

CONDICIONAMENTO DE SEMENTES

JULIO MARCOS FILHO
TECNOLOGIA DE SEMENTES
DEPTO. PRODUÇÃO VEGETAL
USP/ESALQ



TECNOLOGIA DE SEMENTES

Principal Missão da Pesquisa:
desenvolvimento de tecnologia dirigida à
produção e comercialização de lotes de
sementes de alta qualidade



Um dos objetivos básicos: garantir o rápido estabelecimento de um estande uniforme, como base para obtenção de produções elevadas por área.

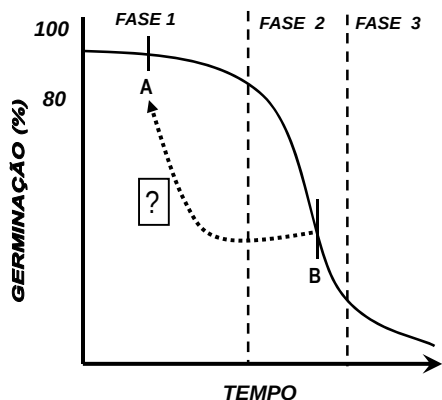


Máximo potencial fisiológico → maturidade

Início da deterioração e atuação de mecanismos de reparo

Controvérsia: é possível reverter os efeitos
da deterioração de sementes individuais?





Curva de perda da viabilidade da semente (POWELL, 1986)

Há alternativa (s) ?

Se não é possível recuperar indivíduos, a pesquisa tem procurado desenvolver procedimentos que permitam uniformizar o desempenho ou realçar determinadas características do LOTE DE SEMENTES



“Seed Enhancement”

Expressão que procura definir um conjunto de técnicas ou procedimentos aplicados a lotes de sementes, entre a colheita e a semeadura, visando realçar as características de um lote de sementes ou favorecer seu desempenho, tanto em campo como durante o armazenamento

Inclui: beneficiamento, aplicação de materiais de cobertura, condicionamento fisiológico, tratamento químico, físico ou biológico → não são excludentes



Condicionamento

Conjunto de procedimentos disponíveis para favorecer a germinação, a sanidade, o desenvolvimento das plântulas, interferir nas relações semente/ambiente, aprimorar as características físicas do lote e promover a incorporação de materiais às sementes antes da semeadura

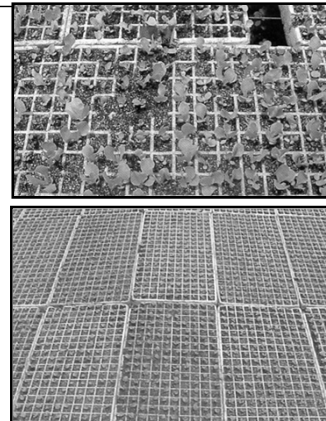


CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

Desempenho da semente: histórico + ambiente após a semeadura (condições ótimas x sub-ótimas)

Sintomas característicos do declínio do potencial fisiológico:

- redução da velocidade de germinação
- maior período de tempo entre a semeadura e o início da germinação
- maior intervalo entre a germinação da “primeira” e a da “última” semente da população: desuniformidade de germinação

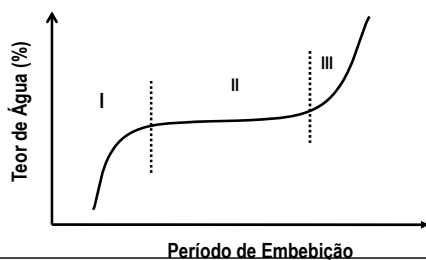


ESTANDE



CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

Hidratação controlada de uma amostra ou de um lote de sementes, incentivando o metabolismo durante as fases I e II da embebição, sem permitir a protrusão da raiz primária



CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

Ativam-se a digestão, translocação e assimilação das reservas, de modo que as sementes da população passem a apresentar estado metabólico semelhante quando o acesso à água é interrompido

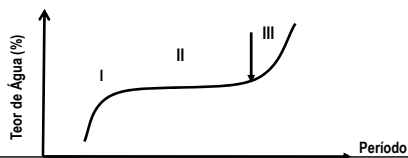


CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

META: UNIFORMIZAÇÃO DO DESEMPENHO

Conhecimentos necessários:

