

**Efectividad de tratamientos de pre-germinación en la
propagación de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.)
Glassm.**

Área temática:

**Producción vegetal,
propagación de especies ornamentales.**

MARIEL NORMA GONZÁLEZ

**TRABAJO FINAL DE CARRERA
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO
EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS**

DIRECTORA: Ing. Agr. Ms. Sc. LIBERTAD MASCARINI

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

- 2016-

ACEPTACIÓN

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

Syagrus romanzoffiana es una especie de la familia Arecaceae, nativa de Argentina, ampliamente difundida como planta ornamental. Su propagación se realiza exclusivamente por semillas, pero existe poca información en la literatura sobre la germinación de semillas de esta palmera. El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de tratamientos de pre-germinación en la propagación de *S. romanzoffiana*. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con cinco tratamientos (T0, testigo despulpado; T1, despulpado + escarificación mecánica; T2, despulpado + escarificación mecánica + 6- BAP; T3, escarificación química por ureólisis de semillas; T4, ureólisis de frutos con urea; T5, ureólisis de frutos con urea + molido de porotos de soja). Todas las semillas fueron puestas en remojo en agua destilada durante 24 hs previas a la siembra. Las semillas se sembraron en bandejas de plástico con arena y se colocaron dentro de bolsas con cierre zipper, en cámara de germinación. Se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas (%G), el índice de velocidad de germinación (IVG), el índice de germinación (IG), la energía germinativa (EG), el período de energía (EG) y el valor de germinación (VG). En forma paralela se evaluaron los parámetros biométricos de las semillas: Longitud, Diámetro apical, Diámetro ecuatorial, Diámetro distal, Peso inicial. Además se registró el Peso posterior al remojo y se calculó la Variación de peso y el Tipo y grado de daño en semillas no germinadas (SNG). No hubo germinación en los tratamientos de ureólisis (T3, T4 y T5). Los porcentajes de germinación de T0, T1 y T2 fueron bajos y se presentaron diferencias significativas a favor de T0, respecto de T1 y T2. La supervivencia de plántulas post-transplante (SPT) resultó del 100, 75 y 56,3 % en T1, T2 y T0; respectivamente. La casi totalidad de semillas no germinadas (SNG) presentó algún tipo de daño incompatible con las posibilidades de germinación. El escarificado mecánico permitió alcanzar una mayor hidratación de las semillas durante la fase de imbibición mostrando que el endocarpio pétreo que recubre la semilla podría ser un obstáculo en la absorción de agua. La alta proporción de semillas dañadas post-imbibición indicaría que es poco probable que existan mecanismos de latencia en *S. romanzoffiana*.

CONTENIDOS

1- INTRODUCCIÓN	9
1.1- OBJETIVOS	9
1.2- RELEVANCIA PEDAGÓGICA DEL TRABAJO FINAL	10
1.3- CONCEPTO Y TIPOS DE LATENCIA	13
1.4- TRATAMIENTOS PRE- GERMINATIVOS	14
1.5- PALMERAS. DIFICULTADES PARA SU PROPAGACIÓN	16
1.6- CARACTERÍSTICAS DE <i>S. romanzoffiana</i>	25
1.7- PROCESO DE UREÓLISIS	30
2. MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1- DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	35
2.1.1- PROCESAMIENTO DE FRUTOS	35
2.1.2- TRATAMIENTO DE SEMILLAS.....	37
2.1.3- CONDICIONES DE GERMINACIÓN	39
2.2- MEDICIONES	42
2.2.1- EVALUACIÓN DEL ESTADO EN SEMILLAS NO GERMINADAS. E. DE CORTE	44
2.3- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	47
3. RESULTADOS	48
3.1- DATOS BIOMÉTRICOS	48
3.2- PARÁMETROS DE GERMINACIÓN	55
3.3- ENSAYO DE CORTE: SEMILLAS NO GERMINADAS	59
4. DISCUSIÓN	61
5. CONCLUSIONES	73
6. ANEXO	74
6.1- DATOS BIOMÉTRICOS: Longitud (L), D. apical (DA), D. Distal (DD), D. Ecuatorial (DE)	75
6.2- DATOS BIOMÉTRICOS: Peso inicial (PI), Peso post- remojo (PPR)	87
6.3- ANÁLISIS DE VARIANZA: DATOS BIOMÉTRICOS	99
6.4- ANÁLISIS DE VARIANZA: DATOS BIOMÉTRICOS POR CATEGORÍAS	101
6.5- ANÁLISIS DE VARIANZA: PARÁMETROS DE GERMINACIÓN	104
6.6- ANÁLISIS DE VARIANZA, RELACIONES ENTRE DATOS BIOMÉTRICOS	106
6.6.1- POR TRATAMIENTOS	106
6.6.1.1- SEMILLAS GERMINADAS	107
6.6.2- ANÁLISIS DE VARIANZA: POR TRATAMIENTO, G Y NG	108
6.7- SEMILLAS GERMINADAS- IMÁGENES	112
6.8- PLÁNTULAS LOGRADAS- IMÁGENES	113
7. BIBLIOGRAFÍA	117

TABLAS

Tabla 1- Principales tipos de latencia	14
Tabla 2- Factores que afectan la germinabilidad en Palmeras.....	23
Tabla 3- Usos etnográficos documentados de <i>S. romanzoffiana</i>	28
Tabla 4 - Criterios de clasificación por tipo y nivel de daño de Semillas No Germinadas	46
Tabla 5 - Variación de peso en porcentaje (ΔP %)	49
Tabla 6 - Longitud. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías (Lc)	50
Tabla 7- Diámetro apical. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías (DAc)	51
Tabla 8 - Diámetro ecuatorial. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (DEc)	52
Tabla 9 - Diámetro distal. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías (DDc).....	53
Tabla 10- Peso inicial. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías (PIc).....	54
Tabla 11- Peso posterior al remojo. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías.....	54
Tabla 12- Parámetros de germinación (%G, IVG, IG, EG y PE)	59
Tabla 13- Análisis de Varianza: Longitud (L)	99
Tabla 14 - Análisis de Varianza: Diámetro apical (DA).....	99
Tabla 15- Análisis de Varianza: Diámetro ecuatorial (DE).....	99
Tabla 16- Análisis de Varianza: Diámetro distal (DD)	99
Tabla 17- Análisis de Varianza: Peso inicial (PI).....	100
Tabla 18 - Análisis de Varianza: Peso posterior al remojo (PPR).....	100
Tabla 19 - Análisis de Varianza: Variación de peso (ΔP)	100
Tabla 20 - Análisis de Varianza, valores agrupados por categorías: Longitud (Lc)	101
Tabla 21 - Análisis de Varianza, valores agrupados por categorías: Diámetro Apical (DAc)	101
Tabla 22 - Análisis de Varianza, valores agrupados por categorías: Diámetro Ecuatorial (DEc).....	102
Tabla 23 - Análisis de Varianza, valores agrupados por categorías: Diámetro Distal (DDc).....	102
Tabla 24 - Análisis de Varianza, valores agrupados por categorías: Peso inicial (PIc).....	103
Tabla 25 - Análisis de Varianza, valores agrupados por categorías: Peso posterior remojo (PPRc) ...	103
Tabla 26- Análisis de Varianza %G.....	104
Tabla 27- Análisis de Varianza IVG	104
Tabla 28- Análisis de Varianza IG	104
Tabla 29- Análisis de Varianza EG.....	104
Tabla 30- Análisis de Varianza PE	104
Tabla 31- Análisis de Varianza: <i>Tipo y Grado de daño</i>	105
Tabla 32- Análisis de Varianza: <i>L/DA</i>	106
Tabla 33- Análisis de Varianza: <i>L/DE</i>	106
Tabla 34- Análisis de Varianza: <i>L/DD</i>	106
Tabla 35- Análisis de Varianza: <i>PI/L</i>	106
Tabla 36- Análisis de Varianza: <i>PI/DE</i>	106
Tabla 37- Análisis de Varianza: Relaciones <i>L/DA, L/DE, L/DD</i> en semillas germinadas.....	107
Tabla 38- Análisis de Varianza: Relaciones <i>PI/L, PI/DE</i> en semillas germinadas	107
Tabla 39- Análisis de Varianza: Relaciones <i>L/DA, L/DE, L/DD</i> en T0	108
Tabla 40- Análisis de Varianza: Relaciones <i>L/DA, L/DE, L/DD</i> en T1	108
Tabla 41- Análisis de Varianza: Relaciones <i>L/DA, L/DE, L/DD</i> en T2	109
Tabla 42- Análisis de Varianza: Relaciones <i>PI/L, PI/DE</i> en T0	110
Tabla 43- Análisis de Varianza: Relaciones <i>PI/L, PI/DE</i> en T1.....	110
Tabla 44- Análisis de Varianza: Relaciones <i>PI/L, PI/DE</i> en T2.....	110
Tabla 45- Valores medios de datos biométricos en semillas germinadas	111

FIGURAS

Figura 1- Estructura de fruto y semilla de Palmeras	22
Figura 2- Tipos de germinación de palmeras	22
Figura 3- Hábitat natural de <i>Syagrus romanzoffiana</i>	28
Figura 4- Estadios ontogenéticos de <i>Syagrus romanzoffiana</i>	29
Figura 5- Ruptura de enlaces químicos por ureólisis	31
Figura 6- Ejemplar de <i>S. romanzoffiana</i> utilizado como planta madre.....	34
Figura 7- Infrutescencia con frutos maduros	34
Figura 8- Frutos maduros.....	34
Figura 9- Ablandamiento de frutos por fermentación en agua con detergente	35
Figura 10- Restos de epicarpio y mesocarpio (pulpa) retirados de los frutos	35
Figura 11- Ablandamiento de frutos mediante ureólisis	36
Figura 12- Molido de porotos de soja.....	36
Figura 13- Ablandamiento de frutos mediante ureólisis	36
Figura 14- Semillas no escarificadas	37
Figura 15- Semillas escarificadas mecánicamente.....	37
Figura 16- Remojo de semillas en agua destilada	38
Figura 17- Extracto de soja	38
Figura 18- Semillas sumergidas en urea + extracto de soja	38
Figura 19- Ordenamiento de las semillas en cada bandeja de germinación	39
Figura 20- Semillas dispuestas en bandejas con sustrato arena	40
Figura 21- Bandejas en bolsas con cierre tipo zipper	40
Figura 22- Unidades experimentales (bandejas de siembra).....	40
Figura 23- Bandejas en cámara de germinación	41
Figura 24- Semilla germinada, al momento del transplante	41
Figura 25- Transplante a contenedores	41
Figura 26- Morfología externa de la semilla. Parámetros biométricos evaluados	42
Figura 27- Método de corte de semillas	45
Figura 28- Ensayo de corte	45
Figura 29- Enrollamiento de primer eófilo en plántulas de T2.....	72
Figura 30- Adelgazamiento de opérculos en semillas sometidas a ureólisis.....	72
Figura 31- Estado de los frutos al finalizar el tratamiento de ureólisis	72
Figura 32- Semillas germinadas. Imágenes	112
Figura 33- Plántulas obtenidas	113
Figura 34- Embrión visible	114
Figura 35- Endosperma sano.....	114
Figura 36- Endosperma con daños leves	114
Figura 37- Endosperma con daños moderados.....	115
Figura 38- Endosperma con daños severos - Podredumbre seca.....	115
Figura 39- Endosperma con daños severos - Podredumbre húmeda.....	115
Figura 40- Endosperma con daños severos – Podredumbre mixta	116
Figura 41- Endosperma con daños severos por predadores	116

