

Efeito dos alelos *ALC*, *OG^c*, *HP* e heterose em características de produção do tomateiro

Joelson André de Freitas^{1*}, Wilson Roberto Maluf², Sebastião Márcio de Azevedo², Renato de Souza Braga³ e Luiz Antônio Augusto Gomes⁴

¹Epamig/Centro Tecnológico do Norte de Minas, Nova Porteirinha, Minas Gerais, C.P. 12, 39.440-000, Janaúba-Minas Gerais, Brazil. E-mail: freitasja@hotmail.com. ²Universidade Federal de Lavras/Departamento de Agricultura, C.P. 37, 37.200-000, Lavras-Minas Gerais, Brazil. ³Unesp, Botucatu-São Paulo, Brazil. ⁴HortiAgro Sementes Ltda, Ijaci-Minas Gerais, Brazil.
*Author for correspondence.

RESUMO. Um conjunto de 28 genótipos de tomateiro, envolvendo híbridos *alc⁺/alc* e linhagens normais *alc⁺/alc⁺*, foram cultivados sob estufa plástica, em blocos completos casualizados com 3 repetições e 10 plantas por parcela, a fim de se estudar o efeito dos alelos *alc*, *og^c*, *hp* e a heterose, para as seguintes características de produção do tomateiro: número de cachos por planta, número de frutos por cacho, número de frutos comerciais por cacho, produção precoce de frutos comerciais, produção total de frutos, produção de frutos comerciais, peso médio de frutos e peso médio de frutos comerciais. Verificou-se que os alelos *alc*, *og^c* e *hp* não têm efeitos sobre as características avaliadas e que a heterose positiva para número de frutos pode compensar a ausência ou menor heterose para peso médio de frutos.

Palavras-chave: híbridos, alcobaça, old gold crimson, high pigment.

ABSTRACT. Effects of *ALC*, *OG^c*, *HP* alleles and heterosis on tomato production characteristics. A group of 28 tomato genotypes including *alc⁺/alc* hybrids and *alc⁺/alc⁺* lines were grown in a greenhouse, in a completely randomized block design with three replications and ten plants per plot, to study the effect of *alc*, *og^c* and *hp* alleles and heterosis on the following tomato production characteristics: number of bunches per plant, number of fruits per bunch, number of commercial fruit per bunch, early production of commercial fruits, total production of fruits, production of commercial fruits, mean weight of fruits and mean weight of commercial fruits. It was concluded that *alc*, *og^c* and *hp* alleles did not influence these characteristics and that the positive heterosis for number of fruits may compensate the absence or lower heterosis for the mean weight of fruits.

Key words: hybrids, alcobaça, old gold crimson, high pigment.

O alelo alcobaça (*alc*), descrito por Almeida (1961) como material de frutos com longa vida após a colheita (Lobo, 1981), tem possibilitado o incremento na qualidade de tomates, principalmente no que se refere à maior firmeza e à melhor coloração. Apesar de o alelo expressar maior parte desse efeito em homozigose recessiva (*alc/alc*) (o que prejudica substancialmente a coloração vermelha dos frutos), tem-se verificado também algum efeito na condição heterozigótica (Mutschler *et al.*, 1992, Souza, 1995 e Resende, 1995), como é possível com a utilização de cultivares híbridas F₁, sem contudo, causar prejuízos na coloração dos tomates. Além do alelo *alc*, outros alelos mutantes como *Nr* (*never ripe*), *rin* (*ripening inhibitor*) e *nor* (*non ripening*), exercem efeitos sobre o amadurecimento de frutos, porém,

apresentando a desvantagem de não incrementar a pigmentação vermelha destes. Nesse sentido, não só o alelo *alc*, outros genes que controlam a coloração de frutos merecem consideração. Como exemplo, temos os genes *high pigment* (*hp*) e *old gold crimson* (*og^c*), que, em dupla homozigose recessiva, aumentam a intensidade da coloração vermelha e a vida de prateleira dos tomates (Lampe e Watada, 1971). A estratégia seria, portanto, a incorporação desses dois genes em duas linhagens contrastantes para os demais locos, a fim de se explorar o vigor de híbrido, e o efeito do duplo homozigoto *hp/hp og^c/og^c*.

Além do efeito do gene alcobaça na condição *alc⁺/alc*, pode-se explorar ainda, nos híbridos F₁, a heterozigose presente nos demais locos gênicos. Melo e Ribeiro (1990) relataram aumento

substancial na produção do tomateiro (de 25% a 40%), decorrente da utilização de cultivares híbridas em relação à cultivar de polinização aberta. Parte desse incremento na produção pode ser atribuída ao fenômeno da heterose, que pode atingir valores elevados, como, por exemplo, 143,1% de heterose em relação ao pai superior (heterobeliose), para número de frutos (Suresh *et al.*, 1995).

