

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MESTRADO
CURSO DE AGRONOMIA

SILAS ISSAMU SHISHIDO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE BRÓCOLIS DE CABEÇA ÚNICA
EM FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO NA REGIÃO DE PONTA GROSSA – PR

PONTA GROSSA
2019

SILAS ISSAMU SHISHIDO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE BRÓCOLIS DE CABEÇA ÚNICA
EM FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO NA REGIÃO DE PONTA GROSSA – PR

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa -
Área de Concentração em Agricultura.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Amanda Regina Godoy Baptistão

PONTA GROSSA
2019

S558 Shishido, Silas Issamu
Desempenho agrônômico de híbridos de brócolis de cabeça única em função do espaçamento na região de Ponta Grossa - Pr / Silas Issamu Shishido. Ponta Grossa, 2019.
28 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Amanda Regina Godoy Baptistão.

1. Brassica oleraceae. 2. Densidade de plantas. 3. Híbridos. I. Baptistão, Amanda Regina Godoy. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Agricultura. III.T.

CDD: 635

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: "Desempenho agronômico de híbridos de brócolis de cabeça única em função do espaçamento na região de Ponta Grossa - PR". "

Nome: Silas Issamu Shishido

Orientador: Amanda Regina Godoy Baptistão

Aprovado pela Comissão Examinadora:



Profª Drª Amanda Regina Godoy Baptistão



Profª Drª Maristella Dalla Pria



Prof. Dr. Jean Ricardo Odejk

Data da Realização: 30 de setembro de 2019.

DEDICO

As pessoas mais importantes da minha vida:
meu pai, Yoshimi e minha saudosa mãe Tokiko Shishido;
minha irmã Cássia e Silvia;
meus sobrinhos: João Pedro, Victor e Lucas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter-me proporcionado saúde para a realização deste trabalho.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES por proporcionar-me a oportunidade da realização do Mestrado.

A meu pai, pelos incentivos muitas vezes silenciosos, e no olhar de quem diz: *gambarê* (vai e se esforce na língua japonesa) e por muitas vezes abrir mão de seus sonhos para que pudesse chegar até este momento.

A minha irmã Cássia que em todas às vezes me deu suporte para me manter em busca do meu sonho de ir a fundo a pesquisas. Minha irmã Silvia pelas palavras de incentivo, mesmo achando que seria difícil, aos meus sobrinhos João Pedro, Victor e Lucas o meu muito obrigado.

A orientadora, professora Dr^a Amanda Regina Godoy Baptistão, que com sua paciência, soube me conduzir em novos desafios e com sabedoria proporcionou que este trabalho pudesse ser realizado.

A Rose, Gabriel Gurski, “seu” Ricardo e dona Rosa, por me permitir realizar os experimentos desta dissertação em sua propriedade, pois sem este incentivo nada existiria, também o meu muito obrigado.

As amigas Keren Jemima de Almeida Maciel, Kamila Karoline de Oliveira Los e aos amigos Luis Miguel Schiebelbein e Jessé Neves dos Santos. Sem vocês a realização deste trabalho não seria possível.

A todos os alunos que uma forma e de outra contribuíram para realização deste. Agradeço muito pela ajuda no trabalho em campo, vocês foram fundamentais.

RESUMO

O brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica*) é uma variedade botânica da espécie *Brassica oleraceae*, pertencente à família Brassicaceae. Nas últimas décadas houve um aumento significativo do consumo de brócolis cabeça única e de tamanho reduzido de inflorescência, devido ao menor tamanho das famílias. O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes espaçamentos entre plantas na produção híbridos de brócolis cabeça única nas condições edafoclimáticas na Região dos Campos Gerais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições, sendo avaliados quatro espaçamentos entre plantas (0,3; 0,4; 0,5 e 0,6 m) e três híbridos (Avenger, BRO 68 e Rumba) em um arranjo fatorial 4x3, totalizando 12 tratamentos. As mudas de brócolis foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, utilizando-se substrato comercial e o transplante foi realizado para o experimento 1 no dia 23 de junho de 2018 e para o experimento 2 no dia 05 de fevereiro de 2019, quando estas apresentaram 4 folhas definitivas. A colheita foi realizada quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento. As características avaliadas foram: número de folhas por planta (NFP), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca da inflorescência (MFI), massa seca da inflorescência (MSI), diâmetro da inflorescência (DI) e produtividade (t). Não houve interação entre os fatores para nenhuma das variáveis analisadas. Para o cultivo no período outono inverno (experimento 1) o híbrido Avenger foi o mais indicado para o plantio na região, mas em condições de altas temperaturas (experimento 2), apenas o BRO 68 obteve produção com resultados satisfatórios de produção de inflorescência em relação aos demais. Para os híbridos avaliados nas duas estações, quanto maior o espaçamento entre plantas maior o tamanho da inflorescência. Quanto menor o espaçamento maior a produtividade para as duas estações.

Palavras-chave: *Brassica oleraceae* var. *italica*, densidade de plantas, híbridos.