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variación de peso en porcentaje (ΔP %)	49
Gráfico 2 - Longitudes agrupadas por categorías (Lc)	50
Gráfico 3 - Diámetro apical, valores agrupados por categorías (DAC).....	51
Gráfico 4 - Diámetro ecuatorial, valores agrupados por categorías (DEc)	52
Gráfico 5 - Diámetro distal, valores agrupados por categorías (DDc)	53
Gráfico 6 - Peso inicial, valores agrupados por categorías (Pic).....	54
Gráfico 7 - Peso posterior al remojo, agrupado por categorías (PPRc)	55
Gráfico 8 - Porcentaje de germinación (%G)	57
Gráfico 9 - Índice de velocidad de germinación	57
Gráfico 10 - Evolución del índice de velocidad de germinación.....	57
Gráfico 11 - Índice de germinación (IG).....	57
Gráfico 12 - Evolución del índice de germinación	58
Gráfico 13 - Energía germinativa (EG)	58
Gráfico 14 - Período de energía (PE).....	58
Gráfico 15 - Valor de germinación (VG).....	58
Gráfico 16 - Porcentaje de supervivencia de semillas germinadas, post- transplante.....	59
Gráfico 17 - Porcentaje por tipo de daño en semillas no germinadas	60

1- INTRODUCCIÓN

1.1- OBJETIVOS

El Trabajo Final de Carrera: “**Efectividad de tratamientos de pre-germinación en la propagación de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm.**”, se inserta en las líneas generales de investigación sobre propagación de plantas ornamentales llevadas a cabo por la Cátedra de Floricultura de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y, de manera particular, se encuentra enmarcado en el Proyecto de Extensión Universitaria y Vinculación Comunitaria del Ministerio de Educación-SPU (Cód. 583): “**Etno-desarrollo, seguridad alimentaria y cuidado del ambiente en la comunidad *qom Potae Napocna Navogoh***” (Directores: L. Mascarini, P. Rush) y en el Proyecto UBANEX: “**Promoción de la soberanía alimentaria y cuidado del ambiente en una comunidad *qom***” (Directores: P. Rush, Mascarini, L.).

El presente Trabajo Final tiene como objetivos:

- **Generales:**

- Evaluar la efectividad de distintos métodos de ruptura de los mecanismos de dormición de semillas, en la propagación de *S. romanzoffiana*.
- Analizar la incidencia en la germinación de los parámetros biométricos de la semilla.

- **Parciales:**

- Obtener un método de escarificación de semillas eficiente y sencillo desde el punto de vista técnico y comercial.
- Evaluar la factibilidad de la escarificación química de semillas a través del proceso de ureólisis.
- Generar metodologías de propagación que puedan ser de utilidad y aplicables para la comunidad *qom Potae Napocna Navogoh* “La Primavera”.
- Producir nuevos conocimientos en el área de la propagación de especies ornamentales nativas que contribuyan a la formación académica de los estudiantes de las Carreras de Ingeniero Agrónomo y Técnico en Floricultura.

1.2- RELEVANCIA PEDAGÓGICA DEL TRABAJO FINAL

Como se comentó anteriormente, el presente Trabajo Final de Carrera se encuentra enmarcado en el Proyecto de Extensión Universitaria y Vinculación Comunitaria: **“Etno-desarrollo, seguridad alimentaria y cuidado del ambiente en la comunidad qom Potae Napocna Navogoh”** y en el Proyecto UBANEX : **“Promoción de la soberanía alimentaria y cuidado del ambiente en una comunidad qom”** (Directores: P. Rush, Mascarini, L.). Forma parte, además, de las líneas de investigación sobre propagación de especies nativas ornamentales de la Cátedra de Floricultura de la Facultad de Agronomía (UBA). De ellas, han surgido numerosos trabajos de intensificación, ya sea en forma de prácticas pre - profesionales asistidas o como trabajos de investigación aplicada, realizados por estudiantes de la Carrera Técnica en Floricultura, cuya dirección se encuentra a cargo de la Ing. Agr. Ms. Sc. Libertad Mascarini. Dichos trabajos, efectuados en el marco de la asignatura Trabajo Final del Ciclo Superior de la carrera técnica han sido llevados a cabo tanto en la Cátedra de Floricultura como en diversas instituciones con las que se han establecido convenios: Jardín Botánico Carlos Thays (C.A.B.A.), Proyecto de Reserva Ecológica Lago Lugano (C.A.B.A), Reserva Natural Pilar, Parque Natural Municipal “Ribera Norte” (San Isidro).

Entendemos que la Universidad, como Institución de Educación Superior, debe dar prioridad a la articulación de las funciones que le son propias: docencia, investigación y extensión, ya que ellas constituyen la esencia misma de los procesos que definen su naturaleza. La integración de estos tres pilares es fundamental para la formación de profesionales preparados para enfrentar los retos y cambios que la sociedad demanda (Bogado de Scheid y Fedoruk, 2011).

La proyección social, función que cumple la Universidad con el medio externo, se apoya en la docencia y la investigación para el diseño y desarrollo de proyectos que articulen las experiencias y saberes de la academia con los saberes y experiencias del entorno. En este proceso, la Universidad reconoce características, cultura, potencialidades, necesidades y demandas del medio externo y así puede estar dispuesta a abrir múltiples y flexibles formas de interacción con los sectores sociales, organismos locales y nacionales, organismos no gubernamentales, organizaciones populares y con el sector productivo (Martínez, 2005).

Creemos que la extensión universitaria cumple un rol de formación continua de la propia comunidad universitaria en su conjunto y de los profesionales individuales que la integran; un rol en la divulgación científica, en la transformación social, en el desarrollo comunitario y en la transferencia tecnológica. Pero plantea, además, una

interrelación interna, porque no puede estar dissociada de las actividades de docencia e investigación, así como éstas tampoco deberían estarlo de aquella.

La extensión, pensada como interrelación, presupone una confrontación de realidades, cuya síntesis establecerá modificaciones sustanciales entre las partes involucradas, por constituir un aspecto de aprendizaje recíproco. De este modo, se establece una doble vía de comunicación, que enriquece las actividades de docencia e investigación desarrolladas dentro del ámbito educativo universitario, las recrea y reorienta en función de las demandas del contexto (Bogado de Scheid y Fedoruk, 2011).

Concebimos la investigación como instancia en la cual tanto docentes como estudiantes se involucran en la generación de conocimientos que pueden ser difundidos y aplicados, ya sea para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro del aula como para propiciar cambios en los contextos extra-institucionales a través de las actividades de extensión universitaria. La comprendemos como estrategia de aprendizaje, herramienta imprescindible de cualquier acto de conocimiento; que promueve la capacidad para aprender no sólo en el presente y en un sentido convencional, sino algo mucho más valioso y trascendente, aprender la forma de aprender, que es el desafío que necesita enfrentar todo ser humano, a partir de conocer y ejercitar su propio estilo cognitivo. Al establecerse el vínculo docencia-investigación se pretende que profesores y estudiantes, en tanto que protagonistas principales de lo que acontece en el aula, se conviertan en artífices de su propio aprendizaje, de su propio proceso formativo (Obregón Romero, 2011).

Pensamos en la investigación, según afirma Morán Oviedo (2004), “como binomio inseparable con la docencia, en la perspectiva de enseñar lo que se investiga e investigar lo que se enseña. Asimismo, como la posibilidad de convertir la docencia en objeto y práctica de la investigación. Este planteamiento tiene el propósito de superar un vicio muy acendrado en la tarea docente: el sujeto sabe porque acumula información, pero no tiene elementos para hacer progresar su saber. No olvidemos que el proceso de investigación es generalmente tan fecundo, o más, que el resultado mismo, el cual lleva a nuevas indagaciones que incrementan el conocimiento”.

Recordando siempre que “la transformación académica de toda institución de Educación Superior pasa necesariamente por una docencia renovada y por un docente innovador, formado en una doble perspectiva: la disciplinaria y la pedagógico-didáctica. Hay dos caminos para ello, ambos prometedores. Primero, enseñar para el cambio, enseñando a producir conocimientos, no sólo a consumirlos; aludimos aquí a la figura del *docente* y del *investigador universitario* que alternativamente enseñan lo que investigan y hacen de su práctica docente un objeto de estudio. Segundo, enseñar para la transformación, transmitiendo crítica y creativamente los conocimientos

prácticos de la profesión”. “Por ello, si la docencia universitaria se aleja del sentido intrínseco de la investigación sólo transmite conocimientos legitimados. Tal posición entiende al conocimiento como algo dado y acumulado y no como la experiencia misma que le dio origen. Conocer en un nivel superior es saber un qué y un cómo llegó a ser descubierto algo, pero además, un para qué. De ahí que separar la docencia de la investigación es quitar al acto de aprehender la oportunidad de conocer el proceso de hallazgo y el sentido de su finalidad – que es otra forma de investigación–, además de que, por ello, se transmite al estudiante una verdad unilateral y se propicia un conocimiento estéril, corriéndose el riesgo de privar del poder fecundo de asimilar y hacer propia una estrategia de aprendizaje para recrear y/o producir otros conocimientos, en otras situaciones, acaso inéditas, de enseñanza y aprendizaje” (Morán Oviedo, 2004).