Em estudos realizados por Pujari e Kale (1994) e Singh e Singh (1993), foi constatado heterose para produção e número de frutos por planta, e para precocidade de produção. Quanto à produção total de frutos, Xue (1994) verificou heterose de 21,6%, enquanto que Suresh *et al.* (1995) e Deu *et al.* (1994) constataram, respectivamente, heterose de 72,2%, e 83,2%. Os componentes primários da produção (número e peso médio de frutos) apresentaram valores positivos de heterose em relação ao pai superior de 115,7% (Deu *et al.*, 1994), para número de frutos, e de 143,1% e 30,8% (Suresh *et al.*, 1995), para número e peso médio de frutos, respectivamente. Uma outra característica economicamente importante do tomateiro é a precocidade da produção. Para essa característica, Xue (1994) e Suresh *et al.* (1995) encontraram, respectivamente, valores de heterose de 21,6%, em relação à média dos pais, e de 41,6%, em relação ao pai superior.

Objetivou-se, neste estudo, verificar a influência dos alelos *alc*, *ogc* e *hp* sobre oito características agrônômicas do tomateiro, como também estimar os valores de heterose para essas características.

Materiais e métodos

Vinte e dois híbridos (vinte e um heterozigotos no loco alcobaça e um normal), cinco linhagens normais originadas do germoplasma Sunjay e a testemunha Flora-Dade fizeram parte deste trabalho. A constituição genotípica das linhagens genitoras dos híbridos encontram-se na Tabela 1. O ensaio foi conduzido sob estufa plástica no município de Ijaci-MG, sob um delineamento em blocos completos casualizados com 3 repetições e 10 plantas por parcela. As mudas foram plantadas em sistema de fila dupla, espaçadas de 45cm entre plantas e 60cm entre linhas, em canteiro com 90cm de largura, e conduzidas com duas hastes iniciais e quatro terminais, tutoradas com bambu, sob irrigação por gotejo. As adubações seguiram as recomendações para o cultivo de tomateiro do tipo salada, cultivado sob estufa (Cormeño 1988). As colheitas iniciaram-se após 130 dias da semeadura, ocasião em que os frutos começaram a perder a coloração esverdeada. Foram feitas um total de 16 colheitas durante um período de 45 dias e avaliadas as características de produção das

10 plantas/parcela a saber: número de cachos por planta (NC/P), número de frutos por cacho (NF/C), número de frutos comerciáveis por cacho (NFC/C), produção precoce de frutos comerciáveis (PPFC), produção total de frutos (PTF), produção de frutos comerciáveis (PFC), peso médio de frutos (PMF) e peso médio de fruto comercial (PMFC). Considerou-se como produção precoce as 6 primeiras colheitas e como frutos comerciáveis aqueles de peso superior a 70g. Aplicou-se o teste de Scott-Knott (1974) a fim de se detectar possível distinção entre linhagens normais *alc⁺/alc⁺* e híbridos *alc⁺/alc*. Estimaram-se, para cada característica avaliada, os valores de heterose em relação à média dos pais (H_{MP}), à cultivar testemunha Flora-Dade (H_{CT}), e ao parental feminino (H_{PF}), conforme as expressões abaixo.

$$H_{MP} = F_1 / \{(P_x + P_y)/2\} \cdot 100$$

MP = Média dos parentais

$$H_{CT} = F_1 / (CT) \cdot 100$$

CT = Cultivar testemunha (Flora-Dade)

$$H_{PF} = F_1 / (PF) \cdot 100$$

PF = Parental feminino

Resultados e discussão

Efeito dos alelos *alc*, *ogc* e *hp* nas características de produção. Os comentários sobre as oito características de produção de frutos que serão aqui abordadas referem-se aos valores mostrados na Tabela 2. É oportuno lembrar que a cultivar testemunha Flora-Dade é isogênica ao parental TOM-559, a exceção do loco *alc/alc* presente neste último. A despeito dos coeficientes de variação que se mostraram baixos, assim como os apresentados por Souza (1995), têm-se o indício da boa precisão dos resultados obtidos.

As características número de cachos por planta (NC/P), número de frutos comerciáveis por cacho (NFC/C) e produção total de frutos (PTF) não apresentaram diferenças significativas entre os 28 genótipos agrupados pelo teste de Scott e Knott ($\alpha = 0,05$).

Para a produção de frutos comerciáveis (PFC), também não se verificaram diferenças significativas entre os genótipos testados, concordando com resultados obtidos por Flori e Maluf (1994) que usaram para todos os híbridos o mesmo parental, comum, também isogênico ao Flora-Dade. Esses resultados indicam que a constituição genotípica *alc⁺/alc* não afeta a produção de frutos, e que as linhagens originadas do germoplasma Sunjay, combinam-se bem com o parental TOM-559 com relação a PFC.

Tabela 1. Descrição das cultivares, linhagens e genitores, empregadas na obtenção dos híbridos experimentais. Lavras: UFLA, 1996*

