



QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA ENCAPSULADAS COM ALGINATO DE SÓDIO

QUALITY OF SOYBEAN SEEDS ENCAPSULATED WITH SODIUM ALGINIC

V. G. O. DUARTE^{1*}, D. A. C. NOBRE², V. S. A. LEITE¹, B. G. L. JESUS¹, J. TRONTO¹ e W. R. MACEDO² e F. G. PINTO¹

¹ Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rio Paranaíba, MG, Brasil

² Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Agrárias, Rio Paranaíba, MG, Brasil

*Autor correspondente: Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas -Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba – MG, Brasil, Fone: +55 34 38559338

Endereço de e-mail: valber.g@hotmail.com.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2018-05-03

Accepted 2018-08-02

Available online 2018-08-05

palavras-chave

Glycine max L

Germinação

Vigor

Alginato

key words

Glycine max L

Germination

Vigor

Alginate

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do alginato de sódio na qualidade de sementes de soja em dois substratos, papel germitest® e areia. As sementes de soja encapsuladas com o alginato de sódio foram avaliadas por meio dos seguintes testes: germinação, primeira contagem de germinação, comprimento parte aérea e raiz de plântulas, massa de plântulas, índice de velocidade de germinação e emergência, plântulas anormais e sementes mortas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey à nível de 5% de probabilidade. As variáveis não apresentaram diferença significativa quando comparadas as sementes encapsuladas e o controle, exceto, para o comprimento de raiz no substrato papel germitest®, onde sementes não encapsuladas apresentaram as maiores médias. O encapsulamento de sementes de soja com alginato de sódio não apresentou efeito deletério sobre a qualidade das sementes, podendo ser utilizado como ferramenta para uso na agricultura.

ABSTRACT

The aim of this work was evaluate the soil efficiency in the quality of soybean seeds in two substrates: germitest® paper and sand. Soybean seeds encapsulated with sodium alginate were evaluated by following tests: germination, first germination count, shoot length and root of seedlings, seedling mass, germination and emergency speed index, abnormal seedlings and seed kills. Data results were submitted to analysis of variance and as averages compared by the Tukey test at the 5% probability level. As variables did not present difference, when compared as encapsulated seeds and control, except for the root length without substrate germitest® paper, where non-encapsulated seeds showed higher mean values. The encapsulation of soybean seeds with sodium alginate had no effect on seed quality and could be used as a tool for agricultural use.

1. INTRODUÇÃO

Para que a produção de soja (*Glycine max* L. Merrill) seja bem sucedida, há dependência de fatores como o uso de sementes de elevada qualidade, afim de garantir máxima germinação, adequado estande de plantas e alta produtividade por área (FRANÇA-NETO et al., 2007; MARCOS FILHO, 2015).

Com objetivo de aprimorar a qualidade fisiológica das sementes, diferentes tratamentos têm sido utilizados para garantir a rápida germinação e emergência de plântulas. O ácido algínico de sódio ou alginato de sódio, polissacarídeo originário de algas marinhas marrons (*Phaeophyceae*), tem sua estrutura formada por dois monômeros, a α -L-guluronila e a β -D-manuronila (LEE et al., 2012). Uma característica muito importante do alginato é a rápida absorção de água, sendo muito utilizado em indústrias de manufatura, de papel, têxteis, de produtos farmacêuticos e de materiais de engenharia (CUI et al., 2016; MENG et al., 2017).

A água representa um dos fatores determinantes para o processo de germinação das sementes (CARVALHO E NAKAGAWA, 2012); logo, em condições de baixo potencial hídrico, o alginato seria benéfico à absorção de água. Em contrapartida, Marcos Filho (2015), relata que o elevado nível de hidratação está associado à intensidade de injúrias durante a embebição no processo germinativo, com consequências drásticas na integridade das membranas. Portanto, faz-se necessário, novos estudos para explorar o efeito do alginato em sementes secas.

Há relatos do uso de alginato na produção de sementes sintéticas *in vitro*, o que consiste no encapsulamento de embriões somáticos ou zigóticos, ápices caulinares, gemas axilares, brotos e outros tipos de tecidos, comprovando os efeitos positivos do alginato no desenvolvimento dessas sementes (DHIR et al., 2014; BRAGA, 2017).

Para o encapsulamento de sementes secas com alginato, Sarrocco et al (2004), observaram que sementes de diferentes culturas em épocas de armazenamento, não apresentam efeitos negativos na germinação. Em vista disso, estudos para explorar o uso e aplicações do alginato em benefício da agricultura são cruciais, já que o composto apresenta potencial para o encapsulamento de sementes secas e sintéticas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de filmes de alginato de sódio como envoltório na qualidade de sementes de soja em dois substratos, papel germitest® e areia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os produtos químicos utilizados neste trabalho apresentam grau de pureza analítica e água previamente destilada e deionizada através do sistema Millipore MilliQ®.