Consideramos a la docencia como un proceso creativo a través del cual los sujetos que enseñan y los que aprenden interactúan con un objeto de conocimiento, develando así su propia lógica de construcción y transformándose mutuamente. Ello supone a la docencia como una tarea compleja, cuyo desempeño cabal exige una actitud profesional en el más estricto de los sentidos. De ninguna manera la docencia puede resultar del mero deseo de comunicar acríticamente lo que otros investigan, como si los productos de la investigación fueran saberes absolutos, acabados y cerrados (Morán Oviedo, 2004).

Desde esta perspectiva, que constituye nuestro marco teórico de referencia, estimamos que toda investigación, en sí misma, es capaz de trascender los límites del área disciplinar en que se inserta y ser un valioso aporte para estudiantes, docentes y para la sociedad en su conjunto, cuando se halla debidamente encauzada e integrada en el “triángulo simbólico” (Roble *et al.*, 2007) que forma junto a la docencia y a la extensión universitarias.

1.3- CONCEPTO Y TIPOS DE LATENCIA

El estado de **latencia, dormición o letargo** es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación. La latencia se establece durante la formación de la semilla y posee una importante función que consiste en restringir la germinación en la planta madre, antes de su dispersión. Además, se considera que la latencia es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que evita que se produzca la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula.

La latencia es un proceso dinámico que se encuentra influenciado por varios factores ambientales como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de oxígeno; a medida que el grado de latencia disminuye se amplía el rango de condiciones ambientales que permiten la germinación. Existe un amplio rango de intensidades de latencia, que va desde la latencia absoluta, en la cual la germinación no se produce bajo ninguna condición, pasando por intensidades intermedias, donde las semillas pueden germinar en un rango de condiciones ambientales estrecho (por ejemplo cuando se incuban a cierta temperatura).

El nivel de latencia varía, además, con la procedencia de las semillas, el año de cosecha e incluso dentro de un mismo lote de semillas y, por ello, en condiciones naturales la emergencia de plántulas ocurre en “pulsos” dentro de un lapso de espacio y tiempo, lo que favorece el desarrollo de nuevos individuos en ambientes ligeramente distintos, contribuyendo así a las posibilidades de regeneración y supervivencia de la especie. En la Tabla 1 se detallan los distintos tipos de latencia, según Hartmann y Kester (1991).

Mediante la aplicación de protocolos pre-germinativos es posible disminuir la latencia a un grado mínimo, promoviendo la germinación de las semillas. La germinación involucra todos aquellos procesos que comienzan con la absorción de agua por la semilla y terminan con la elongación del eje embrionario. A nivel fisiológico, la señal visible de la finalización de la germinación es la emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales pero en el ámbito de la producción suele tomarse como señal de la germinación la visualización de la emergencia de una plántula viable.

LATENCIA	TIPOS DE LATENCIA	CARACTERÍSTICAS
Impuesta por las cubiertas de las semillas o exógena El embrión se encuentra totalmente desarrollado al momento de la maduración de la semilla.	Latencia física	El embrión está encerrado dentro de una cubierta seminal impermeable.
	Latencia mecánica	Las cubiertas seminales son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. En la mayoría de los casos se combina con otros tipos de latencia.
	Latencia química	Se origina por la producción y acumulación, en el fruto o en las cubiertas de las semillas, de sustancias químicas que inhiben la germinación.
Morfológica o endógena El embrión no se ha desarrollado completamente al momento de la maduración de la semilla.	Embriones rudimentarios	El fruto maduro presenta sólo un proembrión embebido en el endosperma.
	Embriones no desarrollados.	En la madurez del fruto los embriones están poco desarrollados. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.
Fisiológica		Debida a una disminución en la actividad de los embriones al formarse la semilla.
Morfo-fisiológica		Combinación de las dos anteriores.

Tabla 1 - Principales tipos de latencia. Características. Según Hartmann y Kester (1991)

1.4- TRATAMIENTOS PRE- GERMINATIVOS

Se denominan tratamientos pre-germinativos a todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas (Donoso, 1993; Arnold, 1996). Los métodos pre- germinativos más comúnmente empleados son:

a) Estratificación

Se utiliza para romper la latencia fisiológica y consiste en colocar las semillas entre estratos de arena, turba o vermiculita, que conservan la humedad (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1991; Donoso, 1993). La estratificación fría es aquella donde se mantienen las semillas a bajas temperaturas (4 a 10 °C), asemejando las condiciones de invierno, por un período que oscila entre 20 y 60 días, llegando inclusive hasta 120 días (Ordoñez 1987; FAO, 1991; García, 1991). La estratificación cálida, se basa en la necesidad de las semillas de estar sometidas a altas temperaturas para poder germinar. En este caso, la temperatura empleada oscila entre los 22 y 30 °C, con un período de estratificación entre 30 y 60 días (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; Figueroa y Jaksic, 2004).

b) Escarificación

Un gran número de especies forestales no germinan debido a que la cubierta seminal es dura e impide la entrada de agua (latencia física). La escarificación es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases. La escarificación puede subdividirse en dos tipos:

1) Mecánica: consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o con pinzas. Si es a gran escala se utilizan máquinas especiales como, por ejemplo, tambores giratorios recubiertos en su interior con papel de lija o combinados con arena gruesa o grava. (Goor y Barney, 1976, FAO 1991; García, 1991).

2) Química: consiste en remojar las semillas por períodos breves (15' a 2 hs) en compuestos químicos. Por lo general, las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción variable según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua.

c) Remojo o Lixiviación:

Las semillas son remojadas en agua con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa (capa externa de la cubierta seminal). El tiempo de remojo puede ser de 12; 24; 48 y hasta 72 hs; en algunos casos, cambiando el agua con cierta frecuencia (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; FAO, 1991). Habitualmente el remojo se efectúa con agua a temperatura ambiente, pero también puede realizarse con agua caliente. En este último caso, las semillas se colocan en agua hirviendo, retirando inmediatamente el recipiente de la fuente de calor y dejando enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente; con un tiempo de enfriamiento estimado de 12 h aproximadamente (FAO, 1991).

d) Reguladores de crecimiento y otros estimulantes químicos

Existen compuestos que estimulan la germinación, entre los más usados están: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA₃) y citoquininas. Todas estas sustancias se emplean en diferentes concentraciones y tiempos de exposición, dependiendo de la especie a tratar.

e) Combinación de tratamientos

Se utiliza en semillas de especies que tienen más de un tipo de letargo.

1.5- PALMERAS.

CARACTERÍSTICAS SEMINALES. DIFICULTADES PARA SU PROPAGACIÓN.

Las palmeras constituyen una familia de plantas (Arecaceae) de elevada importancia socioeconómica a nivel mundial como fuente de productos agrícolas y ornamentales; comprende de 2200 (Johnson, 1996) a 2600 (Jones, 1995) especies distribuidas a través de las áreas tropicales y subtropicales.

En América del Sur, las palmeras han sido utilizadas desde prácticamente los inicios de la ocupación humana a fines del Pleistoceno y principios del Holoceno (Morcote y Bernal, 2001). Los registros arqueobotánicos, etnohistóricos y, sobre todo, etnográficos muestran que se han aprovechado todas sus partes de manera intensiva y con numerosos fines: alimenticios, medicinales y tecnológicos (Balée 1994; Balick y Beck, 1990; Bernal *et al.* 2011; Meggers, 2001; Morcote y Bernal, 2001). Comidas, aceites, harinas, sustitutos de la sal, bebidas, viviendas, herramientas, armas, adornos, contenedores, combustibles, venenos y medicamentos son algunos de los múltiples usos que se le han dado -y aún se le dan- a los frutos, hojas, troncos y raíces de las palmeras. En Sudamérica existen evidencias de manejo para 96 especies de palmeras, entre las cuales *Syagrus romanzoffiana* ("Pindó") ha tenido múltiples usos asociados principalmente con la subsistencia, la manufactura de artefactos y la construcción de viviendas.

La propagación comercial de palmeras se realiza casi exclusivamente por semilla, sin embargo, se sabe muy poco acerca de la biología de las semillas de palmeras debido a que la investigación científica se ha llevado a cabo sólo en un reducido número de especies (Orozco y Segovia, 2003).

Las palmeras comparten un conjunto de características reproductivas que son únicas en muchos sentidos. Sus semillas siempre contienen partes del fruto, ya sea del exocarpio, mesocarpio y/o endocarpio (Corner, 1966). El tamaño de las semillas va desde gigantescas como las de *Lodoicea maldivica* (cada una pesa más de 20 kg y es de unos 50 cm de largo) a las muy pequeña de *Roscheria melanochaetes* y *Chamaedorea elegans*, con alrededor de 7 mm y 5 mm de largo, respectivamente (Sneed, 1976; Moore y Uhl, 1982; Jones, 1995). Los tamaños más comunes de semillas de palmeras oscilan entre 1 y 12 cm (Jones, 1995).

La anatomía y morfología de las semillas brinda bases útiles para la definición de las tendencias evolutivas de la familia Arecaceae. En general, el gineceo desarrolla una sola semilla (carácter primitivo en palmeras) ya sea debido al hecho de que sólo uno de los tres carpelos es fértil, o a que los tres carpelos son fértiles, pero dos de ellos abortan durante el desarrollo de la semilla o el fruto (Robertson, 1977; Davis, 1978;

Padmanabhan y Regupathy, 1981). Alternativamente, todos los carpelos que se desarrollan producen una semilla rodeada por el endocarpio (Siddiqi *et al.* 1.991). La poliembrionía - varios embriones rodeados por el mismo endocarpio - (Davis 1978, May *et al.* 1985, Clancy y Sullivan 1988) y la producción partenocárpica de semillas también son conocidos entre las palmeras (Shukr *et al.* 1988, Rohani *et al.* 1997). Algunas especies como *Attalea phalerata* (*Leandroana scheelea*), producen una sola semilla por fruto o frutos multisesmillas, con un número variable de semillas entre frutos (Koebernik 1971; Moore y Uhl, 1982). Este hecho tiene importancia ecológica en algunas palmeras porque los depredadores prefieren frutos con una sola semilla madura, produciendo una presión de selección negativa sobre los individuos con este carácter (Bradford y Smith 1977).

