

NÍVEIS DE TOLERÂNCIA E LETAL DE UMIDADE EM SEMENTES DE PUPUNHEIRA, *Bactris gasipaes*¹

JOSÉ EDMAR URANO DE CARVALHO² e CARLOS HANS MÜLLER²

RESUMO - Sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) foram submetidas a dessecação, em ambiente com ar condicionado ($23\pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $72\pm 5\%$), com o objetivo de determinar os níveis de tolerância e letal de umidade, assim como verificar as implicações do dessecação sobre o tempo médio e a uniformidade de germinação. A exposição das sementes, nesse ambiente, durante 0 (testemunha), 24, 48, 72, 96, 120 e 168 horas, possibilitou a obtenção dos seguintes graus de umidade: 48,0%; 36,8%; 30,9%; 22,7%; 20,2%; 15,8% e 12,6%, respectivamente. Imediatamente após cada período de secagem, as sementes foram semeadas em substrato de areia e serragem, misturadas na proporção volumétrica de 1 : 1. Os testes de germinação foram conduzidos nas condições de temperatura ambiente ($26,6^\circ\text{C}$, em média), com quatro repetições de 50 sementes e tiveram a duração de 120 dias. Os resultados obtidos evidenciaram que sementes de pupunha suportam dessecação até um nível em torno de 30% de umidade (nível de tolerância), sem que haja comprometimento do poder germinativo. Níveis mais baixos de umidade provocaram acentuados decréscimos na germinação, culminando com a perda total da capacidade germinativa, quando atingiram umidade próxima a 12% (nível letal). Além dos efeitos deletérios sobre a percentagem de germinação, o dessecação condicionou retardamento e desuniformidade na germinação, particularmente nos níveis mais baixos de umidade.

Termos para indexação: semente recalcitrante, germinação, dessecação.

TOLERANCE AND LETHAL LEVELS OF MOISTURE CONTENT IN PEACH PALM (*Bactris gasipaes*) SEEDS

ABSTRACT - Peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) seeds were submitted to desiccation with the objective of determining the tolerance and lethal levels of moisture content and the effects of drying on the mean period and uniformity for germination. Seeds were dried in an air-conditioned room at an average temperature of $23\pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity of $72\pm 5\%$, for 0 (control), 24, 48, 72, 96, 120 and 168 hours. The exposure of the seeds to these conditions produced the following moisture contents: 48.0%; 36.8%; 30.9%; 22.7%; 20.2%; 15.8% and 12.6%, respectively. After drying, the seeds were sown in moist sand and sawdust mixture (1 : 1). The germination tests were conducted under ambient temperature (26.6°C), with four replicates of 50 seeds in each treatment for a period of 120 days. The results showed that peach palm seeds tolerate desiccation until the level around 30% of moisture content (tolerance level), without affecting the germination percentage. At lower moisture levels the germination decreased steeply and when the seeds were dried to around 12% moisture content (lethal level), the germination was zero. Furthermore, the desiccation to 20,2% moisture content or below, proved to have a significant effect in increasing the mean period for germination. Progressive decline in the uniformity of germination followed desiccation.

Index terms: recalcitrant seed, germination, desiccation.

¹ Aceito para publicação em 15.09.98

² Eng. Agr. M.Sc. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. C.P. 48 - CEP 66017-970 - Belém - PA

INTRODUÇÃO

A pupunheira é comumente propagada por via sexuada, embora possa também ser propagada vegetativamente através da separação de perfilhos que surgem espontaneamente na base da planta-mãe. O primeiro processo é de uso mais corrente por proporcionar a formação de grande quantidade de mudas, com menor custo (Nogueira et al., 1995; Villalobos, 1996).

As sementes (diásporos) de pupunheira, quando processadas adequadamente e semeadas imediatamente após a extração, apresentam germinação superior a 80% (Jordan, 1970; Haack, 1988; Villalobos & Herrera, 1991; Carvalho et al., 1994), embora o processo seja relativamente lento e com acentuada desuniformidade (Mora-Urpi, 1979; Ferreira, 1987; Carvalho et al., 1994). No entanto, por apresentarem sensibilidade ao dessecação (Ferreira & Santos, 1992; Ferreira & Santos, 1993) e não suportarem baixas temperaturas no armazenamento (Ferreira, 1988; Villalobos et al., 1992b), é freqüente a ocorrência de baixas percentagens de germinação, haja vista que a conservação do poder germinativo não pode ser efetuada pelos processos convencionais de armazenamento, em decorrência do comportamento recalcitrante das sementes. Clement & Dudley (1995), em estudos desenvolvidos no Havaí com sementes de 14 progênies de meio-irmãos, oriundas de uma população da Amazônia brasileira e de cinco progênies da Amazônia peruana, obtiveram germinação entre 37% e 84% para a primeira população e de 24% a 45% para a segunda. Baixas percentagens de germinação também foram observadas nos trabalhos desenvolvidos por Villalobos et al. (1992a).

