

- NEETESON, J.J.; GREENWOOD, D.J.; HABETS, J.M.H. Dependence of soil mineral N on fertilizer application. *Plant and Soil*, v. 91, p. 417-420, 1986.
- NEETESON, J.J.; ZWETSLOOT, H.J.C. An analysis of the response of sugar beet and potatoes to fertilizer nitrogen and soil mineral nitrogen. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v. 37, p. 129-141, 1989.
- SARRO, M.J.; CADAHIA, C.; CARPENA O. Balance iónico en savia como índice de nutrición del tomate. Nueva metodología analítica aplicable "in situ". *Anales de Edafología e Agrobiología*, v. 44, n. 5/6, p. 799-812, 1985.
- SARRO, M.J.; CADAHIA, C.; CARPENA O. Evolutionary nutrient balances as indexes in the diagnosis of nutrition in tomato cultivation (*Lycopersicon esculentum* Mill), cvs. Marglobe and Super-Roma. *Agrochimica*, v. 31, n. 1/2, p. 54-64, 1987.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confeção e avaliação de péletes de sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151 - 158, novembro 1998.

Confeção e avaliação de péletes de sementes de alface.¹

João Bosco C. da Silva²; João Nakagawa³

²Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, CEP 70.359-970 Brasília – DF; ³UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas. C. Postal 237, CEP 18.603-970 Botucatu – SP.

RESUMO

Para este trabalho, os péletes foram confeccionados em betoneiras, onde as sementes rolam umas sobre as outras, recebendo aos poucos e alternadamente os ingredientes de enchimento e cimentante, até atingirem o tamanho desejado, sendo então secados e classificados. Foram confeccionados péletes de semente de alface com areia fina, areia grossa, calcário fino e calcário grosso, utilizando como cimentante, bentonita diluída em água a 7,5% ou cola à base de acetato de polivinila (PVA) a 30%. Parte dos péletes recebeu acabamento com calcário calcítico mais cola à base de PVA. Os péletes pequenos, confeccionados com areia fina ou com a mistura de areia e calcário, com ou sem acabamento, apresentaram os melhores resultados, não diferindo da germinação e da velocidade de crescimento de plântulas obtidas de sementes nuas. A utilização de calcário prejudicou o crescimento das plântulas e o prejuízo foi mais acentuado para os péletes grandes. Os péletes confeccionados com calcário e cola à base de PVA foram os mais resistentes ao esmagamento e os péletes confeccionados com areia, utilizando bentonita como cimentante, os de menor resistência. A cola à base de PVA atuou como cimentante mais forte que a bentonita e a aplicação da camada de acabamento com cola à base de PVA aumentou a firmeza dos péletes. Os péletes confeccionados com areia apresentaram maior velocidade de dissolução, mas todos os péletes testados se dissolveram em menos de um minuto. Todos eles apresentaram baixo grau de umidade (média de 0,45%) e baixa higroscopicidade (cerca de 0,6%).

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, peletização, higroscopicidade, resistência.

ABSTRACT

Production and testing of lettuce seed pellets.

In this work, pellets were produced in a small concrete mixer-like machine (pan), where seeds rolled over one another, receiving gradually and alternately coating (stuffing) and cement (adhesive) ingredients, until they reached the required size. Seeds were then dried and classified. Lettuce seeds were pelleted with fine sand, coarse sand, fine lime or coarse lime, using bentonite diluted in water at 7,5%, or polyvinyl acetate glue (PVA) at 30%, as cement. A portion of these pellets were covered with a thin layer of lime plus PVA. The small pellets made of fine sand plus lime with or without the fine finish cover presented the best results. Rates of germination and seedling development were similar to those obtained with bare seeds. Lime usage delayed seedling growth, being more pronounced on larger pellets. Using lime plus PVA glue resulted in the most physical resistance, whereas the use of sand plus bentonite, resulted in the least resistance; fine finish enhanced the pellet resistance. Pellets with PVA glue were more resistant than those with bentonite. Coats of sand were most quickly dissolved, although pellets tested dissolved in less than one minute. The water content in each type of pellet was less than 0.45%, with low hygroscopicity (less than 0.6%).

Keywords: *Lactuca sativa*, coat, pelleting, resistance, hygroscopicity.

(Aceito para publicação em 28 de agosto de 1998)

Os péletes de semente são confeccionados basicamente com um material seco, não solúvel, inerte e de granulometria fina, denominado de enchimento, e um cimentante que deve ser um adesivo não fitotóxico, solúvel em água e de reidratação rápida.

A camada de peletização é relativamente delgada (menor que 2 mm de espessura) mas é constituída por partículas finas, bem arranjadas e aderidas entre si, formando uma capa intimamente aderida à superfície da semente. Esta constituição implica em se ter o míni-

mo de porosidade e o máximo de força de retenção da água, dificultando a sua drenagem e, conseqüentemente, restringindo a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pélete, causando o retardamento na germinação (Sachs *et al.*, 1982; Tonkin, 1984).

¹ Parte do trabalho para elaboração de tese de doutorado em Agronomia, área de concentração em Horticultura, pela Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu - SP.

Os péletes são geralmente confeccionados em um equipamento tipo betoneira, onde as sementes sofrem inúmeras rotações em torno de seus próprios eixos, com tendência a rolar umas sobre as outras, e recebem aos poucos os ingredientes, que aderem à superfície das sementes em camadas sucessivas, até o tamanho desejado e o formato esférico serem atingidos (Longden, 1975). Neste processo, as partículas sólidas sofrem compactação e arranjo, que provavelmente reduzem ao mínimo os espaços entre elas.

