

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E PROTECÇÃO VEGETAL

PPV  
148



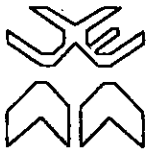
**Efeito de espaçamento entre plantas sobre o rendimento e tamanho do bolbo  
de cebola (*Allium cepa* L.) nos arredores de Maputo**

Autor: Magia, José Muderafa

Supervisor: Doutor Marcos Freire

**Trabalho de Diploma para a obtenção do  
Grau de Licenciatura em Agronomia (opção em Produção e Protecção Vegetal)**

Maputo, 15 de Maio de 2002

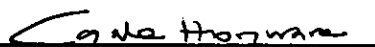


**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

## ACTA DE TRABALHO DE LICENCIATURA

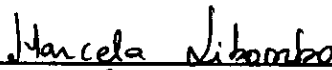
Em sessão de defesa pública do Trabalho de Licenciatura, ocorrida a **12 de Agosto de 2002**, o Júri atribuiu a nota de **DOZE (12) Valores** ao estudante **José Muderafa Magia**, após a apresentação do trabalho sob o título "Efeito do espaçamento entre plantas sobre o rendimento e tamanho do bolbo de cebola (*Allium cepa*) nos arredores da cidade de Maputo".

A Presidente do Júri



(eng<sup>a</sup>. Carla Honwana)

A Oponente



(eng<sup>a</sup>. Marcela Libombo)

O Supervisor



(Prof. Doutor Marcos Freire)

O estudante supracitado, completou todos os requisitos para a conclusão do Curso de Engenharia Agronómica, com orientação em Produção e Protecção Vegetal.

Departamento de Produção e Protecção Vegetal

Maputo, aos 12 de Agosto de 2002

A Directora do Curso

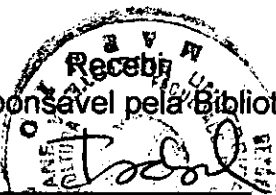


(eng<sup>a</sup>. Angela Loforte Remane)

Enviamos para a Biblioteca uma (1) cópia do Trabalho de Diploma sob o título acima referido.

  
A Responsável pela Biblioteca

(Maria Isabel Pereira)



20/08/02

**Dedicatória**

Ao Gottfried Wellmer,  
um pai que nunca tive

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu supervisor o Doutor Marcos Freire, pelo saber e à União Geral das Cooperativas que disponibilizou as mudas.

## RESUMO

Com o objectivo de determinar a influência do espaçamento entre plantas sobre o rendimento da cebola foi montado um ensaio no campo Experimental da Faculdade de Agronomia. Para o efeito, sete compassos foram avaliados usando o delineamento de blocos completos casualizados com 4 repetições. O rendimento da matéria seca das folhas, bolbos e da planta foram medidos aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias depois do transplante. Na colheita, os bolbos foram classificados em três fracções (grandes, médios e pequenos) e determinados os respectivos rendimentos. Foi feita a análise da variância de todas as variáveis e as médias separadas pelo teste de Duncan (5%).

Durante o ciclo registou-se aumentos significativos de rendimento da matéria seca (das folhas e bolbos) com elevadas densidades. Na colheita, os mais altos rendimentos de matéria seca também foram observados nas mais altas densidades de plantação. O rendimento mais alto do bolbo foi produzido nos espaçamentos de 20 cm x 7 a 12.5 cm. Portanto, para a zona de estudo recomenda-se o compasso de 20 cm x 12.5 cm.

## INDICE

<b>Dedicatória</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>II</b>
<b>RESUMO</b>	<b>III</b>
<b>INDICE</b>	<b>IV</b>
<b>I INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
II.1 COLHEITA E SECAGEM	5
II.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO DESENVOLVIMENTO DO BOLBO	6
II.2.1 EFEITO DO FOTOPERÍODO	6
II.2.2 EFEITO DE TEMPERATURA SOBRE A FORMAÇÃO DO BOLBO	8
II.2.3 IDADE E TAMANHO DA PLANTA	8
II.2.4 INTENSIDADE E ESPECTRO DA LUZ	8
II.3 DENSIDADE	8
II.3.1 DENSIDADE E MATÉRIA SECA	8
II.3.2 DENSIDADE E RENDIMENTO ECONÓMICO	9
II.3.3 DENSIDADE E TAMANHO DO BOLBO	11
II.3.4 DENSIDADE E RENDIMENTO DE SEMENTE	11
II.3.5 DENSIDADE E DOENÇAS	11
II.3.6 DENSIDADE E O CONTROLO DE INFESTANTES	12
II.3.7 DENSIDADE E OS DEFEITOS FISIOLÓGICOS DA CEBOLA	12
<b>III MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>13</b>
III.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	13

<b>III.2</b>	<b>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</b>	<b>13</b>
<b>III.3</b>	<b>PRÁTICAS CULTURAIS</b>	<b>15</b>
III.3.1	SEMENTEIRA, PRODUÇÃO DE MUDAS E TRANSPLANTE	15
III.3.2	CONTROLO DE INFESTANTES	15
III.3.3	PRAGAS E DOENÇAS	16
III.3.4	REGA E FERTILIZAÇÃO	16
<b>III.4</b>	<b>OBSERVAÇÕES E MEDIÇÕES</b>	<b>16</b>
III.4.1	MATÉRIA SECA	16
III.4.2	RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES	17
<b>III.5</b>	<b>ANÁLISE DE DADOS</b>	<b>17</b>
III.5.1	MATÉRIA SECA	17
III.5.2	RENDIMENTO ECONÓMICO	17
<b>IV RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>		<b>18</b>
<hr/>		
<b>IV.1</b>	<b>ANÁLISE DE VARIÂNCIA</b>	<b>19</b>
IV.1.1	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MATÉRIA SECA	19
IV.1.2	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO RENDIMENTO DE BOLBOS	20
<b>IV.2</b>	<b>MATÉRIA SECA DO BOLBO E FOLHA</b>	<b>21</b>
<b>IV.3</b>	<b>RENDIMENTO DE BOLBOS</b>	<b>22</b>
<b>IV.4</b>	<b>RENDIMENTO DO BOLBO POR CLASSE DE TAMANHO</b>	<b>23</b>
<b>IV.5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	<b>25</b>
<b>V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>		<b>27</b>
<hr/>		
<b>V.1</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>27</b>
<b>V.2</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>		<b>28</b>
<hr/>		

## Lista de Tabelas

<i>Tabela 1</i>	<i>Exemplo esquemático da determinação de rectangularidade para diferentes densidades.</i>	10
<i>Tabela 2</i>	<i>Condições climáticas durante o ensaio.</i>	13
<i>Tabela 3</i>	<i>Compassos praticados no experimento e as respectivas densidades.</i>	14
<i>Tabela 4</i>	<i>Densidades (plantas/ha) registadas na colheita do ensaio.</i>	18
<i>Tabela 5</i>	<i>Análise de variância da matéria seca de bolbo, folha e total.</i>	19
<i>Tabela 6</i>	<i>A análise de variância do rendimento económico do bolbo.</i>	20
<i>Tabela 7</i>	<i>Rendimentos (<math>\text{g/m}^2</math>) da matéria seca dos tratamentos em todas as fases de crescimento.</i>	22
<i>Tabela 8</i>	<i>Rendimentos económicos do bolbo (em <math>\text{kg/m}^2</math>).</i>	23



## Lista de Figuras

- Figura 1* Início da formação do bolbo estimado pela razão bolbo/folhas. \_\_\_\_\_ 19
- Figura 2* Contribuição dos bolbos e folhas no rendimento total da planta em cada fase de crescimento e a nível de cada tratamento. \_\_\_\_\_ 21
- Figura 3* Comparação entre os rendimentos por planta (kg/planta) e por superfície (kg/m<sup>2</sup>) de diferentes níveis populacionais. \_\_\_\_\_ 26
- Figura 4* Efeito do espaçamento entre plantas sobre o rendimento económico do bolbo. \_\_\_\_\_ 25

## I INTRODUÇÃO

Cultivada e consumida sob diversas formas a cebola comum (*Allium cepa* L.) forma parte indispensável da dieta humana. Ela constitui a principal fonte de minerais e vitaminas e ainda confere um bom sabor aos alimentos. A facilidade de transporte e armazenagem por um longo período torna a cebola uma hortícola de grande valor comercial. Estima-se em 400 e 500 milhões de dólares (a preços de 1984) os valores anuais do comércio internacional da cebola (Rabinowitch e Brewster, 1990).

Entre as várias hortícolas cultivadas em Moçambique a cebola ocupa a segunda posição depois do tomate em termos de produção e área cultivada. Os grandes fornecedores nos principais mercados do país são os sectores privados e cooperativos (MAP<sup>1</sup>, 1996) localizados nos arredores das grandes cidades. Porém, a contribuição destes não satisfaz a procura do mercado, particularmente em alguns períodos do ano. Moçambique é um dos poucos países da África Austral que apresenta rendimentos extremamente baixos de cebola, cerca de 5 t/ha contra 19 t/ha obtido na África do Sul, o que resulta na fraca oferta local deste produto (FAO, 1998).

A Província de Maputo espelha claramente a situação vivida no país no que concerne à produção, procura e consumo de cebola. Ela ocupa também a segunda posição depois do tomate e os sectores cooperativo e privado são os principais produtores. O rendimento médio nas campanhas 1989/90 a 1993/94 foi de 5.2 t/ha para o sector privado e 9.8 t/ha para o cooperativo, indicativo de que os grandes volumes produzidos pelo sector privado advêm das extensas áreas que este sector dedica à cultura. Portanto, muita ênfase deverá ser dada às cooperativas pois é o sector dominante nos arredores de Maputo. Ainda em Maputo, a fraca oferta deste produto é evidenciada pelo alto nível de importações registadas anualmente. Por exemplo os valores das importações em 1995 e 1996 foram de 323 mil e 405 mil dólares respectivamente e sendo a África do Sul o país de origem destas importações (INE<sup>2</sup>, 1996).

