

EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS NO COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA, EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA¹

JOÃO NAKAGAWA², JOSÉ RICARDO MACHADO³ e CIRO ANTONIO ROSELEM²

RESUMO - Com o objetivo de estudar os efeitos da densidade de plantas, no comportamento de cultivares de soja de ciclos diferentes, semeadas em duas épocas, foi conduzido um trabalho em condições de campo, em Terra Roxa Estruturada distrófica, textura argilosa, em Botucatu, SP. Constataram-se quatro experimentos, dois semeados em final de novembro e dois em meados de dezembro. Foram estudadas três densidades de plantas, dez, 20 e 30 por metro linear, com espaçamento entrelinhas de 0,6 m, e três cultivares: IAC-Foscarin-31 (precoce), IAC-8 (média) e IAC-9 (semi-tardia). Não se observou efeito da densidade de plantas na duração dos estádios de desenvolvimento das plantas para as três cultivares; todavia aqueles estádios foram afetados pelas épocas de semeadura. A menor densidade de plantas originou, para as três cultivares, plantas com menor altura (em semeaduras de novembro), maior diâmetro da haste na região do colo, maior número de ramos, maior número de vagens, maior peso de matéria seca da planta e maior peso de sementes. A produção de sementes (kg/ha) das três cultivares não foi afetada pela densidade de plantas nas semeaduras de novembro; nas semeaduras de dezembro, em um experimento, a 'IAC-Foscarin-31' apresentou menor produção na menor densidade e no outro, a 'IAC-9' apresentou menor produção na maior densidade. A 'IAC-Foscarin-31' apresentou comportamento mais diferenciado em relação às demais cultivares.

Termos para indexação: *Glycine max*, produção, componentes de produção, desenvolvimento da planta.

EFFECT OF PLANT DENSITY ON SOYBEAN CULTIVARS IN TWO PLANTING DATE

ABSTRACT - The objective of the present research was to study the effects of plant density and planting date on the behavior of three soybean cultivars. Four experiments were carried out under field conditions, on a Ultisol (Terra Roxa Estruturada), in Botucatu, São Paulo State, Brazil; two experiments were planted in November (11.23.82 and 11.23.83) and two in December (12.13.82 and 12.15.83). Three plant densities were studied: ten, 20 and 30 plants/m, in a row spacing of 0.6 m. The cultivars employed were 'IAC-Foscarin-31' (early maturity), 'IAC-8' (medium maturity) and 'IAC-9' (semi-late maturity). The plant density did not affect the duration of the development stages of plants but they were affected by planting date. In the lowest plant density were obtained the lowest plant height (in November sowing), the highest stem diameter, the highest pod number, the highest dry matter weight and the highest seed yield. The seed yield (kg/ha) of the experiments sowed in November was not affected by plant density, but in one experiment sowed in December, 'IAC-Foscarin-31' presented the lowest yield in the lowest plant density; in the other, 'IAC-9' presented the lowest yield in the highest plant density. 'IAC-Foscarin-31' showed a different behavior when compared to 'IAC-8' and 'IAC-9'.

Index terms: *Glycine max*, yield, yield components, plant development.

INTRODUÇÃO

As épocas de semeadura da cultura da soja, para as condições brasileiras, variam em função das regiões e das cultivares. De maneira geral, o melhor

desenvolvimento das plantas e as maiores produções têm sido conseguidas em semeaduras de novembro (Nakagawa et al. 1983), todavia, em termos de qualidade de sementes, semeaduras mais tardias têm originado melhores resultados, em condições paulistas (Uematsu & Nakagawa 1983, Nakagawa et al. 1984). As semeaduras mais tardias, entretanto, ocasionam menor crescimento das plantas, uma diminuição na duração dos estádios de desenvolvimento, com reflexos no rendimento das sementes (Lam-Sanchez & Yuyama 1979, Nakagawa et al. 1983). Para contornar esta situação,

¹ Aceito para publicação em 9 de fevereiro de 1988. Parcialmente financiado pela CPE-Reitoria da UNESP.

² Eng. - Agr., Livre-Docente, Prof. - Adjunto, Dep. de Agric. e Silvíc., Fac. de Ciências Agron., Campus de Botucatu, UNESP, Caixa Postal 237, CEP 18600 Botucatu, SP. Bolsista do CNPq.

³ Eng. - Agr., Prof. - Assist., Dr., Dep. de Agric. e Silvíc., Fac. de Ciências Agron., Campus de Botucatu, UNESP.

uma das formas empregadas, no Estado de São Paulo, é modificar a população de plantas, diminuindo os espaçamentos entrelinhas, e aumentando o número de plantas na linha (Rosolem et al. 1983).

Em condições de Jaboticabal, SP, Lam-Sanchez & Veloso (1974) verificaram que o efeito da densidade de plantas foi mais marcante nas características da planta da cv. Viçoja, do que o espaçamento entrelinhas, em semeadura realizada em dezembro. Tem-se verificado, entretanto, que a soja suporta uma ampla variação na densidade de semeadura, sem que a produção seja afetada (Hicks et al. 1969, Queiroz 1975, Gilioli et al. 1979). Isto tem sido obtido em consequência da capacidade da planta em ajustar seus componentes de produção (Cartter & Hartwig 1967), destacando-se o número de vagens (Pandey & Torrie 1973, Lam-Sanchez & Veloso 1974, Gilioli et al. 1979, Herbert & Litchfield 1982, Rosolem et al. 1983). Modificações nos rendimentos têm sido constatadas, todavia, em função das variações na densidade de plantas, em virtude das diferenças de cultivares (Vernetti Júnior & Vernetti 1983) ou da época de semeadura (Queiroz 1975).