- Padrão de hidratação:
Base para a ativação adequada
Combinação potencial hídrico / temperatura / período de condicionamento



CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

META: UNIFORMIZAÇÃO DO DESEMPENHO

Conhecimentos necessários:

- Padrão de hidratação:
Base para a ativação adequada
Combinação potencial hídrico / temperatura / período de condicionamento
- Tolerância à desidratação:
 - Ativação adequada + reduzir reversão de efeitos
 - Estabelecer momento propício para interrupção da hidratação

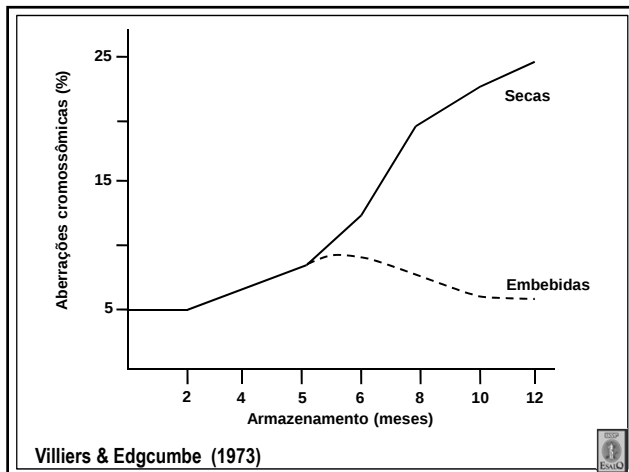
CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

Evolução do conhecimento

Primeiras pesquisas: Kidd & West (1919):
embebição com quantidade limitada de água e
rapidez de germinação

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

Villiers & Edgcumbe (1973):
períodos intermitentes de embebição e de
desidratação podem reduzir acentuadamente
a taxa de deterioração de sementes de alface



CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

Grande impulso: Heydecker et al. (1975):

“Invigoration of seeds?”

Embebição em soluções de PEG (-1,0 a -1,5 MPa)

A partir dos anos 1990:

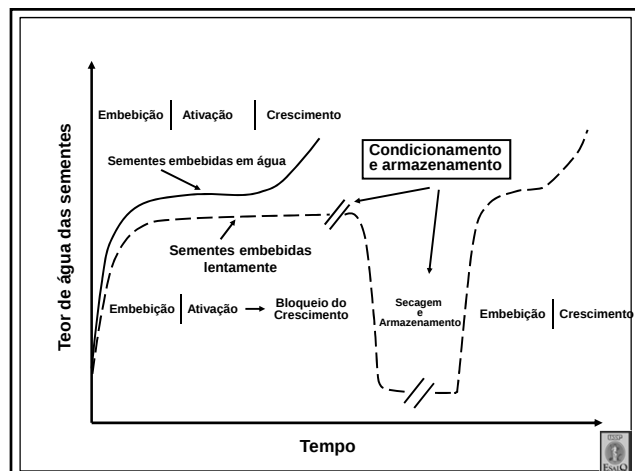
- procedimento para o tratamento de várias espécies
- identificação dos efeitos sobre o desempenho
- dificuldades: identificação das alterações, elucidação dos efeitos da secagem pós-tratamento e tentativas para reduzir reversão dos efeitos benéficos

FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

Hidratação não é uniforme: entrada gradativa de água e “frente de umedecimento”

Hidratação não monitorada: plena disponibilidade de água → embebição direta ou atmosfera úmida
Quantidade captada é governada pela afinidade dos tecidos da semente e a água

Hidratação controlada: potencial hídrico é pré-estabelecido → uso de substâncias químicas, papel, partículas sólidas umedecidas ou com a adição de quantidades conhecidas de água



FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

ATMOSFERA ÚMIDA

Princípio: trocas de vapor d'água entre a semente e o ar atmosférico até atingir o equilíbrio higroscópico

Cuidado especial: manutenção de temperatura constante

A 15°C

U.R. = 99% → potencial hídrico = - 0,15 MPa

U.R. = 89,5% → potencial hídrico = - 15 MPa

IMERSÃO EM DIRETA EM ÁGUA



Parâmetro	Testemunha	Atmosfera úmida	Osmocondicionamento
Teor de água (%)	9,5	21,5	59,5
Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	350	190	170
Velocidade de germinação (dias) ^(†)	7,6	3,5	3,6
Comprimento plântulas (cm) ^(‡)	5,1	12,4	12,5