Linhagem/Cultivar	Constituição Genotípica**	Descrição e/ou origem
Flora-dade	+/+ +/+ +/+	Cultivar-padrão de frutos multiloculares, procedente da Univ.da Florida, USA.
TOM-559	<i>alc/alc</i> +/+ +/+	Linhagem isogênica a Flora-Dade, homozigota no loco <i>alcobaça</i> (<i>alc/alc</i>), procedente da Univ. Federal de Lavras.
MARA-4-107	<i>alc/alc</i> <i>og⁺/og⁺</i> <i>hp/hp</i>	Linhagem isogênica a Flora-Dade, homozigota nos locos <i>alcobaça</i> , <i>crimson</i> e <i>high pigment</i> (<i>alc/alc og⁺/og⁺ hp/hp</i>) procedente da Universidade Federal de Lavras.
MARA-5-554	<i>alc/alc og⁺/og⁺</i> +/+	Linhagem isogênica a Flora-Dade, homozigota nos locos <i>alcobaça</i> e <i>crimson</i> (<i>alc/alc og⁺/og⁺</i>) procedente da Universidade Federal de Lavras.
NC-8276	+/+ +/+ +/+	Linhagem de frutos multiloculares, firmes, procedente da North Carolina Agric.Exp.Station, USA.
NC-EBR-1	+/+ +/+ +/+	Linhagem de frutos multiloculares, procedente da North Carolina Agric.Exp.Station, USA.
NC-EBR-2	+/+ +/+ +/+	Linhagem de frutos multiloculares, procedente da North Carolina Agric.Exp.Station, USA.
Piedmont	+/+ +/+ +/+	Cultivar de frutos multiloculares, procedente da North Carolina Agric.Exp.Station, USA.
Stevens	+/+ +/+ +/+	Linhagem de frutos multiloculares, resistente aos tospovirus, procedente da África do Sul.
BPX-336Bpl#0103	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0201	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0301	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0402	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0502	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0702	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0801	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#0903	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#1103	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bp#1302	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#1401	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#1503	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-336Bpl#1703	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros.
BPX-337Bpl#0152	+/+ +/+ +/+	Progênie F4 obtida a partir da autofecundação do híbrido Sunjay, da Asgrow Seed Co., com frutos multiloculares, graúdos e pouco firmes quando maduros, com relação comprimento/diâmetro de frutos superior a 1.0

*Progenies BPX-336B e BPX-337B são progenies F₄, em que a letra 'B' é o indicativo da geração; **Constituição genotípica nos locos *alcobaça*, *crimson* e *high pigment*, respectivamente

As produções precoce de frutos comerciáveis (PPFC) dos híbridos FLORA-DADEXNC-8276 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*) = 35,61 t/ha, PIEDMONTxTOM-559 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*) = 30,58 t/ha, MARA-5-554xNC-8276 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*) = 31,68 t/ha e MARA-4-107xNC-8276 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*) = 29,82 t/ha, não diferiram entre si ($P > 0,05$), porém, foram superiores à produção da testemunha Flora-Dade (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*) (=21,74 t/ha). Esses quatro híbridos e o híbrido NC-8276xTOM-559 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*) = 21,44 t/ha obtiveram de maneira geral os maiores valores de PPFC. Esses resultados sugerem uma boa capacidade de combinação da linha NC-8276 para essa característica.

É importante salientar que comparações entre

esses quatro híbridos refletirá em última análise o efeito dos diferentes alelos *alc og^c* e *hp*, uma vez que as linhas TOM-559, MARA-5-554 e MARA-4-107 possuem entre si o mesmo *background* genético de Flora-Dade. O híbrido NC-8276xTOM-559 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*), que difere no loco *alcobaça* em relação ao híbrido FLORA-DADEXNC-8276 (*alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺*), apresentou PPFC inferior a este. Há de se pensar, desta forma, que o loco *alcobaça* em heterozigose promove um efeito no sentido de diminuir a PPFC. No entanto, explica-se esse resultado pela ocorrência de retardamento na coloração dos frutos na condição *alc⁺/alc⁺*, impedindo-os de serem colhidos precocemente, visto que a coloração é o indicativo da colheita. Por outro lado, a comparação entre os híbridos

NC-8276xTOM-559 ($alc^+/alc\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$) e MARA-5-554xNC-8276 ($alc^+/alc\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$) parece refletir o efeito adicional do alelo og^+ , no sentido de influenciar indiretamente o aumento da PPFC. Nesse caso, uma melhoria na coloração dos frutos promovida pelo alelo og^+ , com conseqüente aumento na colheita precoce, parece ser a melhor explicação.

Já a comparação entre os híbridos MARA-5-554xNC-8276 ($alc^+/alc\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$) e MARA-4-107xNC-8276 ($alc^+/alc\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$) não refletiu efeito adicional do alelo hp , no sentido de aumentar a coloração de frutos, pelo menos, sendo feita essa inferência, baseada nos valores de produção precoce de frutos comerciáveis (PPFC). Reflexos da diminuição na PPFC, causada provavelmente pelo retardamento na coloração dos frutos de híbridos alc^+/alc , o que os impediu de serem colhidos precocemente, também podem ser vistos através das produções dos híbridos BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559, que foram inferiores às respectivas linhas maternas e à testemunha Flora-Dade (que deu origem ao parental TOM-559 após incorporação dos alelos alc/alc).

Para a característica número de frutos por cacho (NF/C), não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre a testemunha Flora-Dade e 20 dos 22 híbridos testados. Apenas os BPX-336B#0201xTOM-559 e BPX-336B#0702xTOM-559 apresentaram número de frutos por cacho inferior ao da testemunha Flora-Dade e a outros 20 híbridos testados. Das cinco linhas parentais femininas avaliadas, quatro obtiveram NF/C inferiores ao da Flora-Dade e aos híbridos dos quais elas fazem parte. Isso leva a crer na presença de ação gênica dominante, no sentido de aumentar o valor do caráter NF/C dos híbridos. A linhagem BPX-336C#0801bulk produziu 2,64 NF/C e não foi inferior ($P<0,05$) à testemunha Flora-Dade e a 20 dos 22 híbridos avaliados.