As sementes de soja (Tec 7849 Ipro) foram produzidas no ano agrícola de 2016/2017, no Município de Rio Paranaíba,

MG e beneficiadas na UBS da Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP).

Para o encapsulamento das sementes utilizou-se os seguintes reagentes: Nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) e Ácido Algínico de Sódio, obtido de algas marrons (Sigma-Aldrich).

As sementes de soja foram encaminhadas ao Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Produção Vegetal, da Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, onde foram previamente sanitizadas com hipoclorito de sódio 2 % durante dois minutos.

Neste método, uma suspensão contendo 1 g de alginato de sódio e 50 mL de água descarbonatada foi preparada. Em seguida, as sementes foram colocadas em suspensão e agitadas durante 30 s e posteriormente transferidas para um béquer contendo solução 5 % de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (m/v), para o encapsulamento.

Para avaliar a qualidade das sementes de soja encapsuladas, papel germitest® e areia foram usados como substratos.

O teste de germinação realizado em papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram montados e acondicionados em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), regulada à temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 h. As avaliações foram realizadas ao quinto e oitavo dia após a instalação do teste, e ao final, foram computadas as plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

O teste de primeira contagem de germinação (vigor) foi conduzido juntamente com o teste de germinação, onde foi obtido o número de plântulas normais, determinado por ocasião da primeira contagem (BRASIL, 2009). Ainda no quinto dia após a montagem do teste, 10 plântulas normais de cada repetição foram selecionadas aleatoriamente para medição do comprimento das raízes e da parte aérea, com auxílio de régua graduada (cm). Posteriormente, foi determinada a massa das plântulas com uma balança de precisão analítica (0,001g), sendo os resultados expressos em mg/plântula. O índice de velocidade de germinação/emergência foi conduzido anotando-se diariamente e no mesmo horário o número de sementes germinadas, durante os dias de avaliação (MAGUIRE, 1962).

Para o substrato areia, previamente lavada e esterilizada, a condução do experimento foi realizada em bandejas plásticas mantidas em temperatura ambiente. Todos os testes descritos anteriormente foram novamente aplicados ao substrato areia.

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente casualizado com quatro repetições constituídas por 50 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5 % de probabilidade, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis vigor, germinação, comprimento de parte aérea e raiz, índice de velocidade de germinação, massa de plântulas, plântulas anormais e sementes mortas não apresentaram diferença estatística, houve efeito significativo apenas para o comprimento de raiz, quando avaliados em substrato de papel germitest®.

Na Figura 1 são apresentados os resultados de germinação e vigor de sementes de soja encapsuladas com alginato e avaliadas sobre papel germitest® (1A e 1B) e areia (2A e 2B). Foi observado que o alginato não apresentou qualquer interferência no vigor e germinação das sementes de soja.

Dados reportados na literatura para o encapsulamento de sementes de manjeriço (*Ocimum basiculum*) e repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) com alginato de sódio não apresentaram diferença significativa na germinação, independentemente da época de armazenamento (SARROCO et al., 2004). O que comprova o potencial uso desse composto sem causar danos a qualidade fisiológica das sementes.

Os resultados médios para comprimento de parte aérea de plântulas provenientes do encapsulamento com alginato de sódio e avaliadas sobre papel germitest® e areia (1A e 2A), e o comprimento de raiz de plântulas, em areia (2B) não apresentaram diferença significativa (Figura 2).