O processamento é geralmente feito em betoneiras com baixa rotação (25 a 30 rpm) (Sharples, 1981) e a massa de semente ou péletes-semente deve rolar continuamente sobre si, recebendo aos poucos os ingredientes (Longden, 1975; Sharples, 1981; Scott, 1989). Desta forma, embora o processamento seja relativamente demorado, o atrito e as quedas sofridas pelas sementes não devem causar danos mecânicos.

Em princípio, o material de enchimento deve constituir-se de partículas grossas e uniformes, visando formar poros grandes. Ocorre entretanto, grande limitação na granulometria do material de enchimento, porque as partículas não podem rolar livres (não aderidas às sementes), pois se isso acontecer, elas aderem entre si, formando péletes vazios (sem sementes). Utilizando-se partículas grandes ocorre também maior dificuldade para promover a sua adesão à superfície das sementes, em razão de seu peso e o maior atrito com a massa em movimento. Para promover a adesão de partículas relativamente grandes é necessário utilizar maior quantidade de adesivo, o que pode favorecer a adesão entre sementes, causando a formação de péletes com mais de uma semente, o que é indesejável.

À medida que os péletes vão se formando, aumenta-se a superfície de contato e o peso, permitindo então o uso de material mais grosseiro. Mas, na fase de acabamento, é necessário utilizar novamente materiais mais finos, para se obter uma superfície lisa e uniforme. Há portanto, necessidade de estabelecer as granulometrias mais adequadas e a proporção dos ingredientes para cada fase e, cabe ao operador desenvolver a habi-

lidade de identificar o momento da aplicação dos ingredientes. As informações contidas nestes dois parágrafos serão observações feitas durante a realização de trabalhos anteriores (Silva & Márton, 1992; Silva *et al.*, 1992; 1993a; 1993b).

O objetivo deste trabalho foi confeccionar péletes utilizando os materiais selecionados a partir das metodologias descritas por Silva & Nakagawa (1998a; 1998b), e avaliar o desempenho das sementes peletizadas e a qualidade dos péletes.

MATERIAL E MÉTODOS

Equipamentos e peletização – Nos catálogos de firmas nacionais e estrangeiras fornecedoras de equipamentos para laboratórios não se encontram equipamentos para confecção de péletes de sementes à nível laboratorial. Desenvolveu-se então uma pequena betoneira com bojo de fundo arredondado, de material plástico, com 38 cm de diâmetro maior, 30 cm de diâmetro de boca e 29 cm de profundidade, acionada por manivela com dez centímetros de raio, colocada ao lado do bojo, sendo os dois eixos interligados por corrente e polia dentada. O conjunto foi montado em um cavalete de metal dotado de ajustes para altura e para inclinação dos eixos (da betoneira e da manivela).

Ao final do processo de peletização fez-se a secagem em estufa e a classificação em peneira de crivos redondos, considerando como péletes pequenos os retidos entre as peneiras 2,5/64 e 7,5/64 de polegada, e péletes grandes os retidos entre as peneiras 7,5/64 e 9,5/64 de polegada. Os péletes com diâmetros menores que 2,5/64 de polegada foram descartados.

Ensaio 1 - Confeção de péletes e testes de germinação e emergência – Foram confeccionados cinco tipos de péletes com sementes de alfaca do tipo mimosa, cultivar Salad Bowl com os materiais: 1) areia fina (grânulos menores que 250 μ m); 2) areia grossa (grânulos de 250 a 300 μ m); 3) calcário dolomítico fino (grânulos menores que 125 μ m); 4) calcário grosso (grânulos de 125 a 250 μ m); 5) pélete com núcleo de calcário fino, constituindo 10% da massa total de ingredientes sólidos,

terminado com areia grossa. Parte de cada tipo de pélete recebeu acabamento com calcário calcítico e cola à base de PVA, diluída em água, na concentração de 30% (v/v).

Todos os péletes foram confeccionados na betoneira motorizada à rotação de 25 rpm, utilizando 50 g de sementes e 500 ml da suspensão em água de bentonita da marca Volclay, na proporção de 7,5% p/v. Terminado o processo, os péletes foram secados em estufa a 38 – 40°C, por 24 horas.

A peletização de semente com a formação do núcleo de calcário fino, citado anteriormente, foi a opção utilizada para facilitar a confecção de péletes com areia grossa, porque, ao colocar areia e sementes de alfaca na betoneira, a proximidade de peso entre as partículas (areia e semente) fazia com que os grãos de areia rolassem da mesma maneira que as sementes. Assim, ocorria, indistintamente, a agregação entre partículas, formando grande quantidade de resíduos que formariam péletes vazios.

Parte das sementes foi despeletizada, obtendo-se o tratamento testemunha, e sementes nuas (que não passaram pelo processo de umedecimento, atrito e secagem) que constituíram a testemunha geral. As sementes da testemunha e testemunha geral foram semeadas sobre duas folhas de papel-substrato tipo germitest (Brasil, 1992).

Foram conduzidos testes de germinação utilizando-se câmara para germinação regulada à temperatura de 20°C e com luz, gerbox com substrato de papel, sendo uma folha de papel tipo germitest e outra de papel de filtro plissado, umedecido com um volume de água destilada correspondente a 2,2 vezes a massa (g) do substrato (Brasil, 1992). O papel plissado tinha dez centímetros de largura e doze dobras de aproximadamente sete milímetros. O volume de água aplicado em cada gerbox foi determinado pela média de duas pesagens de dez conjuntos de substrato.