---

<sup>1</sup> Ministério de Agricultura e Pesca.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Estatística

Comparada com as outras hortícolas a cebola apresenta as seguintes vantagens: bom preço, mercado estável, boa capacidade de armazenamento e conservação, bom rendimento potencial e pouco afectado por pragas e doenças. Mas, olhando para as estatísticas moçambicanas de cebola constata-se que um dos principais constrangimentos na sua produção está relacionado com os baixos rendimentos, cerca de 5.5 t/ha. Alguns factores que causam o baixo rendimento são sementeira fora da época óptima, largos compassos de plantação, deficiente regime de rega e insuficiente adubação (Vigário, 1974; Tomo, 1994). Pode-se acrescentar ainda que, mesmo tendo em conta as vantagens da produção da cebola, a falta ou deficiente divulgação de informações produzidas nos centros de pesquisas, roubos e o longo ciclo da cultura (em relação as outras hortícolas), desincentivam os agricultores de cultivar esta cultura.

Várias aproximações podem ser adoptadas com vista a incrementar o rendimento da cultura de cebola. A escolha de variedades mais produtivas, sementeira em épocas próprias, rega e adubação adequada, inoculação do solo com micorrizas, compassos e gestão das práticas culturais são algumas das alternativas para incrementar o rendimento. Existem, actualmente informações referentes às variedades e datas de sementeira ideais para Maputo. Salienta-se ainda que a União Geral das Cooperativas está produzindo viveiros de cebola para os cooperativistas locais e outros interessados, o que minimiza significativamente o ciclo da cultura.

O espaçamento entre as plantas tem sido uma das alternativas preferidas quando se deseja incrementar o rendimento da cultura de cebola pois este influencia os dois parâmetros de rendimento: o número e o tamanho do bolbo. Os rendimentos totais aumentam quando a densidade aumenta (pequenos compassos) ao mesmo tempo que diminui o tamanho do bolbo (Frappell, 1973). Dado à falta de informação referente aos compassos óptimos para os arredores da cidade de Maputo, e dado os baixos rendimentos registados nesses lugares, torna-se necessário determinar os níveis óptimos de plantação para esta cultura. Com o presente trabalho pretende-se contribuir para a melhoria do rendimento e qualidade da cebola cultivada em arredores de Maputo tendo em conta os seguintes objectivos específicos:

- Determinar o efeito de espaçamento entre plantas na linha sobre o rendimento da matéria seca e do bolbo.
- Identificar qual dos sete compassos propostos produz os melhores rendimentos do bolbo.

## II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cebola (*Allium cepa* L.) é planta originária da Ásia Central e a bacia do Mediterrâneo constitui a sua segunda zona de origem (TDRI, 1986; Hanelt, 1990). Membro importante da família Alliaceae, ela é uma das mais antigas hortícolas do mundo. Chineses, sumérios, indianos e os antigos egípcios são todos conhecidos de terem consumidos cebolas há 4000 anos. Citações bíblicas (Números 11:5) referem o quão os israelitas suspiravam pelos "... porros, as cebolas e os alhos" que comiam no Egito antes do seu êxodo. Nos impérios grego e romano a cebola era planta comum do jardim. Como ilustração da sua importância, a cebola constava entre as primeiras plantas a ser levada para a América e no século XVII a cebola já estava estabelecida nos actuais Estados Unidos da América. O seu cultivo na antiguidade deveu-se às suas propriedades terapêuticas e profiláticas e ainda ao seu valor religioso, sendo usada nas ofertas funerárias e nas embalsamagens (Hanelt, 1990). As propriedades terapêutica e profiláticas da cebola são bem conhecidas pela indústria de processamento, que produz cápsulas e comprimidos usados no combate de certas doenças. Hoje em dia o aroma e o sabor são as qualidades que fazem da cebola uma das hortícolas de maior uso culinário. Ela é consumida fresca, em saladas, ou cozida e constitui a matéria prima da indústria alimentar na forma de cebola desidratada, enlatada, óleos essenciais e salmoura.

Outras aplicações tradicionais da cebola incluem (Fenwick e Hanley, 1990):

- Remédio tradicional contra cólicas, quando misturado com sal comum;
- Combate à febre da malária quando consumida duas vezes por dia;
- Misturada com vinagre é empregue no tratamento da tosse e inflamação da garganta;
- Antídoto contra envenenamento de tabaco;
- Quando consumida com açúcar não refinado estimula o crescimento das crianças;
- A aplicação localizada é efectiva contra doenças de pele e atenua as picadas de insectos e escorpião;
- Gotas mornas aliviam dores de ouvido.

O bulbo da cebola contém cerca de 86.8% de humidade, 11.6% de carboidratos incluindo 6 a 9% de açúcares solúveis, 1.2 de proteínas, 0.1 de lípidos, 0.2 a 0.5% de Ca, 0.05% de P e pequenos vestígios de Fe, Al, Cu, Zn, Mg e I. Vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, ácidos nicotínico e pantoténico são também presentes em quantidades de 25 IU<sup>3</sup>, 64 mg, 79 mg, 11 mg, 0.77 mg e 1.42 mg por 100 g de cebola, respectivamente (Augusti, 1990). Esta composição varia consideravelmente com os cultivares, condições de cultivo, data de colheita e ainda com o comprimento ou natureza do armazenamento subsequente (Fenwick e Hanley, 1990). Baixos níveis de matéria seca (7 a 10%) são normalmente encontradas em cultivares de dias curtos, textura mole, geralmente com baixa qualidade de armazenamento, e altos níveis de matéria seca (15 a 20%) são observadas em cebolas de melhor qualidade de armazenamento ou naquelas seleccionadas ou deliberadamente melhoradas para a desidratação (Currah e Proctor, 1990). A cebola possui 0.05% de óleo volátil rico em compostos orgânicos de enxofre que libertam os componentes de aroma quando os tecidos da cebola são danificados. A hidrólise dos radicais alquile ou alquênil sulfoxido cisteína pela alicina produz vários sulfides que constituem o aroma típico da cebola (Augusti, 1990; Currah e Proctor, 1990). Para além do efeito aromatizante os compostos orgânicos de enxofre são também responsáveis pela acção farmacológica da cebola e por atraírem pestes que causam danos à própria cultura. É o caso da mosca *Hylema antiqua* Berg, da mariposa dos alho-porros (*Acrolepiopsis assectella*) e dos tripses (*Thrips tabaci*), que são atraídas para a planta pelos compostos voláteis de enxofre produzidos pela cebola danificada ou em decomposição.

## II.1 Colheita e secagem

A cebola é colhida na fase de maturidade do bulbo, quando cerca de 70 a 100% das plantas têm o topo caído (Corgan e Kedar, 1990). Em geral a colheita é manual mas na Europa, onde existem sistemas de produção mecanizados e modernos, as folhas são cortadas e os bulbos colhidos mecanicamente antes de se formar as escamas externas. Esta técnica resulta em rendimentos relativamente

---

<sup>3</sup> unidade internacional

baixos, pois a colheita que maximiza o rendimento é a que é efectuada após a secagem completa das folhas (Brice *et al.*, 1997). Aliás, estudos sobre as datas de colheitas mostraram que os rendimentos do bolbo podem ser aumentados em 30 a 40% entre o estágio em que as folhas entram em colapso até que estejam senescidas completamente (Brewster, 1990).

A secagem visa remover a humidade superficial, permitir a formação de fortes escamas externas e o bom fecho do pescoço da cebola. Práticas de secagem variam consideravelmente de local para local. As várias opções existentes são: i) secagem natural no campo ou não, ii) secagem por ventilação forçada em compartimentos próprios ou em armazém, ou ainda iii) a combinação dos dois. Na secagem natural os bolbos são colhidos e espalhados no solo. A melhor alternativa é espalhar os bolbos em superfície de cimento ou de sacos de sisal, isto para evitar a contaminação com patógenos do solo (Brice *et al.*, 1997).

Depois da secagem segue-se o processo de classificação dos bolbos com base nas características de qualidade: consistência, forma, cor, defeitos, tamanho etc. Desta classificação resultam duas classes: a primeira, constituída por bolbos de melhor qualidade e aceitável no mercado externo, e a segunda, onde estão enquadrados os bolbos de valor comercial local e próprio para consumo normal. Só então o produto é embalado e colocado no mercado.

## **II.2 Aspectos fisiológicos do desenvolvimento do bolbo**

A cebola é fisiologicamente classificada como planta de "dias longos", em que independentemente das condições ambientais, um comprimento mínimo do dia (fotoperíodo) é requerido antes que a formação do bolbo comece. Outros factores como estado nutricional, temperatura, idade da planta, e espaçamento entre plantas afectam a taxa de formação do bolbo (Brice *et al.*, 1997; ICEA, 1987).

### **II.2.1 Efeito do fotoperíodo**

Cultivares diferem no comprimento do dia necessário para induzir o desenvolvimento do bolbo. A taxa de desenvolvimento do bolbo aumenta e a duração do bolbo (período entre o início desenvolvimento do bolbo até a colheita) diminui com o aumento do fotoperíodo. Segundo o comprimento do fotoperíodo crítico que induz a formação do bolbo a cebola classifica-se em (Uzo e Currah 1990):

(i) **Variedades de "dias curtos"**: são aquelas que formam bolbos e flores em fotoperíodos de 11 a 13 horas prevalentes nos trópicos e subtropicais. Pertencem a este grupo toda a população desenvolvida entre os trópicos como as variedades do Sahel na África Ocidental e ainda os grupos do Mediterrâneo, Atlântico e do Sul dos Estados Unidos como Barbosa da Espanha, e Bermuda e Early Grano dos Estados Unidos (Currah e Proctor, 1990). O primeiro tipo (desenvolvida nos trópicos) possui boas características de armazenamento e altos rendimento (Uzo e Currah, 1990; Brice *et al.*, 1997), enquanto que o segundo tipo, apesar de ter altos rendimentos, não se conserva bem quando armazenado à temperatura ambiente (Currah e Proctor, 1990; Pierce, 1987).