Levando em consideração esta controvérsia encontrada na literatura e em continuidade aos trabalhos anteriores (Nakagawa et al. 1983, 1984, Rosolem et al. 1983, Uematsu & Nakagawa 1983), é que o presente estudo foi levado a efeito com o intuito de verificar os efeitos das densidades de plantas, em três cultivares de soja de ciclos diferentes, semeadas em duas épocas. No presente trabalho foram analisados os efeitos nas características da planta procurando relacioná-las com a produção de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido, em condições de campo, em solo classificado como Terra Roxa Estruturada distrófica, textura argilosa (Carvalho et al. 1983), localizado na Estação Experimental Lageado (EEL) pertencente ao Campus de Botucatu, UNESP, situada no município de Botucatu, SP, com latitude 22°51'S. Baseando-se nos dados climáticos fornecidos pelo Posto Meteorológico da EEL, foi realizado o balanço hídrico correspondente ao período do trabalho, conforme Thornthwaite & Matter (1955).

O trabalho constituiu-se de quatro experimentos, dois em 1982/83, semeados em 23.11.82 (Experimento I) e 13.12.82 (Experimento II) e dois em 1983/84, semeados em 23.11.83 (Experimento III) e 15.12.83 (Experimento IV).

Em cada experimento foram estudadas três cultivares: IAC-Foscarin-31, IAC-8 e IAC-9, respectivamente de ciclos precoce, médio e semi-tardio (Miranda et al. 1982), e três densidades: dez, 20 e 30 plantas por metro linear, dispostas em esquema fatorial 3 x 3, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Para todos os tratamentos, o espaçamento entrelinhas foi comum e igual a 0,6 m.

As parcelas constaram de cinco linhas de cinco metros de comprimento, cada. Na colheita foi desprezado 0,5 m de cada extremidade das três linhas centrais, bem como as duas linhas externas como bordaduras.

Baseando-se nos resultados da análise química de solo, foram aplicados calcário dolomítico nas doses de 2,0 e 2,5 t/ha, respectivamente, nos anos de 1982/83 e 1983/84, com cerca de dois meses de antecedência à semeadura. No sulco da semeadura foram aplicados 60 kg/ha de P₂O₅ e 30 kg/ha de K₂O, nas formas, respectivamente, de superfosfato simples e cloreto de potássio, nos dois anos.

A semeadura foi realizada, usando-se um número de sementes duas vezes superior ao das densidades de plantas desejadas, sendo estas alcançadas através do desbaste.

Os controles das plantas daninhas e das pragas foram feitos seguindo-se as recomendações para a cultura.

Os estádios de desenvolvimento da planta, com ênfase na fase reprodutiva foram acompanhados, baseando-se em Fehr et al. (1971).

As colheitas foram realizadas, para as três cultivares, em 29.04.83, no Experimento I; em 29.04.83 para 'IAC-Foscarin-31', em 16.05.83 para 'IAC-8' e 'IAC-9', no Experimento II; em 10.04.84 para 'IAC-Foscarin-31', em 07.05.84 para 'IAC-8', em 10.05.84 para 'IAC-9', no Experimento III; em 23.04.84 para 'IAC-Foscarin-31', em 07.05.84 para 'IAC-8' e em 10.05.84 para 'IAC-9', no Experimento IV. Por ocasião da colheita procedeu-se à contagem das plantas sobreviventes na área útil da parcela.

Em dez plantas por parcela, após colhidas, foram determinados: altura da planta, altura de inserção da primeira vagem; diâmetro da haste na região do colo, número de ramos por planta, número de vagens chochas e granadas por planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta e peso da matéria seca da planta sem as vagens, aqui consideradas peso da planta. Com estes dados foram calculados os valores para número total de vagens por planta, percentagem de vagens granadas, número de sementes por vagem granada e peso de 100 sementes. A produção de sementes (kg/ha) foi obtida a partir da produção colhida por parcela.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente de acordo com as recomendações encontradas em Pimentel-Gomes (1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quatro experimentos, constatou-se que os diferentes números de plantas na linha não afetaram nem o momento de ocorrência nem a duração dos estádios de desenvolvimento, observados em maior detalhe, quais sejam: início de florescimento (R_1), formação de vagem (R_4), formação de sementes (R_5), maturidade fisiológica (R_7) e maturidade morfológica (R_8) (Fehr et al. 1971). À semelhança destes resultados, outros pesquisadores (Lam-Sanchez & Veloso 1974, Gilioli et al. 1979) também não verificaram efeito da densidade de plantas na floração e maturação destas.

Para as três cultivares, nos dois anos agrícolas, com o atraso da semeadura, houve uma diminuição do ciclo cultural, bem como da duração de alguns estádios de desenvolvimento (Fig. 1), concordando com o observado em outros trabalhos (Lam-Sanchez & Yuyama 1979, Nakagawa et al. 1983). Verificou-se ainda o efeito do ano (diferenças de condições climáticas) no comportamento das cultivares, para as mesmas épocas de semeadura.

No Experimento I (semeadura em novembro), verificou-se que, nas três cultivares, a densidade de plantas afetou de forma semelhante os parâmetros analisados, exceção feita à altura de inserção da primeira vagem (Tabelas 1, 2). Assim, na menor densidade (9,7 plantas/m na colheita), foram obtidas plantas de menor porte mas apresentando maior diâmetro da haste na região do colo, maior número de ramos e maior número de vagens por planta, que resultaram em plantas com maiores pesos de matéria seca e de sementes (Tabelas 1, 2). Em contraposição, na densidade maior (29,5 plantas/m na colheita), em função da maior competição entre as plantas, ocorreu o contrário. A altura de inserção da primeira vagem foi afetada pelas densidades nas cultivares IAC-Foscarin-31 e IAC-8, tendo-se valores menores na densidade de dez plantas (Tabela 1).

Apesar de a produção por planta ter sido diferente nas três densidades de plantas, verificou-se que a produção por área de sementes (kg/ha) não foi afetada. Tal fato é justificado pela compensação da produção ocorrida em função das diferenças de população de plantas (Tabela 2).