As sementes peletizadas foram testadas em substrato composto industrial de marca Plantagro, utilizando-se bandejas de isopor com 128 células e 6 cm de altura, com semeadura à profundidade de um centímetro. Após o enchimento das bandejas com o substrato, foi fei-

ta uma irrigação abundante, aguardou-se duas horas para realização da drenagem do excesso de água, fez-se o coveamento, utilizando um marcador de covas, a semeadura e a cobertura das sementes (péletes) com substrato seco peneirado. Manteve-se o conjunto com pouca umidade no substrato por três dias, fazendo apenas uma ligeira aplicação de água nos horários de maior calor, sempre que se notava a mudança de coloração na superfície do substrato, em função do início da secagem do mesmo. As bandejas foram colocadas em ambiente fechado por tela, coberto com plástico transparente e sombrite, reduzindo em cerca de 50% a incidência de radiação solar. No período, a temperatura média do ambiente foi de 21°C, a média das temperaturas máximas foi de 26°C e a umidade relativa do ar variou de 58 a 80%.

A germinação tanto em gerbox quanto em bandejas foi acompanhada com contagens diárias do número de plântulas que emitiam qualquer estrutura de crescimento. Após quinze dias da semeadura, avaliaram-se as plântulas, classificando-as como normais vigorosas, normais fracas ou anormais. Foram obtidas as massas de matéria fresca e matéria seca das plântulas normais (vigorosas e fracas), utilizando-se estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 24 horas.

Para as plântulas crescidas em germinador, foram consideradas como normais vigorosas aquelas que tinham mais de 2,5 cm de comprimento da parte aérea e de raiz. Plântulas normais fracas eram as que tinham todas as estruturas necessárias para a formação de uma planta normal, mas que apresentavam pequeno crescimento, e plântulas anormais são definidas pelas Regras para Análise de Sementes. Todas as plântulas normais foram lavadas sobre peneira, enxugadas com papel-toalha e submetidas a uma corrente de ar frio durante aproximadamente 30 segundos, pesadas e transferidas para a estufa de secagem.

Para as plântulas crescidas em bandejas, foram consideradas normais vigorosas aquelas que apresentavam pelo menos uma folha definitiva e mais de três centímetros de altura entre a superfície do substrato e a gema apical. Plântulas normais fracas eram as que

tinham todas as estruturas necessárias para a formação de uma planta normal, mas que apresentavam pequeno crescimento, e plântulas anormais eram as que não continham estruturas básicas ou estas se apresentavam com deformações que comprometeriam a formação das plântulas. A parte aérea das plântulas normais foi cortada ao nível do substrato e se obtiveram as massas de matéria fresca e de matéria seca.

Ensaio 2 - Avaliação da resistência dos péletes - Utilizando uma prensa dotada de um anel-de-prova com 10 cm² de superfície interna, mediu-se a força necessária para o esmagamento da amostra de péletes, até atingir as taxas de compressão correspondentes a 10; 15 e 20% do volume das amostras (redução de 2; 3 e 4 mm de altura da camada de amostra), conforme metodologia descrita nos trabalhos de Silva (1997). Foram feitas avaliações em duas amostras de 20 ml dos dez tipos (cinco acabados e cinco sem acabamento) de péletes referidos no ensaio anterior, além dos péletes confeccionados com calcário e cola PVA (20% v/v), com serragem de eucalipto e cola PVA (10% v/v) e com areia com cola PVA (20% v/v).

Para permitir a comparação entre as taxas de compressão, calculou-se o índice de resistência da seguinte forma: dividiu-se o valor da força necessária para atingir cada taxa, pelo volume da camada de pélete esmagado, obtendo-se então três valores de força necessária para comprimir cada 1% do volume da amostra. Multiplicando-se a média desses valores por dez, obteve-se a força média necessária para reduzir em 10% o volume da amostra. Esses cálculos podem ser resumidos na seguinte expressão:

$$I_r_m = \frac{\frac{F_{10}}{5} + \frac{F_{15}}{10} + \frac{F_{20}}{15}}{3} \times 10 \text{ sendo :}$$

I_r_m - Índice médio de resistência

F_{10} , F_{15} e F_{20} - Força necessária para reduzir em 10, 15 e 20% do volume da amostra, respectivamente.

Os dados foram analisados segundo o modelo de experimento inteiramente casualizado e as médias comparadas por contrastes.

Ensaio 3 - Avaliação do tempo para a quebra da resistência dos péletes, quando umedecidos - Cinquenta péletes secos de cada um dos sete tipos de péletes (areia fina + bentonita, areia grossa + bentonita, calcário fino + bentonita, calcário grosso + bentonita, calcário + PVA, areia + calcário + bentonita e serragem + PVA) foram colocados um a um sob a borda de um cilindro metálico com 3,3 cm de diâmetro, pesando 140 g, e umedecidos com água aplicada com conta-gotas. A partir desse momento cronometrou-se o tempo para o desmanche dos péletes.

Os dados foram analisados segundo o delineamento de experimento inteiramente casualizado, com 50 repetições.

Ensaio 4 - Avaliação da higroscopicidade - Os cinco tipos de péletes que tiveram acabamento, conforme descrito anteriormente (ensaio 1) foram embalados em sacos de papel e armazenados em ambiente de laboratório por quinze dias, para uniformização das amostras em relação à umidade. Duas amostras de 50 g foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 38 - 40°C, por 24 horas, sendo a seguir esfriadas em dessecador, pesadas e expostas ao ambiente. Fez-se a pesagem das amostras aos 30 minutos, quatro horas, um, dois, três e quatro dias.