(ii) **Variedades intermédias**: o fotoperíodo crítico para este grupo é de 13.5 a 14 horas. São produzidas em latitudes de 32° a 38° onde as temperaturas são amenas. Este grupo não é cultivado nos trópicos pois requer fotoperíodo acima de 13 horas (Currah e Proctor, 1990).

(iii) **Variedades de dias longos**: a formação do bolbo é induzida quando o comprimento do dia é superior a 14.5 horas, o que só é possível em regiões de latitudes elevadas (Brewster, 1990). Este grupo e o das variedades intermédias apresentam elevados teores de matéria seca, alta pungência e muitas escamas protectoras duras, sendo por isso ideais para o armazenamento por longo período de tempo (Currah e Proctor, 1990).

Variedades de "dias curtos" têm um comportamento típico de formarem bolbos precocemente quando expostos a fotoperíodos curtos (11 a 13 horas), sendo indicadas para ambientes de baixa latitude, por exemplo: Moçambique. "Dias curtos" não significa que essas variedades se comportam como plantas de dias curtos no sentido estrito da palavra. Variedades de dias longos só formam bolbos em fotoperíodos longos (zonas de alta latitude). A mudança de ambientes em que uma certa variedade é adaptada resulta em bolbos muito pequeno e de pouco valor comercial (cebolas de dias curtos) ou em plantas que nunca formam bolbos (variedades de dias longos).



## II.2.2 Efeito de temperatura sobre a formação do bolbo

Quanto maior for a temperatura, num fotoperíodo indutivo, maior é a taxa de desenvolvimento do bolbo; e ainda o fotoperíodo mínimo necessário para induzir a formação do bolbo é tanto menor quanto maior for a temperatura (Brewster, 1990). Porém, certas variedades comportam-se de maneira diferente: ensaio com a variedade Braeside Golden Globe mostrou que a formação do bolbo era mais efectiva a 18/10 C (dia/noite), a um fotoperíodo de 11 horas. A temperatura do solo influencia a forma e pungência da cebola, i.e. quanto maior a temperatura do solo mais alongado é o bolbo resultante. A pungência e os compostos de aroma também aumentam significativamente com as temperaturas do solo (Currah e Proctor 1990).

## II.2.3 Idade e tamanho da planta

Comparando plantas de 4.5, 2 e 1 mês, de áreas foliares similares Sobeih e Wright (1986), concluíram que as plantas velhas formavam bolbos mais rapidamente que as mais novas. Mas o desenvolvimento do bolbo não foi afectado pelo tamanho da planta.

## II.2.4 Intensidade e espectro da luz

Sob fotoperíodo indutivo a razão de formação do bolbo aumenta rapidamente com o aumento da intensidade da luz. E razão baixa de luz vermelha:infra-vermelha também promovem a formação do bolbo porque reduz o fotoperíodo necessário para induzir a formação do bolbo (Mondal *et al.*, 1986).

## II.3 **Densidade**

### II.3.1 Densidade e matéria seca

O rendimento da matéria seca de uma cultura na colheita é o produto da radiação interceptada (I%), da eficiência média de conversão da radiação interceptada em matéria seca presente na colheita e da proporção desta matéria seca que é alocada nas partes colhíveis (HI). E porque o peso do bolbo da cebola é relacionado com a intercepção total da radiação (Brewster, 1990), o alcance de um alto índice da área foliar (LAI) e consequente intercepção de alta percentagem de radiação é necessário para obter alto rendimento do bolbo. A densidade de plantação é uma variável importante cuja manipulação permite alcançar uma maior

área foliar uniformemente distribuída (maior LAI) e uma mais eficiente interceptação da radiação. Rendimentos máximos de 1600 a 2000 g/m<sup>2</sup> da matéria seca do bolbo foram já atingidos pela alta densidade na cultura de outono e 1000 a 1200 g/m<sup>2</sup> na cultura de primavera. A longa duração na formação do bolbo combinada com a alta percentagem da radiação interceptada no outono, constituíram a principal causa da diferença (Mondal et al, 1986). Para os bolbos comerciais, rendimentos de 500 g/m<sup>2</sup> (cerca de 50 t/ha de bolbos frescos) são considerados ideais (Brewster, 1990).

### II.3.2 Densidade e rendimento económico

Na cultura de cebola a densidade de plantação é a principal componente de rendimento, pois não só determina o número de bolbos/m<sup>2</sup> como também influencia o tamanho destes. Em geral, espaçamentos reduzidos resultam em elevada densidade populacional e aumentam o rendimento do bolbo (ICEA, 1987). Os níveis populacionais a recomendar para cada região variam e resultam de várias pesquisas conjugadas com a experiência local dos produtores de cebola. Por exemplo, para o máximo rendimento comercial do bolbo, a densidade recomendada é de 90 plantas/m<sup>2</sup> no Reino Unido, 60 plantas/m<sup>2</sup> na Noruega, e 100 a 120 plantas/m<sup>2</sup> na Holanda, onde abaixo de 100 plantas/m<sup>2</sup> os rendimentos totais diminuem drasticamente (Brewster, 1990).

Para determinar o efeito de espaçamento entre linhas e entre plantas na linha sobre o rendimento do bolbo, foi introduzido o conceito de rectangularidade, que expressa a razão "*distância entre linha/distância média na linha*" (Tabela 1). Vários estudos indicaram reduções consideráveis de rendimentos à alta em comparação com a baixa rectangularidade. Na Tasmânia, uma ilha no sul da Austrália, usando uma densidade de 65 plantas/m<sup>2</sup>, 10% de redução de rendimento foi reportado quando rectangularidade de 8 foi comparada com a de 1, (Frappell, 1973). Nas culturas inglesas de inverno, reduções de rendimento de 13 a 17% foram verificados à rectangularidade de 8 comparada com a de 1, quando se usaram densidades de 43, 86 e 129 plantas/m<sup>2</sup>. Ainda no Reino Unido, e sob solos turfosos, reduções médias de 15% no rendimento de bolbo foram observados quando um grupo de tratamentos com rectangularidade de 6 a 14 foi comparado com tratamentos de rectangularidade menor que 6, e foram recomendado espaçamentos entre linhas não inferiores a 25 cm, quando se deseja produzir a densidade de 80 plantas/m<sup>2</sup>. A

uma densidade de 75 plantas/m<sup>2</sup> a redução de espaçamento entre linhas de 45 até 22 cm aumentou os rendimentos em 10 a 30%. Na Noruega, a redução de espaçamento entre linhas de 70 para 35 aumentou o rendimento do bolbo em 12,5% (Brewster, 1990).

**Tabela 1** Exemplo esquemático da determinação de rectangularidade para diferentes densidades.

Densidade (plantas/m <sup>2</sup> )												
Densidade (pl/m <sup>2</sup> )	65				75				80			
DEL (cm)	45	32	22	12.4	45	32	22	11.5	45	32	22	11.18
DEP (cm)	3.4	4.8	7.0	12.4	3.0	4.2	6.1	11.5	2.8	3.9	5.7	11.18
Rectangularidade	13	7	3	1	15	8	4	1	16	8	4	1

**Legenda:**

DEL: distância entre linhas

DEP: distância entre plantas na linha

O uso de bolbilhos (pequenos bolbos produzidos por sementeira a alta densidade e que se destinam a propagação vegetativa) é uma prática comum em alguns países como forma de encurtar o ciclo da cultura. Para o máximo rendimento, a densidade de plantação recomendada é de 30 bolbilhos/m<sup>2</sup> no Reino Unido, 36 a 60 bolbilhos/m<sup>2</sup> na Noruega, 60 a 80 bolbilhos/m<sup>2</sup> na Holanda e 60 bolbilhos/m<sup>2</sup> no Canada (Brewster, 1990).

A densidade também influencia o rendimento das chalotas (*A. cepa* L. var *aggregatum* e *A. Cepa* L. var *ascalonium*) cuja propagação é vegetativa. Em estudo do efeito combinado da densidade e do peso de propágulos sobre o rendimento se obteve um aumento de rendimento de 25.5 t/ha, quando propágulos de 10 g eram plantados a 14 propágulos/m<sup>2</sup>, para 32.9 t/ha quando bolbilhos de 20 g eram plantados a 29 propágulos/m<sup>2</sup> (Cohat, 1986).

Como forma de minimizar a tarefa de transplantação, a Noruega e a Inglaterra desenvolveram e adoptaram uma técnica de transplantar grupos de mudas semeadas em pequenos blocos ou módulos. Vários estudos foram feitos para determinar o número óptimo de mudas por módulo e a densidade óptima dos

módulos no campo definitivo. Para a Noruega, concluiu-se que 5 mudas/bloco plantadas para dar 60 plantas/m<sup>2</sup> (12 módulos/m<sup>2</sup>) era ótimo e produzia quase 50 t/ha. Na Inglaterra 5 a 6 plântulas/bloco era ótimo e deu 45 a 55 t/ha a uma densidade de 10 módulos/m<sup>2</sup> (Seniore, 1982).

### II.3.3 Densidade e tamanho do bolbo

O tamanho do bolbo pode ser controlado em grande parte pela densidade de plantação, por exemplo os bolbilhos de 10 a 20 mm de diâmetro são cultivados em densidades de 1000 a 2000 plantas/m<sup>2</sup>, enquanto que os bolbos de 50–70 mm de diâmetro são plantados em densidades que variam entre 50 e 120 plantas/m<sup>2</sup>. Para produzir bolbos ainda maiores, usam-se densidades muito baixas, de 25 – 50 plantas/m<sup>2</sup> (Rabinowitch e Brewster, 1990).

### II.3.4 Densidade e rendimento de semente

Na Nigéria, usando compassos de 30 cm x 30 cm, 30 cm x 20 cm e 20 cm x 20 cm para determinar o efeito de espaçamento sobre o rendimento de sementes, Oladiran e Ifere (1996) concluíram que o rendimento de semente/bolbo decrescia com o aumento de densidade de plantação. Porém, quando o rendimento era estimado por unidade de superfície o efeito da densidade populacional não foi significativo. Ainda na Nigéria, os espaçamentos de 20 cm x 20 cm a 30 cm x 30 cm são muito recomendados, porque permitem o 'roguing' das plantas, controlo das infestantes e reduzem o risco das plantas desenvolverem doenças foliares (Bednarz e Kadams, 1988).