ABSTRACT

Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *Italica*) is a botanical variety of the species *Brassica oleraceae*, belonging to the Brassicaceae family. In recent decades there has been a significant increase in the consumption of single-headed and small inflorescence broccoli, due to the smaller family size. The objective of this work was to evaluate different plant spacing in hybrid production of single head broccoli under edaphoclimatic conditions in the Campos Gerais region. The experimental design was in randomized blocks with 4 replications, being evaluated four spacing between plants (0.3, 0.4, 0.5 and 0.6 m) and three hybrids (Avenger, BRO 68 and Rumba) in a factorial arrangement. 4x3, totaling 12 treatments. Broccoli seedlings were grown in 200-cell expanded polystyrene trays using commercial substrate and transplantation was performed for experiment 1 on June 23, 2018 and for experiment 2 on February 5, 2019, when they presented 4 definitive leaves. Harvesting was performed when the plants reached their maximum development. The characteristics evaluated were: number of leaves per plant (NFP), fresh leaf mass (MFF), inflorescence fresh mass (MFI), inflorescence dry mass (MSI), inflorescence diameter (DI) and yield (t). There was no interaction between the factors for any of the analyzed variables. For fall winter cultivation (experiment 1) the Avenger hybrid was the most suitable for planting in the region, but under high temperature conditions (experiment 2), only BRO 68 obtained yield with satisfactory inflorescence yield in relation to the others. For hybrids evaluated in both seasons, the larger the spacing between plants the greater the inflorescence size. The smaller the spacing the higher the productivity for both seasons.

Key words: *Brassica oleraceae* var. *italica*, plant density, hybrids.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação acumulada 2018	17
Tabela 2 -	Temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação acumulada 2019	17
Tabela 3 -	Número de folhas por planta, massa fresca das folhas e diâmetro de inflorescência para diferentes espaçamentos no brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018	18
Tabela 4 -	Massa fresca da inflorescência, massa seca da inflorescência e produtividade de diferentes híbridos de brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018	19
Tabela 5 -	Número de folhas por planta, massa fresca das folhas e diâmetro de inflorescência para diferentes espaçamentos no brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018	20
Tabela 6-	Massa fresca da inflorescência, massa seca da inflorescência e produtividade no brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018	21
Tabela 7 -	Número de folhas por planta, massa fresca das folhas e diâmetro de inflorescência para diferentes espaçamentos no brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2019	22
Tabela 8 -	Massa fresca da inflorescência, massa seca da inflorescência e produtividade de brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2019	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA	11
3.2 DENSIDADE DE PLANTAS NA PRODUÇÃO DE BRASSICAS	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 EXPERIMENTO 1 e 2	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 EXPERIMENTO 1	18
5.2 EXPERIMENTO 2	22
6 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A planta de brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*) é originário do litoral Atlântico da Europa e da costa do mar Mediterrâneo. No início teve grande aceitação na Itália e no início do século XX foi introduzido no Brasil, pelos primeiros imigrantes italianos (FILGUEIRA, 2008).

Entre as espécies pertencentes à família Brassicaceae cultivadas no Brasil, o brócolis é uma importante hortaliça e apresenta um aumento expressivo nos últimos anos, mostrando grande aceitação em razão de suas qualidades nutracêuticas.

Há no mercado dois tipos de brócolis, o ramoso, que apresenta várias pequenas inflorescências laterais e o cabeça única, com uma inflorescência terminal, sendo que este teve uma maior aceitação nos últimos anos. A produção concentra-se em pequenos produtores ao redor dos grandes centros consumidores, chamado cinturão verde. É uma cultura de importância socioeconômica, por gerar desenvolvimento de emprego e renda aos produtores.

A produção de brócolis cabeça única é baseada em híbridos e para que estes possam expressar o seu potencial genético, há necessidade de estudos sobre adaptação climática e manejo. Entre as práticas de manejo, o correto dimensionamento do espaçamento para a cultura, tem influência direta na produtividade e na qualidade da inflorescência, uma vez que em menor espaçamento, pode haver maior competição entre luz, água e nutriente, porém pode resultar em maior produtividade, com menor tamanho de inflorescência.

Atualmente, com a redução da quantidade de pessoas por família e a preocupação com o desperdício de alimentos, criou-se um novo hábito de consumo, visando atender essa necessidade e produzir alimento com alta qualidade, o mercado passou a exigir hortaliças com menor tamanho, para atender o consumo individual.

2 OBJETIVO

Avaliar espaçamentos entre plantas, no desempenho agronômico como: tamanho, peso e produtividade de híbridos de brócolis de cabeça única nas condições edafoclimáticas de Ponta Grossa - PR, na Região dos Campos Gerais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIAZAÇÃO DA CULTURA

O brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck), pertencente à família Brassicaceae assim como a couve manteiga, a couve flor e o repolho (FILGUEIRA, 2008; MELO et al., 2015). Tem como centro de origem o litoral Atlântico da Europa ocidental e as costas do mar Mediterrâneo, e foi introduzido na Europa via Itália, chegando nas Américas por volta de 1920, por imigrantes italianos primeiramente nos Estados Unidos e depois no Brasil. No Brasil foi cultivado inicialmente em São Paulo (GIORDANO, 1983).

O brócolis é a 40º produto mais comercializado no Estado de São Paulo com números superiores a 15 mil toneladas, onde deste 45 % é o brócolis de inflorescência única (CEAGESP, 2017), com maior concentração nas regiões Sudeste e Sul onde se localizam os grandes centros consumidores e concentração da produção (SCHIAVON, et al., 2015).