Tanto el mesocarpio como el endocarpio son comúnmente las estructuras remanentes en el fruto más importantes (Fig. 1). El mesocarpio puede variar de carnoso a muy fibroso, mientras que el endocarpio puede estar diferenciado en una estructura dura de consistencia pétreo como en *Cocos nucifera* y *Jubaeopsis caffra* (Murray, 1973; Robertson 1977; Moore y Uhl, 1982) o puede ser de consistencia papirácea, como en *Caryota mitis* y *Mauritia flexuosa* (Murray, 1973). En general, el endocarpio no se puede separar de la cubierta seminal la cual está poco desarrollada. Al momento de la diseminación, el endosperma (tejido nutricional de las semillas) puede ser sólido, cremoso, líquido o una combinación de las tres consistencias (Robertson, 1977; May *et al.*, 1985). La consistencia del endosperma suele variar, también, durante el proceso de maduración de la semilla (Corner, 1966).

Las semillas de palmeras contienen embriones pequeños respecto al tamaño de la misma y una gran cantidad de endosperma (Fig. 1). En muchos casos, los diferentes componentes de la semilla no están completamente desarrollados en el momento de la diseminación. En varias especies, el embrión consta inicialmente de un disco sencillo de células situadas cerca del opérculo (zona por la que emerge la radícula durante la germinación) en una semilla muy grande (Ginieis, 1957; Corner, 1966). Más tarde, el cotiledón (haustorio) se diferencia en una base tubular, el pecíolo y el haustorio distal (Tomlinson, 1990). El haustorio absorbe y asimila los nutrientes del endosperma y durante este proceso, tanto el cotiledón como el embrión crecen hasta llenar toda la cavidad del fruto (De Mason, 1985). Sin embargo, el proceso de desarrollo del embrión ha sido estudiado en detalle sólo en unas pocas especies de palmeras, cuyo mejor ejemplo es la palmera datilera, *Phoenix dactylifera* (Lloyd, 1910; De Mason, 1984; De Mason *et al.*, 1989).

Los principales recursos de reserva para el desarrollo de los embriones son lípidos y polisacáridos insolubles. Muchas semillas de palmeras contienen cantidades muy grandes de lípidos; la palma aceitera, *Elaeis guineensis*, contiene un 47% de lípidos y un 36% de hidratos de carbono insolubles en forma de galactomananos. Durante las

primeras etapas de la germinación, los carbohidratos se metabolizan más rápidamente que los lípidos, pero durante el desarrollo de las plántulas el haustorio convierte activamente los triglicéridos en hidratos de carbono (Alang *et al.* 1988). En otros casos, el propio endosperma digiere las reservas almacenadas, que luego son absorbidas por el haustorio, como ocurre en *Phoenix dactylifera* y *Washingtonia filifera* (De Mason, *et al.* 1985).

La forma de germinación de las semillas de palmeras se encuadra en una de dos categorías. En las palmeras con **germinación remota** (Fig. 2- A), el eje de la plántula se desarrolla a poca distancia por debajo de la semilla. La primera estructura que emerge de la semilla se denomina "pecíolo del cotiledón" y presenta un gran parecido con la radícula. El pecíolo del cotiledón crece en forma descendente en la tierra, a veces muy profundamente y va hinchándose en su base. De esta hinchazón, surgen la radícula y la plúmula. El cotiledón real, funciona dentro de la semilla como órgano absorbente (haustorio). El haustorio transfiere los nutrientes del endosperma a la plántula. En semillas con germinación remota, la radícula persiste durante algún tiempo y produce raíces laterales.

El otro tipo de germinación de semillas de palmeras se denomina **germinación adyacente** (Fig. 2- B). En semillas con este tipo de germinación, sólo una porción pequeña del cotiledón (llamada "botón") surge de la semilla; aparece como una estructura hinchada que termina en la superficie de la semilla. La radícula y la plúmula emergen de los ápices inferior y superior del botón, respectivamente. En palmeras con germinación adyacente, la radícula es normalmente delgada y de vida muy efímera siendo reemplazada rápidamente por raíces adventicias formadas en la base del tallo. Al igual que en la germinación remota, el haustorio (cotiledón) permanece dentro de la semilla absorbiendo las sustancias de reserva del endosperma.

Las diferencias en las formas de germinación entre palmeras podría deberse a características embrionarias (Gatin, 1906; citado por Tomlinson, 1960), a la filogenia propia de cada grupo taxonómico o bien resultar una adaptación a determinados tipos de ambiente. La germinación remota podría tener un significado adaptativo en la distribución de palmeras en zonas sujetas a sequía (Tomlinson, 1960) o en áreas afectadas por el fuego u otros tipos de disturbios (Henderson *et al.*, 1995).

La diversidad en cuanto a tiempos y requerimientos para la germinación es muy amplia entre las diferentes especies de palmeras (Corner, 1966) incluyendo aquellas originarias de un mismo ambiente.

La germinación suele ser lenta, irregular e influenciada por factores tales como la temperatura, el estadio de recolección del fruto (Pivetta *et al.*, 2005; Meerow, 1991), la presencia de embriones inmaduros, la resistencia mecánica del endocarpio, la impermeabilidad a los gases y/o al agua, la presencia de inhibidores químicos o bien

por una combinación de estos factores (Bewley y Black, 1994) así como por la rápida pérdida de viabilidad ante la deshidratación (Broschat, 1994; Negreiros, 2004). Las semillas son, en general, de corta duración y con frecuencia pierden su viabilidad después de 2 a 3 meses de almacenamiento (Deleon, 1958; Broschat y Donselman, 1988). En la Tabla 2 se resumen los principales factores que afectan la germinabilidad de las semillas de palmeras.

Las tasas y la capacidad de germinación entre semillas de diferentes poblaciones, aún de individuos y cohortes de la misma especie, pueden diferir considerablemente. En ocasiones, una misma cohorte de semillas, presenta variaciones en cuanto a la sincronía de germinación. Estas diferencias son principalmente debidas a factores ambientales y genéticos en poblaciones naturales y / o a la selección durante la domesticación o a las diferentes técnicas de manipulación en especies cultivadas (Orozco y Segovia, 2003).

La variación en las tasas de germinación y la capacidad de germinación también se ha relacionado con diferentes grados de maduración entre semillas. Frutos inmaduros de tamaño aparentemente completo podrían permanecer en la planta por mucho tiempo (Tomlinson y Soderholm, 1975); por ello, resulta difícil poder identificar la maduración de la semilla a partir de la apariencia externa del fruto (Orozco y Segovia, 2003). También, es necesario identificar efectos maternos que podrían inducir diferentes grados de maduración en la misma infrutescencia durante el desarrollo de las semillas. Los efectos maternos también podrían explicar las diferencias en los requisitos de germinación entre lotes, individuos, poblaciones o producción anual de semillas.

Por otra parte, el retraso o la germinación esporádica se ha relacionado con diversos factores ecológicos tales como el escape de las plántulas a la depredación o la adaptación a períodos de sequía; diferentes picos de germinación de una misma cohorte de semillas podrían ocurrir en varios años, durante cada estación húmeda (Orozco y Segovia, 2003).

Se ha estimado que más del 25% de todas las especies de palmeras requieren por encima de 100 días para germinar y presentan menos del 20% de germinación total (Lopes *et al.*, 2011). La dificultad para germinar se produce en muchas especies, incluso en condiciones adecuadas para la germinación (dormición) y es considerada como una de las principales causas en la variación de los tiempos a germinación (Baptista da Luz, 2008); los mecanismos de control de este proceso son, sin embargo, poco conocidos (Carvalho *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista biológico, la restricción que establecen los mecanismos de dormición a la germinación constituye una estrategia beneficiosa para la distribución de las semillas en el espacio y el tiempo, aumentando así la probabilidad de

supervivencia de la especie. Las semillas se dispersan de la planta madre en diferentes etapas de latencia (fenómeno conocido como polimorfismo o heteromorfismo) caracterizadas morfológicamente por variaciones en el tamaño o en el grosor del tegumento. En las semillas polimórficas, la germinación se halla distribuida en el tiempo, permitiendo la emergencia de plántulas a intervalos irregulares, incrementando así la probabilidad de que ciertos individuos sobrevivan. La dormición puede proporcionar la superación de la dependencia de la semilla respecto de los factores ambientales, cuando éstos tienen características estacionales, evitando la emergencia de plántulas bajo condiciones adversas para su supervivencia. En condiciones ecológicas, la dormición suele ser lentamente superada.

Numerosas especies de la familia Arecaceae presentan mecanismos de dormición física en diversos grados, por lo que requieren de la aplicación de diferentes tratamientos tales como la inmersión en agua o en reguladores de crecimiento, la escarificación química (generalmente mediante aplicación de ácidos) o mecánica, la estratificación e incluso grados variables de exposición a la luz (Baptista da Luz, 2008).

Como se mencionó anteriormente, las semillas de palmeras se hallan envueltas en un mesocarpio carnoso o fibroso. Meerow (1991), Broschat (1994) y Lorenzi *et al.* (2004) recomiendan la eliminación de la pulpa (epicarpio y mesocarpio) antes de la siembra o del almacenamiento. Para ello se requiere del remojo en agua a efectos de ablandar (fermentar) el mesocarpio. Los frutos se hallan listos para ser procesados cuando el mesocarpio se desprende con facilidad al tocarlo (Meerow, 1991).

La inmersión de las semillas en agua, durante uno a siete días, ha sido una práctica habitualmente utilizada para alcanzar una germinación rápida y uniforme e incrementar la resistencia a condiciones ambientales adversas (Nagao *et al.*, 1980; Broschat, 1994). En *Archontophoenix alexandrae* el remojo en agua mejoró el porcentaje y la velocidad de germinación (Teixeira *et al.*, 2007). Similares resultados hallaron Ferreira y Gentil (2006) con semillas de *Astrocaryum aculeatum*. Sin embargo, no todas las especies responden de manera similar a la pre-imbibición en agua (Esperon Reis R. de G., 2008).

En palmeras que presentan semillas con cubiertas duras o impermeables, la escarificación mecánica o química aumenta el porcentaje de germinación (Holmquist y Popenoe, 1967; Nagao, 1980; Odetola, 1987). Pivetta *et al.* (2005) señalan que la escarificación mecánica de semillas de *Syagrus schizophylla* permite lograr un mayor porcentaje de germinación respecto de semillas no escarificadas.

La remoción y escarificación del endocarpio, el uso de ácido giberélico y el remojo de las semillas en agua han sido probados con éxito en varias especies de palmeras, como *Astotrichum phaleata*, *Attalea geraensis*, *Attalea pharelata*, *Butia archeri* y

Jubaea chilensis (Gentil y Ferreira 2005, Ferreira y Gentil, 2006). Sin embargo, la combinación de distintos métodos podría mejorar aún más la rotura de la latencia y conducir a una germinación más uniforme.