Os híbridos BPX-336B#0502xTOM-559, BPX-336B#1103xTOM-559, BPX-336B#1302xTOM-559, FLORA-DADEXNC-8276 e NC-8276xTOM-559 apresentaram peso médio de fruto comercial (PMFC) superior a 200g, superando a testemunha Flora-Dade de PMFC = 184,88g. Esses e os BPX-336B#1503xTOM-559, BPX-336B#1703xTOM-559 e PIEDMONTxTOM-559 superaram a testemunha Flora-Dade em relação ao peso médio de fruto (PMF). Os híbridos FLORA-DADEXNC-8276 ($alc^+/alc^+\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$) e

NC-8276xTOM-559 ($alc^+/alc\ og^+/og^+\ hp^+/hp^+$) superaram a testemunha Flora-Dade quanto às características de peso médio de frutos (PMF) e peso médio de frutos comerciáveis (PMFC). Esses híbridos, que são virtualmente idênticos, com exceção do loco *alcobaça*, não diferiram entre si quanto aos valores referentes a essas duas características. Isso leva a crer que o alelo alc não promove efeito de diminuição no peso médio de fruto. Outro resultado que também suporta essa idéia pode ser observado nos híbridos BPX-336B#0103xTOM-559, BPX-336B#0201xTOM-559, BPX-336B#0402xTOM-559, BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559, que apresentaram peso médio de fruto comercial (PMFC) semelhante à Flora-Dade, utilizada nas comparações em substituição ao parental TOM-559 ($P>0,05$).

Heterose para características de produção. Os valores médios dos híbridos F_1 (Tabela 3) para número de cacho por planta (NC/P) não diferiram entre si pelo teste de agrupamento das médias, embora a tendência de heterose em relação à média dos pais " H_{MP} " tenha variado de -19,47% a +2,41%. Apesar da constatação dessa heterose, os valores foram geralmente baixos em módulo, não oscilando muito em relação à média dos pais, o que concorda com os resultados obtidos por Melo (1987). O maior valor da heterose (-19,47%) foi observado para o híbrido BPX-336B#0402xTOM-559. Esses resultados sugerem ausência de dominância no controle do caráter, no entanto, Miranda *et al.* (1982) relatam a presença de dominância completa no sentido de aumentar o NC/P. Neste trabalho, pode-se explicar as baixas tendências de heterose, pela pouca divergência genética nos locos que influenciam esse caráter, ou ainda, pela padronização do número de hastes das plantas experimentais durante a condução da cultura, refletindo na inexistência de diferenças significativas entre as linhagens maternas avaliadas e os híbridos destas com o parental TOM-559. Em relação à cultivar testemunha " H_{CT} ", os valores de heterose foram negativos e mais altos em comparação aos valores de " H_{MP} ". A heterose em relação ao parental feminino " H_{PF} " foi positiva, no sentido de aumentar o valor de NC/P dos híbridos BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559, e negativa, no sentido de diminuir o valor dessa característica para os outros três híbridos (Tabela 3).

Tabela 2. Valores médios de oito características de produção para 28 genótipos de tomateiro. Lavras: UFPA, 1996