Os resultados até então obtidos não permitem estabelecer, com segurança, o grau de dessecação que as sementes suportam, sem que haja comprometimento da capacidade de germinação. Com efeito, Ferreira & Santos (1992) observaram que a redução do grau de umidade de 45,3% para 38,2% não implicava perda significativa da capacidade de germinação. Por outro lado, quando o grau de umidade foi reduzido para 30,3%, a germinação decresceu acentuadamente e, no nível de 17,2%, era praticamente nula. Já Villalobos et al. (1992),

utilizando o sistema de pré-germinação em sacos de plástico proposto por Mora-Urpi (1979), constataram que, nesse sistema, a germinação era nula quando as sementes atingiam níveis de umidade igual ou inferiores a 37,1%.

Este trabalho teve por objetivo determinar os níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunha e verificar as implicações da redução do grau de umidade na velocidade e na uniformidade da germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes oriundas de frutos em completo estágio de maturação, caracterizados pela cor amarela do epicarpo, produzidos no Campo Experimental de Capitão-Poço, PA, da Embrapa Amazônia Oriental. Os cachos foram colhidos de cinco plantas de polinização aberta, do tipo com espinho.

As sementes foram extraídas manualmente e imersas em água durante 24 horas, para a fermentação dos resíduos de polpa que permaneceram aderidos à superfície do endocarpo após a extração. Em seguida, foram lavadas em água corrente e imersas durante 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% e lavadas novamente em água corrente durante 10 minutos. Posteriormente, foram enxugadas superficialmente com papel absorvente e com o fluxo de ar de um assoprador de sementes durante 3 minutos.

O dessecação foi obtido expondo-se as sementes durante 0 (testemunha), 24, 48, 72, 96, 120 e 168 horas em ambiente com temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $72 \pm 5\%$, o que possibilitou a obtenção dos seguintes graus de umidade: 48,0; 36,8; 30,9; 22,7; 20,2; 15,8; e 12,6%, respectivamente.

O grau de umidade foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas (Brasil, 1992), usando-se, para cada tratamento, de quatro repetições de 20 sementes. As sementes, com os diferentes graus de umidade, foram semeadas em substrato constituído de areia e serragem curtida, misturadas na proporção volumétrica de 1:1. Esse substrato foi previamente esterilizado em estufa a 120°C , durante duas horas. Cada teste de germinação foi representado por quatro

repetições de 50 sementes, sendo conduzidos no Laboratório de Sementes do CPATU, nas condições de ambiente natural (temperatura média de 26,6°C e umidade relativa do ar de 84%).

A germinação das sementes foi controlada diariamente, anotando-se o número de sementes germinadas em cada parcela, para fins de cálculo do tempo médio e da uniformidade de germinação. Consideraram-se como germinadas as sementes que deram origem a plântulas normais.

O tempo médio de germinação (T_m) foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Edwards (1934) e conhecida como Índice de Edmond & Drapala, segundo Silva & Nakagawa (1995). Esse índice representa a média ponderada do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação, a germinação diária e cuja fórmula de cálculo é:

$$T_m = \frac{G_1 T_1 + G_2 T_2 + \dots + G_n T_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

Onde:

T_m é o tempo médio necessário para atingir a germinação máxima;

G_1, G_2 e G_n são os números de sementes germinadas no tempo T_1, T_2 e T_n , respectivamente.

O coeficiente de uniformidade de germinação (CUG) foi calculado de acordo com a fórmula apresentada por Heydecker (1973):

$$CUG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{(T_1 - T_m)^2 G_1 + (T_2 - T_m)^2 G_2 + \dots + (T_n - T_m)^2 G_n}$$

Onde:

G_1, G_2 e G_n são os números de sementes germinadas nos tempos T_1, T_2 e T_n .