Segundo a FAOSTAT (2012) o cultivo de brócolis ocupa uma área de aproximadamente 1.200.000 ha, com uma produção mundial superior a 21 milhões de toneladas. Em 2015 e 2016, a área plantada no Paraná foi de 2.624 ha, com uma produção de em torno de 61.685 toneladas, movimentando um capital de aproximadamente R\$ 91 milhões. No Paraná a produção concentrada nas regiões ao redor dos grandes centros consumidores do estado, como São José dos Pinhás, Araucária e Contenda (DERAL, 2019).

A cultura apresenta uma importância sócioeconômica por gerar inúmeros empregos diretos e indiretos, utilizando principalmente mão de obra familiar e local, concentradas principalmente na época de colheita (FILGUEIRA, 2008).

O brócolis é uma planta herbácea, bienal, formada por sistema radicular, pivotante, as raízes podem atingir em torno de 20 a 30 cm de profundidade, onde há a maior concentração de raízes (FILGUEIRA, 2008).

O caule é ereto, as folhas se desenvolvem de forma alterna espiralada, são simples, grandes, glabras, possui limbo foliar grande com nervuras destacadas, com grande deposição de cera na lâmina foliar, pecíolo alongado e arredondado. A inflorescência pode ser lateral ou se diferencia no ápice e é formada por floretes

também denominados de pedúnculos florais, emitidos pela porção terminal do caule e são produzidas em todas as regiões, mas há uma maior concentração em regiões de temperatura mais amena, como em regiões altas do centro-oeste, sudeste e sul (TREVISAN, 2013; SOUZA, 2013).

O cultivo de brócolis vem ganhando mercado nos últimos anos, por ser rica em vitaminas e fibras, indispensáveis para a regulação das funções do organismo (FERREIRA et al., 2013), além do efeito antioxidante e anticancerígenos (ARES et al., 2014).

Há dois grupos de brócolis cultivados no Brasil: o ramoso que possui um diâmetro menor de caule e contém várias inflorescências em brotações laterais, ocorrendo a maturação em dias diferentes, conferindo assim, a este material um amplo período de colheita forma *in natura* (SCHIAVON JUNIOR, 2008). Já o tipo cabeça única, forma inflorescência no ápice caulinar da planta com um diâmetro maior e a granulometria dos botões florais menores. Inicialmente foi muito utilizado pela indústria de processamento e comercialização e ficou conhecido como brócolis tipo japonês (FILGUEIRA, 2008).

O brócolis de inflorescência única foi selecionado por horticultores italianos na região da Calábria, no Sul da Itália (GRAY, 1982). No Brasil, o brócolis cabeça única foi introduzido pela Sakata Seed Corporation, na década de 1980. Deste então, pesquisadores trabalham para desenvolver materiais adaptados a produção o ano inteiro no Brasil (NICK; BORÉM, 2016).

O tipo cabeça única inicialmente foi mais plantado para ser utilizado na indústria de processamento e congelamento, porém com o passar dos anos houve um aumento do consumo *in natura* tendo hoje a produção concentrada no Distrito Federal e nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (MELO et al., 2015).

É uma planta cultivada em diversas regiões do mundo, principalmente em temperaturas amenas (FILGUEIRA, 2008; LALLA et al., 2010). Há um melhor desenvolvimento quantitativo e qualitativo das plantas, quando submetidos ao cultivo sob temperaturas de 15 a 18°C, a temperatura máxima tolerada de 24°C (TREVISAN et al., 2013).

Os híbridos mais cultivados no Brasil do tipo cabeça única, tem origem em países de clima ameno a frio (MELO; MADEIRA; PEIXOTO, 2010) . O brócolis

adapta-se melhor em condições de temperatura fria, onde seu ciclo pode variar de 60 a 150 dias, dependendo do material genético utilizado (SCHULZ, 2013).

Por ser uma espécie bienal, requer certo número de horas de frio para haver a indução floral. A temperatura é um fator que pode limitar a sua formação, já que a parte comercializável da planta é a inflorescência (WIEN; WURR, 1997).

A temperatura ótima para o cultivo de outono/inverno é de 14 a 20°C, sendo que, temperatura de 0°C podem causar danos por congelamento e na formação da inflorescência (MAY et al., 2007). Já para os híbridos de verão a temperatura de vernalização é de 25°C (WIEN; WURR, 1997).

Assim, o desafio é a produção desta espécie em regiões tropicais, devido às altas temperaturas, o que dificulta o desenvolvimento da planta (LALLA et al., 2010). O desenvolvimento da cabeça de brócolis é afetado por temperaturas acima de 24 a 28°C, principalmente no início do desenvolvimento da inflorescência (SCHIAVON JÚNIOR et al., 2008).

É possível o cultivo de verão, utilizando cultivares adaptadas a esta condição (TREVISAN et al., 2013). No estado de Mato Grosso, foi possível a produção de brócolis sob temperaturas médias de 19 a 33°C e máxima de 35°C. Embora o plantio de verão seja menos produtivo, a rentabilidade do cultivo nessa época é favorecida por preços mais altos em virtude de a colheita ocorrer no período da entressafra (SEABRA JÚNIOR, et al., 2014).

3.2 DENSIDADE DE PLANTAS NA PRODUÇÃO DE BRÁSSICAS

O dimensionamento espacial procura viabilizar e melhorar a população de plantas por unidade de área. No estudo com a cultura do alface, o adensamento populacional, diminui-se a incidência de plantas daninhas, maximiza do uso de fertilizantes e de produtos para o controle fitossanitário, além de aumentar o rendimento, melhorando a arquitetura, qualidade, desenvolvimento da planta e massa produzida (ECHER et al., 2001).