### II.3.5 Densidade e doenças

A densidade influencia o desenvolvimento das doenças. A podridão branca, doença causada por *Sclerotium cepiverum* Berg, desenvolve-se rapidamente sob densidades altas quando as raízes ou bolbos estão em contacto e torna-se progressivamente mais lenta com o aumento de espaçamento (Entwistle, 1990). Alta densidade de plantação também aumenta o risco de doenças foliares devido à reduzida circulação do ar. Este é o caso da ferrugem (*Puccinia allii*) cujo desenvolvimento é favorecido por altas densidades (TDRI, 1986).

### II.3.6 Densidade e o controlo de infestantes

A cebola é uma cultura particularmente sensível à competição com as infestantes. A taxa de crescimento lento, folhas finas e a posição erectófila das folhas tornam as plantas da cebola vulneráveis à competição das infestantes. A densidade de plantação pode, em algumas culturas, reduzir a competição das infestantes. Porém, estes efeitos não são observáveis na cultura de cebola (TDRI, 1986; Rubin, 1990). Por exemplo, numa pesquisa para determinar o efeito das infestantes sobre o rendimento do bolbo, e usando densidades de 103, 51 e 34 plantas/m<sup>2</sup>, obteve-se rendimento nulo quando as infestantes estavam presentes durante todo o ciclo da cultura. Contudo, quando estas estiveram presentes apenas em algumas fases (infestação prematura ou tardia), as perdas de rendimento eram significativamente menores na densidade alta que nas densidades média e baixa (William *et al.*, 1973). Contudo, a densidade mais elevada, 103 plantas/m<sup>2</sup>, está bem acima da que é recomendada para a produção comercial.

Baixas densidades têm sido preferidas porque facultam a efectivação doutras actividades no campo. No Kenya, os espaçamentos de 30-35 cm entre linhas e 5-8 cm entre plantas são praticados nas principais áreas de produção de cebola. O espaçamento de 30-35 cm (entre linhas) é preferido porque permite o movimento dentro da cultura para a sacha e outras práticas culturais (Kimani e Mbatia, 1993).

### II.3.7 Densidade e os defeitos fisiológicos da cebola

Baixa densidade de plantação e conseqüente falta de competição entre plantas pode causar o síndrome "pescoço grosso" (na qual algumas plantas de cebola na altura de prevista de colheita ainda estão a formar folhas novas), particularmente em solos turfosos ou sob adubação azotada e/ou rega prolongada nos últimos estágios de desenvolvimento da cultura. Pois, a transição na produção de folhas completas para folhas de reserva é retardada (Currah e Proctor, 1990).

### III MATERIAL E MÉTODOS

#### III.1 Localização do experimento

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, localizado a 25° 18' de latitude Sul, 32° 36' de longitude Este e a 60 m acima do nível médio das águas do mar (Péev, 1978). O solo é vermelho, de textura arenosa e de baixa fertilidade (Tomo, 1994). Durante o ensaio o mês mais frio foi o de Julho com 19.1 C e deste até a colheita houve subida gradual de temperaturas. A humidade relativa média do ensaio foi alta (80%) e o mês mais chuvoso foi Setembro com 65.1 mm de precipitação (Tabela 2).

**Tabela 2** Condições climáticas durante o ensaio.

Mês	Temperatura (°C)			Humidade relativa	Precipitação
	máxima	mínima	média	(%)	(mm)
Maio	25.6	15.0	20.3	79	30.7
Junho	25.4	14.9	20.2	82	4.5
Julho	24.5	13.7	19.1	78	13.8
Agosto	25.7	14.6	20.2	82	2.4
Setembro	26.4	16.3	21.4	79	65.1
Outubro	26.5	18.2	22.4	81	60.4
Média	25.6	15.5	20.6	80.1	176.9

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2000)

#### III.2 Variedade usada

A variedade Texas Grano 502 foi usada no presente estudo. Ela é oriunda do Sul dos Estados Unidos onde foi desenvolvida apartir das cultivares Barbosas e Valencia Temprana, da Espanha. É uma variedade de dias curtos, com o fotoperíodo limiar entre 11 e 13 horas. Esta variedade apresenta bolbos brancos, folhas verde claro, poucas escamas protectoras muito delegadas, e ainda baixo teor de matéria seca e pungência, sendo por isso pouco resistente ao armazenamento.

Ela é cultivada em muitas regiões tropicais com altos rendimentos (Currah e Proctor, 1990). A variedade Texas Grano 502 foi muito cultivada no Sul do Rio Save, onde produzia bolbos muito grandes (Vigário, 1974). Na África do Sul os seus grandes bolbos são reduzidos para tamanho mais comercializável pela redução do compasso de plantação (Joubert, 1986).

### III.3 Delineamento experimental

Neste experimento foi usado o delineamento de blocos completos casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições. O 'layout' final foi obtido pela Casualização dos tratamentos em cada bloco, com o auxílio da tabela dos números aleatórios (Anexo A).

Com vista à obtenção de dados sobre os compassos actualmente praticados, visitas foram efectuadas aos locais de estudo, nomeadamente ao Vale do Infulene, Zonas Verdes e Mahotas. Salvo algumas excepções o uso do palmo da mão é a prática mais comum na definição do compasso de plantação o que resulta em enorme variação de densidades. Em média 20 e 60 plantas/m<sup>2</sup> foram os extremos mínimos e máximos encontrados no nesses locais.

**Tabela 3** Compassos praticados no experimento e as respectivas densidades.

<i>Tratamento</i>	<i>Compasso (cm)</i>	<i>Plantas/m</i>	<i>Densidade (planta/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Densidade (plantas/ha)</i>
T <sub>1</sub>	20 x 50	2	10	100000
T <sub>2</sub>	20 x 25	4	20	200000
T <sub>3</sub>	20 x 16.5	6	30	300000
T <sub>4</sub>	20 x 12.5	8	40	400000
T <sub>5</sub>	20 x 10	10	50	500000
T <sub>6</sub>	20 x 8	12	60	600000
T <sub>7</sub>	20 x 7	14	70	700000

Combinando as informações das entrevistas com dados secundários, identificaram-se as densidades que permitiram a definição dos tratamentos. O primeiro tratamento foi obtido acrescentando 10 plantas/m<sup>2</sup> à densidade máxima. Os restantes tratamentos foram obtidos reduzindo sucessivamente 10 plantas/m<sup>2</sup> a partir do primeiro tratamento. E para cada tratamento fixou-se em 20 cm a distância entre linhas e variou-se apenas a distância entre as plantas na linha até obter a densidade desejada.

O primeiro tratamento, com o compasso de 20 cm x 50 cm, correspondeu a densidade de 100000 plantas/ha e o último tratamento teve a densidade de 700000 plantas/ha (Tabela 3).

### **III.4 Práticas culturais**

#### **III.4.1 Sementeira, produção de mudas e transplante**

As mudas foram adquiridas na União Geral das Cooperativas (Mahotas). A sementeira realizou-se a 26 de Maio de 2000 usando a variedade Texas Grano 502, em alfobres de 6 m<sup>2</sup> cada, previamente estrumadas com esterco de galinha e em linhas separadas 10 cm uma da outra (Massingue, comunicação pessoal).

As parcelas definitivas de 10 m<sup>2</sup> cada, também foram estrumadas com 5 kg por parcela de bagaço de mafurra duas semanas antes do transplante. Seguidamente foram regadas por aspersão durante dois dias intercaladas e num período de 14 horas. As parcelas estavam distanciadas 40 cm entre si para permitir a realização doutras actividades.

#### **III.4.2 Controlo de infestantes**

A tiririka, *Cyperus spp.*, uma das três piores infestantes da cebola (TDRI, 1986), esteve presente no local do ensaio o que causou maior frequência das sachas. Isto teve duas consequências: por um lado permitiu maior aeração do solo (Uzo e Currah, 1990) e, por outro, obrigou a sachas frequentes, que contribuíram para a redução do 'stand' inicial de plantio. Outra infestante também presente com grande incidência foi a *Commelina benghalensis*. A sacha foi manual e executada inicialmente com o auxílio de pedaços de madeira pontiagudas, e mais tarde esta foi feita com ajuda de sachos (instrumento análogo a enxada usada para mondar). As sachas foram consumadas dois a quatro dias depois do seu início e cada repetição foi concluída no mesmo dia. No total foram feitas seis sachas (Anexo B).



### III.4.3 Pragas e doenças

A rosca (*Agrostis sp.*) foi a única praga observada no ensaio entre a primeira e a terceira semana após o transplante. Mas dada a sua baixa incidência e conjugada com as sachas frequentes (que destruíram as roscas), não foi necessário fazer qualquer controlo. Ainda assim, a sua presença contribuiu para a redução da densidade inicial pois esta praga destrói a cultura a partir do colo das mudas. O colo é a região onde se localiza o meristema apical cuja destruição não permite a regeneração da planta. Não foram detectados sintomas de doenças.

### III.4.4 Rega e Fertilização

A rega foi feita diariamente por aspersão na primeira semana. Com o crescimento das plantas, a frequência de irrigação foi reduzida para três a duas vezes por semana (Anexo B).

Fez-se uma adubação de cobertura aos 30 dias depois de transplante com 250 kg/ha de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (12:24:12). O adubo era colocado em pequenos sulcos feitos nos espaços entre as linhas.

## III.5 **Observações e medições**

### III.5.1 Matéria seca

Para a determinação da matéria seca foram feitas cinco amostragens aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias contados a partir do dia em que se efectuou o transplante. Por se tratar de uma amostragem destrutiva, em que a remoção aleatória de uma planta reduz a competição ou interacção entre as plantas, definiu-se previamente e para cada parcela a extremidade onde começariam as amostragens e o número de linhas a serem removidas em cada fase. Em cada parcela foram retiradas 10 plantas contínuas numa linha que constituíram uma amostra.