O cálculo da perda ou do ganho de água foi feito pela diferença de massa, dividida pela massa da amostra do material seco (base seca). Porém, para facilitar a interpretação e a exibição dos dados em gráfico, a diferença de massa foi calculada aplicando como primeiro termo, a massa das amostras no instante da pesagem e, como segundo, as suas massas iniciais (úmido). Desta forma, obtiveram-se valores negativos de teor de umidade quando as massas eram inferiores às massas iniciais das amostras e positivos, quando a absorção de água foi maior que a perda de massa durante o processo de secagem.

Ao final do quarto dia, as mesmas amostras foram colocadas em estufa a 105°C, por 24 horas, e após exposição às condições de ambiente do laboratório, tiveram as massas determinadas a cada intervalo de 24 horas, até quatro dias, obtendo-se a higroscopicidade a partir da matéria seca.

Tabela 1. Teste de germinação e de crescimento de plântulas realizados com sementes de alface do tipo mimosa, cultivar Salad Bowl, peletizadas com areia e com calcário dolomítico em duas granulometrias, utilizando-se bentonita como cimentante e cola à base de PVA mais calcário calcítico para acabamento. Botucatu, UNESP, 1996.

Materiais	Granulometria ¹	Tamanho ou tipo ²	Normais %	Vigorosas ³ %	total ⁴ %	Índ. de velocidade ⁵	Massa m. fresca mg/pl	Massa m. seca mg/pl
Areia			88 a	82 a	92 a	79,7 a	17,48 a	0,72 b
Calcário			63 b	56 b	71 b	50,0 b	17,42 a	0,80 a
Areia + calcário			90 a	85 a	93 a	84,8 a	17,63 a	0,73 b
Semente nua			89 a	87 a	95 a	90,1 a	16,61 a	0,72 b
Média ⁶	Fina		76 b	69 b	82 b	64,2 b	17,18 a	0,76 a
	Grossa		75 b	69 b	81 b	65,8 b	17,72 a	0,76 a
	Semente nua		89 a	87 a	95 a	90,1 a	16,61 a	0,72 a
Média		Pequeno	80 b	74 b	84 b	73,4 b	17,24 a	0,70 b
		Grande	78 b	72 b	83 b	65,2 b	18,03 a	0,79 a
		Acabado	77 b	71 b	84 b	68,0 b	17,18 a	0,76 ab
		Sem.nua	89 a	87 a	95 a	90,1 a	16,61 a	0,72 b
Areia	Fina	Pequeno	93 a	87 a	95 a	88,0 a	17,25 a	0,69 a
		Grande	89 a	84 a	91 a	80,2 a	17,42 a	0,72 a
		Acabado	82 a	80 a	89 a	75,0 b	18,20 a	0,76 a
	Grossa	Pequeno	93 a	89 a	95 a	89,4 a	17,57 a	0,76 a
		Grande	90 a	84 a	94 a	76,0 b	17,79 a	0,76 a
		Acabado	80 a	73 a	87 a	69,8 b	16,63 a	0,72 a
Despeletizada			92 a	88 a	96 a	93,6 a	17,08 a	0,69 a
Calcário	Fino	Pequeno	69 b	58 b	74 b	46,9 b	18,05 a	0,83 ab
		Grande	57 c	49 c	67 bc	45,3 b	15,98 a	0,74 ab
		Acabado	64 b	57 b	73 b	48,6 b	16,15 a	0,79 ab
	Grosso	Pequeno	67 b	61 b	72 b	59,3 b	17,46 a	0,69 b
		Grande	55 c	49 c	65 c	41,3 b	19,35 a	0,94 a
		Acabado	67 b	61 b	73 b	58,9 b	17,53 a	0,79 ab
Despeletizada			94 a	93 a	96 a	98,0 a	18,50 a	0,71 ab
Areia + calcário		Pequeno	89 a	83 a	93 a	85,0 a	17,93 a	0,71 a
		Grande	90 a	85 a	91 a	81,7 a	17,55 a	0,73 a
		Acabado	92 a	86 a	95 a	87,6 a	17,41 a	0,74 a
C.V. (%)			13,6	15,5	11,6	21,9	7,1	12,3

^{1/} Areia fina: grânulos < 250 µm; areia grossa: de 250 a 300 µm; calcário fino: <125 µm e calcário grosso: de 125 a 250 µm.

^{2/} Pequeno = peneira de crivo circular de 2½ a 7½; grande = peneira de 7½ a 9½ (medidas em polegada/64).

^{3/} Plântulas com mais de 2,5 cm de comprimento da parte aérea e da raiz.

^{4/} Porcentagem de sementes que iniciaram a germinação.

^{5/} Índice de velocidade de germinação, calculado com a fórmula proposta por Silva & Nakagawa (1995), adotando-se os valores de A=3 e P=100.

^{6/} As médias se referem ao grupo de materiais que foram aplicados em duas granulometrias.

Ensaio 5 – Avaliação do grau de umidade dos péletes e das sementes despeletizadas – Duas amostras de 25 g de péletes tiveram as sementes despeletizadas manualmente, passadas em peneira e em assoprador, obtendo-se cerca de 700 mg de sementes por amostra, que foram colocadas na estufa a 105°C, seguindo as

prescrições da Regras Para Análise de Sementes, RAS (Brasil, 1992), para determinação do grau de umidade.