A determinação correta do espaçamento entre plantas contribui para o desenvolvimento da máxima área foliar, responsável pela produção de fotoassimilados necessários para obtenção de maiores produtividades (CASTRO et al., 1987). Pesquisas realizadas com brócolis de inflorescência única (híbrido Lord

Summer), mostraram que no menor espaçamento entre linhas (0,7 m), a produtividade obtida foi de 18,6 t ha⁻¹, ao passo, que nos maiores espaçamentos 0,9 e 1,0 m entre linhas as produtividades obtidas foram de 15,2 e 15,7 t ha⁻¹, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2018).

Para a couve-flor cv Verona 284, a redução do espaçamento entre plantas e aumento da densidade de plantas por unidade de área, mostrou um aumento da produtividade (23 t ha⁻¹) no espaçamento de 0,6 x 0,4 m, porém houve diminuição do tamanho da inflorescência (PÔRTO et al., 2012).

Em repolho, observou um aumento da produção com a diminuição do espaçamento, sendo que obteve uma produtividade de 29,6 t ha⁻¹ para 20.000 plantas/ha e 48 t ha⁻¹ para 55.555 plantas/ha, porém houve redução do número de folhas e na massa fresca (SILVA et al., 2010). No repolho resultados semelhantes , foram relatados por Aquino et al. (2005) e Silva et al. (2010).

Para a cultura do repolho, o aumento da densidade populacional de 31.250 para 46.875 plantas/ha não influenciou na massa fresca de cabeça, ocorrendo um incremento de produtividade de 65,8 t ha⁻¹ para 76,6 t ha⁻¹, respectivamente (CAVARIANNI, 2008).

Fuentes (2018) obteve inflorescência de brócolis com diâmetro de 19,6 cm na população de 75.000 plantas/ha, já quando diminuiu a densidade de plantas para 55.000 plantas/ha o diâmetro de inflorescência aumentou (21,6 cm).

Na densidade populacional de 78.125 plantas/ha obteve-se a maior produtividade de brócolis Avenger (14,7 t ha⁻¹), já na densidade de 44.444 plantas/ha a produtividade foi de 7 t ha⁻¹ (ARRUDA et al., 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 EXPERIMENTO 1 e 2

Os experimentos foram conduzido na Fazenda São Leonardo, localizada no município de Ponta Grossa – PR, cujas coordenadas geográficas são 25°09'37" de Latitude Sul e 50°12'92" de Longitude Oeste, altitude de 797 metros, em duas épocas de transplante.

O clima é classificado segundo Koppen como Cfb, subtropical úmido mesotérmico, de verões frescos e com ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca (MAACK, 2002).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições, no qual foram avaliados quatro espaçamentos entre plantas (0,3; 0,4; 0,5 e 0,6 m) e três híbridos (Avenger, BRO 68 e Rumba F1) em arranjo fatorial 4x3, totalizando 12 tratamentos. Cada parcela experimental foi constituída por cinco plantas.

O preparo da área foi realizado através de uma aração, uma gradagem e uma nivelção do solo.

A adubação de base foi realizada durante o transplante, foi utilizada a formulação que é utilizada no propriedade 40 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 200 kg.ha⁻¹ de fósforo e 50 kg.ha⁻¹ de potássio.

As mudas de brócolis foram produzidas em sistema de cultivo protegido tipo arco, em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, utilizando-se substrato comercial recomendado para a produção de mudas de hortaliças. A semeadura foi realizada no dia 10 de maio de 2018 para o primeiro experimento e 19 de dezembro de 2018 para o segundo experimento

O transplante das mudas foi realizado no dia 23 de junho de 2018, para o primeiro experimento, quando estas apresentavam quatro folhas definitivas. O espaçamento utilizado foi de 0,8 m entre linhas e o espaçamento entre plantas foi de acordo com o tratamento.

A área foi mantida livre de plantas daninhas, por meio de capinas entre plantas e entre linhas com o auxílio de enxada, e ou manualmente, para evitar danos mecânicos. O controle foi realizado semanalmente.

A colheita foi realizada em três plantas centrais por parcela, aos 75 dias após o transplante (DAT), 79 DAT e 83 DAT, para os híbridos BRO 68, Rumba e Avenger, respectivamente, quando estas estavam no seu máximo ponto de colheita, onde se apresenta a haste e os botões florais com coloração verde intensa, sem presença de flores e de forma compacta (FILGUEIRA, 2008).

Para o experimento 2 a colheita foi realizada em três plantas centrais por parcela, após 71 DAT, foi realizada a colheita do híbrido BRO, os híbridos Avenger e Rumba não se realizou a colheita, devido a não formação da cabeça.

As características avaliadas foram:

Número de folhas por plantas: realizada pela contagem do número de folhas da saia, antes da colheita.

Massa fresca das folhas: as folhas foram retiradas da planta e levadas para o laboratório de Olericultura onde foram pesados em balança de precisão.

Massa fresca da inflorescência: o corte da haste se deu a 3 cm do fim da inflorescência. Individualmente cada inflorescência foi pesada em balança de precisão.

Massa seca da inflorescência: a inflorescência foi picada e acondicionada de maneira individual (por planta) em sacos de papel devidamente identificados de acordo com os tratamentos e colocados em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas até obter massa seca constante desse material para pesagem em balança de precisão.