Tratamentos	Constituição genotípica	NC/P	NF/C	NFC/C	PPFC	PTF	PFC	PMF	PMFC
1) FLORA-DADE	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	11,52 A a	2,73 A	2,07 A	21,74 B	122,38 A	101,81 A	168,97 C	184,88 D
2) BPX-336Cp#0103-bulk	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	12,14 A	1,78 C	1,46 A	10,97 C	103,13 A	91,87 A	207,07 A	224,76 B
3) BPX-336Cp#0201-bulk	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,70 A	2,24 B	1,78 A	13,31 C	101,97 A	89,92 A	185,42 B	206,38 C
4) BPX-336Cp#0402-bulk	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,57 A	2,08 B	1,97 A	21,28 B	97,94 A	86,67 A	193,89 B	184,88 D
5) BPX-336Cp#0801-bulk	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,23 A	2,64 A	1,94 A	16,90 B	97,56 A	81,31 A	173,26 C	196,07 C
6) BPX-337Cp#0152-bulk	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,83 A	1,70 C	1,25 A	15,96 B	83,53 A	73,47 A	215,44 A	259,65 A
7) BPX-336Bp#0103 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	11,02 A	2,60 A	2,09 A	8,21 C	116,72 A	101,15 A	176,86 C	190,65 D
8) BPX-336Bp#0201 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,30 A	2,29 B	1,74 A	9,16 C	85,55 A	72,09 A	169,00 C	186,17 D
9) BPX-336Bp#0402 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	8,89 A	2,62 A	1,94 A	16,18 B	87,79 A	71,30 A	163,29 D	178,06 D
10) BPX-336Bp#0801 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,42 A	2,73 A	2,11 A	10,63 C	107,91 A	89,23 A	163,48 D	174,38 D
11) BPX-337Bp#0152 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,93 A	2,62 A	2,18 A	12,11 C	113,46 A	100,41 A	174,31 C	184,77 D
12) BPX-336Bp#0301 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	11,87 A	2,46 A	1,95 A	8,46 C	120,21 A	103,44 A	177,91 C	193,12 C
13) BPX-336Bp#0502 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,46 A	2,61 A	2,14 A	15,92 B	113,01 A	102,83 A	180,48 B	200,01 C
14) BPX-336Bp#0702 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	11,16 A	2,33 B	1,72 A	18,97 B	101,04 A	83,75 A	163,08 D	181,67 D
15) BPX-336Bp#0903 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,90 A	2,65 A	2,11 A	12,43 C	103,83 A	89,59 A	172,18 C	185,65 D
16) BPX-336Bp#1103 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,34 A	2,48 A	1,97 A	15,11 B	111,88 A	99,15 A	188,48 B	209,25 C
17) BPX-336Bp#1302 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,43 A	2,68 A	2,18 A	9,80 C	108,67 A	95,81 A	185,98 B	201,48 C
18) BPX-336Bp#1401 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,07 A	3,02 A	2,41 A	17,14 B	122,40 A	105,54 A	174,06 C	187,98 D
19) BPX-336Bp#1503 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	8,99 A	2,76 A	2,30 A	11,42 C	105,49 A	94,93 A	184,38 B	198,78 C
20) BPX-336Bp#1703 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,97 A	2,57 A	2,29 A	10,07 C	113,42 A	103,47 A	191,71 B	196,88 C
21) FLORA-DADE x NC-8276	<i>alc⁺/alc⁺ og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	8,60 A	2,81 A	2,41 A	35,61 A	107,97 A	105,97 A	195,12 B	206,36 C
22) NC-8276 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,03 A	2,56 A	2,08 A	21,44 B	109,18 A	96,24 A	184,77 B	200,44 C
23) MARA-5-554 x NC-8276	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,74 A	3,02 A	2,05 A	31,68 A	105,84 A	82,41 A	155,54 D	178,07 D
24) MARA-4-107 x NC-8276	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,72 A	2,68 A	1,90 A	29,82 A	103,99 A	83,09 A	157,01 D	177,56 D
25) NC-EBR-1 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	11,86 A	2,59 A	1,99 A	15,64 B	108,01 A	94,78 A	153,22 D	174,89 D
26) NC-EBR-2 x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,53 A	2,79 A	2,15 A	13,32 C	115,46 A	97,36 A	169,31 C	185,36 D
27) STEVENS x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	10,14 A	3,21 A	2,34 A	13,21 C	116,11 A	94,24 A	154,74 D	171,93 D
28) PIEDMONT x TOM-559	<i>alc⁺/alc og⁺/og⁺ hp⁺/hp⁺</i>	9,27 A	3,01 A	2,44 A	30,58 A	117,00 A	103,38 A	181,08 B	196,95 C
Significância teste 'F'p/ tratamentos		*	**	*	**	*	ns	**	**
MÉDIA		10,31	2,58	2,03	16,68	107,20	92,40	177,14	193,47
C.V. (%)		11,34	12,78	15,20	24,16	12,93	14,96	5,80	5,94

*/ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5%; **, * e */ Não significativo, significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; NC/P: nº de cachos por planta; NF/C: nº de frutos por cacho; NFC/C: nº de frutos comerciais por cacho; PPFC: produção de frutos comerciais precoce - t/ha; PTF: produção total de frutos - t/ha; PFC: produção de frutos comerciais - t/ha; PMF: peso médio de fruto - g/fruto; PMFC: peso médio de fruto comercial - g/fruto.

Tabela 3. Valores médios de seis linhas parentais e de seus cinco híbridos F₁, para 4 características de produção do tomateiro. Respetivos valores relativos à heterose, em relação à média dos pais (H_{MP}), à cultivar testemunha (H_{CT}) e ao parental feminino (H_{PF}), para cinco híbridos de tomateiro. Lavras: UFPA, 1996

