

GOLASZEWSKI L; IDZKKOWSKA M. Estimation of plot size for cereal trials. **Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis**, Agricultura, v.57, p.61-71, 1994.

GOMEZ KA; GOMEZ AA. **Statistical procedures for agricultural research**. 2.ed. New York: Jonh Wiley, 1984. 680p.

GRUPTA SC; KAUCHIK LS; YADAVA TPA. Study of size and shape of experimental plots with groundnut (*Arachis hipogea* L.). **Indian Journal of Agricultural Research**, v.25.n.1.p.161-166, 1991.

HALLAUER AR. Estimation of soil variability and convenient plot size com trials. **Agronomy Journal**, Madison, v.56, n.5.p.493-499, 1964.

HATHEWAY WH. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, n.4, p.279-280, 1961.

HATHEWAY W H; WILLIAMS EJ. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. **Biometrics**, Raleigh, v.14, n.2, p.207-222, 1958.

HENRIQUES NETO D. **Estimativas de tamanho e forma de parcelas experimentais para avaliação do rendimento de grãos em trigo**. 2003. 138p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

HENRIQUES NETO D; SEDIYAMA T; SOUZA MA. CECON PR; YAMANAKA CH; SEDIYAMA MAN; VIANA AE. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.517-524, 2004.

HEREDIA ZÁRATE NA. 2002. Situação atual e perspectivas das culturas do taro e do inhame na região Centro-oeste do Brasil. In: CARMO CAS do. Inhame e taro: sistemas de produção familiar. Vitória: INCAPER, p.93-96.

HEREDIA ZÁRATE NAV MC; FACCO RC. 2003. Produção de clones de inhame em função do tamanho de mudas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, 25,1:183-186.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; PONTIM BA. 2005. Arranjo de plantas na produção do mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) 'Comum'. **Acta Scientiarum: Agronomy** 27: 409-413.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; HELMICH M; MARIA MA. 2006. Tamanho de rizomas-semente e fileiras de plantas no canteiro na produção do mangarito cv. Comum. **Ciência e Agrotecnologia**, 30: 907-913.

JACIMAR LS; ROGÉRIO DCG. Custos e Rentabilidade de Hortaliças Orgânicas e Convencionais no Estado do Espírito Santo. **RBAS**, v.3, n.1, p.11-24, julho 2013.

JULIATTI JC; SARAIVA JST; COSTA EB; CARMO CAS do. 2002. Análise conjuntural sobre as culturas do taro e do inhame no estado do Espírito Santo. In: CARMO do. Inhame e taro: sistemas de produção familiar. Vitória: INCAPER.p.51-60.

KELLER KR. Uniformity trial on Hops, *Humulus lupulus* L., for increasing the precision of field experiments. **Agronomy Journal**, Madson, v.41, n.8, p.389-392, 1949.

LE CLERG EL. Significance of experimental design in plant breeding. In: FREY, K. J. **Plant breeding symposium**. Ames: Iowa State University, 1967, p.243-313.

LEITE MSO; PETERNELLI LA; BARBOSA MHP. Effects of plot size on the estimation of genetic parameters in sugarcane families. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.**, Londrina, v.6, p.40-46, 2006.

LESSMAN KJ; ATKINS RE. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. **Crop Science**, v. 3, n. 5, p. 477-481, 1963.

LEWIS GJ; D'ANTUONO MF. Comparative yield performance of wheat cultivars grown in small e bulk -sized plots. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne Victoria, v.32, n.1, p.83-87, 1992.

LIN CS; BINNS MR. Working rules for determining the plot size and numbers of plots per block in field experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.103, p.11-15, 1984.

LORENTZ LH. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1043-1049, jul./ago.2004.

LOPES SJ; STORCK L; LÚCIO ADC; LORENTZ LH; LOVATO C; DIAS VO. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.525-530, 2005.

LUCIO AD. Estimativa de parâmetro para o planejamento der experimentos com a cultura do pimentão em áreas restritas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.766-770, out./dez.2004.

MARTIN TN. Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine max (L) Merril*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.271-276, mar./abr.2005.

MASCARENHAS MHT; RESENDE LMA. Situação e perspectivas das culturas do taro e do inhame no estado de Minas Gerais. p.61-71. In: CARMO CAS. **Do Inhame e taro: sistemas de produção familiar**. Vitória, ES: Incaper, 2002.289p.

MEIER VD; LESSMAN KJ. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* Hochst. **Crop Science**, Madison, v.11, n.3, p.648-650, 1971.

MELLO RM. Size and form of plots for the culture of the Italian pumpkin in plastic greenhouse. **Scientia Agricola**. Piracicaba. v.61, n.4, p.457-461, jul /aug.2004.

MOURA KHS. **Determinação do tamanho da Amostra para Avaliação de Híbridos de Melão Amarelo**. 2008. 55p. Dissertação (Mestrado em agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró.

MUNIZ JA; SIMPLÍCIO E; AQUINO LH; SOARES AR. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill, II - parcelas quadradas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.446-453, 1999.