Diâmetro da inflorescência: cada inflorescência foi medida com o auxílio de uma régua graduada em milímetros de uma extremidade até a outra.

Produtividade: obtida pela multiplicação da massa da inflorescência pela população de plantas em um hectare.

Durante o período de condução do experimento foram obtidas as temperaturas mínimas, médias e máximas como também, precipitação e umidade relativa, que está descrito na Tabela.

Tabela 1 – ano 2018 - Temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação acumulada.

Meses	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação acumulada (mm)
Junho	26	4,4	83	143
Julho	25,9	3,9	76,5	13,8
Agosto	28,4	2,8	80,6	48,4
Setembro	32,1	7,3	83	52,6

Dados obtido através do Sistema monitoramento da BASF da Fazenda Escola Capão da Onça Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR

Tabela 2 - ano 2019 - Temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação acumulada.

Meses	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação acumulada (mm)
Fevereiro	32,1	15,2	84,1	139,8
Março	28,6	13,9	84,6	177,8
Abril	27,3	12,2	82,9	184,8

Dados obtido através do Sistema monitoramento da BASF da Fazenda Escola Capão da Onça Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR

Os dados foram submetidos o teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância a fim de verificar a normalidade e quando necessário, foram submetido às transformações. Em seguida, realizou-se a análise de variância e o teste $F(p>0,05)$, e ao teste significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o sistema computacional de análise R i 386 3.6.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXPERIMENTO 1

Na safra de 2018, não houve interação significativa entre os híbridos e espaçamentos avaliados para todas as características, assim, os dados serão discutidos separadamente.

Para o número de folhas por planta e massa de folhas, houve diferenças significativas entre os híbridos avaliados. O híbrido Avenger foi estatisticamente superior ao Rumba e este superior ao BRO 68. Para o diâmetro da inflorescência, não houve diferença significativa para os híbridos Avenger e BRO 68, sendo estes superiores ao híbrido Rumba (Tabela 1).

Tabela 3 - Número de folhas por planta, massa fresca das folhas e diâmetro de inflorescência para diferentes espaçamentos no brócolis cabeça única - *Brassica oleraceae* var. *itálica*. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018.

Híbridos	Número de folhas planta ⁻¹	Massa fresca das folhas (g)	Diâmetro da Inflorescência (cm)
Avenger	24,71 a	1473,00 a	34,27 a
Rumba	21,35 b	1255,90 b	29,10 b
Bro 68	17,98 c	1050,92 c	33,10 a
CV (%)	9,58	14,61	11,31

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Coeficiente de variação.

Seabra Junior et al. (2014) analisaram o desempenho de 15 híbridos, incluindo Avenger e BRO 68, em condições de alta temperatura em Cáceres – MT, utilizando o espaçamento de 0,8 x 0,5 m. As médias de massa fresca, diâmetro da inflorescência e massa fresca das folhas foram 886 g, 19,8 cm e 1134 g, para o Avenger, e 907 g, 21,4 cm, e 648 g, para o BRO 68, estas médias foram inferiores ao do presente trabalho apresentando o mesmo comportamento, com exceção da massa fresca da inflorescência, tendo o Avenger a maior média.

Em relação a massa fresca da inflorescência e produtividade, todos os híbridos diferiram entre si (Tabela 2). O híbrido Avenger foi estatisticamente superior ao BRO 68 e ambos superior ao Rumba. Já avaliando a massa seca de inflorescência, o Avenger apresentou média superior ao demais, não diferindo estes estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 4 – Massa fresca da inflorescência, massa seca da inflorescência e produtividade de diferentes híbridos de brócolis cabeça única (*Brassica oleracea* var. *itálica*). Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018.

Híbridos	Massa fresca da inflorescência (g)	Massa seca da inflorescência (g)	Produtividade (t ha ⁻¹)*
Avenger	1066,85 a	79,07 a	31,1 a
Rumba	640,06 c	52,01 b	17,9 c
Bro 68	868,78 b	57,35 b	24,6 b
CV (%)	23,69	21,64	2,52

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. * Para a estatística os dados foram transformados pela fórmula $\log(x)$.

Melo, Madeira e Peixoto (2010) estudando o rendimento das cultivares Avenger, Demoledor, Grandísimo, Green Storn Bonanza, Legacy e material HECB-01 sob diferentes coberturas mortas, em um espaçamento de 0,7 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, concluíram que o Avenger superou os demais, com médias de 458 g de massa fresca e 15,3 cm de diâmetro por inflorescência. Este comportamento também foi observado no presente trabalho, uma vez que o Avenger superou o BRO 68 e Rumba em relação ao diâmetro, contudo, os valores, para ambas as variáveis, foram inferiores ao presente trabalho.

Silva et al. (2019) em Dourados (MS), obtiveram para híbrido Avenger, no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, o máximo diâmetro de inflorescência (25 cm), massa fresca de 511,13 g e massa seca de 43,12 g. Já Lalla et al. (2010) avaliando o desempenho de oito cultivares de brócolis de inflorescência única nas condições edafoclimáticas de Campo Grande – MS, aferiram médias de massa fresca e diâmetro, para BRO 68, de 482,6 g e 16 cm, respectivamente. Ambos os trabalhos tiveram resultados inferiores aos mensurados por esta pesquisa.