Tratamentos	NC/P	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}	NF/C	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
BPX-336C#0103bulk	12,14 A *	(r= 0,136)			1,79 C	(r= 0,068)		
BPX-336C#0201bulk	10,70 A	(al= 9,23-12,14)			2,24 B	(al= 1,70-2,64)		
BPX-336C#0402bulk	10,57 A	(ah= 8,89-11,02)			2,08 B	(ah= 2,29-2,73)		
BPX-336C#0801bulk	9,23 A				2,64 A			
BPX-337C#0152bulk	9,83 A				1,70 C			
Flora-dade	11,52 A				2,73 A			
BPX-336B#0103 x TOM-559	11,02 A	-6,83 ns	-4,31 ns	-9,23 *	2,60 A	+15,14 **	-4,98 ns	+45,25 **
BPX-336B#0201 x TOM-559	10,30 A	-7,32 ns	-10,62 *	-3,74 ns	2,29 B	-7,89 *	-16,21 **	+2,23 ns
BPX-336B#0402 x TOM-559	8,89 A	-19,47 *	-22,80 **	-15,89 **	2,62 A	+8,73 *	-4,32 ns	+25,96 **
BPX-336B#0801 x TOM-559	10,42 A	+0,43 ns	-9,55 *	+12,93 **	2,73 A	+1,77 ns	-0,04 ns	+3,41 ns
BPX-337B#0152 x TOM-559	10,93 A	+2,41 ns	-5,09 *	+1,19 ns	2,62 A	+17,92 **	-4,28 ns	+54,12 **
Tratamentos	NFC/C	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}	PPFC	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}
	(%)	(%)	(%)	(t/ha)	(%)	(%)	(%)	(%)
BPX-336C#0103bulk	1,46 A	(r= 0,508)			10,97 C	(r= 0,952)		
BPX-336C#0201bulk	1,78 A	(al= 1,25-1,97)			13,31 C	(al= 10,97-21,74)		
BPX-336C#0402bulk	1,97 A	(ah= 1,74-2,18)			21,28 B	(ah= 8,21-16,18)		
BPX-336C#0801bulk	1,94 A				16,90 B			
BPX-337C#0152bulk	1,25 A				15,96 B			
Flora-dade	2,07 A				21,74 B			
BPX-336B#0103 x TOM-559	2,09 A	+18,36 **	+0,92 ns	+43,15 **	8,21 C	-49,82 **	-62,25 **	-25,18 **
BPX-336B#0201 x TOM-559	1,74 A	-9,88 *	-16,16 **	-3,93 ns	9,16 C	-47,71 **	-57,85 **	-31,12 **
BPX-336B#0402 x TOM-559	1,94 A	-3,96 ns	-6,42 ns	-1,52 ns	16,18 B	-24,78 **	-25,58 **	-23,96 **
BPX-336B#0801 x TOM-559	2,11 A	+5,46 ns	+1,98 ns	+8,76 ns	10,63 C	-44,97 **	-51,11 **	-37,07 **
BPX-337B#0152 x TOM-559	2,18 A	+30,91 **	+4,92 ns	+74,40 **	12,11 C	-35,75 **	-44,30 **	-24,11 **

*/ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5%; **, * e */ Não significativo, significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste 't'; NC/P: número de cachos por planta; NF/C: número de frutos por cacho; NFC/C: número de frutos comerciais por cacho e PPFC: produção de frutos comerciais precoce - t/ha; r: correlação entre linhagens e híbridos; al e ah: amplitudes entre cinco linhagens e híbridos, respectivamente

Para a característica número de frutos por cacho (NF/C), os valores da " H_{MP} " variaram de -7,89% a +17,92%, sendo que apenas o híbrido BPX-336B#0201xTOM-559 foi o que apresentou o valor negativo, o que sugere um certo efeito de dominância para o caráter. Os valores de " H_{CT} ", em geral, oscilaram pouco, indicando que os híbridos BPX-336B#0103xTOM-559, BPX-336B#0402xTOM-559, BPX-336B#0801xTOM-559, BPX-337B#0152xTOM-559 foram tão bons quanto à testemunha Flora-Dade em número de frutos por cacho (NF/C). Já os valores da " H_{PF} " foram positivos, no sentido de aumentar o número de frutos (+2,23% a +54,12%), mostrando que a heterose pode ser comercialmente explorada em combinações híbridas de parentais com maior divergência genética, no sentido de aumentar a produção, por meio da seleção de híbridos com maior número de frutos por cacho.

A característica número de frutos comerciáveis por cacho (NFC/C) também apresentou " H_{MP} " positiva e significativa, no sentido de aumentar o valor dessa característica (+18,36% e +30,91%) para dois dos cinco híbridos considerados (Tabela 3). A presença de heterose para NF/C e NFC/C indica a presença da ação gênica de dominância no sentido de aumentar o número de frutos. Dessa forma, a exploração prática da heterose em híbridos F_1 é vantajosa (Melo e Ribeiro, 1990), uma vez que o número de frutos é um dos componentes principais na produção dessa cultura.

Quanto à produção precoce de frutos comerciáveis (PPFC) dos híbridos BPX-336B#0103xTOM-559, BPX-336B#0201xTOM-559, BPX-336B#0402xTOM-559, BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559, mostrados na Tabela 3, notou-se que a maior produção foi apresentada pelo BPX-336B#0402xTOM-559, que não diferiu significativamente da produção da testemunha Flora-Dade. Esses cinco híbridos apresentaram heteroses significativas nos casos de " H_{MP} ", " H_{CT} " e " H_{PF} ". Uma possível ação gênica dominante no sentido de menores PPFC não está descartada, mas parece ser contrária ao que a literatura relata sobre heterose para produção precoce em tomate (Maluf *et al.*, 1982; Filgueira e Leal, 1983 e Melo e Ribeiro, 1990). Alternativamente, pode-se também explicar esses resultados como um reflexo da maturação mais lenta dos frutos híbridos alc^+/alc em relação aos normais alc^+/alc^+ . Considerando que a mudança de coloração do fruto é o indicativo de sua colheita, aqueles de plantas alc^+/alc tiveram a colheita retardada, refletindo numa menor produção precoce.