O grau de umidade dos péletes foi obtido durante a realização do teste de higroscopicidade, considerando-se a primeira pesagem das amostras, após a secagem em estufa a 105°C, por 24 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio 1 - Os péletes de semente de alface confeccionados com areia ou com núcleo de calcário seguido do revestimento de areia, resultaram nos maiores valores de germinação, índice de velocidade e porcentagem de plântulas

Tabela 2. Teste de emergência e de crescimento de plântulas realizados com sementes de alface do tipo mimosa, cultivar Salad Bowl, peletizadas com areia e com calcário dolomítico, em duas granulometrias, utilizando-se bentonita como cimentante e cola à base de PVA mais calcário calcítico para acabamento. Botucatu, UNESP, 1996.

Mate-riais	Granulo-metria ¹	Acabamento	Normais %	Vigorosa ² %	Total ³ %	Índ. de velocidade ⁴	Mat. Fresca mg/pl	Mat. Seca mg/pl
Areia			79 a	68 a	81 a	75,4 a	69,10 a	4,66 a
Calcário			47 b	42 b	49 b	56,4 b	73,72 a	5,10 a
Areia + calcário			78 a	54 b	80 a	81,6 a	65,01 a	4,81 a
Semente nua			72 a	68 a	72 a	85,2 a	95,21 a	6,29 a
Média ⁶	Fina		58 b	51 b	60 b	60,1 c	68,10 a	4,72 a
	Grossa		70 a	65 a	72 a	71,7 b	74,72 a	5,05 a
	Semente nua		72 a	68 a	72 a	85,2 a	95,21 a	6,29 a
Média		c/ acabam.	64 a	54 b	66 a	70,0 b	69,48 a	4,71 a
		s/ acabam.	65 a	53 b	67 a	61,8 b	73,43 a	5,05 a
		sem. nua	72 a	68 a	72 a	85,2 a	95,21 a	6,29 a
Areia	Fina	c/ acabam.	75 a	72 a	77 a	73,2 b	71,39 a	4,67 a
		s/ acabam.	76 a	66 a	78 a	71,8 b	73,09 a	4,90 a
	Grossa	c/ acabam.	83 a	68 a	84 a	81,8 a	75,19 a	4,82 a
		s/.acabam.	84 a	65 a	86 a	74,8 ab	56,74 a	4,25 a
Despeletizada			83 a	82 a	85 a	84,5 a	95,38 a	6,78 a
Calcário	Fino	c/ acabam.	38 c	29 d	40 c	51,4 c	58,71 a	4,61 a
		s/ acabam.	43 c	39 c	46 c	44,2 d	69,22 a	4,69 a
	Grosso	c/ acabam.	61 b	48 b	63 b	73,7 b	72,63 a	4,74 a
		s/ acabam.	54 b	53 b	56 b	56,4 c	94,32 a	6,38 a
Despeletizada			80 a	74 a	81 a	86,0 a	95,03 a	5,80 a
Areia + calcário		c/ acabam.	80 a	61 a	85 a	82,2 a	69,89 a	5,64 a
		s/ acabam.	76 a	48 a	80 a	80,9 a	60,13 a	3,98 a
C.V. (%)			13,6	13,2	12,7	8,9	22,8	20,6

¹/ Areia fina: grânulos < 250 mm; areia grossa: de 250 a 300 mm; calcário fino: <125 mm e calcário grosso: de 125 a 250 mm.

²/ Plântulas com mais de 2,5 cm de comprimento da parte aérea e com pelo menos uma folha definitiva aberta.

³/ Porcentagem de sementes que iniciaram a emergência.

⁴/ Índice de velocidade de emergência, calculado com a fórmula proposta por Silva & Nakagawa (1995), adotando-se os valores de A=3 e P=100.

*/ Os valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si. (teste de contrastes)

consideradas normais e normais vigorosas, não diferindo estatisticamente do comportamento das sementes não peletizadas (Tabela 1).

As sementes peletizadas com calcário, independentemente da granulometria do material e do tamanho dos péletes, apresentaram redução na porcentagem de germinação e porcentagem de plântulas consideradas normais e normais vigorosas. Dentre estes, os péletes de maior diâmetro restringiram ainda mais a germinação e a formação das plântulas.

A adição da camada de acabamento foi também um fator de ligeira redução do desempenho das sementes, não chegando contudo a valores significativos.

O índice de velocidade, que considera o tempo para o surgimento das estruturas das plântulas quanto à expressão do potencial de germinação mostrou-se um parâmetro de grande variabilidade (C.V. = 21,9%). Por isso, diferenças relativamente grandes de valores não foram estatisticamente significativas, indicando tanto pelos valores em si quanto pelo coeficiente de variação que os péletes causaram desuniformidade na fase inicial de crescimento das plântulas.

A superação do obstáculo imposto pela peletização é intimamente relacionada ao vigor das sementes e por isso, pequenas diferenças de vigor contribuem para a desuniformidade da população

inicial de plântulas. Contudo, vencida a barreira, as plântulas se igualam na velocidade de crescimento, formando mudas uniformes em massa de matéria fresca e seca, tanto em condições de laboratório quanto em viveiro de mudas (Tabela 2).

Ao semear os péletes em bandejas, acrescentou-se a barreira imposta pela camada de substrato, causando redução da média geral de desempenho das sementes peletizadas, que tiveram germinação média de 80% (plântulas normais), mas a emergência de 69% das plântulas nas bandejas. Com isso, aumentou-se a desuniformidade das plântulas, avaliada por meio do elevado coeficiente de variação para as determi-

Tabela 3. Resistência de pélete ao esmagamento, em função dos ingredientes utilizados na peletização e da granulometria dos materiais utilizados como enchimento. Botucatu, UNESP, 1996.