A matéria seca foi obtida secando as plantas em estufas a 85 °C durante 24 horas. Dado o tamanho grande dos bolbos nas duas últimas amostragens elevou-se o tempo de secagem para 72 horas e os bolbos foram picados para acelerar o processo de secagem. Terminado o processo de secagem mediu-se a matéria seca das folhas e dos bolbos (g/m<sup>2</sup>).

### III.5.2 Rendimento e seus componentes

A percentagem da redução da densidade esperada foi determinada comparando o número inicial e final de plantas por unidade de superfície. E o início de formação do bolbo foi constatado pela observação visual das plantas no campo.

Devido ao risco de roubo no local do ensaio, não se obedeceu o critério de data de maturação (quando 80% das plantas têm seus pseudo caules tombados) para a realização da colheita e esta foi feita aos 100 dias depois do transplante. Na colheita, as folhas foram parcialmente removidas para permitir uma rápida secagem dos bolbos. Seguidamente os bolbos foram espalhados sobre sacos de serapilheira e secos à sombra. A secagem durou duas semanas e durante este período os bolbos foram revirados diariamente para garantir uniformidade na secagem. Findo este período as raízes e pseudo-caules foram reduzidos e os bolbos foram divididos em três fracções, de acordo com o seu tamanho: pequenas (diâmetro < 4.3 cm), médias (diâmetro entre 4.3 -5.9 cm) e grandes (diâmetro > 5.9 cm). Da fracção média foram retirados casualmente dez bolbos e seus diâmetro foram medidos com o auxílio de paquímetro e o intervalo de variação foi de 4.3 a 5.9 cm. Finalmente mediu-se os rendimentos das três fracções (kg/m<sup>2</sup>).

## III.6 **Análise de dados**

### III.6.1 Matéria seca

Fez-se a transformação logarítmica dos dados originais usando a função  $\lg(1+x)$ . A análise da variância baseou-se no modelo de talhões subdivididos, tendo-se incluído o tempo de observação (data de colheita) como fonte adicional de variação. No teste de comparação múltipla de Duncan (5%) foram usadas as médias dos dados originais (Gomez e Gomez, 1984).

### III.6.2 Rendimento de bolbo

A análise de variância do rendimento de bolbos baseou-se no modelo estatístico delineamento de blocos completos casualizados. Para a separação das médias dos tratamentos usou-se o teste de comparação múltipla de Duncan, ao nível de 5% de significância. Todas as análises foram feitas com o auxílio de programa estatístico SAS e Mstatc.

#### IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, um problema muito comum em ensaios de densidades é a dificuldade de se manter os 'stands' ótimos do plantio à colheita (Bueno et al, 1989). Este problema verificou-se também neste ensaio e os factores que contribuíram na redução de densidade foram a presença da rosca (*Agrostis sp.*) e as sachas frequentes que ocasionavam a destruição ou o soterramento de plantas. A frequência das sachas foi causada pelo tipo de infestantes presente no ensaio nomeadamente as ciperáceas e a commelina, que possuem um elevado grau de regeneração. O soterramento das plantas foi causado pelo pequeno tamanho das mudas (com cerca de 30 dias na altura de transplante). Assim a mortalidade máxima observada no ensaio foi de 16% e verificou-se nas parcelas com densidade mais elevada de plantação. Por causa desta mortalidade a redução na densidade observada neste tratamento não foi estatisticamente diferente da do espaçamento de 20 cm x 8 cm (Tabela 4).

Tabela 4 Densidades (plantas/ha) registadas na colheita do ensaio.

Tratamentos (cm x cm)	Densidade de plantação (plantas/ha)			% de mortalidade
	definida	final*		
20 x 50	100000	100000	f	0
20 x 25	200000	184444	e	7.8
20 x 16.5	300000	262866	d	12.4
20 x 12.5	400000	365914	c	8.5
20 x 10	500000	473930	b	5.2
20 x 8	600000	587070a		2.2
20 x 7	700000	588040a		16.0
C.V. (%)		7.4		

- Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes a 5% pelo teste de Duncan.
- 

Com base na observação visual a formação do bolbo verificou-se aos 76 dias após o transplante, e usando a média geral de cada data de colheita, o início de

formação do bolbo deu-se a 65 dias depois do transplante, quando a razão de formação do bolbo (bolbo/folha) era 1.2 (Figura 1).

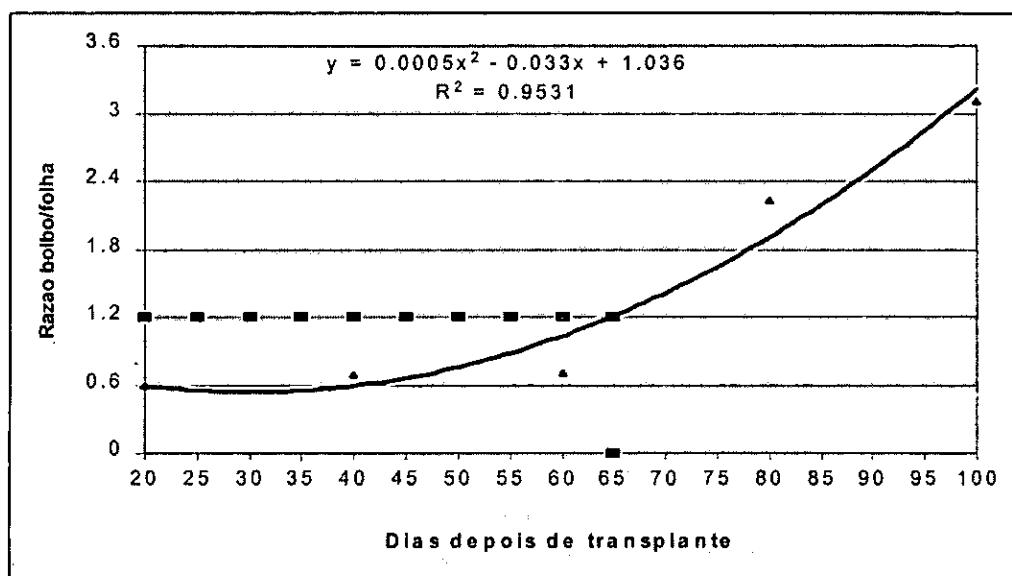


Figura 1 Início da formação do bolbo estimado pela razão bolbo/folhas.

#### IV.1 Análise de variância

##### IV.1.1 Análise de variância de matéria seca

Análise da variância da matéria seca das folhas, bolbos e total da planta em cada estágio de crescimento da cultura mostraram diferenças significativas entre tratamentos (Anexo C). Quando a análise foi feita envolvendo todas as fases de crescimento (Tabela 5) os resultados mostraram diferenças altamente significativas entre os tratamentos, datas de colheita, assim como para a interação entre os tratamentos e as datas de colheita, indicando que os efeitos dos tratamentos variaram significativamente nos diferentes estágios de crescimento da cultura.

Tabela 5 Análise de variância da matéria seca de bolbo, folha e total.

Matéria seca da folha (g/m <sup>2</sup> )				
Fonte de variação	Gl	Quadrados médios	F	Pr > F
Replicação	3	0.015	0.395	
Compasso (A)	6	1.023	25.253	0.0000
Erro (a)	18	0.039		
D. colheita (B)	4	9.034	1091.452	0.0000
A x B	24	0.026	3.118	0.0001
Erro (b)	84	0.080		

		C.V.(%)	8.29		
<b>Matéria seca do bolbo (g/m<sup>2</sup>)</b>					
Replicação	3		0.006	0.202	
Compasso (A)	6		0.876	31.368	0.0000
Erro (a)	16		0.028		
D. colheita (B)	4		18.511	1856.154	0.0000
A x B	24		0.031	3.150	0.0001
Erro (b)	84		0.010		
		C.V.(%)	8.53		
<b>Matéria seca total (g/m<sup>2</sup>)</b>					
Replicação	3		0.009	0.243	
Compasso (A)	6		1.163	32.410	0.0000
Erro (a)	18		0.036		
D. colheita (B)	4		16.101	1916.140	0.0000
A x B	24		0.018	2.191	0.0046
Erro (b)	84		0.008		
		C.V.(%)	6.48		

#### IV.1.2 Análise de variância do rendimento de bolbos

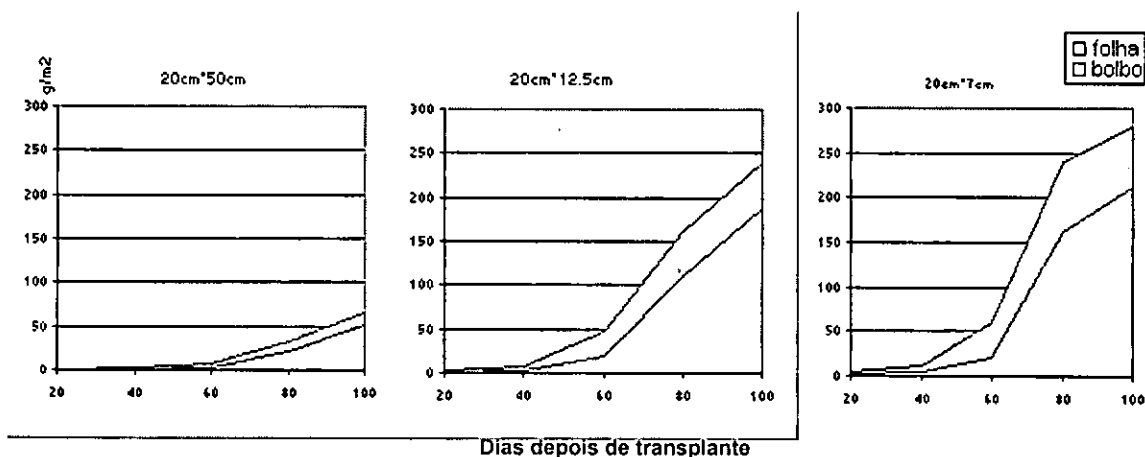
Foram observados efeitos significativos dos compassos (densidades) de plantação sobre o rendimento do bolbo de tamanho pequeno, médio e grande, e ainda sobre o rendimento total. Também foram observados efeitos significativos dos tratamentos (compassos) sobre o rendimento por planta (Tabela 6).