(†) Período para germinação de 50% das sementes da amostra, a 20°C
 (‡) Avaliação aos 10 dias após a semeadura

Resultados de tratamentos condicionadores em sementes de soja (Knypl & Khan, 1981)



FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

CONDICIONAMENTO MÁTRICO

Hidrocondicionamento: hidratação entre folhas de papel-toalha e controle da quantidade de água

Pode-se limitar o período de contato das sementes com o substrato, sob plena disponibilidade de água ou efetuar o umedecimento com velocidade controlada, mediante o controle da quantidade de folhas de papel

Ciclos hidratação/secagem: controle da velocidade de hidratação, temperaturas de embebição e secagem



FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

CONDICIONAMENTO MÁTRICO

Matricondicionamento: hidratação das sementes misturadas com material sólido + água, em proporções planejadas

Materiais utilizados: vermiculita, areia, argila calcinada, silicato de cálcio sintético (Micro-Cel)

Características desejáveis:

- alta capacidade de retenção de água
- insolúvel em água e estabilidade física
- quimicamente inerte e não tóxico
- ampla superfície de exposição
- facilidade de manejo
- não interferir na aeração



FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

Hidratação controlada em solução aquosa de agente osmótico: polietileno glicol (6000 ou 8000), sais inorgânicos (NaCl ; KNO_3 ; MgSO_4 ; MgCl_2 ; KH_2PO_4) ou outras substâncias solúveis em água (manitol, glicerol), até que seja alcançado o equilíbrio entre os potenciais hídricos das sementes e da solução

Polietileno glicol → polímero de alto peso molecular, não tóxico, não penetra nas células

Problema com PEG → possível necessidade de aeração artificial

Concentração → fórmula de Michel & Kaufmann: potencial e temperatura



Michel & Kaufmann (1973)

$$P_o = (1,18 \cdot 10^{-2})C - (1,18 \cdot 10^{-4})C^2 + (2,67 \cdot 10^{-4})CT + (8,39 \cdot 10^{-7})C^2T$$

P_o = potencial osmótico desejado (em atm ou bar)

C = concentração de PEG 6000/kg da água

T = °C

1 atm ou bar = 0,1 MPa

Tabelas para PEG 6000 (Vilela et al., 1991) e para PEG 8000 (Vilela e Beckert, 2001)



FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

Procedimento

Período: 2 a 21 dias

Potencial da solução: - 0,5 a - 2,0 MPa

Temperatura: 15 a 25 °C

> temperatura → < período

> temperatura → > concentração

> concentração → > período



Equipamento comercial para condicionamento osmótico (Bradford)