T_m é o tempo médio de germinação

Como esse índice é obtido multiplicando-se o recíproco da variância do tempo requerido para a germinação de sementes individuais em relação ao tempo médio de germinação pelo número total de sementes germinadas, quanto maior o seu valor maior será

a uniformidade (Heydecker, 1973)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O dessecamento das sementes até o nível de 30,9% não teve efeito significativo na redução da capacidade germinativa das sementes que se mantiveram com germinação superior a 85%. Somente quando a umidade foi reduzida para nível igual ou inferior a 22,7%, houve decréscimo acentuado, culminando com a perda total do poder germinativo, quando o grau de umidade atingiu valor em torno de 12% (Figura 1). Assim sendo, pode-se caracterizar o nível de tolerância, ou seja, o nível abaixo do qual a germinação decresce significativamente, como estando em torno de 30%. Este nível corresponde ao "menor grau de umidade de segurança" (lowest-safe moisture content), denominado por Tompsett (1984). A partir do nível de tolerância, a germinação decresceu acentuadamente, culminando com a perda total da capacidade germinativa quando o grau de umidade atingiu valor em torno de 12% (nível letal).

Esses resultados discordam, parcialmente, dos obtidos por Ferreira & Santos (1992) e por Villalobos et al. (1992b) que, embora demonstrando a sensibilidade de sementes ao dessecamento, constataram níveis de tolerância e letal com graus de umidade bem mais elevados. Há de se considerar, porém, que em ambos os trabalhos, os procedimentos de secagem adotados foram diferentes, e este é um fator que pode comprometer bastante a perda da capacidade de germinação em sementes com comportamento recalcitrante (King & Roberts, 1980). Além disso, os materiais genéticos eram diferentes, o que pode explicar, em parte, os resultados discrepantes. Para sementes de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), espécie da mesma família da pupunheira, Ellis et al. (1991) constataram que o grau de sensibilidade ao dessecamento dependia da cultivar, embora, na maioria dos casos, a germinação tenha se mantido elevada, mesmo quando a umidade foi reduzida para valores entre 4 e 5%, haja vista que estas apresentam comportamento intermediário.

Na Figura 2, são apresentadas as curvas de germinação das sementes com diferentes graus de umidade. Observou-se que o dessecamento,

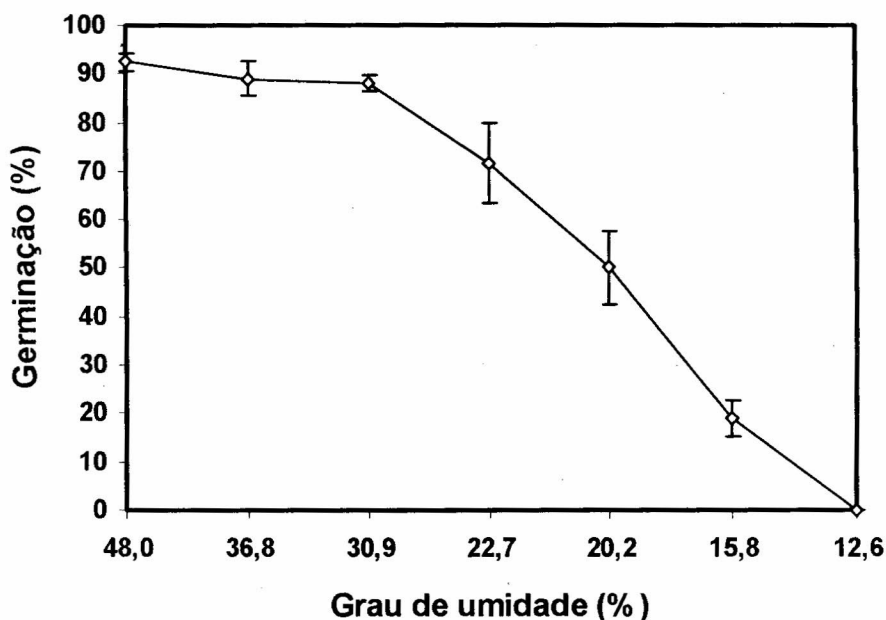


FIGURA 1 - Percentagem de germinação (média \pm desvio padrão, n = 4) de sementes de pupunheira em função do grau de umidade. Belém, PA.