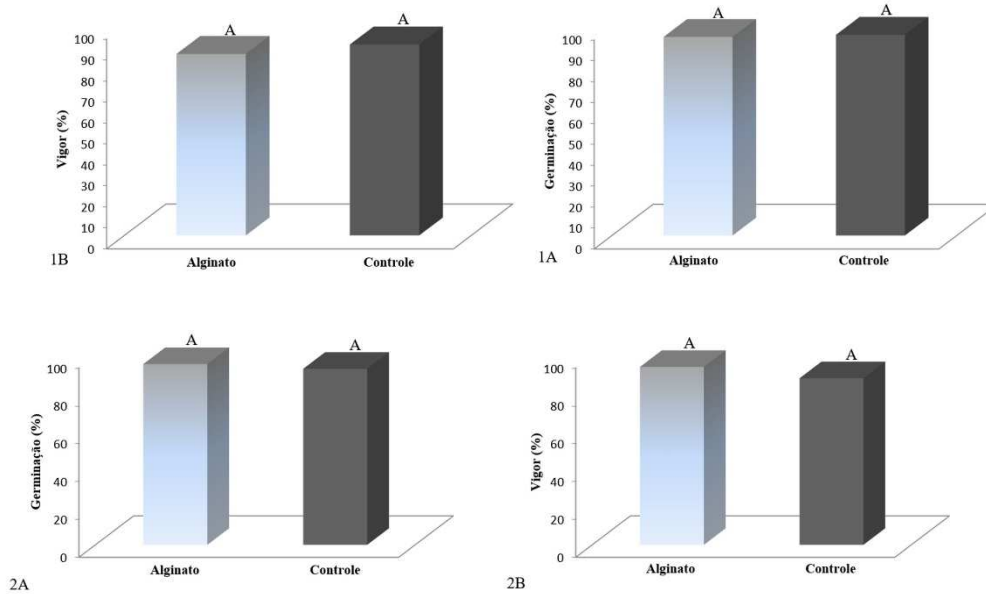


Figura 1 – Germinação (1A e 2A) e vigor (1B e 2B) de sementes de soja encapsuladas com alginato de sódio e avaliadas sobre papel germitest® (1A e 1B) e areia lavada (2A e 2B).

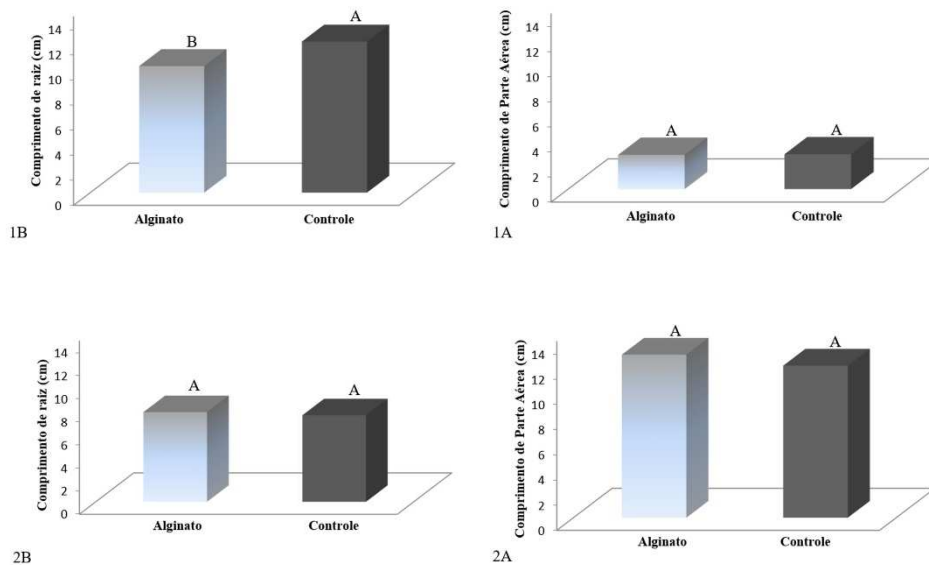


Figura 2 – Comprimento de parte aérea (1A e 2A) e raiz (1B e 2B), de plântulas de soja, oriundas de sementes encapsuladas com alginato de sódio e avaliadas sobre papel germitest® (1A e 1B) e areia lavada (2A e 2B).

Para o comprimento de parte aérea avaliada sobre o substrato papel germitest®, houve diferença significativa ($p < 0,05$) em comparação com as médias superiores para o controle (Figura 2). No entanto, é importante ressaltar que durante a condução do experimento, sementes encapsuladas apresentaram maior uniformidade no desenvolvimento das radículas (Figura 3). Isso pode ser explicado por uma absorção controlada de água pelo alginato. Assim, houve redução do comprimento de raízes no período de germinação inicial das sementes, porém, com emissão de radícula de forma sincronizada e uniforme, não inferindo na qualidade dos demais testes avaliados.

Para o índice de velocidade de germinação/emergência (1A e 2A), bem como, massa de plântulas (1B e 2B) apresentados na Figura 4, novamente, não foi observado efeito significativo ($p < 0,05$), comprovando o potencial uso do alginato no encapsulamento de sementes de soja.

Sementes secas de diferentes culturas encapsuladas com alginato não diferiram do controle para as percentagens de emergência (SARROCCO et al., 2004), o mesmo pode ser observado no presente estudo (Figura 4).

Os resultados de plântulas anormais e sementes mortas de soja encapsuladas com alginato e, avaliadas sobre papel Germitest®, embora sejam inferiores a 4,0 e 1,5%, , respectivamente, não foram constatados para o substrato areia, o que pode ser explicado pelas melhores condições de desenvolvimento das sementes encapsuladas na areia, não exibindo plântulas anormais e sementes mortas (Figura 5).