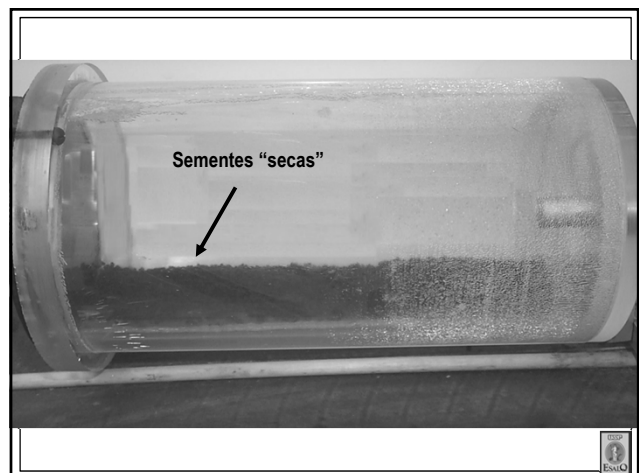
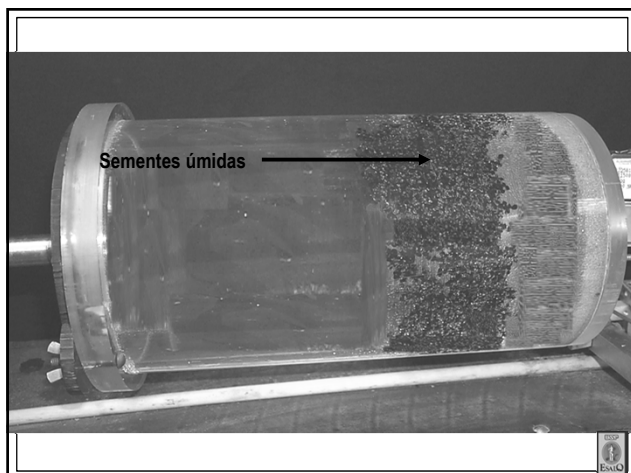
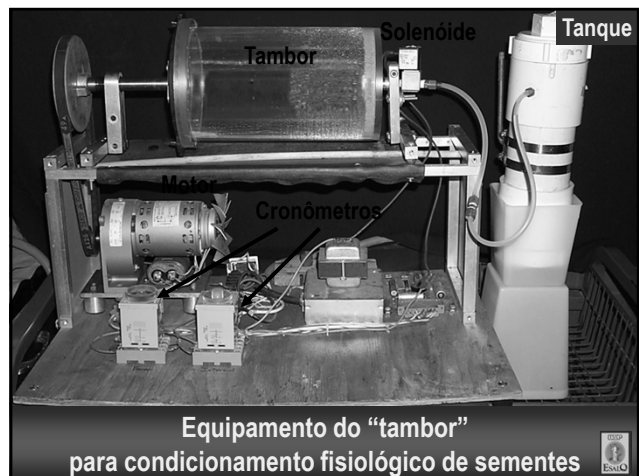
FORNECIMENTO DE ÁGUA ÀS SEMENTES

MÉTODO DO TAMBOR

Distribuição de quantidades conhecidas de água, para que as sementes atinjam graus de umidade pré-determinados

Água pode ser adicionada de uma só vez ou parceladamente
Duração do tratamento depende da capacidade de captação de água pelas sementes e do teor de água desejado

Não aplicar em excesso: evitar presença de água livre na superfície das sementes entre dois ciclos subseqüentes



Drum Equipment for Hydro- or Matrix-priming



(Bradford)



EFEITOS DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

ALTERAÇÕES METABÓLICAS

- Mecanismos de reparo do sistema de membranas
- Acréscimo da síntese de DNA e RNA
- Acréscimo da síntese e atividade de enzimas
- Incentivo à produção de ATP
- Redução da peroxidação de lipídios
- Síntese e liberação mais rápida de giberelinas pelo embrião

Sementes menores X sementes maiores (HIDRATAÇÃO)



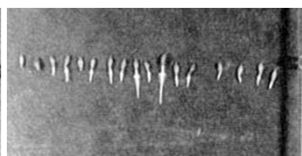
EFEITOS DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

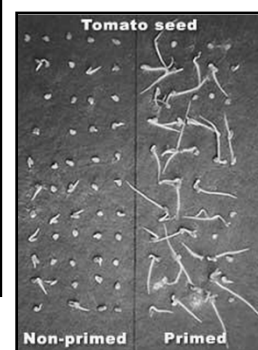
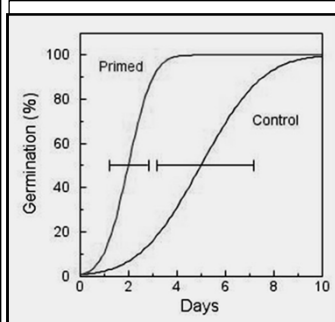
- Germinação mais rápida (menor exposição ao ambiente)



Condicionada



Não Condicionada



(Bradford, 1984)





Condicionamento pimentão

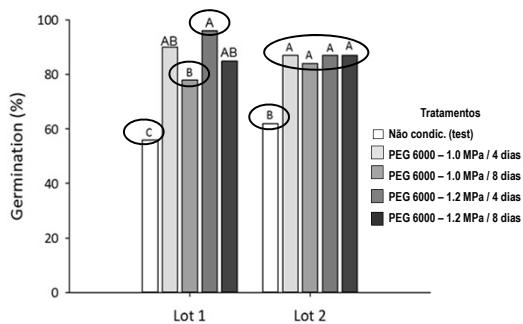
INCOTEC



EFEITOS DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

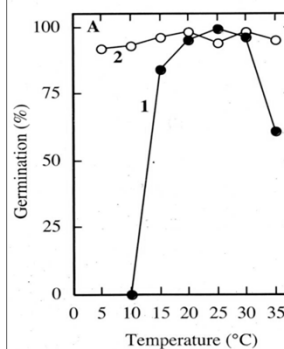
ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