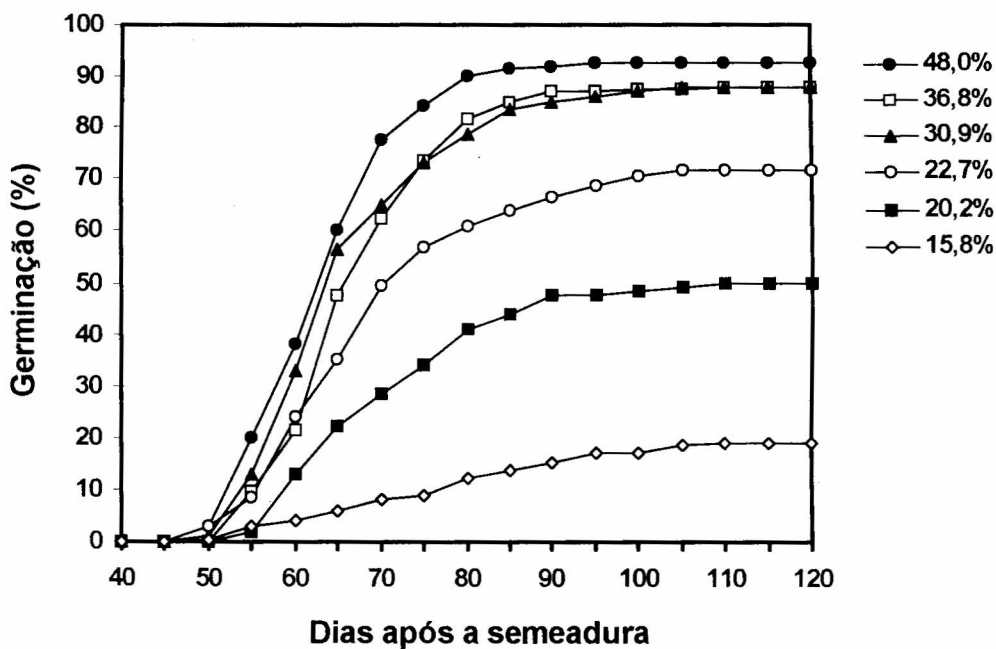


FIGURA 2 - Percentagem de germinação de sementes de pupunheira em função do tempo e do grau de umidade. Belém, PA.

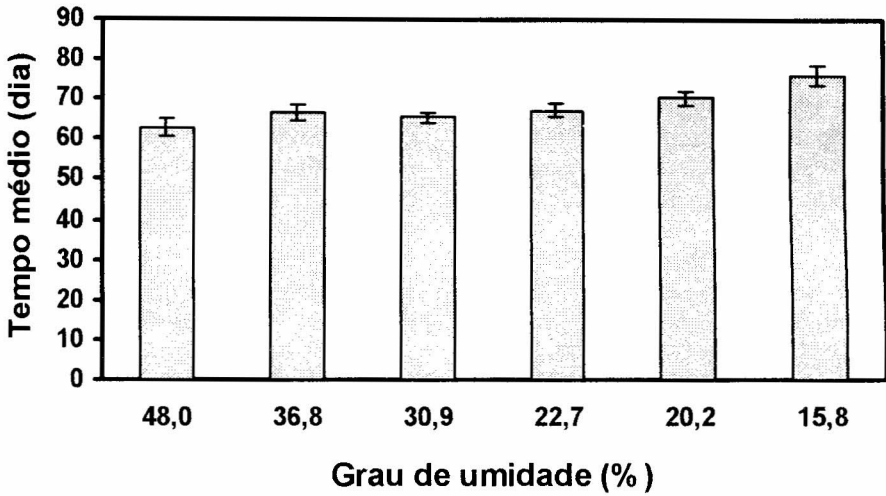


FIGURA 3 - Tempo médio de germinação (média \pm desvio padrão, $n = 4$) de sementes de pupunheira em função do grau de umidade. Belém, PA.