**Tabela 6** A análise de variância do rendimento económico do bolbo.

Fonte		Quadrados médios				
De		Rendimento de bolbos	Rendimento de bolbos (kg/m <sup>2</sup> )			
variação	Gl	(kg/planta)	total	grande	médio	pequeno
Repetição	3	0.0004	0.0791	0.1435	0.0089	0.0308
Compasso	6	0.0006	0.5785	0.1217	0.0648	0.4188
F (Pr)		4.67 (0.001)	2.34 (0.000)	4.4 (0.008)	3.14 (0.030)	31.25 (0.001)
Erro	16	0.0001	0.0134	0.0277	0.0192	0.0134
C.V. (%)		22.6	13.8	57.4	35.6	17.7

## IV.2 Matéria seca do bolbo e folha

A produtividade da matéria seca de bolbos, em  $\text{g/m}^2$ , foi maior nos pequenos compassos de plantação (espaçamentos entre plantas na linha de 7, 8, 10 e 12.5 cm) do que nos grandes espaçamentos (16,5, 25 e 50 cm), com 188 a  $246 \text{ g/m}^2$  e 51 a  $98 \text{ g/m}^2$ , respectivamente na colheita. A mesma tendência foi observada nas folhas, com os rendimentos a oscilarem entre 49 a  $66 \text{ g/m}^2$ , para espaçamentos de 7 - 12.5 cm, e 15 -  $25 \text{ g/m}^2$  para os compassos entre plantas de 16.5 a 50 cm (Tabela 7). Por outro lado, as últimas fases de colheita registaram maior produção da matéria seca (Figura 2), o que é lógico pois o crescimento da planta é o incremento cumulativo de peso (produção e acumulação de hidratos de carbono) ao longo do tempo (Guimarães, 1986). Também nos estágios mais jovens há mais água e nos estágios mais avançados mais carboidratos.



**Figura 2** Contribuição dos bolbos e folhas no rendimento total da planta em cada fase de crescimento e a nível de cada tratamento.

A matéria seca total resultou da soma da matéria seca de bolbos e folhas por isso o padrão de crescimento foi similar ou intermédio entre os dois parâmetros usados. De salientar que o componente bolbo foi o que maior contribuição teve no rendimento da matéria seca total da planta. Esta contribuição foi especialmente notória apartir dos 64 dias depois do transplante (Figura 2), início provável da fase de maior expansão foliar e, por consequência, de maior acumulação de matéria seca no bolbo.

O facto de a primeira e a segunda colheitas de matéria seca não apresentarem diferenças significativas, qualquer que fosse o parâmetro medido (folhas, bolbos ou total, Anexo D) pode ter sido ditado por um crescimento lento

característico da primeira fase após a germinação, conjugado com o menor tamanho das mudas durante o transplante.

**Tabela 7** Rendimentos (g/m<sup>2</sup>) da matéria seca dos tratamentos em todas as fases de crescimento.

TRT	Rendimento médio da matéria seca da planta <sup>a</sup>				
	DCOLH=1	DCOLH=2	DCOLH=3	DCOLH=4	DCOLH=5
<b>Total</b>					
T1 20 x 50	0,54 e	1,50 c	7,49 c	32,90 d	67,65 c
T2 20 x 25	1,22 de	4,40 bc	23,96 bc	95,92 cd	108,38 c
T3 20 x 16,5	1,85 cd	4,84 bc	29,43 b	88,26 d	122,66 bc
T4 20 x 12,5	2,40 bc	7,29 b	46,68 a	160,66 bc	239,57 a
T5 20 x 10	2,22 bc	7,75 b	49,55 a	167,54 b	305,21 a
T6 20 x 8	3,02 ab	7,16 b	47,40 a	161,31 bc	218,10 ab
T7 20 x 7	3,75 a	12,48 a	59,44 a	240,96 a	278,66 a
<b>Bolbos</b>					
T1 20 x 50	0,23 d	0,55 d	3 d	21,63 c	51,41 d
T2 20 x 25	0,53 cd	1,56 c	9,48 cd	53,83 c	83,71 cd
T3 20 x 16,5	0,83 bc	1,97 bc	11,79 bc	58,72 c	97,7 cd
T4 20 x 12,5	1,07 ab	2,78 b	18,87 a	109,00 b	187,99 ab
T5 20 x 10	0,97 abc	2,34 bc	17,93 ab	108,61 b	245,50 a
T6 20 x 8	1,21 ab	2,48 b	19,27 a	112,79 b	169,19 abc
T7 20 x 7	1,38 a	3,99 a	21,86 a	162,59 a	212,43 ab
<b>Folhas</b>					
T1 20 x 50	0,31 e	0,95 c	4,49 d	11,26 d	15,25 b
T2 20 x 25	0,70 de	2,83 c	14,48 cd	42,09 bc	24,66 b
T3 20 x 16,5	1,03 cd	2,88 bc	17,64 bc	29,53 cd	24,96 b
T4 20 x 12,5	1,33 bc	4,51 b	27,81 ab	51,67 bc	51,59 a
T5 20 x 10	1,25 bcd	5,41 b	31,63 a	58,93 ab	59,72 a
T6 20 x 8	1,81 ab	4,69 b	28,14 ab	48,51 bc	48,91 a
T7 20 x 7	2,37 a	8,50 a	37,59 a	78,38 a	66,23 a

<sup>a</sup> Em cada coluna, médias com letra comum não são significativamente diferentes a 5% pelo teste de Duncan.

#### IV.3 Rendimento de bolbos

O rendimento por planta foi significativamente maior nos grandes compassos de plantação que nos pequenos espaçamentos (Tabela 8), o que era previsível pois sob grandes espaçamentos as plantas sofrem menos os efeitos de competição intra-específica e por isso produzem bolbos maiores. Ao contrário do ganho de peso por planta, os maiores rendimentos totais do bolbo foram obtidos com os menores espaçamentos entre plantas na linha (20 cm x 7 – 12.5 cm), com 15 a 16.7 t/ha enquanto que compassos largos (16.5 - 50 cm) registaram baixa produtividade com 6 a 10 t/ha. Esta tendência de incrementos de rendimentos com a densidade foi ja

observado por Tomo (1994) que obteve altos rendimentos de bolbo com espaçamento de 20 cm x 10 e maior rendimento por planta no espaçamento de 40 cm x 10 cm.

O compasso de 20 cm x 12,5 cm parece reflectir a densidade crítica de plantação pois não só apresentou alto rendimento total de bolbos como também foi superior em termos de rendimentos por planta (Tabela 8). Ainda desta tabela se verifica que em todos os parâmetros medidos não houve diferenças significativas entre os espaçamentos de 20 cm x 7 cm e de 20 cm x 8 cm.

Um ponto digno de realce é que os mesmos tratamentos que produziram maiores rendimentos de matéria seca do bolbo também tiveram rendimentos totais superiores, o que indica que o aumento de rendimento do bolbo passa necessariamente por incrementos significativos de matéria seca.

**Tabela 8** Rendimentos do bolbo (em kg/m<sup>2</sup>).

compasso	kg/planta <sup>a</sup>	total	grande	médio	pequeno
20 * 50	0.05588 ab	0,6095 c	0,2344 b	0,1094 b	0,2657 d
20 * 25	0.06742 a	0,9251 b	0,3447 b	0,2937 ab	0,2866 d
20 * 16,5	0.05475 ab	1,0246 b	0,3009 b	0,3169 ab	0,4068 cd
20 * 12,5	0.06212 a	1,6709 a	0,6176 a	0,4944 a	0,5586 bc
20 * 10	0.04199 bc	1,5009 a	0,2654 b	0,5362 a	0,6993 b
20 * 8	0.03559 c	1,5862 a	0,1109 b	0,3791 a	1,0962 a
20 * 7	0.03778 bc	1,6526 a	0,1275 b	0,4573 a	1,0679 a
C.V. (%)	22.6	13.8	57.4	35.6	17.7

<sup>a</sup> Médias com letra comum não são significativamente diferentes ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

#### IV.4 Rendimento do bolbo por classe de tamanho

##### Bolbo grande

O rendimento mais alto foi obtido no espaçamento de 20 cm x 12,5 cm, com cerca de 6.2 t/ha, e os restantes compassos não mostraram diferenças significativas entre si, mas com os rendimentos entre 1.1 a 3.4 t/ha (Tabela 8). De salientar que, plantas mais espaçadas produzem maior proporção de bolbos grandes daí que se recomende maiores espaçamentos sempre que se deseje bolbos de tamanho



grande (Currah e Proctor, 1990). Os presentes resultados contradizem estas observações. O espaçamento de 20 cm x 12,5 cm reflecte, então a densidade óptima de plantação pois abaixo deste a competição entre as plantas foi demasiado forte tal que o maior número de plantas não compensou a redução no tamanho de bolbos, e acima deste a maior proporção de bolbos grandes também não compensou o menor número de bolbos.

### ***Bolbo médio***

O bolbo de tamanho médio não apresentou grandes variações de rendimentos. Quase todos os tratamentos não registaram diferenças significativas, exceptuando-se o espaçamento de 20 cm x 50 cm com 1 t/ha e que teve a mais baixa produtividade do bolbo (Tabela 8). O coeficiente de variação para esta classe de bolbos e também para os bolbos grandes foi muito alto. O processo de classificação dos bolbos foi manual e portanto sujeito a erros. Algumas parcelas registaram rendimentos nulos para certas classes do bolbo. Estes factos contribuíram para coeficientes altos de variação.