- Maior tolerância a estresses após a semeadura

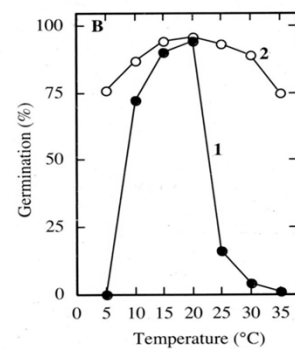


Germinação de sementes condicionadas de cenoura expostas a temperaturas supra ótimas (30°C)

(Dias et al., 2009)



TOMATE



ALHO PORRO

○ → CONDICIONADAS (Corbineau and Come, 2006)



EFEITOS DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

- Crescimento de raízes e de parte aérea



Condicionamento tomate

INCOTEC



VANTAGENS DO CONDICIONAMENTO

- Benefícios ao desempenho de lotes de sementes
- Estabelecimento do estande sob diferentes condições
- Uniformidade da população
- Redução de gastos com sementes
- Eficiência e menor custo com transplante
- Favorece semeadura de precisão

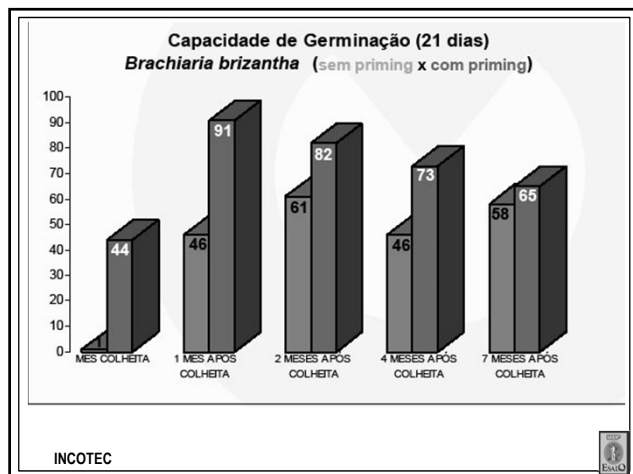


EFEITOS DO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

- Sincronização da germinação
- Redução de injúrias durante a embebição
- Transplante: uniformidade de estande, economia de sementes, taxa de repicagem, rotatividade de espaço
- Superação da dormência





FATORES QUE AFETAM OS RESULTADOS

Genótipo

Velocidade de hidratação: injúrias x reparo

Temperatura

Ação dos mecanismos de reparo

Grau de deterioração

Materiais e procedimentos utilizados para o condicionamento

CUIDADO COM O PROCEDIMENTO ADOTADO :

PERÍODO DE EMBEBIÇÃO OU GRAU DE UMIDADE DAS SEMENTES ?

Lotes	Germinação Inicial (%)	Grau de umidade (%)	Embebição (horas)
1	87	46,3	24
2	87	45,3	26
3	91	47,5	30
4	41	48,3	60
5	79	47,4	48
6	87	44,3	24

Graus de umidade e respectivos períodos de embebição, de seis lotes de sementes de cebola, cv. Granex 33, no início da emissão da raiz primária (Caseiro, 2003).

Tratam.	Lote A			Lote B			Lote C		
	inicial	final	Tempo médio	inicial	final	Tempo médio	inicial	final	Tempo médio
- 0,1MPa	7,2	32,5	16 h	7,3	32,2	16,1 h	7,1	32,0	16,5 h
- 0,2MPa	7,2	32,0	17:25 h	7,3	31,6	19:42 h	7,1	31,8	20:00 h
Testem.	7,2			7,3			7,1		