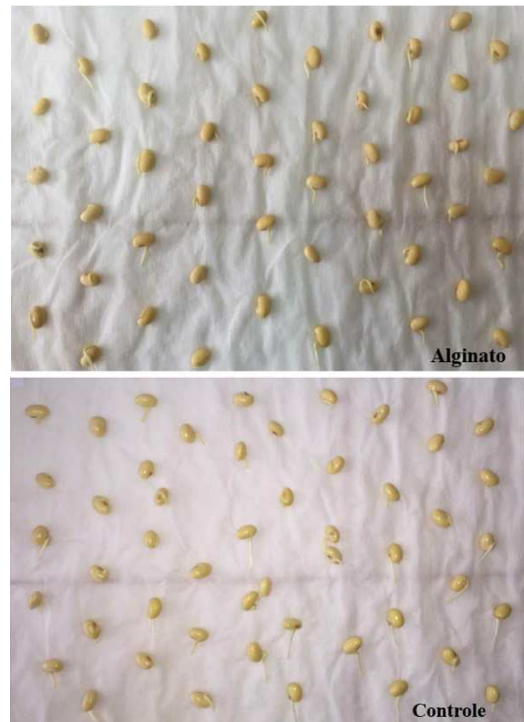


Figura 3 – Desenvolvimento de radículas (dois dias após a montagem do teste), oriundas de sementes de soja, encapsuladas com alginato de sódio e avaliadas sobre papel germitest®.

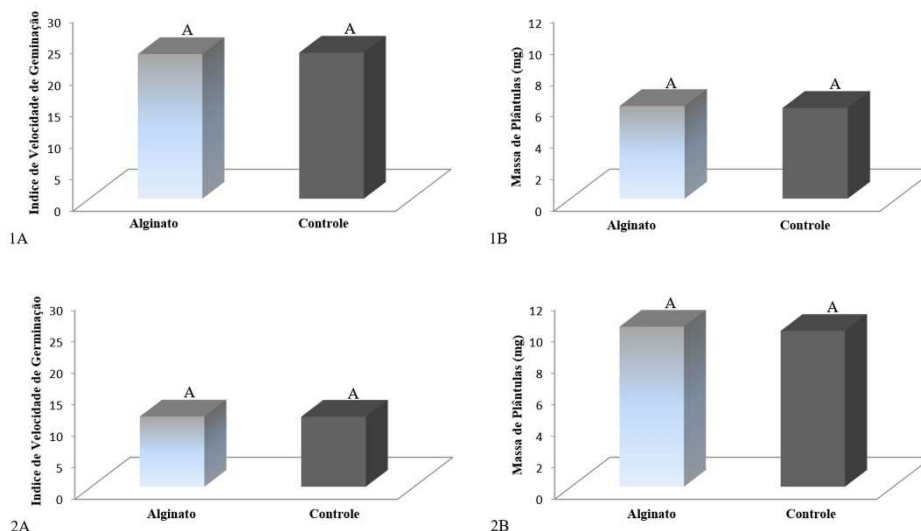


Figura 4 – Índice de velocidade de germinação (1A e 2A) e massa de plântulas (1B e 2B) de soja, oriundas de sementes encapsuladas com alginato de sódio e avaliadas sobre papel germitest® (1A e 1B) e areia lavada (2A e 2B).

Apesar dos estudos de encapsulamento em sementes secas ainda serem incipientes, o uso do alginato em sementes

sintéticas apresentaram bons resultados por garantir a qualidade das sementes, permitindo a integridade genética e a conservação

das sementes quando armazenadas em nitrogênio líquido (196 °C) (RAI et al., 2009). O alginato revelou-se eficiente no encapsulamento, por ser biocompatível, não tóxico, biodegradável, de baixo custo e apresentar facilidade no uso (PASIN et al. 2012; MARCOS FILHO, 2015).

Além disso, novos conhecimentos podem permitir a introdução de inovação tecnológica para o setor sementeiro, tendo em vista, a adesão de outros compostos químicos solubilizados e/ou suspensos ao alginato. Tais como o

desenvolvimento de hidróxidos duplos lamelares (HDLs), que nos últimos anos têm despertado um grande interesse na agricultura (BENICIO et al., 2015). A estrutura desses materiais é baseada em uma estrutura bidimensional, onde existem camadas de hidróxido duplo com estrutura do tipo brucita, $Mg(OH)_2$, que possuem ânions hidratados na intercâmara (BELLEZZA et al, 2012; CREPALDI, 2000), permitindo assim, adição de composto químicos benéficos ao desenvolvimento das plantas.