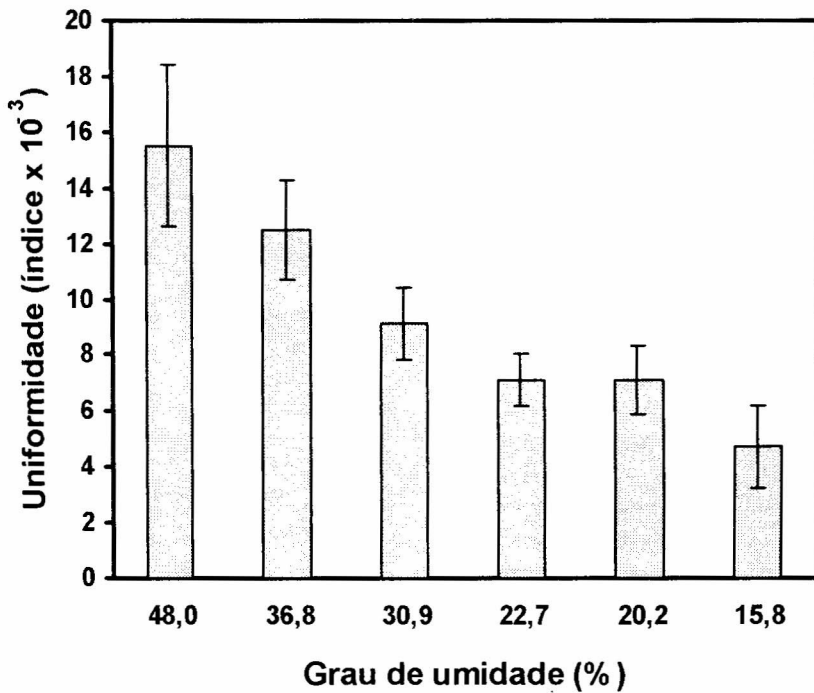


FIGURA 4 - Uniformidade de germinação (média \pm desvio padrão, $n=4$) de sementes de pupunheira em função do grau de umidade. Belém, PA.

além de reduzir a percentagem de germinação, causou retardamento, especialmente quando o grau de umidade foi reduzido para valor igual ou inferior a 20,2%. Em todos os casos, as curvas de germinação exibiram padrão sigmóide, exceção feita para a curva referente às sementes com 15,8% de umidade, que mostrou tendência linear, o que pode ser explicado pelo baixo percentual de sementes germinadas (Tipton, 1984).

Em termos de tempo médio de germinação, a redução do grau de umidade condicionou aumento superior a sete e doze dias, respectivamente, para as sementes com umidade de 20,2% e de 15,8%, ou seja, as sementes requereram mais tempo para germinar à medida que se reduziu o grau de umidade (Fig. 3), tendo sido constatada correlação negativa entre o grau de umidade e o tempo médio de germinação ($r = -0,8620$). Comportamento semelhante foi obtido por Ferreira & Santos (1993), quando verificaram que o dessecamento condicionava retardamento na germinação.

As sementes de pupunha, quando extraídas de frutos maduros, apresentam hidratação suficiente para o desencadeamento do processo germinativo (Villalobos et al., 1992b). É provável, portanto, que o retardamento na germinação seja devido ao fato de ser requerido um período adicional para embebição, de tal forma que atinjam o nível de umidade adequado para que ocorra a germinação.

A redução na percentagem de germinação precedeu aos aumentos no tempo médio de germinação. No caso da percentagem, quando as sementes atingiram umidade de 22,7% já houve decréscimo, enquanto que, o aumento no tempo médio, ou seja, o retardamento na germinação, só se manifestou em nível de umidade mais baixo.

Como o tempo médio é um índice geralmente associado ao vigor das sementes que mostra diferenças na qualidade fisiológica, não detetadas pelo teste de germinação, cabe assinalar que, para sementes de pupunha, esse índice não mostrou sensibilidade suficiente para detetar essas modificações antes que as mesmas fossem expressadas pelo teste de germinação.

Quanto à uniformidade de germinação (Figura 4), os resultados obtidos mostraram que essa característica também foi afetada pelo

dessecamento, especialmente quando o grau de umidade atingiu valor igual ou inferior a 30,9%, caracterizando-se estreita correlação entre o grau de umidade e a uniformidade de germinação ($r = 0,9861$) e entre a percentagem e a uniformidade de germinação (0,8144), ou seja, quanto maior a umidade das sementes maior a uniformidade e a percentagem de germinação.

A desuniformidade na germinação pode ser atribuída, em parte, ao fato de que o processo de perda d'água não se manifesta uniformemente nas sementes individuais, principalmente em espécies como a pupunheira, que apresentam acentuadas variações em termos de peso, forma e volume. Assim sendo, dentro de um mesmo período de secagem, é possível a presença de sementes com umidade mais elevada e outras com umidade menor (Chin, 1988). Como foi identificada correlação negativa entre o grau de umidade e o tempo médio de germinação, as sementes com umidade maior germinam mais rapidamente e vice-versa. Convém ressaltar, ainda, que a desuniformidade precedeu à queda na percentagem e aos aumentos no tempo médio de germinação.