Materiais ¹		Granulometria	Acabamento ²	Índice de Resistência ³ (kgf)	
Enchimento	Cimentante				
Areia	Bentonita			12,3	c
Calcário dolomítico	Bentonita			25,5	b
Areia mais calcário	Bentonita			18,7	bc
	Bentonita		com acabam.	26,3	b
	Bentonita		sem acabam.	11,6	c
	Cola PVA ⁴		-	45,2	a
Areia	Bentonita	Fina	com acabam.	17,5	e
			sem acabam.	4,3	f
		Grossa	com acabam.	23,2	d
			sem acabam.	4,4	f
Calcário dolomítico	Bentonita	Fina	com acabam.	32,7	c
			sem acabam.	17,9	e
		Grossa	com acabam.	31,8	c
			sem acabam.	19,8	de
Areia mais calcário	Bentonita	-	com acabam.	31,2	c
		-	sem acabam.	6,1	f
Areia	Cola PVA	-	-	15,8	e
Calcário dolomítico	Cola PVA	-	-	84,8	a
Areia + calcário dol.	Cola PVA	-	-	34,5	c
Serr. de eucalipto	Cola PVA	-	-	45,5	b
C. V. (%)				5,1	

^{1/} Areia fina: grânulos < 250 mm; areia grossa: de 250 a 300 mm; calcário fino: <125 mm; calcário grosso: de 125 a 250 mm e serragem <300 mm.

^{2/} Aplicação de uma camada fina de calcário calcítico com cola à base de PVA a 30%.

^{3/} Força necessária para comprimir 10% do volume da amostra de 20 ml de pélete, utilizando anel-de-prova de 10 cm².

^{4/} Cola à base de acetato de polivinila.

*/ Os valores seguidos pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

nações de peso de material fresco e seco. Entretanto, a redução ocorreu também para as sementes nuas (testemunha) que apresentaram 89% de germinação e 72% de emergência das plântulas. Portanto, a diferença de comportamento entre sementes peletizadas e nuas foi relativamente pequena.

Comparando-se os resultados obtidos com sementes despeletizadas e sementes nuas, observou-se, tanto no teste de germinação, quanto no de emergência em bandejas, que as despeletizadas se comportaram com superioridade. Este comportamento pode relacionar-se a duas hipóteses: a primeira é que ocorreu a pré-germinação das sementes durante as fases de processamento e secagem dos péletes. As sementes e os materiais são umedecidos, na proporção

aproximada de 400 ml de suspensão de cimentante, 900 g de enchimento e 100 g de sementes, para formar 1 kg de péletes secos, necessitando de tempo relativamente longo de secagem. Outra hipótese é que, durante o processo de peletização, as sementes maiores tendem a formar péletes grandes e assim as sementes menores, provavelmente menos vigorosas, tendem a formar péletes refugados no processo de classificação.

A análise de correlação entre os teste de germinação em gerbox e a emergência em substrato, utilizando bandejas de isopor foi alta e significativa para todos os parâmetros (plântulas normais, normais vigorosas, total e índice de velocidade), sendo os índices de correlação superiores a 0,79. No entanto, a média

de germinação de péletes confeccionados com areia foi de 88%, com emergência de 79% quando semeados em substrato, enquanto que os péletes confeccionados com calcário apresentaram, em média, 63% de germinação e 47% de emergência, confirmando que o calcário impôs maior restrição à germinação.

Ensaio 2 - Utilizando como parâmetro, o índice de resistência, verificou-se que os péletes confeccionados com calcário e cola à base de PVA foram os mais resistentes ao esmagamento e que os péletes confeccionados com areia, utilizando bentonita como cimentante e sem aplicação da camada de acabamento, foram os de menor resistência (Tabela 3).

Fazendo-se agrupamentos dos péletes verificou-se que: 1 – o calcário for-

mou péletes mais resistentes que a areia; 2 – que a cola à base de PVA atuou como cimentante mais forte que a bentonita; 3 – que a aplicação da camada de acabamento com cola à base de PVA e calcário calcítico aumentou a firmeza dos péletes; 4 – que a mistura de areia mais calcário formou péletes com resistência intermediária.

A resistência ao esmagamento se relaciona à manutenção da integridade dos péletes durante as operações de beneficiamento, transporte e manuseio. Porém, péletes excessivamente rígidos devem ter solubilidade mais lenta e devem constituir em maior impedimento à germinação.

Os péletes confeccionados com areia e bentonita, sem aplicação do acabamento foram os de menor resistência, mas se esboroavam com facilidade, exigindo maior cuidado no manuseio, enquanto os péletes confeccionados com serragem e cola à base de PVA eram os que se desmanchavam com maior dificuldade, embora os péletes confeccionados com calcário e cola à base de PVA fossem os de maior índice de resistência.

A diferença de comportamento desses materiais se deve às características físicas dos mesmos. A serragem é um material poroso que possui grande afinidade com o adesivo e é material do tipo dúctil, que se caracteriza por experimentar grande deformação antes de se romper. Com isso, formou-se uma estrutura firme e com plasticidade, que não ruiu durante o teste de esmagamento, enquanto a areia e o calcário são grânulos compactos e são do tipo frágil, que se caracterizam pelo rompimento brusco (estalo) da estrutura, sem ocorrer grande deformação.