Öztekin, Öztekin e Gebologlu (2015) em brócolis cv. Rumba, utilizando espaçamento de 0,8 x 0,4 m entre plantas em duas estações dos anos 2011 e 2012,

obtiveram para massa fresca médias de 234 e 541 g para outono e primavera respectivamente e diâmetro da cabeça, de 12,3 e 16,5 cm para outono e primavera, resultados estes, inferiores que ao presente trabalho.

O híbrido Avenger se mostrou mais produtivo quando cultivado na densidade populacional de 78.125 plantas/ha do que na menor densidade de 44.444 plantas/ha, resultando em produtividade de 14,7 t ha⁻¹ e 7,0 t ha⁻¹, respectivamente (ARRUDA et al., 2015).

A massa fresca das inflorescências dos híbridos avaliados, está dentro do padrão de comercialização, resultados semelhantes aos obtidos por Ohse et al. (2012), que para o híbrido Avenger observou um peso médio de 968 g planta⁻¹.

O número de folhas não diferiu estatisticamente entre os espaçamentos de 0,4; 0,5 e 0,6 m e estes foram superiores ao espaçamento 0,3 m (Tabela 3). Na massa fresca das folhas, todos os tratamentos diferiram entre si. A massa aumentou em decorrência dos maiores espaçamentos. Já para o diâmetro da inflorescência não houve diferença estatística entre os espaçamentos 0,6 e 0,5 m, sendo estes superiores ao espaçamento 0,3 m (Tabela 3).

Tabela 5 – Número de folhas por planta, massa fresca das folhas e diâmetro de inflorescência para diferentes espaçamentos no brócolis cabeça única. (Brassica oleraceae var. itálica) Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018.

Espaçamento (m)	Número de folhas planta⁻¹	Massa fresca das folhas (g)	Diâmetro de inflorescência (cm)
0,3 x 0,8	19,83 b	1059,64 d	28,64 c
0,4 x 0,8	21,31 a	1190,50 c	31,72 b
0,5 x 0,8	22,05 a	1334,67 b	33,28 ab
0,6 x 0,8	22,19 a	1454,94 a	35,00 a
CV (%)	9,58	14,61	11,31

Dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Em relação a massa fresca da inflorescência (Tabela 4), houve diferença estatística entre os tratamentos, os dois maiores espaçamentos iguais entre si e superiores ao 0,4 m e todos estes superiores ao 0,3 m. Para a massa seca da inflorescência, o espaçamento 0,6 m foi maior estatisticamente ao 0,4 e 0,3 m, porém não houve diferença estatística com 0,5 m. No espaçamento de 0,3 m obteve-se a maior produtividade, sendo esta diferente estatisticamente ao espaçamento 0,6 m (Tabela 4).

Tabela 6 – Massa fresca da inflorescência, massa seca da inflorescência e produtividade no brócolis cabeça única (*Brassica oleraceae* var. *itálica*). Ponta Grossa – PR. UEPG, 2018.

Espaçamento (m)	Massa fresca da Inflorescência (g)	Massa seca da Inflorescência (g)	Produtividade (t ha⁻¹) *
0,3 x 0,8	627,47 c	48,19 c	26,144 a
0,4 x 0,8	794,50 b	57,96 bc	24,828 ab
0,5 x 0,8	981,30 a	70,51 ab	24,532 ab
0,6 x 0,8	1030,96 a	74,60 a	21,478 b
C.V. (%)	23,69	21,64	2,61

Dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. * Para a estatística os dados foram transformados pela formula $\log(x)$.

Para Bhangre et al. (2011), para as cvs. Ganesh Broccoli e Pusa KTS-1 nos espaçamentos 0,6 x 0,6; 0,6 x 0,45; 0,45 x 0,45; 0,6 x 0,3; e 0,45 x 0,3 m, obtiveram maior diâmetro da inflorescência e massa fresca com o maior espaçamento. Os mesmos autores também encontraram que o rendimento por hectare foi significativamente mais alto com o menor espaçamento, diminuindo com o aumento deste, resultados similares encontrados neste trabalho.

Thirupal, Madhumathi, Reddy (2014) estudando o comportamento do híbrido Fantasy-F1 sob os espaçamentos 0,5 x 0,3; 0,45 x 0,45 e 0,6 x 0,45 m, também observaram que a menor densidade de plantas proporcionou maior diâmetro da inflorescência (86,66 cm) e número de folhas (26,77), em contrapartida, a maior produção foi encontrada no menor espaçamento (38,62 t). Estes resultados também estão condizentes com os encontrados por Hoassaian et al. (2011), Saikia et al. (2010) e Sighal et al. (2009) também em brócolis. O aumento do diâmetro da inflorescência ocorreu com os maiores espaçamentos, mas que não se refletiu na produtividade final também foi encontrado por Hai-xin et al. (2012).

Quanto menor adensamento de plantas, menor será a competição intraespecífica pelos fatores abióticos, como luminosidade, água e nutrientes, assim maior a disponibilidade destes. Para a safra de inverno as inflorescências obtiveram maior desenvolvimento, no maior espaçamento, mas devido ao menor número delas, obteve-se uma menor produtividade.

5.2 EXPERIMENTO 2

Na safra de verão 2019, somente o híbrido BRO 68 produziu inflorescências comerciais (Tabela 5). Os híbridos Avenger e Rumba não produziram inflorescência consideradas comerciais, portanto, avaliou-se apenas o híbrido BRO 68 nos diferentes espaçamentos. Estes resultados corroboram com Silva (2012), o qual observou que o híbrido Avenger não é tolerante ao calor, mas o BRO 68 tolera altas temperaturas.