A 'IAC-Foscarin-31', entre as cultivares, neste

Experimento, caracterizou-se pela menor altura de planta, menor diâmetro da haste, menor número de ramos, menor número de vagens por planta, menor percentagem de vagens granadas, que resultaram em menor peso da planta e menores pesos de sementes por planta e por área (kg/ha) (Tabelas 1, 2). Esta situação seria em parte explicada, considerando tratar-se da cultivar mais precoce (Fig. 1). Todavia, deve-se salientar que esta cultivar apresentou, neste experimento, maior número de sementes por vagem e maior peso de 100 sementes em relação à 'IAC-9' (Tabela 2).

O Experimento II (Tabelas 3, 4, 5), com semeadura em dezembro diferindo da época anterior (Experimento I), apresentou efeito da interação densidade de plantas e cultivares para uma série de parâmetros avaliados, todavia constatou-se que as tendências de efeitos da densidade de plantas, mesmo nestes parâmetros, foram semelhantes para as três cultivares.

A altura das plantas não foi afetada significativamente pela densidade de plantas, porém outras características foram afetadas (Tabela 3). Assim, o diâmetro da haste na região do colo e o número de vagens por planta, para as três cultivares, apresentaram diferenças significativas entre as densidades, como resultante da diferença de competição entre plantas (Tabela 3), à semelhança do Experimento I. A altura de inserção da primeira vagem (Tabela 4), na 'IAC-Foscarin-31', foi maior na densidade maior, enquanto para 'IAC-8', foi maior na densidade intermediária; já para 'IAC-9' não foram observadas diferenças, como no experimento anterior (Tabela 1). O número de ramos por planta apresentou tendência de aumentar com a diminuição do número de plantas, todavia, as diferenças significativas entre densidades variaram entre cultivares (Tabela 4), tendo sido a 'IAC-9' a mais afetada.

O peso de sementes por planta, neste experimento (II), para 'IAC-Foscarin-31' e 'IAC-8' foi maior na densidade de dez plantas em relação às demais, enquanto na 'IAC-9' houve diferença entre as três densidades (Tabela 5). Com relação ao peso da planta (Tabela 5), a 'IAC-Foscarin-31' não foi afetada, enquanto 'IAC-8' e 'IAC-9' apresentaram diferenças entre a menor densidade e as demais.

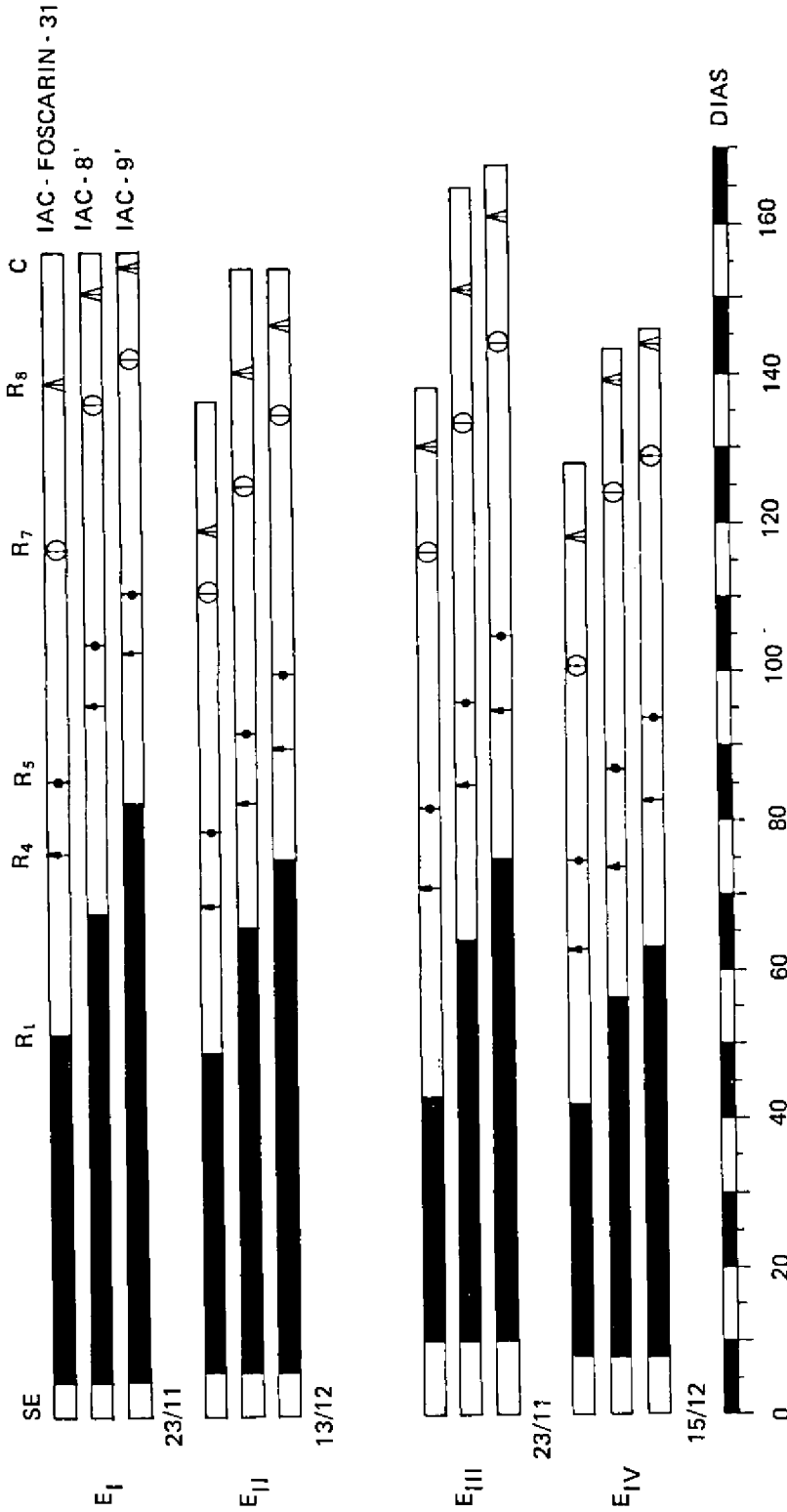


FIG. 1. Duração dos ciclos e dos estádios de desenvolvimento das plantas de três cultivares de soja dos experimentos E_I (semeadura = 23.11.82); E_{II} (semeadura = 13.12.82); E_{III} (semeadura = 23.11.83); E_{IV} (semeadura = 15.12.83). (S = semeadura; E = emergência de plântulas; C = colheita; R_I, R₄, R₅, R₇, R₈, estádios reprodutivos segundo (Fehr et al. 1971).