El uso de reguladores de crecimiento como giberelinas (Bevilaqua *et al.*, 1993) y citoquininas (Cunha y Casali, 1989) puede mejorar el rendimiento de las semillas en fase de germinación, especialmente bajo condiciones adversas. Frazão y Pinheiro (1981) y Frazão *et al.* (1981) lograron un mayor porcentaje de germinación en semillas de palmeras del género *Orbignya* con la aplicación de ácido giberélico.

Para Koebernick (1971), son numerosos los factores que pueden afectar la germinación de semillas de palmeras, entre ellos: el período de almacenamiento, la temperatura, el tipo de sustrato así como la humedad y aireación de este último (Baptista da Luz, 2008).

La temperatura influye tanto en la velocidad como en el porcentaje de germinación final (Bewley y Black, 1985). Las semillas son capaces de germinar bajo un cierto rango definido de temperaturas para cada especie. Las temperaturas requeridas por las palmeras para alcanzar una germinación rápida y uniforme, suelen ser altas. El rango aceptable se extiende de los 20 a 37°C pero entre los 30 y 35°C se obtienen los mejores resultados (Meerow, 1991). Temperaturas inferiores o superiores a las óptimas contribuyen a reducir el porcentaje de germinación y a volverla lenta y poco uniforme (Carpenter, 1988; Broschat, 1994 citados por Esperon Reis R de G, 2008).

En algunas especies, la variación en el tamaño de las semillas de un lote puede contribuir adversamente a la homogeneidad y uniformidad de la germinación (Duarte *et al.*, 2006; Pivetta *et al.*, 2008). Martins *et al.* (2000) encontraron que semillas de *Euterpe espirosantensis* de mayor tamaño presentaron una mayor velocidad de germinación.

Por otra parte, Elias *et al.* (2006), describen la incidencia de la profundidad del poro germinativo en el sustrato en el aumento de emergencia y la disminución del porcentaje de semillas latentes.

También, en muchos casos, la latencia del embrión se rompe naturalmente por acción de la luz roja. Esto ocurre, por ejemplo, en los bosques en los cuales la radiación que llega hasta el mantillo en que se hallan las semillas, suele ser pobre en componentes del espectro rojo. Un cambio en las condiciones ambientales que permita una mayor proporción de luz roja incidente a nivel del suelo, actuaría como señal del momento favorable para la germinación, ocasionando la ruptura de la dormición del embrión (Fowler y Bianchetti, 2000).

La gran diversidad en cuanto a requerimientos ambientales y al estado de desarrollo de las semillas para la germinación, genera una brecha en el conocimiento y crea la necesidad de investigación que pueda contribuir a la producción efectiva de plántulas de palmeras de alta calidad (Masetto *et al.*, 2012). Existe un gran interés en lograr tratamientos de pre-siembra que permitan acelerar la germinación o dar lugar, incluso, a mayores tasas de germinación (Moussa *et al.*, 1998; Pinheiro, 2001; Potvin *et al.*, 2003; Gomes *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2007; Klinger y Rejmanek, 2010).

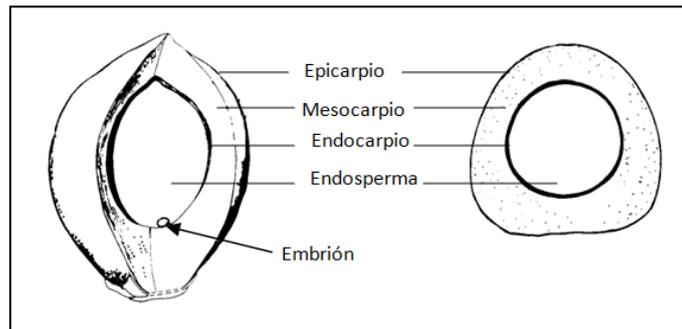


Fig.1 - Estructura de fruto y semilla de Palmeras. Adaptado de Meerow and Broschat (1991, actualizado en 2015) BUL274. Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension.

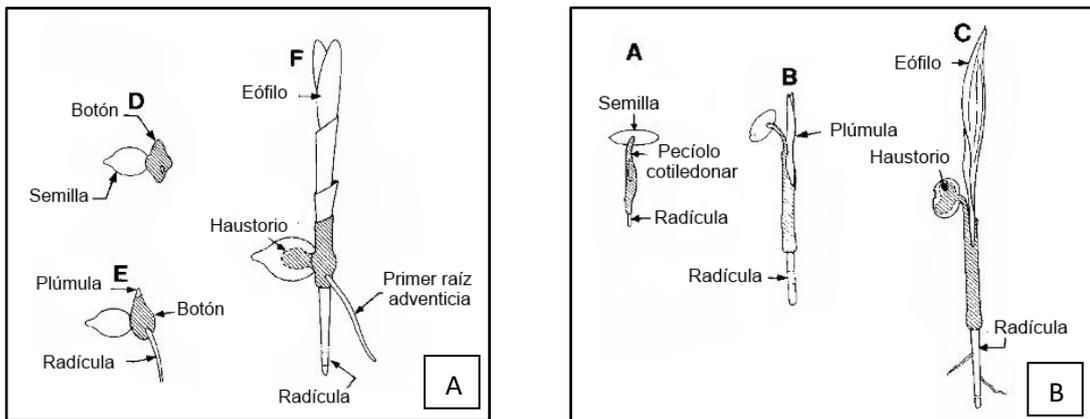


Fig.2 - Tipos de germinación de palmeras. A- germinación adyacente, B- germinación remota

FACTORES QUE LIMITAN LA GERMINABILIDAD DE LAS PALMERAS

- Embriones pequeños respecto del tamaño de la semilla y gran cantidad de endospermo. En muchos casos, los diferentes componentes de la semilla no están completamente desarrollados en el momento de la diseminación o de la recolección.
- Alta variabilidad genética entre individuos de la misma especie.
- Tasas y capacidad de germinación diferente entre especies de un mismo ambiente y aún ente semillas de poblaciones, cohortes e individuos de la misma especie.
- Amplia variación en el tiempo de germinación. Especies con germinación errática, aún dentro de una misma cohorte de semillas, como medio adaptativo de escape a la depredación o de ajuste a determinadas condiciones ambientales para germinar.
- Grado de maduración de los frutos: frutos inmaduros y pequeños pueden permanecer durante períodos muy prolongados sobre la planta madre siendo, en ocasiones, difícil identificar la maduración de la semilla a partir de la apariencia externa del fruto.
- Incidencia del efecto materno que podría producir polimorfismos en los requerimientos de las semillas para la germinación (ocasionando diferencias entre individuos, lotes y/o poblaciones) e inducir diferentes grados de maduración en la misma infrutescencia durante el desarrollo de las semillas.
- Presencia de restos del fruto (especialmente del mesocarpio) que pueden contener sustancias inhibidoras de la germinación.
- Latencia de las semillas ante condiciones inadecuadas del ambiente ya sea en cuanto a los factores para la germinación y / o la interacción entre ellos.
- Existencia de mecanismos de dormición impuestos por:
 - Cubierta seminal dura que puede actuar como obstáculo mecánico o ser impermeable al agua (latencia física) o a la difusión de oxígeno (también pueden ejercer el mismo efecto el mesocarpio fibroso y / o el endocarpio pétreo).
 - Presencia de endospermo duro, en ocasiones el endospermo por sí mismo podría ser una barrera que retrasa la germinación.
 - Inmadurez anatómica del embrión (latencia morfológica).
 - Desequilibrio hormonal del embrión (latencia fisiológica), a veces embriones cultivados *in vitro* son capaces de crecer de inmediato pero la germinación de las semillas intactas se retrasa debido a desajustes hormonales.

- Requerimientos de altas temperaturas durante períodos prolongados para romper la latencia. Estos requerimientos parecerían estar relacionados con el punto de fusión de los lípidos y originarían:
 - cambios en la capacidad fisiológica del embrión para modificar las características de la capa de abscisión del opérculo y la promoción de su ruptura;
 - cambios en las características del endospermo que reducen la restricción al crecimiento de los embriones;
 - modificaciones del embrión que le permiten hacer uso eficiente del endospermo.

- Requerimientos de temperaturas fluctuantes para germinación: temperaturas diurnas altas seguidas por un período de temperaturas relativamente bajas. Algunas especies de zonas subtropicales pueden requerir de un período de temperaturas bajas (estratificación en frío a 5 ° C) para alcanzar un mayor porcentaje de germinación.

- Necesidad de determinadas interacciones bióticas para la promoción de la germinación: en algunos casos, los animales dispersores primarios y secundarios promueven la germinación mediante la eliminación del mesocarpio a través del tránsito por el intestino de aves o mamíferos.

- Respuestas fotoblásticas variables según la especie. Pueden encontrarse palmeras con semillas fotoblásticas positivas, negativas o indiferentes a la luz.

- Comportamiento variable de las semillas durante el almacenamiento, aún dentro de un mismo género. Habitualmente, tienen un alto contenido de humedad en el momento de la dispersión por lo que se las considera como "recalcitrantes", sin embargo, las semillas de palmeras de zonas tropicales húmedas, pantanos salobres o áreas más estacionales son de tipo intermedio, mientras que las de climas con temporada seca o de ambientes secos muestran comportamientos ortodoxos de almacenamiento y puede mantenerse viables con almacenamiento en frío seco.

- Complejidad del manejo y almacenamiento de semillas: la deshidratación parcial ocasionada durante la manipulación puede promover el desarrollo de un patrón de germinación muy retardado y errático. Por el momento, el comportamiento durante el almacenamiento y la viabilidad de las semillas de la mayoría de las especies de palmeras es incierto.

Tabla 2 - Factores que afectan la germinabilidad en Palmeras, en condiciones naturales y/o de producción.

1.6- CARACTERÍSTICAS DE *Syagrus romanzoffiana*

S. romanzoffiana es la especie con distribución más amplia dentro del género. Originaria de América del Sur, su dispersión comprende el centro este y sur de Brasil, Paraguay, Bolivia, Uruguay y el Nordeste argentino, incluidas las porciones orientales de Santa Fe, Chaco y Formosa (Cabral y Castro, 2007). En Argentina, recibe el nombre de “Pindó” y, en su hábitat natural, presenta una gran variación fenotípica, que le permite crecer tanto en condiciones de humedad como en el interior seco del país (Falasca *et al.*, 2012). Se halla entre las palmeras más tolerantes al frío, como se observa a partir de su distribución geográfica (Lorenzi *et al.* 2010). La distribución más austral en Argentina alcanza, a través del río Uruguay, el Delta del Paraná y el Río de la Plata (Báez, 1937) (Fig. 3).