Para o número de folhas não se observou diferença significativa entre os tratamentos. Para a massa fresca das folhas, nos espaçamentos 0,5 e 0,6 não diferiram entre si, e foram maiores que o 0,4 m, mas nenhum deste diferiu do 0,3 m. Para o diâmetro da inflorescência, não houve diferença significativa nos espaçamentos 0,3 e 0,4 m e o espaçamento 0,4 foi estatisticamente superior aos espaçamentos 0,5 e 0,6 m (Tabela 5).

Tabela 7 – Número de folhas por planta, massa fresca das folhas e diâmetro de inflorescência para diferentes espaçamentos nos brócolis cabeça única. (Brassica oleraceae var. itálica) Ponta Grossa – PR. UEPG, 2019.

Espaçamento (m)	Número de folhas/planta	Massa fresca das folhas (g)	Diâmetro de inflorescência (cm)*
0,3 x 0,8	17,45 ^{ns}	665,22 ab	34 ab
0,4 x 0,8	17,25	597,25 b	35 a
0,5 x 0,8	17,83	735,75 a	31 b
0,6 x 0,8	17,83	724,33 a	31 b
CV (%)	11,39	15,71	10,03

Dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. * Dados foram transformados pela fórmula $1/(x+1)$.

Não houve diferença significativa para massa fresca e massa seca da inflorescência, (Tabela 6) em relação a produtividade, constatou-se que o espaçamento 0,3 m foi superior ao do 0,6 m, porém não diferiram significativamente entre os outros tratamentos.

Para brócolis, o aumento do espaçamento entre plantas aumenta o tamanho da inflorescência, apesar deste aumento, não observa-se produtividades maiores (Hai-xin et al., 2012).

Na safra 2019 exceto o híbrido BRO 68 todos os outros não formaram inflorescência e resistir a pressão de doença como a *Alternaria brassicae*

comumente chamada de mancha de alternária. Para Bjorkman e Pearson (1998) explicam que a temperatura alta não permite o completo desenvolvimento da cabeça e os rendimentos diminuem drasticamente.

Tabela 8 – Massa fresca da inflorescência, massa seca da inflorescência e produtividade de brócolis cabeça única. Ponta Grossa – PR. UEPG, 2019

Espaçamento (m)	Massa fresca da inflorescência *(g)	Massa seca da inflorescência (g)	Produtividade * (kg ha⁻¹)
0,3 x 0,8	563,90 ^{ns}	41,44 ^{ns}	23.495 a
0,4 x 0,8	565,36	36,12	17.667 ab
0,5 x 0,8	721,88	48,71	18.046 ab
0,6 x 0,8	722,36	58,15	15.049 b
CV (%)	4,02	23,11	2,61

Dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. * Para a estatística os dados foram transformados pela formula $\log(x)$.

6 CONCLUSÃO

Para o cultivo do experimento 1, no período de outono inverno o híbrido Avenger é o mais indicado para o plantio na região de Ponta Grossa - PR, mas em condições de altas temperaturas de verão, apenas o BRO 68 obteve produção com resultados satisfatórios.

As produtividades de brócolis cabeça única cultivados nas épocas de verão e inverno foram maiores quanto menor o espaçamento entre plantas, então recomendando o espaçamento de 0,3 x 0,8 m para a maior produtividade.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.; BALDONADO, P. Efeito da densidade de plantação no desenvolvimento do brócolis para indústria, variedade “Parthenon” (*Brassica oleracea* L. Var. *Itálica Plenck*). **Rev UIIPS**. 2018; número 3 v. 6, p 26-34.
- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P.R.G.; PEREIRA, F.H.F.; LADEIRA, I.R.; CASTRO, M.R.S. Efeito de espaçamento e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p.100-104, 2005.
- ARES, A. M. Optimized extraction, separation and quantification of twelve intact glucosinolates in broccoli leaves. **Food Chemistry**, Barking, v. 152, p. 66-74, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.125>. PMID:24444907
- ARRUDA, J.A.; VARGAS, P.F.; FERRARI, S.; PAVARINI, R. Desempenho de híbridos de brócolis de cabeça única em função de densidade e arranjo espacial. **Nucleus**, v. 2, n. 1, abr. 2015.
- BHANGRE, K.K.; SONAWANE, P.C.; WARADE, S.D. (2011). Effect of different varieties and spacing on growth and yield parameters of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica Plenck*) under Pune conditions, **Asian J. Hort.**, v. 6 : 74-76.
- BJORKMAN T; PEARSON K. (1998). Alta parada de temperatura da inflorescência desenvolvimento em brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) **Revista de Botânica Experimental**, v. 49 : 101-106
- CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.
- CAVARIANNI, R.L. **Densidades de plantio e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produção de repolho**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. São Paulo, p. 111. 2008.
- CEAGESP - COMPANHIA DE ENTREPOSTO E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. Disponível em <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/brocolis> > Acesso em 10 de ago. 2019.
- PARANÁ – SECRETARIA DE AGRICULTURA . DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. Levantamento 2015/2016. Disponível em http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/_2015_16.pdf > Acesso em: 22 de ago.2019.
- ECHER, M. M. et al. Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, v.76, p. 267-275, 2001.
- FAOSTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> > Acesso em: 22/08/2019 .