TABELA 1. Dados médios da altura da planta, da altura de inserção da primeira vagem, do diâmetro da haste na região do colo, do número de ramos por planta e do número de vagens por planta, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em final de novembro (Experimento I), ano 1982/83.

Tratamentos	Altura da planta	Altura da primeira vagem			Diâmetro da haste	Ramos por planta	Vagens por planta
		Cultivares					
		IAC-Foscarin-31	IAC-8	IAC-9			
	cm		cm		mm	n.º	n.º
Densidade (plantas/m)							
10	71,3 b ¹	18,8 ^A b	22,0 ^A b	22,0 ^A a	8,5 a	6,0 a	54,2 a
20	75,2 ob	25,1 ^A a	25,8 ^A a	23,5 ^A a	6,7 b	4,0 b	32,3 b
30	76,9 a	28,5 ^A a	28,2 ^{AB} a	24,7 ^B a	5,8 c	2,8 c	23,7 c
Cultivares							
IAC-Foscarin-31	64,1 B	-	-	-	6,4 B	3,3 B	29,8 B
IAC-8	77,8 A	-	-	-	7,3 A	3,4 B	37,6 A
IAC-9	81,5 A	-	-	-	7,2 A	6,0 A	42,8 A

¹ Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidade e maiúsculas para cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 2. Dados médios da percentagem de vagens granadas, do número de sementes por vagem granada, do peso de 100 sementes, do peso de sementes por planta, do peso da matéria seca da planta, da produção de sementes e do número de plantas por metro na colheita, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em final de novembro (Experimento I), ano 1982/83.

Tratamentos	Vagens granadas	Sementes por vagem granada	Peso de 100 sementes	Peso de sementes por planta	Peso da planta	Produção de sementes	Plantas/m na colheita
Densidades (plantas/m)	%	n.º	g	g	g	kg/ha	n.º
10	90,0 a ¹	1,8 a	18,08 a	15,87 a	12,92 a	2782 a	9,7 c
20	88,1 a	1,8 a	18,05 a	8,95 b	8,46 b	2821 a	19,7 b
30	90,6 a	1,8 a	17,67 a	6,69 b	6,52 c	2829 a	29,5 a
Cultivares							
IAC-Foscarin-31	82,0 B	1,9 A	19,04 A	8,93 B	6,96 B	2342 B	19,6 A
IAC-8	92,2 A	1,6 C	19,46 A	11,26 A	10,74 A	2975 A	19,3 A
IAC-9	94,2 A	1,8 B	15,30 B	11,32 A	10,20 A	3116 A	20,0 A

¹ Médias na coluna seguidas das mesmas letras (minúsculas entre densidades e maiúsculas entre cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 3. Dados médios da altura da planta, do diâmetro da haste, do número de vagens por planta, da percentagem de vagens granadas, do número de sementes por vagem granada, do peso de 100 sementes e do número de plantas/m na colheita, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em meados de dezembro (Experimento II), ano 1982/83.

Tratamentos	Altura da planta	Diâmetro da haste	Vagens por planta	Vagens granadas	Sementes por vagem granadas	Peso de 100 sementes	Plantas/m na colheita
Densidades (plantas/m)	cm	mm	n.º	%	n.º	g	n.º
10	57,2 a ¹	7,5 a	52,2 a	89,5 a	1,8 a	17,86 a	9,5 c
20	63,1 a	6,2 b	31,8 b	88,0 a	1,8 a	17,98 a	18,1 b
30	60,2 a	5,2 c	22,3 c	90,0 a	1,8 a	17,73 a	27,2 a
Cultivares							
IAC-Foscarin-31	49,7 C	5,5 C	31,9 A	77,9 B	1,8 A	17,76 B	18,0 B
IAC-8	70,7 A	7,0 A	36,3 A	93,8 A	1,8 A	19,29 A	16,3 B
IAC-9	60,1 B	6,4 B	38,1 A	95,9 A	1,8 A	16,53 C	20,5 A

¹ Médias na coluna seguidas das mesmas letras (minúsculas entre densidades e maiúsculas entre cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 4. Dados médios da altura de inserção da primeira vagem e do número de ramos por planta, obtidos em função das variações das densidades de plantas em três cultivares de soja, semeadas em meados de dezembro (Experimento II), ano 1982/83.

Tratamentos	Cultivares		
	IAC-Foscarin-31	IAC-8	IAC-9
Densidades (plantas/m)	Altura da primeira vagem (cm)		
10	12,5 ^B b ¹	19,5 ^A c	18,0 ^A a
20	13,9 ^C ab	26,8 ^A a	19,4 ^B a
30	16,8 ^B a	23,4 ^A b	19,0 ^B a
Densidades (plantas/m)	Ramos por planta (n.º)		
10	2,9 ^C a	4,4 ^B a	7,7 ^A a
20	1,9 ^B ab	2,4 ^B b	4,2 ^A b
30	1,4 ^B b	2,2 ^{AB} b	2,4 ^A c

¹ Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidades e maiúsculas para cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

TABELA 5. Dados médios do peso de sementes por planta, do peso da matéria seca da planta e da produção de sementes, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em meados de dezembro (Experimento II), ano 1982/83.