La palmera Pindó tiene múltiples usos asociados principalmente con la subsistencia, la manufactura de artefactos y la construcción de viviendas entre diversas poblaciones de la cuenca del Alto Paraná. Bonomo y Capeletti (2014) sintetizan los usos etnográficos más frecuentes como se expone en la Tabla 3. Además, la palmera Pindó está muy relacionada con el mundo mítico-religioso. En los mitos de origen de los guaraníes el mundo se halla sostenido por una Pindó y los humanos se salvan de las inundaciones subiéndose a ellas (Cadogan, 1995; Keller, 2008).

Por otra parte, *S. romanzoffiana* presenta un amplio potencial ornamental, apícola y para el mantenimiento de la fauna silvestre. Debido a su alto valor paisajístico y su amplia adaptabilidad edafoclimática, es utilizada con frecuencia como parte del arbolado urbano y es, probablemente, la palmera más conocida en el mundo (Falasca *et al.*, 2012). También, produce una madera moderadamente pesada, dura y de elevada vida útil (Lorenzi, 1992). Además, según Falasca *et al.* (2012) sería un cultivo prometedor en Argentina como materia prima para la producción de biodiesel, debido a su alta tolerancia a la sequía y su resistencia a heladas moderadas.

S. romanzoffiana puede superar los 15 m de altura, con un estípite (tronco) de hasta 60 cm de diámetro y hojas de 2 a 3 m de largo, pinnatisectas, con folíolos lanceolados de hasta 1 m de largo, que se insertan en el raquis en distintas filas y agrupamientos dando a la hoja un aspecto plumoso. El fruto es una drupa globosa-aovada de 2-3 cm de longitud por 1-2 cm de diámetro ecuatorial (Goudel *et al.* 2013). El mesocarpio se halla formado por una pulpa fibrosa, la semilla se encuentra protegida por el endocarpio leñoso (denominado vulgarmente coquito, en Argentina o pireno, en Brasil) y presenta un contenido de lípidos de entre el 25% y el 52% (Bernacci *et al.*, 2008). Fructifica en densos racimos (hasta cuatro racimos por año). La disponibilidad anual de frutos maduros es de seis meses, desde la primavera al otoño (Cabral y Castro 2007; Lorenzi *et al.* 2010).

Desde el punto de vista ecológico, la producción de frutos carnosos es importante debido a la interacción con aves y mamíferos frugívoros que también actúan como dispersores de las semillas (Giombini, Bravo, y Martínez, 2009). En condiciones naturales, las semillas se dispersan dentro de los frutos y después que la pulpa se consume, queda una unidad de germinación formada por el endocarpio leñoso y la semilla que éste encierra.

La germinación de *S. romanzoffiana* es parcial o totalmente hipógea y remota y, aunque la especie se distribuye predominantemente en áreas de suelos húmedos (Lorenzi, 1992; Bernacci *et al.*, 2008) su adaptabilidad ecológica le permite alcanzar una distribución más amplia (Glassman, 1987), llegando a ocupar zonas de suelos relativamente áridos (Lorenzi, 1992). La germinación remota de *S. romanzoffiana*, permitiría explicar la presencia generalizada de esta especie en distintos ambientes dado que facilita la penetración de la plántula en el suelo, incluyendo su meristema apical, otorgándole mayor resistencia a la desecación (Bernacci *et al.*, 2008). Se estima que esta característica permanece en forma vestigial en aquellas poblaciones de *S. romanzoffiana* que habitan en humedales pero, para la especie como un todo, la presencia de germinación remota puede promover la supervivencia en zonas más secas, ampliando su plasticidad ecológica. La dispersión de *S. romanzoffiana*, desde las orillas de los ríos se ve facilitada tanto por acción de la fauna propia de esos ambientes como a través del agua.

A diferencia de otros tipos de palmeras de la tribu Cocoeae, en las que la germinación se produce a una profundidad fija de 40-50 cm, *S. romanzoffiana* presenta una profundidad significativamente menor, que puede llegar en algunas poblaciones a tan sólo 5 cm. Por ello, sugieren Bernacci *et al.* (2008) que la longitud del eje de la plántula y el tamaño de las semillas en diversas poblaciones de *S. romanzoffiana*, especialmente en aquellas que se desarrollan en zonas más secas, podrían estar vinculados con la capacidad de la especie para ocupar diferentes ambientes y constituir un indicador de las posibilidades de cultivo bajo diversas condiciones.

Tal como sucede con la mayoría de las palmeras, la germinación de Pindó es lenta y poco regular (Meerow, 1991; Sturião, 2012) lo que dificulta la programación del cultivo a escala comercial.

Los estudios realizados hasta la fecha en *S. romanzoffiana* han reportado bajos porcentajes de germinación aún en condiciones de laboratorio (Broschat y Donselman, 1987; Brancalion *et al.*, 2011), lo que sugiere que las semillas podrían tener un cierto grado de latencia.

Se estima que la presencia de partes del fruto, especialmente del endocarpio, restringe la germinación mediante la imposición de una barrera mecánica (Broschat, 1998; Ribeiro *et al.*, 2011; Neves *et al.*, 2013). Además, estas estructuras podrían

desempeñar un papel ecológico importante, especialmente en la prevención de la pérdida de agua (Orozco Segovia, 2003; Hu *et al.*, 2009).

Según Pivetta *et al.* (2005) los mayores porcentajes de germinación en *S. romanzoffiana* se alcanzarían con temperaturas de 25 a 35°C y la máxima velocidad de germinación ocurriría con 30°C de temperatura constante.

Una vez producida la germinación, aparece la primera hoja fotosintética (eófilo) que es más ancha que las siguientes y no se halla segmentada. Más tarde, comienza la aparición de metáfilos, hojas que se van segmentando desde el ápice, dejando la porción basal de la lámina entera. Las hojas totalmente segmentadas (nomófilos) son irregularmente pinnatisectas y el segmento terminal se fusiona con la vena principal (Bernacci *et al.*, 2008). Durante el primer estadio de plántula, *S. romanzoffiana* se vuelve independiente de las reservas de la semilla y consigue la autonomía nutricional en base a la actividad fotosintética. La presencia de hojas parcialmente segmentadas es utilizada como indicador para reconocer la primera fase de la etapa juvenil, la cual se considera una condición intermedia en la que las características de la plántula se pierden gradualmente, sin llegar aún a presentar la morfología de individuos maduros, como sugieren Gatsuk *et al.* (1980). La segunda fase de esta etapa juvenil se halla caracterizada por la aparición de la primera hoja verdadera, totalmente segmentada. La adquisición de la forma final de la hoja es el evento principal de la etapa juvenil de *S. romanzoffiana* (Bernacci *et al.*, 2008).

Los individuos en estadio ontogénico virgen se caracterizan para presentar los rasgos típicos de las plantas adultas, pero carecen de la capacidad de reproducción sexual (Gatsuk *et al.*, 1980) y morfológicamente se distinguen por tener raíces caulógenas. Las raíces caulógenas se asocian a la posibilidad de aumentar la absorción de nutrientes y la capacidad fijación mecánica de la planta, además de incrementar el espacio de suelo ocupado por la misma. También, la baja cantidad de oxígeno disponible en suelos hídricamente saturados pudo haber favorecido, selectivamente, la presencia de este carácter morfo-anatómico que facilita la difusión oxígeno ambiente a través de un sistema de raíces sub-superficiales (Joly 1986).

Los diferentes estadios ontogenéticos de *S. romanzoffiana* han sido caracterizados por Bernacci *et al.*, (2008) como se presentan en la Fig. 4.



Fig. 3 - Hábitat natural de *Syagrus romanzoffiana*

PARTE UTILIZADA	USO	PRODUCTOS
Estípite o tronco	Alimento	Fibras, harinas. Cría de larvas comestibles.
	Artefactos	Camas, recipientes para líquidos, morteros, elementos de limpieza.
	Construcción	Paredes de viviendas
Hojas	Artefactos	Esteras, cestos, tapas, vinchas, cuerdas.
	Construcción	Paredes y techos de viviendas. Refugios.
Cogollo o brote	Alimento	Fresco, asado, hervido, frito, harinas.
	Combustible	
Espata o vaina	Artefactos	Fibras para cuerdas de arcos, recipientes.
Frutos	Alimento/Bebida	Frutos frescos, bebidas alcohólicas.
	Pigmentos	Frutos carbonizados.
	Medicinal	Frutos carbonizados.
Semillas	Alimento	Secas, tostadas, harina.

Tabla 3 - Usos etnográficos documentados de *S. romanzoffiana*.
Adaptado de Bonomo y Capeletti (2014). Revista del Museo de Antropología 7(2): 227-234.