MUNOZ MC. Trials wit perennial tropical crops in commercial field in 1971-1989. **Revista de la Facultad de Agronomia da Universidad Central de Venezuela**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 133-158, 1992

NAGAI V; PASSOS FA. SACARNARI HJ. MARTINS FP. Tamanho da parcela e número de repetições em experimentos com morangueiros. **Bragantia**, Campinas, v.37, n.1, p.71-81, jul.1978.

NIP WAI - KIT. Taro food products. In: HOLLYER JR. & SATO DM., ed. *Taking taro into the 1990: a taro conference*. Proceedings... Hawaii: University of Hawaii, 1990. p. 3-5.

NOKOE S, ORTIZ R, Optimum plot size for banana trials. **Hortscience**, v.33, n.1, p130-132, feb. 1988.

OLIVEIRA PH; ESTEFANEL V. Tamanho e forma ótimos da paracela para avaliação do rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.2, p.205-208, 1995.

OLIVEIRA PH. **Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata.** Santa Maria: UFSM, 1994. 83p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

OLIVEIRA JR. Plot size and experimental unit relationship in exploratory experiments. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.6, p.585-589, nov./dec.2005.

ORTIZ R. Plot techniques for assessment of bunch weight in banana trials under two systems of crop management. **Agronomy journal**, Madison, v.87, n.1, p, 63-69, 1995.

PABLO JL; CASTILLO A. **Determinación del tamaño de parcela experimental óptimo mediante la forma canônica.** Chamingo: Colégio de Postgrado, Centro de Estadística Y Calculo, 1966. 16p.

PARANAÍBA PF. **Proposição e avaliação de métodos para estimar o tamanho ótimo de parcelas experimentais.** Lavras: UFLA, 2007, 63p. Dissertação. (Agronomia, área de concentração em Estatística e Experimentação Agropecuária). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PARODI PPC NEBREDA. M.I.M. Efecto del numero de repeticiones y el tipo de parcelas sobre la eficiencia experimental em la determinacion del comportamiento agronômico de trigo candeal. **Ciência e Investigacion Agrária**, Santiago, v.24, n.1, p.46-58, 1997.

PEDRALLI G. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreacea no Brasil. **Horticultura Brasileira**. Brasília. 20, n.4, p.530-532.

PETERSEN RG. **Agricultural field experiments: design and analysis.** New York: Marcel Dekker, Inc, 1994. 409p.

PIGNATARO IAB; GONÇALVES HM. Estimativa do melhor tamanho de parcela para experimento de soja (*Glycine max* (L) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.VIII, n.2, p.153-159, 1972.

PIMENTEL-GOMES F; COUTO HTZ. O tamanho ótimo de parcela experimental para ensaios com eucaliptos. IPEF, Piracicaba, n.31, p.75-77, dez.1985.

PLUCKNETT DL. Taxonomy of the Genus *Colocasia*. In: WANG JK; HIGA.S. (Ed.)**Taro: a review of *Colocasia esculenta* and its potentials.**Honolulu: University of Hawaii Press. 1983. p.14-19.

PUIATTI M. Curso técnico sobre a cultura do taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). In: CARMO CAS. Coord. *I Simpósio Nacional Sobre as Culturas do Inhame e do Cará*. Venda Nova do Imigrante: Incaper, 2001. p. 1-44.

PUIATTI M. Manejo da cultura do taro. In: CARMO CAS. (Ed.). **Inhame e taro: sistema de produção familiar**. Vitória ES: Incaper, 2002, p.203-252.

PUIATTI M; KATSUMOTO R; PEREIRA FHF; BARRELLA TP. 2003. Crescimento de plantas e produção de rizomas de taro ' Chinês' em função do tipo de muda. Brasília: **Horticultura Brasileira** 21: 110-115.

PUIATTI M; PEREIRA FHF. 2007. Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott]. In: PAULA JÚNIOR TJ; VENZON M. (Org). 101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG único: 729-734.

RAY S, SHARMA CB, SHUKLA V. Technique of estimating optimum size and shape of plot from fertilisier trial data. **Journal of the Indian**, Bangalore, v.25, n.2,p.193-196, 1973.

RESENDE MDV de SOUZA JÚNIOR CL. de. Número de repetições e tamanho da parcela para seleção de progênies de milho em solos sob cerrado e fértil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.8, p.781-788, 1997.

RIBEIRO VQ; SILVA EC. FREIRE FILHO FR. Tamanho e forma de parcelas de culturas consorciadas e solteiras de caupi e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.11, p.1365- 1371, nov.1984.

ROSSETTI AG; PIMENTEL-GOMES F. Determinação do tamanho ótimo de parcelas em ensaios agrícolas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.5, p.477-487, 1983.

ROSSETI AG. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para experimentos com cajueiro comum. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.2, p.117 – 122,1991.

ROSSETI AG; BARROS, L.de M.; ALMEIDA, J.I. L D.de. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para experimentos de campo com cajueiro-anão precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.12, p.843- 852, dez.1996.