Tratamentos	Cultivares		
	IAC-Foscarin-31	IAC-8	IAC-9
Densidades (plantas/m)	Peso de sementes por planta (g)		
10	10,82 ^B a ¹	16,94 ^A a	17,01 ^A a
20	6,78 ^B b	10,04 ^A b	10,10 ^A b
30	5,59 ^A b	7,44 ^A b	5,83 ^A c
Densidades (plantas/m)	Peso da planta (g)		
10	4,82 ^C a	12,35 ^A a	9,49 ^B a
20	3,88 ^B a	8,19 ^A b	6,14 ^{AB} b
30	2,88 ^A a	6,11 ^A b	3,88 ^{AB} b
Densidades (plantas/m)	Produção de sementes (kg/ha)		
10	1827 ^C b	2395 ^B a	2764 ^A a
20	2212 ^B a	2650 ^A a	2890 ^A a
30	2570 ^A a	2662 ^A a	2780 ^A a

¹ Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidades e maiúsculas entre cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A 'IAC-Foscarin-31' foi a única cultivar que teve a produção de sementes (kg/ha) afetada pelas densidades, apresentando menor valor na densidade de dez plantas. Isto mostra que, neste experimento, a maior produção de sementes por planta, apresentada por esta cultivar naquela densidade, não foi suficiente para compensar a produção por área (Tabela 5), provavelmente pelo efeito da época de semeadura no seu desenvolvimento (Fig. 1), com reflexos nos componentes de produção.

No Experimento II, a cultivar IAC-Foscarin-31, comparada às demais, caracterizou-se por apresentar menor altura de planta, menor diâmetro da haste na região do colo, menor percentagem de vagens granadas, menor peso de 100 sementes (Tabela 3), menor altura de inserção da primeira vagem, menor número de ramos por planta (Tabela 4), resultando em menores pesos de sementes por planta e peso da planta, bem como menor rendimento por área (kg/ha), notoriamente nas duas menores densidades (Tabela 5).

Analisando-se o desenvolvimento da planta nas duas épocas de semeadura de 1982/83, constatou-se que na semeadura mais tardia, por ter havido diminuição do ciclo cultural (Fig. 1), apresentou reflexos na maioria das características analisadas, mormente na 'IAC-Foscarin-31', de ciclo curto. Tal situação tem sido relatada na literatura (Nakagawa et al. 1983), como resultado do efeito do fotoperíodo, às vezes aliado à ação de baixas temperaturas ou à falta de umidade do solo, ao final do ciclo das plantas, quando cultivadas em épocas tardias.

No Experimento III (Tabelas 6, 7), com semeadura em novembro, constatou-se que as três cultivares, exceção feita à altura da primeira vagem, diâmetro da haste na região do colo e peso da planta, sofreram efeitos semelhantes das densidades de plantas, nas características estudadas. Desta maneira, na menor densidade (9,2 plantas/m na colheita), as plantas apresentaram menor altura, maior diâmetro da haste na região do colo, maior número de ramos, maior número de vagens, maior número de sementes por vagem granada, sementes de peso menor e maior produção de sementes por planta para as três cultivares (Tabelas 6, 7). Estas características para as outras duas densidades não

diferiram entre si, indicando que a concorrência nestas atuou de forma semelhante. A altura de inserção da primeira vagem foi maior na densidade intermediária para as cultivares IAC-8 e IAC-9, mas não diferiu na 'IAC-Foscarin-31' (Tabela 7). O peso da planta não foi afetado pelas densidades na 'IAC-Foscarin-31', mas as plantas da 'IAC-8' e 'IAC-9' foram mais pesadas na densidade menor (Tabela 7), enquanto nas demais densidades não diferiram, à semelhança do Experimento II (Tabela 5).

Apesar destas modificações provocadas pela diferença de população nas características da planta das três cultivares, o rendimento por área (kg/ha) não foi afetado (Tabela 6), à semelhança do Experimento I, conduzido no ano anterior em mesma época de semeadura.

'IAC-Foscarin-31' e 'IAC-8' apresentaram plantas com menor altura, menor número de ramos, menor número de sementes por vagem granada em relação à 'IAC-9'. Todavia, a 'IAC-Foscarin-31' apresentou o maior peso de 100 sementes e a maior produção de sementes por planta, que resultaram em maior rendimento por área (kg/ha) (Tabela 6). Comparando-se estes resultados da produção (kg/ha) com o do Experimento I (Tabela 2), levado a efeito na mesma época, constatou-se que naquele a 'IAC-Foscarin-31' foi a menos produtiva. Estas diferenças podem ser explicadas, em parte, em função da diferença do número médio de plantas na colheita e do peso de sementes por planta apresentadas pelas cultivares nos dois experimentos (Tabelas 2, 6) e também pelo efeito do ano (condições climáticas) no desenvolvimento da planta (Fig. 1), com reflexos nas características estudadas (Nakagawa et al. 1983).

No Experimento IV, o efeito da interação densidade das plantas e cultivares foi verificado para produção de sementes (kg/ha), à semelhança do Experimento II, levado a efeito na mesma época (Tabela 5), concordando pois com os resultados de Queiroz (1975) e Vernetti Júnior & Vernetti (1983). Nos demais parâmetros estudados os efeitos foram independentes.

A altura da planta (Tabela 8) não foi afetada pela densidade de plantas à semelhança do que ocorreu no Experimento II, com semeadura tam-

TABELA 6. Dados médios da altura da planta, do número de ramos por planta, do número de vagens por planta, da porcentagem de vagens granadas, do número de sementes por vagem granada, do peso de 100 sementes, do peso de sementes por planta, da produção de sementes e do número de plantas por metro na colheita, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em final de novembro (Experimento III), ano 1983/84.