CONCLUSÕES

- O nível de tolerância ao dessecamento de sementes de pupunheira situou-se em torno de 30,0% de umidade, ou seja, a secagem até esse nível de umidade não comprometeu a capacidade de germinação.
- As sementes perderam totalmente a capacidade de germinação quando atingiram umidade em torno de 12,0%.
- O dessecamento das sementes induziu retardamento e desuniformidade na germinação.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H. Características de germinação de sementes de espécies frutíferas encontradas na Amazônia: In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994, v.3, p. 1179-1180.

- CHIN, H. F. **Recalcitrant seeds: a status report**. Rome: IBPGR, 1988. 18p.
- EDWARDS, T. I. Relations of germinating soybeans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*, Bethesda, v.9, p.1-30, 1934.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H.; SOETISNA, U. Seed storage behaviour in *Elaeis guineensis*. *Seed Science Research*, Wallingford, v.1, p.99-104, 1991.
- FERREIRA, S. A. do N. A cultura da pupunheira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.9, n. extra, p.23-28, 1987.
- FERREIRA, S. A. do N. **Armazenamento e desenvolvimento do teste de tetrázólio em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1988. 64p. Dissertação (Mestrado).
- FERREIRA, S. A. do N.; SANTOS, L. A. dos. Efeito da velocidade de secagem sobre a emergência e vigor de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Acta Amazônica*, Manaus, v.23, n.1, p.3-8, 1993.
- FERREIRA, S. A. do N.; SANTOS, L. A. dos. Viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Acta Amazônica*, Manaus, v.22, n.3, p.303-307, 1992.
- HAACK, C. G. H. Um método prático para germinar sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.). *Acta Amazônica*, Manaus, v.18, n.3-4, p.323-325, 1988.
- HEYDECKER, W. Glossary of terms. In: HEYDECKER, W. *Seed ecology*. 1972, Proceedings... Pennsylvania, The Pennsylvania State University Press. p. 553-557. 1973.
- JORDAN, C. B. A study of germination and use in twelve palms of northeastern Peru. *Principes*, Lawrence, v.14, n.1, 26-32, 1970.
- KING, M. W., ROBERTS, E. H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: CHIN, H. F., ROBERTS, E. H. **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. p.53-89.
- MORA-URPI, J. Método práctico para germinación de semillas de pejíbaye. *Asbana*, v.3, n.10, p.14-15, 1979
- NOGUEIRA, O. L., CALZAVARA, B. B. G., MÜLLER, C. H.; CARVALHO, C. J. R. de, GALVÃO, E. U. P.; SILVA, H. M. e, RODRIGUES, J. E. L. F.; CARVALHO, J. E. U. de; OLIVEIRA, M. do S. P. **A cultura da pupunha**, Brasília: EMBRAPA / SPI, 1995. 50p. (Coleção Plantar, 25).
- 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
- TIPTON, J. L. Evaluation of three growth curve models for germination data analysis. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.109, n.4, p.451-454, 1984.
- TOMPSETT, P. B. Desiccation studies in relation to the storage of Araucaria seed. *Ann. Appl. Biol.*, Wellesbourne, v.105, p.581-586, 1984.
- VILLACHICA, H. **Cultivo del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito en la Amazonia**. Lima: SPT/TCA, 1996. 153p.
- VILLALOBOS, R.; HERRERA, J. Germinacion de la semilla de pejíbaye (*Bactris gasipaes*). I. Efecto de la temperatura y el sustrato. *Agronomía Costarricense*. San José, v. 15, n.1/2, p.57-62, 1991.
- VILLALOBOS, R., HERRERA, J.; GUEVARA, E. Germinacion de la semilla de pejíbaye (*Bactris gasipaes*). II. Ruptura del reposo. *Agronomía Costarricense*. San José, v. 16, n.1, p.61-68, 1992a.
- VILLALOBOS, R., HERRERA, J., MORA-URPI, J. Germinacion de la semilla de pejíbaye (*Bactris gasipaes*). III. Efecto del contenido de agua y de las condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense*, San José, v.16, n.1, p.69-76, 1992b