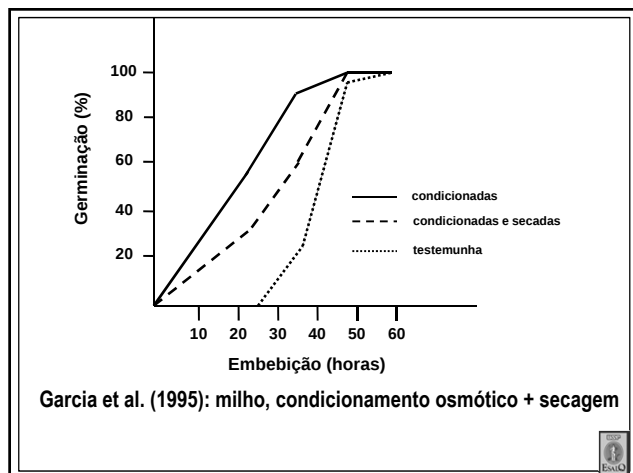
Teores de água de lotes de sementes do cv Jóia antes (inicial) e após (final) o osmocondicionamento em papel embebido em solução de PEG -0,1 MPa e PEG -0,2 MPa e tempo médio (T médio) para as sementes atingirem o teor de água desejado (Lima e Marcos Filho, 2010).

FATORES QUE AFETAM OS RESULTADOS

Secagem pós-tratamento

Efeitos controversos

Reversão de efeitos?



Tratamentos	Germin. (%)	Velocidade de germinação (índice)	Envelh. acelerado (%)	Condutividade (µmho/cm/g)	Grau de umidade (%)
Testemunha	93	9,62	82	156,9	6,2
Condicionadas	94	16,08	87	63,5	45,4
Secagem rápida	94	11,66	88	76,6	7,6
Secagem lenta	92	11,14	88	84,6	7,2
Incubação PEG 1d	93	9,74	76	71,8	6,4
Incub. 35°C 1d	92	10,24	87	87,9	6,1
Incub. 35°C 2 d	93	9,93	89	78,1	6,4

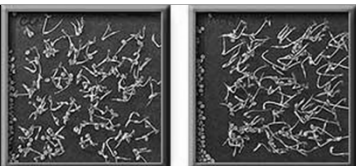
Testes de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e grau de umidade de sementes de cebola, cv. Petrolina, submetidas a processos de secagem após o condicionamento fisiológico (Caseiro & Marcos Filho, 2003).



FATORES QUE AFETAM OS RESULTADOS

Armazenamento

Sementes
não foram armazenadas
sob condições ideais



Sementes
armazenadas
sob condições ideais



Lotes	Trat.	Velocidade de germinação				Emergência de plântulas				
		(índice)				(%)				
		0	2	4	6	0	2	4	6	Médias
4	TCL	14,68 Ba	12,72 Bbc	13,54 Bb	12,42 Bc	88	93	85	90	89
	CCL	17,13 Aa	14,40 Ab	15,26 Ab	14,81 Ab	92	92	88	93	91
	TCC	14,68 Ba	12,44 Bb	14,05 Ba	13,06 Bb	88	92	88	89	89
	CCC	17,13 Aa	14,27 Ab	14,04 Bb	14,19 Ab	92	92	80	95	90
5	TCL	15,90 Ba	14,06 ABb	14,73 ABab	13,61 Bb	96	95	95	89	94
	CCL	15,29 Ba	14,21 Ab	15,52 Ab	15,08 Ab	96	94	94	98	95
	TCC	19,14 Aa	13,32 Bb	14,10 Bab	14,82 Aa	96	93	88	91	92
	CCC	15,29 Ba	15,07 Ab	15,40 Ab	15,24 Ab	96	96	96	97	96

Velocidade de germinação, emergência de plântulas em três lotes de sementes de couve-flor, cv. Teresópolis Gigante, submetidos ao condicionamento e secagem (C), testemunha (T), armazenados em condições de laboratório (CL) ou em condições controladas (CC), avaliados com 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento. (Kikuti e Marcos Filho, 2008)

CONDICIONAMENTO BIOLÓGICO

Hidratação de sementes e cobertura com fungos ou bactérias, numa única operação

Trichoderma, *Gliocadium*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*

Mais de 20 gêneros de fungos

Pode ser combinado com outros sistemas para o condicionamento fisiológico

Tratamentos	Emergência de plântulas (%)			
	3 dias	5 dias	7 dias	Total
Testemunha	24	43	11	78
Osmocondicionamento	65	5	4	74
Biocondicionamento	62	6	6	74

Emergência de plântulas de tomate produzidas de sementes submetidas a condicionamentos osmótico e biológico (Warren e Bennett, 1999)