ROSSETI AG. Precisão experimental e tamanho e tamanho da área de experimentos de campo com fruteiras e outras plantas perenes arbóreas em função da unidade experimental e do número de repetições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.704-708, dez.2001.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SASMAL BC; KATYAL V. Note on the size and shape of plots and blocks in field experiments with tossa jute. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.50, n.10, p.791-793, oct.1980.

SILVA EC. **Estudo do tamanho e forma de parcelas para experimentos de soja**. 1972.71f. Dissertação (Mestrado em estatística e experimentação Agrônômica) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1972.

SILVA PSL. MACHADO, A.A. MOURA, M.M. Tamanho e forma de parcela para experimentação com milho irrigado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.39, n.12, p.1178-1181, dez.1987.

SILVA RL. Determinação do tamanho ótimo de parcela experimental pelos métodos da máxima curvatura modificado, do coeficiente de correlação intraclasse e da análise visual em testes clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.669-676, sep./oct. 2003.

SILVA WC. **Comparação de métodos para estimar o tamanho ótimo de parcela em bananeira**, 2010.49f. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

SIMPLÍCIO E. **Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. Lavras: ESAL, 1987. 67 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987.

SIMPLÍCIO E. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamento *Eucalyptus grandis* Hill, I -parcelas retangulares. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.53-65, 1996.

SINTHUPRAMA S; THIRAPORN C; SONHLAKSAP N. Study on plot size and plot shape cassava experiments. **Progress Report of 1973**. Thailand Department of Agriculture.p.262-269.1973.

SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v.28, tomo único, p.1-23, 1938.

STANDAL BR. Nutritive Value. In: WANG JK, HIGA S. ed. *Taro: A review of Colocasia esculenta and its potentials*. Honolulu: University of Hawaii Press, 1983. p. 141-147.

SUSAN CM. Optimum Plot Size for Field Trials of Taro (*Colocasia esculenta*) .**HortScience** 48(4): p.435-443.2013.

SOTO BALLESTERO M. **Bananos: cultivo e comercializacion**. 2<sup>a</sup>. Ed. San José, Costa Rica: Litografia e Imprensa LIL, 1992. 674 p.

STEEL RGD; TORRIE JH. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill Book, 1980.

STORCK L; UITDEWILLIGEN WPM. Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 269-282, 1980.

STORCK L. Variação do tamanho ótimo de parcelas em experimentos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25. Anais... CD-ROM. Cuiabá, MT: ABMS, 2004. [CD-ROM].

STORCK L; OLIVEIRA SJR; GARCIA DC; BISOGNIN DA. Comprimento e largura do tamanho ótimo da parcela experimental em batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1043-1048, set./out.2005.

SPEIJER PR. Optimum sample size for *pratylenchus goodeyi* (COOB) sher and allen density and damage assessment in highland banana ( *Musa AAA*) in Uganda. **African Crop Science Journal**, v.6, n.3, p.283- 291, 1998.

TINEO JR; VILLASMIL JJ. Determinacion del tamano optimo de parcela experimental em yuca ( *Manihot esculenta Crantz* ). **Revista de la Facultad de Agronomia**, v.7, n.2, p.116-126, 1988.

VALLEJO RL; MENDONZA HA. Plot technique studies on sweetpotato yield trials. **Jornal of American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v.117, n.3, p.508-511, 1992.

VIANA AS. **Estimativas de tamanho de parcelas e características do material de plantio em experimentos com mandioca (*Manhiot esculenta Crantz*)**. 1999. 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

VIANA, AS. Estimation of optimum plot size in field experiments with amatto. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.181-185, mai. 2002a.

VIANA AE; SEDIYAMA T; CECON PR; LOPES SD; SEDIYAMA MAN. Estimativas de tamanho de parcela em experimentos com mandioca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.58-63, 2002b.

VIEIRA MGL; COUTO HTZ. Estudo do tamanho e número de parcelas na floresta atlântica do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n.60, p.11- 20, dez. 2001.

WANG JK. Introduction. In: WANG, J.K.; HIGA, S. ed. **Taro, a review of Colocasia esculenta, and its potentials**. Honolulu: University of Hawaii Press, 1983. p. 3 - 13.

WEBER CR; HORNER TW. Estimates of cost and optimum plot size and shape for measuring yield and chemical characters in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.49, n.8, p.444-449,1957.

WIEBE GA. Variation and correlation in grain yield among 1.500 wheat nursely plots. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.50, n.4, p.331-357, 1935.

ZANON MLB; STORCK L. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para *Eucalyptus saligna* Smith, em dois estádios de desenvolvimento. **Cerne**, v.6, n.2, p.104-111, 2000.

ZHANG R; WARRICK AW; MYERS DE. Heterogeneity, plot shape effect and optimum plot size. **Geoderma**, [S.l.], v. 62, p. 183-197, 1994

ZIMMERMANN FJP. Efeito de bordadura em parcelas experimentais de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.3, p.297-300, jul. 1980.

ZIMMERMANN FJP. Tamanho e forma de parcela para pesquisa de feijão consorciado com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.741-743, mai./1982.