Tratamentos	Altura da planta	Ramos por planta	Vagens por planta	Vagens granadas	Sementes por vagem granada	Peso de 100 sementes	Peso de sementes por planta	Produção de sementes	Plantas/m na colheita
Densidades (Plantas/m)	cm	n.º	n.º	%	n.º	g	g	kg/ha	n.º
10	72,8 b ¹	6,5 a	74,3 a	86,5 a	2,1 a	12,73 b	16,75 a	2748 a	9,2 c
20	75,5 ab	4,1 b	46,0 b	87,0 a	1,9 b	14,07 a	10,18 b	2800 a	17,1 b
30	79,2 a	3,7 b	37,4 b	85,0 a	1,9 b	13,25 ab	7,95 b	2645 a	25,0 a
Cultivares									
IAC-Foscarin-31	72,4 B	4,0 B	52,2 A	84,5 A	1,9 B	15,77 A	13,25 A	2914 A	15,2 B
IAC-8	72,5 B	4,5 B	53,4 A	88,0 A	1,7 B	13,80 B	11,14 AB	2644 B	18,3 A
IAC-9	82,5 A	5,8 A	52,0 A	86,1 A	2,3 A	10,48 C	10,48 B	2635 B	17,7 A

¹ Médias na coluna seguidas das mesmas letras (minúsculas entre densidades e maiúsculas entre cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 7. Dados médios da altura da primeira vagem, do diâmetro da haste e do peso da matéria seca da planta, obtidos em função das variações da densidade das plantas em três cultivares de soja, semeadas em final de novembro (Experimento III), ano 1983/84.

Tratamentos	Cultivares		
	IAC-Foscarin-31	IAC-8	IAC-9
Densidades (plantas/m)			
Altura da primeira vagem (cm)			
10	14,5 ^A a ¹	13,3 ^A b	13,2 ^A ab
20	14,2 ^B a	21,3 ^A a	17,2 ^A a
30	17,0 ^A a	11,9 ^A b	12,0 ^A b
Diâmetro da haste (mm)			
10	7,0 ^B a	8,9 ^A a	8,5 ^A a
20	6,3 ^A ab	6,4 ^A b	6,2 ^A b
30	5,8 ^A b	5,5 ^A b	5,9 ^A b
Peso da planta (g)			
10	10,95 ^B a	19,33 ^A a	18,58 ^A a
20	8,15 ^A a	10,04 ^A b	9,61 ^A b
30	6,90 ^A a	8,48 ^A b	10,09 ^A b

¹ Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidades dentro de cultivares, e maiúsculas para cultivares dentro de densidade) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

bém em dezembro (Tabela 3), enquanto nas demais características, quando houve diferença, ocorreram entre a menor densidade (9,4 plantas/m na colheita) e as demais. Pela menor competição que ocorreu entre as plantas, nesta densidade, obteve-se plantas com menor altura de inserção da primeira vagem, maior diâmetro da haste na região do colo, maior número de ramos por planta, maior número de vagens por planta, que resultaram em plantas com maiores pesos de matéria seca e de sementes (Tabelas 8, 9). A produção (kg/ha) só diferiu para 'IAC-9', na qual a maior densidade originou a menor produção (Tabela 9). Tal resultado deve ter sido em função da concorrência havida entre as plantas, em água, nesta maior densidade, considerando ter sido este um ano em que houve deficiência hídrica no solo (Fig. 2). A 'IAC-9' de ciclo semi-tardio deve ter sentido mais este efeito, à semelhança do que observaram Ro-solem et al. (1983) na 'UFV-1' (semi-tardia) em semeadura de dezembro, em ano de pouca chuva, quando na maior densidade de plantas.

A 'IAC-Foscarin-31' apresentou também neste Experimento IV menor altura de planta, menor altura da primeira vagem, menor diâmetro da haste na região do colo, menor número de ramos por planta, menor porcentagem de vagens granadas

TABELA 8. Dados médios da altura da planta, da altura de inserção da primeira vagem, do diâmetro da haste na região do colo, do número de ramos por planta, do número de vagens por planta, da percentagem de vagens granadas e do número de sementes por vagem granada, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em meados de dezembro (Experimento IV), ano 1983/84.

Tratamentos	Altura da planta	Altura da primeira vagem	Diâmetro da haste	Ramos por planta	Vagens por planta	Vagens granadas	Sementes por vagem granada
Densidades (plantas/m)	cm	cm	mm	n.º	n.º	%	n.º
10	63,2 a ¹	13,4 b	7,4 a	4,9 a	73,7 a	91,8 a	2,0 a
20	67,5 a	17,2 a	5,8 b	2,7 b	41,1 b	92,0 a	1,8 a
30	68,5 a	19,1 a	5,3 b	2,3 b	32,6 b	92,0 a	1,9 a
Cultivares							
IAC-Foscarin-31	62,0 B	15,2 B	5,7 B	2,3 C	46,2 A	84,3 C	1,9 A
IAC-8	68,9 A	18,8 A	6,6 A	3,4 B	49,4 A	93,4 B	1,9 A
IAC-9	68,2 A	15,6 B	6,1 AB	4,3 A	51,9 A	98,0 A	1,9 A

¹ Médias na coluna seguidas das mesmas letras (minúsculas entre densidades e maiúsculas entre cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

TABELA 9. Dados médios do peso de 100 sementes, do peso de sementes por planta, do peso da matéria seca da planta, da produção de semente e do número de plantas por metro na colheita, obtidos em função das variações da densidade de plantas em três cultivares de soja, semeadas em meados de dezembro (Experimento IV), ano 1983/84.