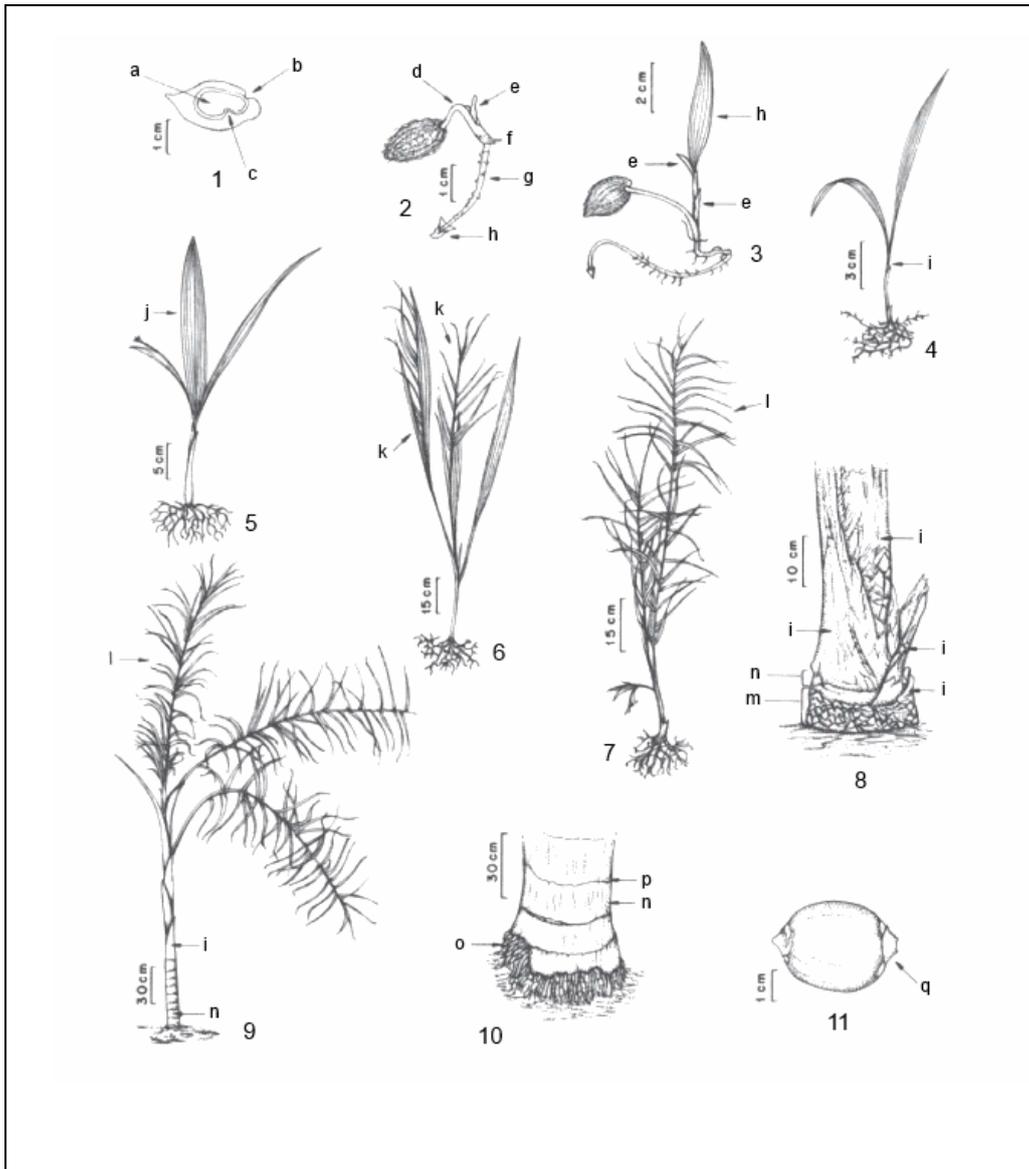


Fig. 4 - Estadios ontogenéticos de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. Fruto: 1. endocarpio en corte longitudinal, evidenciando una semilla. Plántulas: 2. Emisión del coleoptile (vainas de protección). 3. Emisión del primer eófilo. 4. Desprendimiento de la semilla y desarrollo de raíces. Fase juvenil, 1: 5. Alargamiento de los nuevos eófilos (≥ 2 cm). Fase Juvenil, 2: 6. Las hojas más nuevas se vuelven semi-pinatisectas (metáfilo). 7. Las hojas más nuevas se vuelven pinatisectas (nomófilo). Inmaduro: 8. Las vainas basales caen y dejan el estípote visible. Como bainhas basais 9. Aparición de nuevas hojas y alargamiento del estípote. Virgen: 10. Aparecen raíces caulógenas; Reproductor: 11. Aparición de estructuras reproductivas, formación del fruto. Siendo: a - Semilla; b - poro germinativo u opérculo; c - endocarpio; d - e pecíolo, vaina cotiledonar; e - coleoptile; f - raíz; g - coifa; h - eófilo; i - vaina foliar; j - eófilo largo (≥ 2 cm); k - metáfilo; l - nomófilo; m - región en que no es posible distinguir los entrenudos; n - entrenudos; o - raíces caulógenas; p - nudo (cicatriz foliar); q - cáliz persistente en el fruto.

Adaptado de Bernacci et al. (2008). Acta bot. bras. 22(1): 119-130.

1.7- PROCESO DE UREÓLISIS

El proceso de ureólisis se halla ampliamente estudiado y documentado como forma de degradación de materiales vegetales (pajas y otros sub-productos fibrosos) obtenidos de diversos cultivos - en especial de los cereales- que son cosechados en función de la maduración de los granos y no por su valor nutritivo, en los cuales, el proceso de lignificación, que acompaña a dicha maduración, es considerado más avanzado que en plantas cosechadas antes de producir granos o en aquellas cultivadas exclusivamente para la alimentación animal (Souza *et al.*, 2001).

Teniendo en cuenta la naturaleza del endocarpio de las semillas de *S. romanzofiana*, constituido por tejidos altamente lignificados y considerando los riesgos que conlleva el uso de ácido sulfúrico para lograr la escarificación química, es que hemos propuesto como uno de los objetivos parciales de este trabajo evaluar la factibilidad de la utilización de la ureólisis como método alternativo para la escarificación química de semillas de Pindó. Sin embargo, no existen registros de su aplicación para la escarificación química de semillas con latencia mecánica.

La degradación de la celulosa, hemicelulosa o pectina es llevada a cabo por diferentes complejos enzimáticos, donde varias enzimas actúan específicamente sobre los enlaces entre las unidades de carbohidratos. La habilidad de los organismos para digerir la pared celular depende de la forma, diversidad y modo de acción de estas enzimas (Fondevila, 1998).

Diversos microorganismos, entre ellos protozoarios, hongos y bacterias son capaces de degradar polisacáridos estructurales, pero la digestión total de la pared celular depende de tres tipos de factores: ecológicos, como la abundancia de dichos microorganismos en el medio o su relación con otras especies microbianas; factores relacionados al sustrato, como la estructura anatómica y composición química de los materiales vegetales y las condiciones ambientales para la fermentación.

La adhesión íntima de los microorganismos al material vegetal permite una mayor eficiencia de la hidrólisis enzimática. La importancia de la adhesión de las bacterias celulolíticas a la pared celular para su degradación ha sido puesta de manifiesto en diversos trabajos (Kudo *et al.*, 1987; Morris *et al.*, 1987) y Cheng *et al.* (1991) han llegado a considerarlo como un requisito indispensable. Especies bacterianas sin capacidad adherente, o cepas no adherentes de las especies celulolíticas, tienen una trascendencia mínima en la digestión de los polisacáridos de la pared celular (Fondevila, 1998)

Diversas técnicas fueron evaluadas y destinadas a mejorar la eficiencia del proceso de ureólisis, a lo largo del tiempo, mediante tratamientos del material en forma física y/o química. Estos tratamientos en general mejoran la accesibilidad de los

microorganismos en el proceso de digestión de los polisacáridos. Los tratamientos físicos consisten en la disminución del tamaño de partícula mediante molido, picado o pelletizado. Los tratamientos químicos hidrolizantes, mediante aplicación de álcalis, han sido los más estudiados y utilizados en la práctica.

El esquema de la Figura 5 ilustra la ruptura de enlaces químicos que ocurre con la aplicación de NH_3 -anhidro, principalmente en la lignina. La utilización de soluciones diluidas de $\text{Na}(\text{OH})$ o NH_3 -anhidro gaseoso han sido los tratamientos químicos más estudiados y posteriormente aplicados a la práctica en una diversidad de situaciones de producción y en distintos países. Sin embargo, las ventajas de la urea respecto de NH_3 -anhidro gaseoso son numerosas: la urea es fácil de obtener, la preparación y aplicación no implica riesgos y sus efectos son similares. El NH_3 generado a partir de urea también afecta los enlaces químicos entre componentes de la pared celular, dejando N residual (Arelovich, 2010).

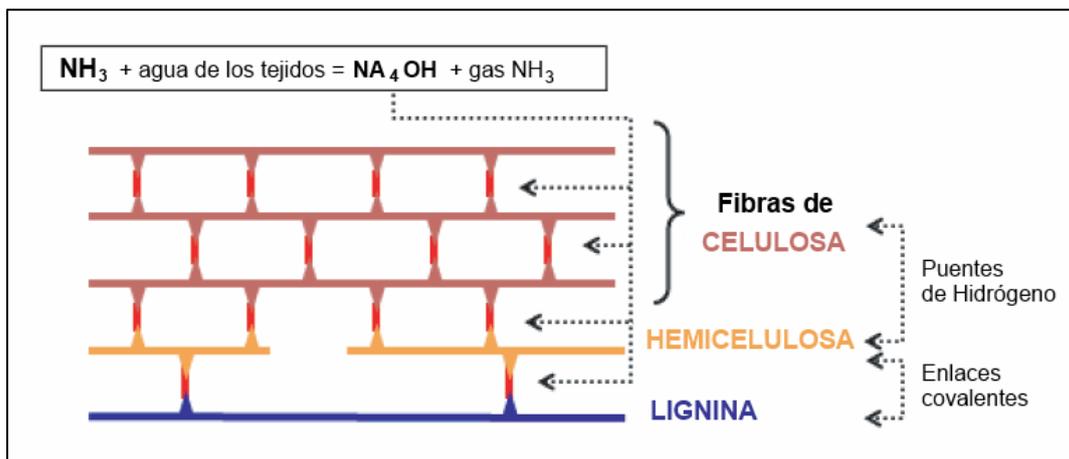
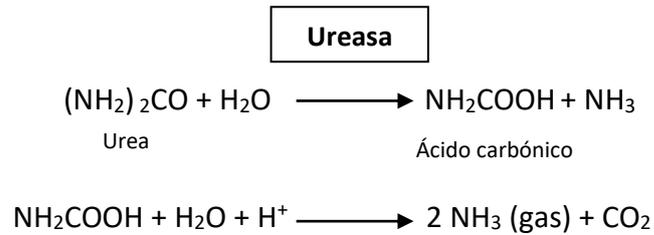


Fig. 5 - Ruptura de enlaces químicos por ureólisis

Para que la ureólisis se vea favorecida, son necesarias unas condiciones óptimas de humedad, temperatura, presencia de ureasa, duración del tratamiento (Chenost, 1994; citado por Dihaj *et al.*, 1995) y acción del amoníaco sobre el material vegetal.

Un mayor ataque del NH_3 sobre la pared celular trae consigo mayores digestibilidades de la materia orgánica. El interés de la humidificación del material vegetal a tratar ha sido demostrado a través de los resultados de Waiss *et al.* (1972), Sundstol *et al.* (1979) y Muñoz *et al.* (1991), (citados por Dihaj *et al.*, 1995). Sin embargo, un exceso de humedad puede llegar a dificultar la difusión del gas y favorecer el lixiviado de la urea. La liberación de NH_3 por hidrólisis de la urea es una reacción lenta (Garambois, 1986; citado por Dihaj *et al.*, 1995).