### ***Bolbo pequeno***

Para esta classe de bolbo o rendimento mais alto foi produzido nos compassos de 7 e 8 cm na linha, com cerca de 11 t/ha, e sem diferenças significativas entre si. Noutro extremo, os compassos 16,5, 25 e 50 cm entre plantas registaram rendimentos mais baixo para esta classe de bolbo, com valores inferiores a 5 t/ha. Compassos intermédios também obtiveram produtividade intermédias (Figura 3 e Tabela 5). Estes resultados mostraram claramente o efeito fisiológico da densidade sobre o tamanho do bolbo: maiores rendimentos nos compassos apertados que nos compassos largos, mas com pequenos bolbos (Figura 3). É que sob densidades elevadas a competição pela luz é alta e por isso a formação e maturidade do bolbo ocorrem rapidamente (Brewster, 1990; Mondal *et al.*, 1986 e Brewster *et al.*, 1986).

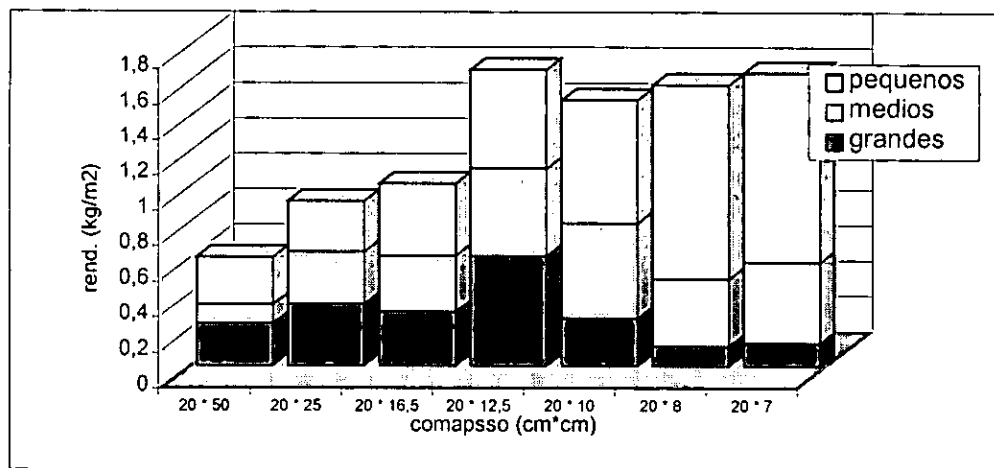


Figura 3 Efeito do espaçamento entre plantas sobre o rendimento económico do bolbo.

#### IV.5 Considerações gerais

O rendimento da matéria seca do bolbo foi muito baixo, cerca de  $70 \text{ g/m}^2$  nos compassos mais produtivos, o que representa 7.5 vezes menos que aquele que é considerado bom rendimento comercial:  $500 \text{ g/m}^2$  (cerca de 50 t/ha de cebola) (Brewster, 1990). Por isso o rendimento do bolbo também baixou. As principais razões deste baixo rendimento foram: (i) pequeno tamanho das mudas na altura de transplante (32 dias nos alfores, enquanto o ideal são 45 a 60 dias); (ii) a maior procura de cebola entre Julho e Novembro e, por consequência maior risco de roubo, fez com que a colheita fosse prematura (com menos de 60 % de pseudo-caules tombados); e (iii) para permitir uma rápida secagem fez-se a remoção parcial das folhas ainda verdes, impedindo a mobilização de nutrientes das folhas para bolbos.

O maior rendimento do bolbo fresco foi de aproximadamente 16 t/ha, e embora tenha superado os das estatísticas nacionais, produtividades entre 15 a 40 t/ha foram registados (nesta variedade) em alguns países vizinhos, nomeadamente Swazilândia, Zâmbia e Zimbabwe (Currah e Proctor, 1990). Rendimentos ainda superiores (60 t/ha) foram reportados na África do Sul (Joubert, 1986).

É sabido que os bolbos médios e grandes alcançam altos preços de mercados e que compassos mais apertados (alta densidade) produzem altos rendimentos. Se a decisão de produzir depende exclusivamente do preço de mercado, o compasso a recomendado é de 12.5 a 50 cm entre plantas (Tabela 8), mas com maior preferência para 20 x 50 cm pois poupam-se 100000 a 300000

mudas durante o transplante. Note-se que este espaçamento, 20 x 50 cm produz rendimentos extremamente baixos. E se a decisão é tomada com base no de rendimento, o compasso a recomendar situa-se entre 7 a 12.5 cm, com preferência para 12.5 cm. Assim, o compasso óptimo será aquele que satisfazem dois parâmetros da rentabilidade: qualidade e quantidade. Graficamente este espaçamento se encontra na região de intersecção dos dois gráficos de rendimentos por planta e por hectare (Figura 3).

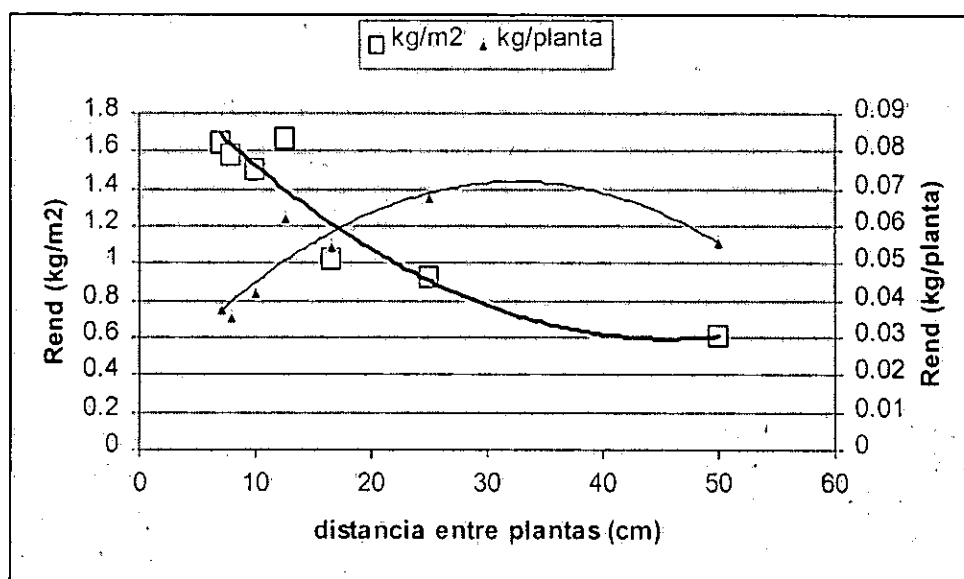


Figura 4 Comparação entre os rendimentos por planta (kg/planta) e por superfície (kg/m<sup>2</sup>) de diferentes níveis populacionais.

## V CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### V.1 Conclusões

De acordo com os resultados do ensaio (válidos para as condições em que se fez o ensaio):

- 1) espaçamentos entre plantas de 7 a 12,5 cm produziram rendimentos elevados da matéria seca e fresca do bolbo por unidade de superfície.
- 2) espaçamentos entre plantas de 16.5 a 50 cm produziram baixos rendimentos totais de bolbo mas o rendimento por planta (tamanho do bolbo) foi significativamente superior que os restantes tratamentos.
- 3) O compasso de 20 cm x 12,5 cm foi o que produziu altos de rendimentos de matéria seca e fresca de bolbo e ainda maior rendimento por planta.

### V.2 Recomendações

- 1) Tratando-se dum estudo pioneiro, recomenda-se que se repita este ensaio para certificar a validade os presentes resultados.
- 2) Ensaio semelhantes deverão ser feitas com outras variedades e ambientes pois é possível que estas tenham tendências diferente.
- 3) Se a decisão de produzir depende exclusivamente do preço de mercado, o compasso a recomendado é de 12.5 a 50 cm entre plantas (Tabela 8), mas com maior preferência para 20 x 50 cm pois poupam-se 100000 a 300000 mudas durante o transplante. Note-se que este espaçamento, 20 x 50 cm produz rendimentos extremamente baixos. E se a decisão é tomada com base no de rendimento, o compasso a recomendar situa-se entre 7 a 12.5 cm, com preferência para 12.5 cm.

## REFERÊNCIAS

- Augusti, K.T. 1990. Therapeutic and medicinal values of onions and garlic. P. 93-104. . In H. D. Rabinowitch e J. L. Brewster (ed.) Onions and allied crops, volume III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Bednarz, F. e A. Kadams. 1988. The traditional technology of onion (*A. cepa* L.) seed production in Nigeria and possible ways of its improvement. Beitrage zm tropischen undsubtropischen landwirtschaft , 27: 179-85.
- Brewster, J.L. 1990. Cultural systems and agronomic practices in temperate climates. P. 1-25. In H. D. Rabinowitch e J. L. Brewster (ed.) Onions and allied crops, volume II. Agronomy, biotic interaction, and crop protection. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Brewster, J.L. e P.J. Salter. 1980. The effect of plant spacing on the yield and bolting of two cultivars of overwintered bulb onions. Journal of Horticultural Science 55: 97-100.
- Brice, J., L. Currah, A. Malins e R. Bancroft. 1997. Onion storage in the tropics: A practical guide to methods of storage and their selection. Cathan, UK: Natural Institute Resources.
- Bueno, A., M.J.M. Pereira e D. Mariote. 1989. Influência de espaçamento e densidade no rendimento e componentes de rendimento do milho no sul de Moçambique. Série de investigação nº 4, INIA.
- Cohat, J. 1986. Effect of weigh and planting of shallot bulbs on yield characteristics of daughter bulbs, Agronomy 6: 85-89.
- Corgan, J.N. e N. Kedar. 1990. Onions cultivation in subtropical climates. P. 31-46. In H. D. Rabinowitch e J. L. Brewster (ed.) Onions and allied crops, volume II. Agronomy, biotic interaction, and crop protection. CRC Press, Boca Raton, Florida.