A heterose em relação à média dos pais " H_{MP} " (Tabela 4) para produção total de frutos (PTF) e

produção de frutos comerciáveis (PFC) foi, em geral, baixa ou negativa, exceto para o híbrido BPX-337C#0152xTOM-559, que obteve valores de +10,21%, para PTF, e de +14,56%, para PFC. Em ambos os casos, os valores médios dos cinco híbridos entre as cinco linhas maternas avaliadas e o parental masculino TOM-559 não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, a divergência genética entre a linha BPX-337B#0152 e o parental TOM-559, aliada à ação gênica de dominância incompleta (Maluf *et al.*, 1982), parece ter sido a causa do aumento da PTF e PFC no híbrido BPX-337B#0152xTOM-559. Os valores de heterose em relação à cultivar testemunha " H_{CT} " foram negativos e variaram de -30,09% a -4,62% para PTF, e de -29,97% a -0,65%, para PFC, o que indica uma superioridade, porém não significativa, da cultivar testemunha Flora-Dade, em relação aos híbridos BPX-336B#0103xTOM-559, BPX-336B#0201xTOM-559, BPX-336B#0402xTOM-559, BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559. Dentre esses cinco híbridos, os BPX-336B#0103xTOM-559, BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559 apresentaram valores de heterose em relação ao parental feminino " H_{PF} " que foram positivos (+10,61% e +35,83%) para produção total de frutos (PTF). Já quanto à produção de frutos comerciáveis (PFC) os BPX-336B#0801xTOM-559 e BPX-337B#0152xTOM-559 apresentaram respectivamente, " H_{PF} " de +9,74% e de +36,65%. Esses resultados reforçam ainda mais o alto potencial do grupo de linhas originárias do híbrido Sunjay, quanto à capacidade de combinação com o parental TOM-559.

Os resultados da heterose " H_{MP} " para PMF e PMFC, mostrados na Tabela 4, foram de maneira geral baixos em módulo, não oscilando muito da média dos pais, o que pode ser explicado também pela ausência de dominância para esses caracteres, o que já foi relatado por Maluf *et al.* (1982), para PMFC. A predominância da ação gênica aditiva, nesses casos, seria o mais provável, visto que indícios de sobredominância e epistasia não foram detectados por esses autores, para características referentes à produção de frutos. Os valores de heterose " H_{CT} " e " H_{PF} " para peso médio de frutos (PMF) e peso médio de fruto comercial (PMFC) também foram baixos, refletindo a falta de heterose comercial dos cinco híbridos mostrados na Tabela 4, para essas características. Os dados considerados conjuntamente evidenciam algum grau de dominância, no sentido de diminuir o peso médio de frutos, uma vez que as linhas maternas com frutos de maior peso não transferiram essa característica favorável para os seus híbridos.

Tabela 4. Valores médios de seis linhas parentais e de seus cinco híbridos F₁, para 4 características de produção do tomateiro. Respetivos valores relativos à heterose, em relação à média dos pais (H_{MP}), à cultivar testemunha (H_{CT}) e ao parental feminino (H_{PF}), para cinco híbridos de tomateiro. Lavras: UFPA, 1996

Tratamentos	PTF	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}	PFC	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}
	(t/ha)	(%)	(%)	(%)	(t/ha)	(%)	(%)	(%)
BPX-336C#0103bulk	103,13 A ^a	(r= 0,340)			91,87 A	(r= 0,382)		
BPX-336C#0201bulk	101,97 A	(al= 83,53-103,13)			89,92 A	(al= 73,47-91,87)		
BPX-336C#0402bulk	97,94 A	(ah= 85,55-116,72)			86,67 A	(ah= 71,30-101,15)		
BPX-336C#0801bulk	97,56 A				81,31 A			
BPX-337C#0152bulk	83,53 A				73,47 A			
Flora-dade	122,38 A				101,81 A			
BPX-336B#0103 x TOM-559	116,72 A	+3,52 ns	-4,62 ns	+13,18 *	101,15 A	+4,45 ns	-0,65 ns	+0,10 ns
BPX-336B#0201 x TOM-559	85,55 A	-23,73 **	-30,09 **	-16,10 **	72,09 A	-24,81 **	-29,20 **	-19,83 **
BPX-336B#0402 x TOM-559	87,79 A	-20,31 **	-28,27 **	-10,37 *	71,30 A	-24,34 **	-29,97 **	-17,73 **
BPX-336B#0801 x TOM-559	107,91 A	-1,87 ns	-11,82 *	+10,61 *	89,23 A	-2,55 ns	-12,36 *	+9,74 ns
BPX-337B#0152 x TOM-559	113,46 A	+10,21 *	-7,29 ns	+35,83 **	100,41 A	+14,56 *	-1,38 ns	+36,65 **
Tratamentos	PMF	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}	PMFC	H _{MP}	H _{CT}	H _{PF}
	(g/fruto)	(%)	(%)	(%)	(g/fruto)	(%)	(%)	(%)
BPX-336C#0103bulk	207,07 A	(r= 0,795)			224,76 B	(r= 0,573)		
BPX-336C#0201bulk	185,42 B	(al= 173,26-215,44)			206,38 C	(al= 184,88-259,65)		
BPX-336C#0402bulk	193,89 B	(ah= 163,29-176,86)			184,88 D	(ah= 174,38-190,65)		
BPX-336C#0801bulk	173,26 C				196,07 C			
BPX-337C#0152bulk	215,44 A				259,65 A			
Flora-dade	168,97 C				184,88 D			
BPX-336B#0103 x TOM-559	176,86 C	-5,93 *	+4,67 *	-14,59 **	190,65 D	-6,92 *	+3,12 ns	-15,52 **
BPX-336B#0201 x TOM-559	169,00 C	-4,63 *	+0,02 ns	-8,86 *	186,17 D	-4,84 ns	+0,70 ns	-8,34 ns
BPX-336B#0402 x TOM-559	163,29 D	-10,00 **	-3,36 ns	-15,58 **	178,06 D	-3,69 ns	-3,69 ns	-3,69 ns
BPX-336B#0801 x TOM-559	163,48 D	-4,46 ns	-3,25 ns	-5,56 ns	174,38 D	-8,45 *	-5,68 *	-11,06 *
BPX-337B#0152 x TOM-559	174,31 C	-9,31 **	+3,16 ns	-19,09 **	184,77 D	-16,87 **	-0,06 ns	-28,84 **