Os péletes confeccionados com núcleo de calcário (10% do material de enchimento), seguido da aplicação de areia fina ou grossa, utilizando-se bentonita como cimentante e fazendo-se o acabamento com cola à base de PVA, mais calcário calcítico, apresentaram índice de resistência intermediário e não se desmanchavam facilmente com o manuseio. Aliando-se a isso a facilidade de confeccionar os péletes com aplicação do núcleo de calcário (o que pode ser substituído por outro material de alta densidade e com granulometria fina) e a vantagem de ser o calcário calcítico um corante natural, faz com que esta composição seja bastante promissora para a peletização de sementes.

Tabela 4. Tempo de dissolução dos péletes durante o umedecimento. Botucatu, UNESP, 1996.

Tipos de pélete (ingredientes)	tempo para a dissolução (segundos)		
	mínimo	máximo	médio
areia fina + bentonita	2	8	4 a
areia grossa + bentonita	6	80	36 c
calcário fino + bentonita	4	58	21 b
calcário grosso + bentonita	4	31	14 b
calcário + PVA	5	67	20 b
areia + calcário + bentonita	5	80	34 c
C.V. = 59 %			

Os valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %

metria fina) e a vantagem de ser o calcário calcítico um corante natural, faz com que esta composição seja bastante promissora para a peletização de sementes.

É esperada uma correlação negativa entre a resistência física dos péletes e a germinação ou a emergência das plântulas. Mas, durante a fase de germinação, a resistência é totalmente diferente daquela obtida com o pélete seco, pois ocorre a solubilização do cimentante em pouco tempo após a irrigação. Por isso, fazendo-se a análise de correlação entre resistência e a germinação, emergência das plântulas, formação de plântulas consideradas normais e também a velocidade de germinação, obtiveram-se coeficientes de correlação relativamente altos (valores absolutos) mas com baixos níveis de significância, ocorrendo inclusive correlações positivas em alguns casos, quando se fizeram as análises por material.

A partir da análise de correlação percebeu-se um fato não destacado através da análise de variância e testes de comparação de média. O desempenho das plântulas originadas de péletes confeccionados com calcário e com acabamento apresentou, freqüentemente, valores superiores (não significativos) em relação aos péletes também confeccionados com calcário e não acabados (Tabelas 1 e 2), originando neste caso, índices de correlação positiva entre a resistência do pélete e o desempenho das sementes peletizadas, o que não era esperado.

Ensaio 3 - Pode-se considerar que todos os tipos de péletes se dissolveram instantaneamente (Tabela 4), pois o tempo máximo decorrido para a dissolução

foi cerca de um minuto. Portanto, as diferenças obtidas, mesmo que significativas do ponto de vista teórico, não tem importância prática, principalmente se for levado em conta que a intensidade da força de ligação entre as partículas após o umedecimento não foi avaliada, pois os péletes foram colocados secos sob os cilindros metálicos e medido apenas o tempo para a sua dissolução.

Os péletes confeccionados com serragem mais PVA se comportaram como material dúctil e portanto, não foi possível perceber o momento em que se iniciava a sua deformação, pois ao contrário dos materiais frágeis, não ocorreu a ruptura brusca das estruturas dos péletes.

Ensaio 4 e 5 - Os péletes utilizados nos testes anteriores, embalados em sacos de polietileno e armazenados em ambiente de laboratório, apresentaram grau médio de umidade de 0,61%, indicando que os materiais utilizados na peletização não retiveram umidade e que o processo de secagem a 38 – 40°C por 24 horas foi suficiente para retirar toda a água aplicada durante o processo de peletização.

As sementes despeletizadas apresentaram 6,7% de umidade (6,3 a 7,1%), indicando que o processo de secagem foi suficiente para colocá-las ao grau de umidade adequado para o armazenamento em embalagem impermeável, de conformidade com os estudos realizados por Harrington & Douglas (1970), citados por Carvalho & Nakagawa (1983).

No processo de despeletização, utilizaram-se peneiras e assoprador para remover os resíduos dos péletes mas algumas partículas não puderam ser re-

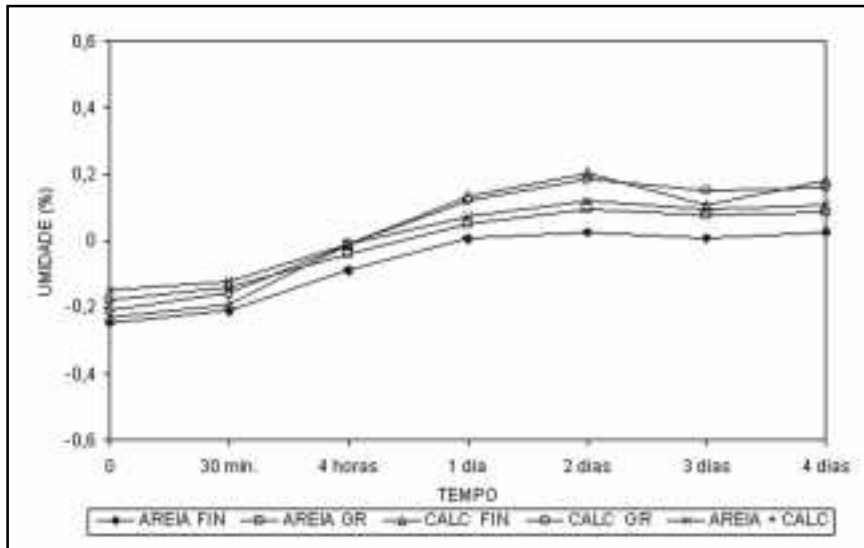


Figura 1. Higroscopicidade de péletes de semente de alfafa, confeccionados com areia fina, areia grossa, calcário fino, calcário grosso e núcleo de calcário revestido de areia, em relação à secagem em estufa a 38°C e ao peso de amostras colocadas em ambiente não controlado. Botucatu, UNESP, 1996.