- Currah, L. e F.J. Proctor. 1990. Onions in tropical regions. Natural Resources Institute Bulletin 35, Cathan, UK: Natural Institute Resources.
- Entwistle, A.R. 1990. Root diseases. P. 103-143. *In* H. D. Rabinowitch e J. L. Brewster (ed.), Onions and allied crops, volume II, Agronomy, biotic interaction, and crop protection. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- FAO. 1998. Quarterly bulletin of statistic, Volume 11. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Fenwick, G.R. e A.B. Hanley. 1990. Processing of Alliums: use in food manufacture. P. 73-88. *In* H. D. Rabinowitch e J. L. Brewster (ed.) Onions and allied crops, volume III, Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Frappell, B.D. 1973. Plant spacing of onions. *Journal of horticulture science* 48: 19-21.
- Gomez, K.A. e A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd ed, John Wiley & Son, New York.
- Guimarães, M. 1986. Fisiologia vegetal 2, 2ª edição revista e actualizada. S.P. Brasil.
- Hanelt, P. 1990. Taxonomy, evolution, and history. P. 1-24. *In* H. D. Rabinowitch e J. L. Brewster (ed.) Onions and allied crops, volume I, Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- ICEA. 1987. Principais culturas, Volume I. S.P., Brasil.
- INE (Instituto nacional de estatística). 1996. Estatísticas do comércio externo: exportação e importação, Maputo.
- Joubert, T.G. la G. 1986. Onion cultivars, Reprinted from *Farming in South Africa as Onion, leek and garlic*, Dept. of Agriculture and Water Supply, Pretoria. C.1/1986:4.

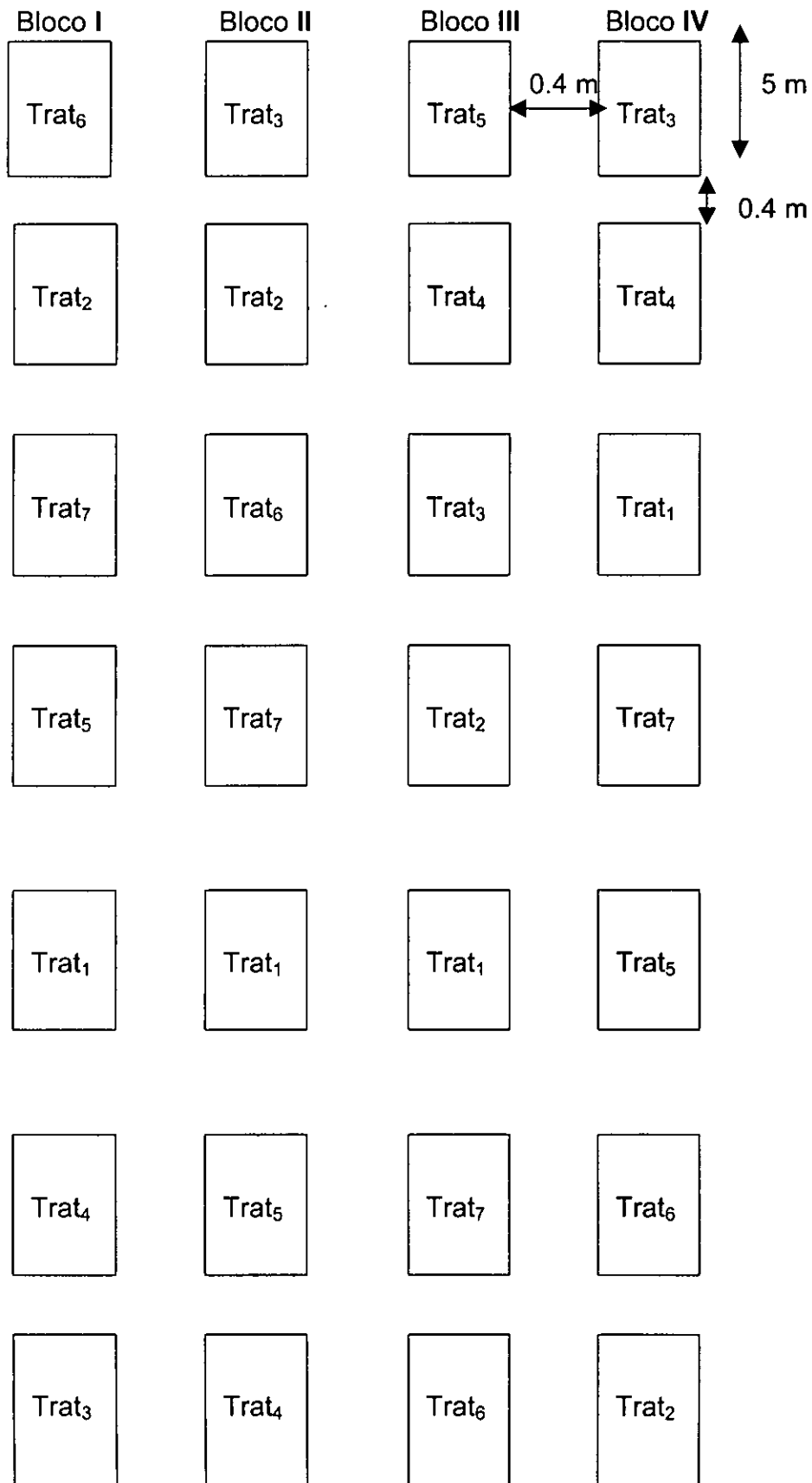
- Kimani, P.M. e O.L. Mbatia. 1993. Production and marketing of onions in Kenya: status, problems and potential. *Onion newsletter for the tropics* 5: 18-23.
- MAP (Ministério de Agricultura e Pesca). 1996. Estatísticas agrárias 94. Direcção de Economia, Departamento de estatística, Maputo.
- Mondal, M.F., J.L. Brewster, G.E.L. Morris, e H.A. Butler. 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.). I. Effects of plant density and sowing date in the field conditions. *Ann. Bot. (London)*, 58: 187-191.
- Oladiran, J.A. e S.O. Ifere. 1996. Effects of onion (*Allium cepa* L.) bulb size and spacing on seed yield and quality at Minna, Nigeria. *Onion newsletter for the tropics* 9: 35-37.
- Péev, B. 1978. Dados da estação meteorológica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo.
- Pierce, L.C., 1987. *Vegetables: characteristics, production and marketing*. John Wiley and Sons. New York.
- Rabinowitch, H.D. e J.L. Brewster. 1990. *Onion and allied crops: Botany, physiology and genetics, Volume I*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Rubin, B. 1990. Weed competition and weed control in *Alliums* crops. P. 63-81. *In* H.D. Rabinowitch e J.L. Brewster (ed.) *Onions and allied crops, volume II, Agronomy, biotic interaction, and crop protection*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Seniore, D. 1982. Bulb onion production in North of England. *Rev. stockbridge House , Exp. Hortc. Station 1981 (1982)*.
- Sobeih, W.Y. e C.J. Wright. 1986. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). II. Effects of plant age and size. *Journal of Horticultural Science* 61: 337-341.
- Tomo, A.M. 1994. Influência da distância entre linhas no rendimento da cebola. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Maputo.

- TDRI. 1986. Pest control in onions. 1<sup>st</sup> ed. 109. College House, Wrights Lane, London.
- Uzo, J.O. e L. Currah. 1990. Cultural systems and agronomic practices in tropical climates. p. 49-60. *In* H. D. Rabinowitch e J.L. Brewster (ed.) Onions and allied crops, volume II. Agronomy, biotic interaction, and Crop protection. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Vigário, D.C. 1974. Resultados de ensaios de cebola no sul de Moçambique. *Agronomia moçambicana* 8: 97-112.
- Williams, C.F., G. Crabtree, H.J. Mack e W.D. Laws. 1973. Effect of spacing on weed competition in sweet corn, snap beans, and onions. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 98: 52-65.



# ANEXOS

## Anexo A 'Layout' e casualização do ensaio



**Anexo B: Datas da realização das actividades no ensaio.**

<b>Observação</b>	<b>DDT (dias depois de transplante)</b>
Sementeira	-33
<b>Transplante e início de rega diária</b>	<b>0 (28/06/2000)</b>
1ª sacha	6
Rega três vezes por semana	12
2ª sacha	13
<b>1ª Amostragem</b>	<b>20</b>
3ª sacha	22
Rega duas vezes por semana	27
Fertilização	30
4ª sacha	36
<b>2ª Amostragem</b>	<b>40</b>
5ª sacha	52
<b>3ª Amostragem</b>	<b>60</b>
6ª sacha	77
<b>4 amostragem</b>	<b>80</b>
Fim da rega	88
<b>5ª amostragem e colheita</b>	<b>100 (06/10/2000)</b>
Medição do rendimento do bolbo	114

Anexo C: Tabela de Anova da matéria seca em cada fase de amostragem.

Fonte de variação	GL	QUADRADOS MEDIOS				
		DCOLH=1	DCOLH=2	DCOLH=3	DCOLH=4	DCOLH=5
<b>Total</b>						
REP	3	0,395	2,034	61,485	159,53	4684,6411
TRT	6	4,598**	47,038**	1305,12**	18516,18**	33688,37**
ERRO	18	0,352	2,218	126,475	1780,36	4815,879
C.V. (%)		27,7	34,2	29,8	31,2	36,2
<b>Folhas</b>						
REP	3	0,159	0,436	14,934	75,9719	3119,3313
TRT	6	0,637**	4,541**	181,571**	8970,298**	20987,688*
ERRO	18	0,101	0,313	20,563	852,4409	3582,9434
C.V. (%)		35,8	25,0	31,1	32,6	39,9
<b>Bolbos</b>						
REP	3	0,063	1,169	17,350	172,8364	182,5658
TRT	6	1,867**	22,937**	520,568**	1830,945**	1564,312**
ERRO	18	0,153	3,272	47,815	272,4047	164,865
C.V. (%)		31,1	42,6	29,9	36,1	30,9

Anexo D: Rendimento da matéria seca em cada estágio de observação (g/m<sup>2</sup>)

Dias depois de transplante	Bolbo		Folha		Total	
20	0.887	c	1.246	c	2.142	d
40	2.239	c	4.251	c	6.489	d
60	14.598	c	23.106	b	37.706	c
80	89.595	b	45.766a		135.362	b
100	149.845a		41.615a		191.461a	