^a/ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5%; ns, * e **/ Não significativo, significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste 't'; PTF: produção total de frutos - t/ha; PFC: produção de frutos comerciais - t/ha; PMF: peso médio de frutos - g/fruto; PMFC: peso médio de fruto comercial - g/fruto; r: correlação entre linhagens e híbridos; al e ah: amplitudes entre as cinco linhagens e os híbridos, respectivamente

As linhagens derivadas de Sunjay apresentam variabilidade basicamente para PMF e PMFC, além de NF/C e PFCP. Essa variabilidade, no entanto, é de menor magnitude entre os híbridos com TOM-559 delas resultantes, notadamente para PMF e PMFC, em virtude de alelos com algum grau de dominância predominantes em TOM-559.

As características de produção de frutos apresentadas nas Tabelas 3 e 4 tiveram valores de "H_{CT}" que de um modo geral, foram baixos ou negativos, o que reflete a real condição pela qual a cultivar Flora-Dade é amplamente utilizada, quer seja como cultivar 'per se', quer como integrante de germoplasmas como *background* genético recorrente. Pode-se também dizer que, de maneira geral, as linhagens originárias do híbrido Sunjay combinaram-se bem com o parental TOM-559.

Agradecimentos

Ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão das bolsas de pesquisa, e à empresa HortiAgro Sementes de Hortalças.

Referências bibliográficas

- Almeida, J.L.F. Um novo aspecto do melhoramento do tomate. *Agricultura*, 10: 43-44, 1961.
Cermenô, Z.S. *Prontuário do horticultor*. Lisboa: Litéxa,

1988. p.361-384.
Deu, H.; Rattan, R.S.; Thakur, M.C. Heterosis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticult. J.*, 7(2):125-132, 1994.
Filgueira, A.V. da; Leal, N.R. Avaliação dos progenitores e obtenção de novas combinações genéticas em tomate "Salada". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23, 1983, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1983. p.154.
Flori, J.E.; Maluf, W.R. Obtenção e avaliação de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.) do grupo multilocular. *Ciência e Prática*, 18(4):395-398, 1994.
Lampe, C.; Watada, A.E. Postharvest quality of high pigment and crimson tomato fruit. *J. Am. Soc. Horticult. Sci.*, 96(4):534-535, 1971.
Lobo, M. *Genetic and physiological studies of the "Alcobaca" tomato ripening mutant*. Flórida, 1981. (Doctoral Thesis in Plant Breeding) - University of Florida.
Maluf, W.R.; Miranda, J.E.C.; Campos, J.R. Análise genética de um cruzamento dialélico de tomate. I - Características referentes à produção de frutos. *Pesq. Agropec. Brasil.*, 17(4):633-644, 1982.
Melo, P.C.T. de. Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Piracicaba, 1987. (Doctoral Thesis in Plant Breeding) - Esalq.
Melo, P.C.T. de.; Ribeiro, A. Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos. In: Castellane, P.D.; Nicolosi, W.M.; Hasegawa, M. *Produção de sementes de hortalças*. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.193-224.

- Miranda, J.E.C.; Maluf, W.R.; Campos, J.P. Correlações ambientais, genotípicas e fenotípicas em um cruzamento dialélico de cultivares de tomate. *Pesq. Agropec. Brasil.*, 17(6):899-904, 1982.
- Mutschler, M.A.; Wolfe, D.W.; Cobb, E.D. & Yeurstene, K.S. Tomato fruit quality and shelf life in hybrids heterozygous for the *alc* ripening mutant. *HortScience*, 27(4):325-355, 1992.
- Pujari, C.V.; Kale, P.N. Heterosis studies in tomato. *J. Maharashtra Agricult. Univ.*, 19:83-85, 1994.
- Resende, J.M. *Qualidade pós-colheita de dez genótipos de tomate do grupo multilocular*. Lavras, 1995. (Master's Thesis in Food Science) - Universidade Federal de Lavras.
- Singh, R.K.; Singh, U.K. Heterosis breeding in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ann. Agricult. Res.*, 14(4):416-420, 1993.
- Souza, J.C. de. *Avaliação de tomateiros híbridos, do grupo multilocular, portadores do alelo alcobaça em heterozigose*. Lavras, 1995. (Master's Thesis in Crop Science) - Universidade Federal de Lavras.
- Suresh, K.; Banerjee, M.K.; Partap, P.S.; Kumar, S. Heterosis study for fruit yield and its components in tomato. *Ann. Agricult. Res.*, 16(2):212-217, 1995.
- Xue, B.Y. Breeding tomato green-stemmed (aw) lines and the utilization of heterosis. *China Veget.*, 50(4):32-33, 1994.

Received on March 19, 1999.

Accepted on June 29, 1999.