Tratamentos	Peso de 100 sementes	Peso de sementes por planta	Peso da planta	Produção de sementes			Plantas/m na colheita
				Cultivares			
				IAC-Foscarin-31	IAC-8	IAC-9	
Densidades (plantas/m)	g	g	g	kg/ha			n.º
10	13,65 a ¹	17,75 a	11,37 a	2452 ^B a	2864 ^A a	2731 ^{AB} a	9,4 c
20	14,11 a	9,51 b	7,16 b	2552 ^A a	2811 ^A a	2740 ^A a	18,3 b
30	13,18 a	7,41 b	6,09 b	2647 ^{AB} a	2834 ^A a	2410 ^B b	24,9 a
Cultivares							
IAC-Foscarin-31	15,19 A	11,17 A	6,15 B	-	-	-	17,5 AB
IAC-8	14,84 A	12,69 A	9,76 A	-	-	-	17,0 B
IAC-9	10,91 B	10,82 A	8,71 A	-	-	-	18,3 A

¹ Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidades e maiúsculas para cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

(Tabela 8) e menor peso da planta (Tabela 9). Apesar de não haver diferença na produção de sementes por planta, apresentou menor produção por área (kg/ha) na densidade menor (Tabela 9), à semelhança do que ocorreu no Experimento II (Tabela 5), em mesma época de semeadura. Este fato

faz ressaltar que a cultivar IAC-Foscarin-31 em semeadura tardia necessita de uma densidade maior de plantas para se obter boas produções (kg/ha).

Ao se comparar as características das plantas estudadas nos dois experimentos de 1983/84

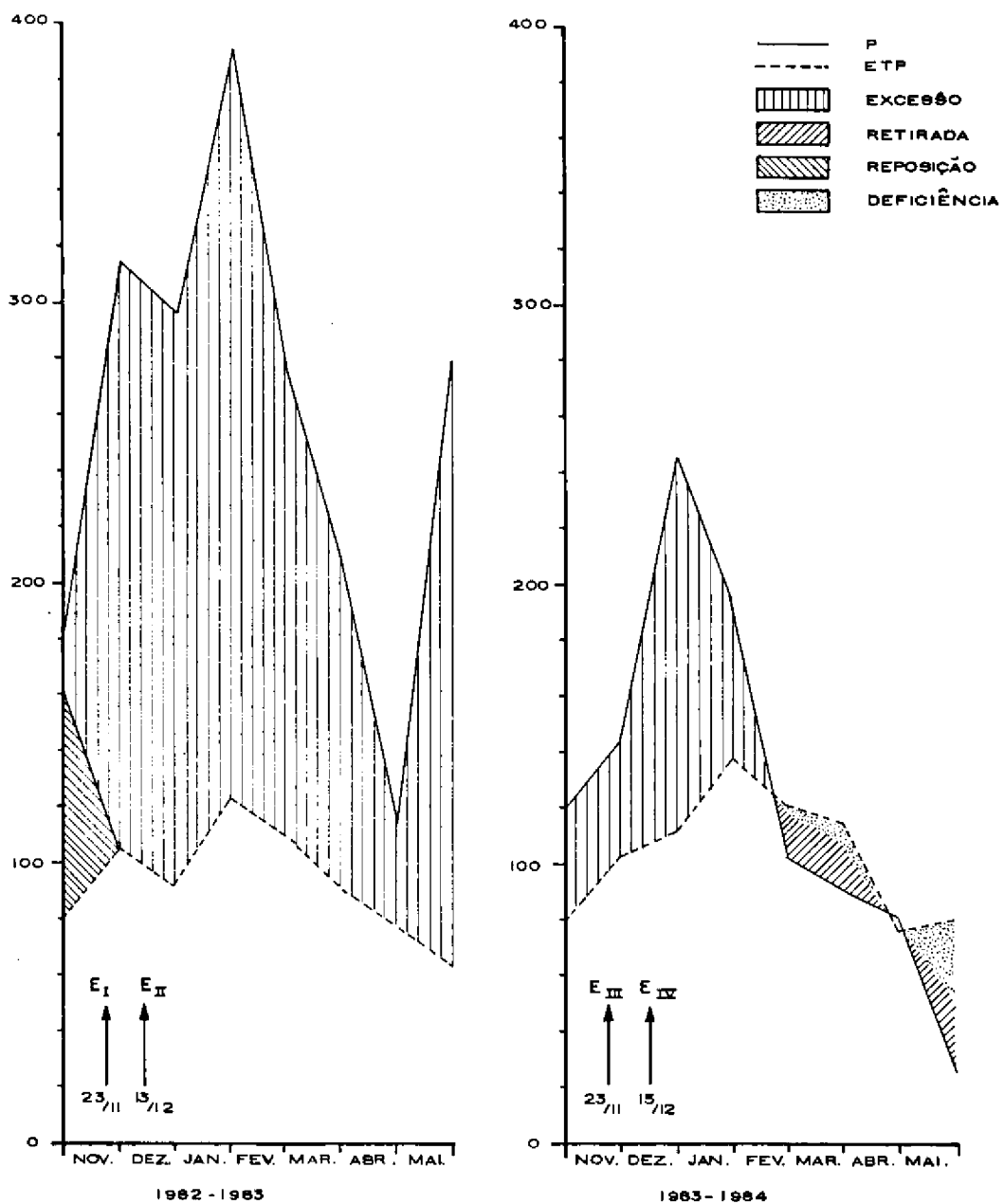


FIG. 2. Balanço hídrico seriado mensal, em mm. Botucatu, SP. (P = precipitação pluvial; ETP = evapotranspiração potencial ↑ = semeaduras dos experimentos E_I, E_{II}, E_{III}, E_{IV}, com as respectivas datas).

(Tabelas 6, 7, 8, 9), foram constatadas diferenças em algumas delas, como resultado do efeito da época de semeadura no ciclo cultural das cultivares (Fig. 1), à semelhança do comentado para o ano agrícola anterior.