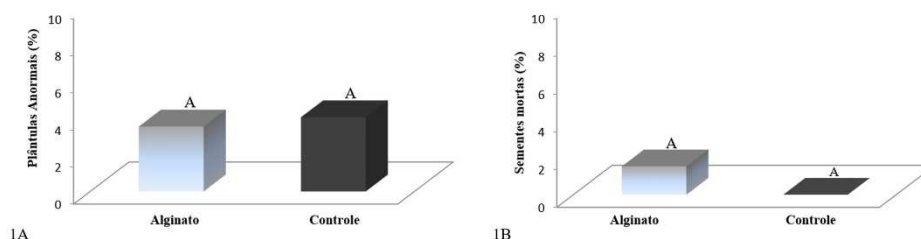


Figura 5 – Plântulas anormais (1A) e sementes mortas (1B) de soja, oriundas de sementes encapsuladas com alginato de sódio e avaliadas sobre papel germitest®.

4. CONCLUSÕES

O encapsulamento de sementes de soja com alginato de sódio não apresenta efeito deletério sobre a qualidade das sementes de soja, podendo ser utilizado como ferramenta na agricultura.

5. AGRADECIMENTOS

À Capes pela concessão da bolsa do Programa do Mestrado Multicêntrico em Química e a Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba (UFV-CRP) pelo apoio estrutural.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, V. P. **Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg.** 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BELLEZZA, F.; NOCCHETTI, M.; POSATI, T.; GIOVAGNOLI, S.; CIPICIANI, A. Synthesis of colloidal dispersions of NiAl, ZnAl, NiCr, ZnCr, NiFe, and MgFe hydrotalcite-like nanoparticles. **Journal of Colloid and Interface Science**, Orlando, FL, v.376, n.1, p.20-27, Fev. 2012.
- BENÍCIO, L. P. F.; SILVA, R. A.; LOPES, J. A.; EULÁLIO, D.; SANTOS, R. M. M. D.; AQUINO, L. A. D.;

- TRONTO, J. Layered double hydroxides: nanomaterials for applications in agriculture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.39, n.1, p.1-13, Jan. 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção.** Editora: Funep. 5ª Ed, Jaboticabal, SP. 2012.
- CREPALDI, E. L. **Estudo das propriedades de hidróxidos duplos lamelares contendo crômio (III): intercalação, decomposição térmica e atividade catalítica.** 2000. 162 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Química) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2000.
- CUI, Z.; ZHANG, Y.; ZHANG, J.; KONG, H.; TANG, X.; PAN, L.; TAI, R. Sodium alginate-functionalized nanodiamonds as sustained chemotherapeutic drug release vectors. **Carbon**, Nova York, NY, v.97, p.78-86, Jul. 2016.
- DHIR, R.; SHEKHAWAT, G. S.; ALAM, A. Improved protocol for somatic embryogenesis and calcium alginate encapsulation in *Anethum graveolens* L.: A Medicinal Herb. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Clifton, NJ, v.173, p.2267–2278, Jun. 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.35, n. 6, p. 1039-1042, Nov. 2011.
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade.** Embrapa Soja-Documentos, Londrina, PR, 2007. 12p.
- LEE, K. Y.; MOONEY, D. J. Alginate: properties and biomedical applications. **Progress in Polymer Science**. Oxford, OXF, v.37, n.1, p.106-126, Jun. 2011.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop**

- Science**, Nova York, NY, v.2, n.2, p.176-177, Mar. 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiología de semillas de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, Piracicaba, SP. 2015.
- MENG, J.; AGRAHARI, V.; EZOULIN, M. J.; PUROHIT, S. S.; ZHANG, T.; MOLTENI, A.; YOUAN, B. B. C. Spray-dried thiolated chitosan-coated sodium alginate multilayer microparticles for vaginal HIV microbicide delivery. **The AAPS Journal**, Arlington, VA, v.19, n.3, p.692-702, Mai. 2017.
- PASIN, B. L.; AZÓN, C. G.; GARRIGA, A. M. Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v.3, n.1, p.130-151, Jul. 2012.
- RAI, M. K.; ASTHANA, P.; SINGH, S. K.; JAISWAL, V. S.; JAISWAL, U. The encapsulation technology in fruit plants-A review. **Biotechnology Advances**, v.27, p.671-679, Abr. 2009.
- SARROCCO, S.; RAETA, R.; VANNACCI, G. Seeds encapsulation in calcium alginate pellets. **Seed Science and Technology**, v.32, n.3, p.649-661, Out. 2004.