FERREIRA, S.; SOUZA, R. J.; GOMES, L. A. A. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de bokashi. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, caderno II, p.31-38, 2013.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FUENTES, O.J.I.; “Rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra”. Lima; Peru. 2018.

GRAY, A. R. Taxonomy and evolution of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) **Econ. Bot.**, v. 36, p. 397-410, 1982.

GIORDANO, L.B. Melhoramento de Brássicas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, p.16-20, 1983.

HAI-XIN, Z.; XIAO-XUE, W.; ZHEN-HUA, G.; XIAO-QUN, H.; HUA-LONG, L. Effects of Row- Spacing on Canopy Structure and Yield in Different Plant Type Rice Cultivars. **Journal of Northeast Agricultural University** (English Edition), v. 19, n. 4, p.11-19, 2012.

HOASSAIN MF, ARA N, UDDIN MR, DEY S and Islam MR Bangladesh Hossain MF, Ara N, Uddin MR, Dey S and Islam MR, **Bangladesh Agricultural Research Institute, Gazipur**, Bangladesh, 2011.

LALLA, J. G.; LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; SEABRA JR., S.; SILVEIRA, D. S.; ZAGO, V. H.; DORNAS, M. F. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 360-363. jul/set, 2010

MAACK, R. Geografia física do estado do Paraná. 3 ed. Curitiba: **Imprensa Oficial**, 2002. 440p.

MAY A; TIVELLI SW; VARGAS PF; SAMRA AG; SACCONI LV; PINHEIRO MQ. 2007. A cultura da couve-flor. Campinas: IAC (Boletim Técnico, 200). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Btonline/Publiconline.asp>. Acesso em: 20 nov. 2018

MELO, R. A. de C. A cultura dos brócolis. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2015. 153 p. (Coleção Plantar).

MELO, R. A. de C. e; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, 2010, 23-28 p.

NICK, C.; BOREM, A. Melhoramento de hortaliças. Viçosa: **Editora UFV**, 2016, p.128- 157.

OLIVEIRA F.C.; GEISENHOF L. O.; ALMEIDA A.C.S.; JORDAN R.A.; LAVANHOLI R. NIZ A.I.S.; Produtividade do brócolis de cabeça em função do espaçamento de cultivo, **Revista Agrarian**, v. 11 n. 40, p. 132 – 139, Dourados, 2018.

OHSE, S.; REZENDE, B. L. A.; SILVEIRA, L. S.; OTTO, R. F.; CORTEZ, M. G. Viabilidade agrônômica de consórcios de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. **IDESIA** (Chile), v. 30, n. 2, p. 29-37, 2012.

ÖZTEKIN T., ÖZTEKIN S., GEBOLOGLU N. Evapotranspiration, Yield Components, and Some Quality Attributes of Subsurface Drip Irrigated Broccoli under Three Soil-water Depletion Levels. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 17, p. 963-976, 2015.

PÔRTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARROS JÚNIOR, A.P.; DA SILVA, G.S. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade da couve flor cv. Verona 284. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p.92-98, 2012.

SAIKIA, D. B. PHOOKAN and SANCHITA BRAHAMA. Effect of time of planting and planting densities on growth, yield and economic production of broccoli (Brassica oleracea var. italica) cv. Pusa Broccoli KTS-1. **Journal of Hill Agriculture**, p.135-139, 2010.

SCHIAVON JÚNIOR, A.A. Produtividade e qualidade de brócolis em função da adubação e espaçamento entre plantas. UNESP. JABOTICABAL, SP, 2008.

SCHIAVON, A. et al. **A cultura dos Brócolis**. 1ª. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015.

SHULTZ, S. Broccoli. Journal Of Agricultural & Food Information, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 282-289, out. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10496505.2013.833839> . Acesso em: 10 nov. 2018

SILVA, R.R., Desempenho de híbridos experimentais de couve brócolos do tipo cabeça única em condições de verão tropical. 2012. 36 f. Dissertação doutorado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012

SIGHAL, B. K., PREETI, B. K. SRIVASTAVA, M. P. SINGH and P. K. SINGH. Effect of date of planting and spacing on the performance of broccoli. **Indian Journal of Horticulture**, 66(1): 137-140 (2009).

SEABRA JUNIOR S.; NEVES J.F.; DIAS LDE; SILVA L.B.; NODARI IDE. Produção de cultivares de brócolis de inflorescência única em condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira** v.32, p.497-503, 2014

SILVA, S.G.; CECÍLIO FILHO, B.A.; BARBOSA, C.J.; ALVES, U, A. espaçamento entre linhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p. 538-543, 2010

SOUZA D. Olericultura. Instituto Formação Profissional, 2013. www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/19-35-46-apostilaOlericultura.pdf.

THIRUPAL, D; MADHUMATHI C.; REDDY P.S.S. effect of planting dates and plant spacing on growth, yield and quality of broccoli under Rayalaseema zone Ofandhra Pradesh, Índia, v. 14 n.2, 2014, p.1095-1098

TREVISAN, J. N. Crescimento, desenvolvimento e produção de brócolis de cabeça única. 2013. Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. 105 p.

WIEN, H.C.; WURR, D.C.E. Cauliflower, broccoli, cabbage and brussels sprouts. In: WIEN, H.C. ed. The physiology of vegetable crops.: **Cab Internacional**, 1997. p.511-552.