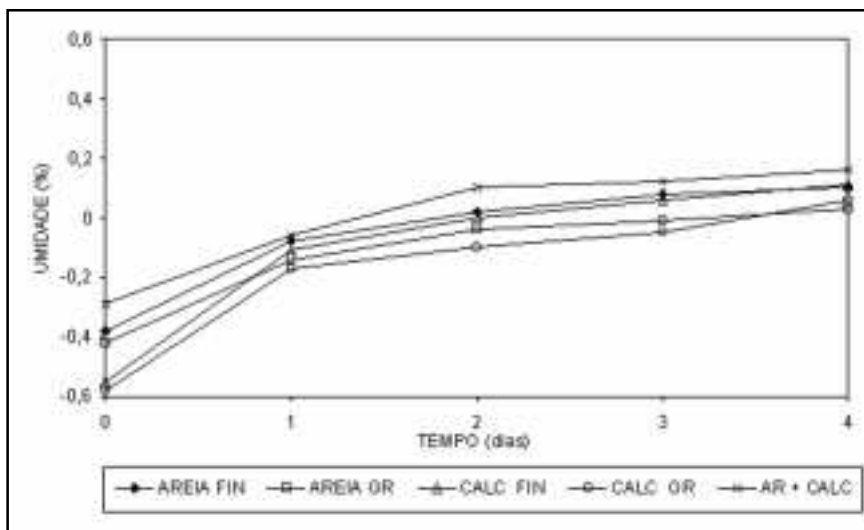


Figura 2. Higroscopicidade de péletes de semente de alfafa confeccionados com areia fina, areia grossa, calcário fino, calcário grosso e núcleo de calcário revestido de areia, em relação à secagem em estufa a 105°C e ao peso de amostras colocadas em ambiente não controlado. Botucatu, UNESP, 1996.

movidas da amostra. Considerando que estas partículas retêm pouca umidade, a determinação da umidade da semente pode ter sido subestimada.

A higroscopicidade dos materiais, tendo como base os péletes secos a 38 – 40°C foi relativamente pequena (Figura 1), pois após quatro dias de exposição ao ambiente de laboratório, verificou-se o acréscimo médio de apenas 0,54% de umidade. O máximo de higroscopicidade (0,66%) foi obtido para os péletes confeccionados com calcário fino.

Utilizando o processo de secagem a 105°C, recomendado pela RAS (Brasil, 1992) para as determinações de umidade, observou-se maior diferença dos teores de umidade, em relação ao teste anterior, mas confirmou-se a baixa higroscopicidade dos materiais, por apresentarem valores de absorção de umidade inferiores a 0,6%. Verificou-se ainda que, cerca de dois dias após o teste de determinação do grau de umidade, os péletes se apresentavam em equilíbrio higroscópico (Figura 2),

retornando ao nível da umidade inicial e praticamente não apresentaram acréscimo de umidade a partir daquele período. Portanto, pode-se considerar que os materiais areia e calcário formaram péletes com baixa retenção de umidade e baixa higroscopicidade.

LITERATURA CITADA

- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para Análise de Semente*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Semente: Ciência tecnologia e produção*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429 p.
- LONGDEN, P.C. Sugar beet seed pelleting. *ADAS Q. Review*, v. 18, p. 73 – 80, 1975.
- SACHS, M.; CANTLIFFE, D.J.; NELL, T.A. Germination behavior of sand-coated sweet pepper seed. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 107, p. 412 – 6, 1982.
- SCOTT, J.M. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy*, v. 42, p. 43 – 83, 1989.
- SHARPLES, G.C. Lettuce seed coatings for enhanced seedling emergence. *HortScience*, v. 16, p. 661 – 2, 1981.
- SILVA, J.B.C. Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes. Botucatu: UNESP-FCA, 1997. 127 p. (tese doutorado).
- SILVA, J.B.C.; MÁRTON, L. Adaptation of pelletization techniques of seeds in Brazil. IN: *International scientific conference*. [ON] The application and utilization of the agricultural scientific results in developing countries, 2, 1992, Godollo, Hungria. [papers...]. Godollo: University of agriculture, tropical and subtropical agriculture department, 1992, p. 286 – 289.
- SILVA, J.B.C.; MÁRTON, L.; NASCIMENTO, W.M. Peletização de sementes com calcário. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 69, 1992. (resumo)
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Estudo de fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62 – 73, 1995.
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Métodos para avaliação de materiais de enchimento para peletização de sementes. *Horticultura Brasileira*, 1998a. (no prelo).
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. *Horticultura Brasileira*, 1998b. (no prelo).
- SILVA, J.B.C.; NASCIMENTO, W.M.; MÁRTON, L. Peletização de sementes de hortaliças. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 3, n. 3, p. 105, 1993a. (resumo)
- SILVA, J.B.C.; NASCIMENTO, W.M.; MÁRTON, L. Uso de ácido Indolacético em sementes peletizadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 11, n. 1, p. 99, 1993b. (resumo).
- TONKIN, J.H.B. Pelleting and other pre-sowing treatments. IN: THOMSON, J. R. (Ed.) *Advances in research and technology of seeds* parte 9. Wageningen: ISTA, 1984. p. 95 – 127.