Nos quatro experimentos (Tabelas 1 a 9), verificaram-se que os maiores efeitos nas características das plantas, quando constatadas, foram entre a menor densidade (9,2 a 9,7 plantas/m na colheita) e a intermediária (17,1 a 19,7 plantas/m na colheita), do que desta para a maior densidade (24,9 a 29,5 plantas/m na colheita), concordando com os resultados obtidos em outros trabalhos (Queiroz 1975, Rosolem et al. 1983).

Nos dois experimentos, com semeaduras em dezembro, constatou-se que a produção de sementes (kg/ha) (Tabelas 5 e 9) foi alta para as três cultivares, exceção feita a 'IAC-Foscarin-31' na menor densidade no Experimento II, se comparada com os dois trabalhos anteriores feitos em mesma época de semeadura (Nakagawa et al. 1983, Rosolem et al. 1983) ou com as médias de rendimento do Brasil (1749 kg/ha) e do Estado de São Paulo (1920 kg/ha), dos três últimos anos agrícolas (1982/83 a 1984/85) (Instituto de Economia Agrícola 1985). Esta situação mostra o bom potencial destas cultivares, mesmo em semeaduras tardias, incluindo-se a 'IAC-Foscarin-31' de ciclo curto, desde que em densidades maiores de plantas.

CONCLUSÕES

1. Não houve efeito da densidade de plantas na data de ocorrência e/ou duração dos estádios de desenvolvimento das plantas para as três cultivares, entretanto houve efeitos da época de semeadura no comportamento das cultivares.

2. A densidade de dez plantas (9,2 a 9,7 plantas/m na colheita) originou, para as três cultivares, plantas de menor altura (em semeaduras de novembro), de maior diâmetro da haste na região do colo, de maior número de ramos e de maior número de vagens. Como resultado deste comportamento, o peso de sementes e o peso da matéria seca da planta foram maiores neste espaçamento, nas duas épocas de semeadura para as três cultivares.

3. O efeito da densidade de plantas na altura de inserção da primeira vagem variou em função do

ano, da época de semeadura e das cultivares.

4. Para as duas épocas de semeadura e para as três cultivares, o número de vagens por planta foi, dentre os componentes da produção, o mais afetado pelas variações da densidade de planta, enquanto a percentagem de vagens granadas, número de sementes por vagem granada e o peso de 100 sementes foram pouco influenciados.

5. A produção de sementes (kg/ha) das três cultivares não foi afetada pelas densidades de plantas nas semeaduras de novembro. Em semeaduras de dezembro, 'IAC-Foscarin-31' apresentou em um experimento menor produção na menor densidade, e, em outro experimento, 'IAC-9' a menor produção na maior densidade.

6. 'IAC-Foscarin-31', de ciclo precoce, foi a que mais se diferenciou entre as cultivares, inclusive em termos de produção de sementes, com tendência para a pior performance nas densidades menores, principalmente em semeaduras de dezembro.

REFERÊNCIAS

- CARTTER, J.L. & HARTWIG, E.E. The management of soybeans. In: NORMAN, A.G., ed. The soybean. New York, Academic, 1967. p. 162-221.
- CARVALHO, W.A.; ESPINDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado. Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, 1983. 95p. (Boletim técnico, 1)
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.*, 11:929-31, 1971.
- GILIOLI, J.L.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; ALMEIDA, L.A. Efeitos da interação de densidade de semeadura e adubação fosfatada sobre algumas características agrônomicas da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. Anais. Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1979. v.1, p.39-51.
- HERBERT, S.J. & LITCHFIELD, G.V. Partitioning soybean seed yield components. *Crop Sci.*, 22: 1074-9, 1982.
- HICKS, D.R.; PENDLETON, J.W.; BERNARD, R.L.; JOHNSTON, T.J. Response of soybean plant types to planting patterns. *Agron. J.*, 61:290-3, 1969.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, São Paulo, SP. Mercado de produtos; oleaginosas, soja e amendoim. *Prognóstico Reg. Cent. S.*, 12:134-46, 1985.
- LAM-SANCHEZ, A. & VELOSO, E.J. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio, sobre várias características agrônomicas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) variedade Viçoja, em Jaboticabal, SP. *Científica*, 2(2):137-47, 1974.

- LAM-SANCHEZ, A. & YUYAMA, K. Época de plantio na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares Santa Rosa e Viçõja em Jaboticabal-SP. *Científica*, 7(2):225-34, 1979.
- MIRANDA, M.A.C.; MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A. Melhoramento da soja no Estado de São Paulo. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. *A soja no Brasil Central*. 2.ed. rev. ampl. Campinas, 1982. p.74-112.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Efeito da época de semeadura na qualidade de sementes de três cultivares de soja em Botucatu, SP. *R. bras. Sem.*, 6(1):25-38, 1984.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura da soja. I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. *Pesq. agropec. bras.*, 18(11):1187-98, 1983.
- PANDEY, J.P. & TORRIE, J.H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.*, 13(5):505-7, 1973.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba, ESALQ, 1966. 404p.
- QUEIROZ, E.F. Efeito da época de plantio e população sobre o rendimento e outras características agrônômicas de quatro cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Porto Alegre, UFRGS, 1975. 129p. Tese Mestrado.
- ROSOLEM, C.A.; SILVÉRIO, J.C.O.; NAKAGAWA, J. Densidade de plantas na cultura da soja. *Pesq. agropec. bras.*, 18(9):977-84, 1983.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATTER, J.R. *The water balance*. Centerton, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in climatology, 1)
- UEMATSU, L.M. & NAKAGAWA, J. Efeito da época de semeadura e da densidade de plantas na qualidade das sementes de diferentes tamanhos de soja. *Científica*, 11(2):211-8, 1983.
- VERNETTI JÚNIOR, F. de J. & VERNETTI, F. de J. Resposta de três cultivares de soja a três espaçamentos e três densidades de semeadura, em Pelotas, RS. *Pesq. agropec. bras.*, 18(5):519-26, 1983.