La ureasa, proteína ampliamente distribuida en bacterias, hongos y plantas, es una metaloenzima dependiente del níquel, que cataliza la hidrólisis de urea a ácido carbónico, el cual espontáneamente se descompone en amoníaco gaseoso y dióxido de carbono, según la siguiente reacción:



La hidrólisis de urea se produce 10^{14} veces más rápido en presencia de ureasa.

Dihaj *et al.* (1995) hallaron que la adición de soja, al aportar ureasas, favorece la ureólisis en paja de cebada que tratada con urea. Sin embargo, Williams *et al.* (1984) y Hassoun *et al.* (1990), (citados por Dihaj *et al.*, 1995) señalan que la flora microbiana presente sobre la paja es suficiente para asegurar la ureólisis.

2- MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Cátedra de Floricultura de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, entre los meses de diciembre de 2014 y septiembre de 2015. Los frutos fueron recolectados en la misma etapa de madurez visual, cuando la cubierta presentaba una coloración anaranjada (Fig. 8) y de la misma planta madre (Fig. 6). La edad de la planta madre fue estimada en aproximadamente unos 67 años según lo indicado por la Norma Granada (método de valoración de árboles y arbustos ornamentales) y se calculó como el cociente entre la altura del ejemplar (h) en cm y su constante de crecimiento (k). La altura del ejemplar se estableció en 8 m en tanto que la constante de crecimiento suministrado por la Norma para *S. romanzoffiana* es 12.

La recolección se realizó desde mediados a fines del mes de diciembre de 2014. El ejemplar utilizado como planta madre se halla ubicado en el predio perteneciente a la Facultad, en el barrio de Villa Devoto, Ciudad Autónoma de Bs. As. (34.55° S; 58.29° O; 25 m sobre el nivel del mar). Los frutos fueron seleccionados, se eliminaron los restos del cáliz y se descartaron aquellos que presentaban algún tipo de daño exteriormente visible. El manejo posterior de los frutos varió de acuerdo con el tratamiento a realizar. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones de 25 semillas cada una. La identificación de los tratamientos efectuados fue la siguiente:

- T0 (testigo): despulpado
- T1: despulpado + escarificación mecánica
- T2: despulpado + escarificación mecánica + BAP
- T3: ureólisis en semillas
- T4: ureólisis en frutos (sólo con urea)
- T5: ureólisis en frutos (con urea + porotos de soja molidos)



Fig. 6 - Ejemplar de *S. romanzoffiana* utilizado como planta madre. Ubicado en el predio perteneciente a la FAUBA en el barrio de Villa Devoto, C.A.B.A



Fig. 7 - Infrutescencia* con frutos maduros



Fig. 8 - Frutos maduros recolectados con posterioridad a la caída

* Aunque no se trata de una infrutescencia en sentido botánico estricto, se ha optado por utilizar esta terminología por ser la que se emplea con mayor frecuencia en las citas bibliográficas referidas a *S. romanzoffiana*.

2.1 - DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

2.1.1- PROCESAMIENTO DE FRUTOS:

Los frutos destinados a los tratamientos T0, T1 y T2, fueron recolectados del suelo, cuando presentaban el punto de madurez visual indicado anteriormente (Fig. 8). Luego de ser seleccionados, se los sumergió durante 48 hs. en una solución de agua corriente con 20 ml. l⁻¹ de detergente no iónico, a efectos de lograr el ablandamiento, por fermentación de la pulpa (constituida por el exocarpio y mesocarpio); se consideró que los frutos se hallaban listos para ser procesados cuando el mesocarpio fibroso se desprendía con cierta facilidad (Meerow, 1991). La pulpa fue extraída en forma manual utilizando para ello un cuchillo de mesa (Figs. 9 y 10).

Los frutos utilizados en T3, T4 y T5 fueron cosechados, en el mismo punto de madurez mencionado para T0, T1 y T2 pero, en este caso, fueron tomados en forma directa de una infrutescencia extraída de la planta madre (Fig. 7), es decir, antes que se produjera la caída de los mismos. Luego de ser seleccionados, a los frutos destinados al tratamiento 3 (T3) se les aplicó el mismo procedimiento mencionado para T0, T1 y T2, en tanto que los frutos utilizados en los tratamientos 4 y 5 (T4 y T5) fueron sometidos a ureólisis (Fig. 11). Para ello, los frutos se colocaron en recipientes plásticos de 750 cm³ (80 frutos por recipiente) con una solución de 3, 4 g. l⁻¹ de urea y, en el caso de los frutos destinados a T5, se añadió a dicha solución 1 g.l⁻¹ de molido de proros de soja (Fig. 12). Los frascos se mantuvieron tapados y se removió el contenido en forma diaria (Fig. 13). Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento de ureólisis de frutos. Los tratamientos de ureólisis de frutos se extendieron por un lapso de 30 días. Una vez que se dio por finalizada la ureólisis, la totalidad de los frutos provenientes de las 3 repeticiones fueron mezclados y despulpados y sus semillas fueron distribuidas al azar para el ensayo de germinación.



Fig. 9 - Ablandamiento de frutos por fermentación en agua con detergente



Fig. 10 - Restos de epicarpio y mesocarpium (pulpa) retirados de los frutos



Fig. 11 - Ablandamiento de frutos mediante ureólisis, inicio del tratamiento



Fig. 12 - Molido de porotos de soja



Fig. 13 - Ablandamiento de frutos mediante ureólisis, transcurridos 30 días

2.1.2- TRATAMIENTO DE SEMILLAS:

En forma posterior al despulpado, las semillas destinadas a T0 fueron remojadas durante 24 hs. en agua destilada y luego se colocadas en condiciones de germinación (Figs. 14 y 16). Las semillas utilizadas en T1 y T2 fueron escarificadas (Fig. 15 y 16) mediante la acción de un rallador manual a manivelas combinado con lija al agua de grano medio (#150) y gránulos de carburo de silicio #180 (76 μ promedio) dispersos entre las semillas. Después de la escarificación mecánica, las semillas fueron puestas en remojo durante 24 hs. en agua destilada (T1) y en agua destilada + citoquininas (6 – bencilaminopurina, BAP), a razón de 75 ppm (T2) y luego colocadas en condiciones de germinación.

Para la escarificación química de semillas mediante ureólisis (T3), las semillas fueron colocadas en recipientes plásticos de 250 ml que contenían una solución de 3,4 g. l⁻¹ de urea + extracto de soja (porotos de soja, 1 g/ 10 ml., procesados en licuadora, Fig. 17). El tratamiento se extendió durante 10 días; los recipientes se mantuvieron tapados y se realizaron tres repeticiones con 60 semillas por repetición (Fig. 18). Las semillas provenientes de cada repetición fueron mezcladas y distribuidas al azar para el ensayo de germinación previo remojo en agua destilada durante 24 hs.



Fig. 14 - Semillas no escarificadas (T0)



Fig. 15 - Semillas escarificadas mecánicamente (T1 y T2)



Fig. 16 - Remojo de semillas en agua destilada



Fig. 17 - Extracto de soja



Fig. 18 - Semillas sumergidas en urea
+ extracto de soja
(Escarificación química mediante ureólisis)

2.1.3- CONDICIONES DE GERMINACIÓN:

Para la germinación de semillas se utilizaron bandejas de polipropileno translúcido, con capacidad para 0,25 l de sustrato. El sustrato utilizado para la siembra fue arena de río. El riego inicial fue de 30 ml por bandeja, con agua corriente; los riegos posteriores se realizaron estimando los requerimientos hídricos en función de las diferencias de peso halladas en cada bandeja.

Las semillas se sembraron en forma horizontal, con los opérculos dispuestos de modo paralelo al sustrato, a una profundidad de 1cm (Fig. 20); 25 por cada bandeja (unidad experimental) y fueron colocadas siguiendo la numeración indicada en la Fig. 19 a efectos de poder monitorear el comportamiento de cada semilla en forma individual y de analizarlo en función de los datos correspondientes a los parámetros biométricos registrados para cada una. Las bandejas se introdujeron luego en bolsas de polietileno transparente con cierre tipo zipper (Figs. 21 y 22). Posteriormente se colocaron en una cámara de germinación con temperatura ajustada en 32 ± 2 °C y fotoperíodo de 12 hs. suministrado por 6 tubos fluorescentes de 20 Watts (Fig. 23).

Los requerimientos térmicos, de fotoperíodo y tipo de sustrato considerados óptimos para la especie fueron tomados de ensayos antecedentes realizados por Pivetta *et al.* (2005). Las semillas germinadas fueron transplantadas a contenedores plásticos de 500 cm³ con sustrato mezcla de turba y perlita (50:50) cuando la radícula presentaba de 1 a 3 cm de longitud (Figs. 24 y 25).

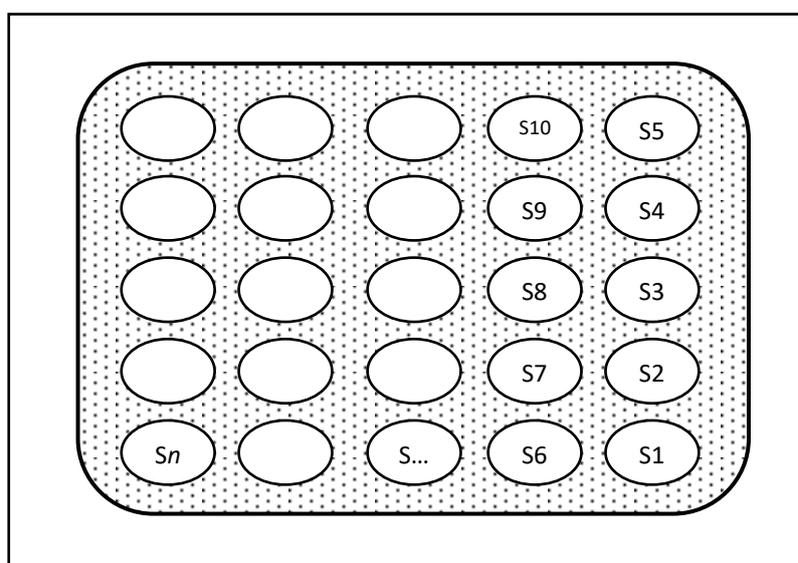


Fig. 19 - Ordenamiento de las semillas en cada bandeja de germinación



Fig. 20 - Semillas dispuestas en bandejas con sustrato arena



Fig. 21 - Bandejas en bolsas con cierre tipo zipper



Fig. 22 - Unidades experimentales (bandejas de siembra),
4 repeticiones de 25 semillas cada una por tratamiento

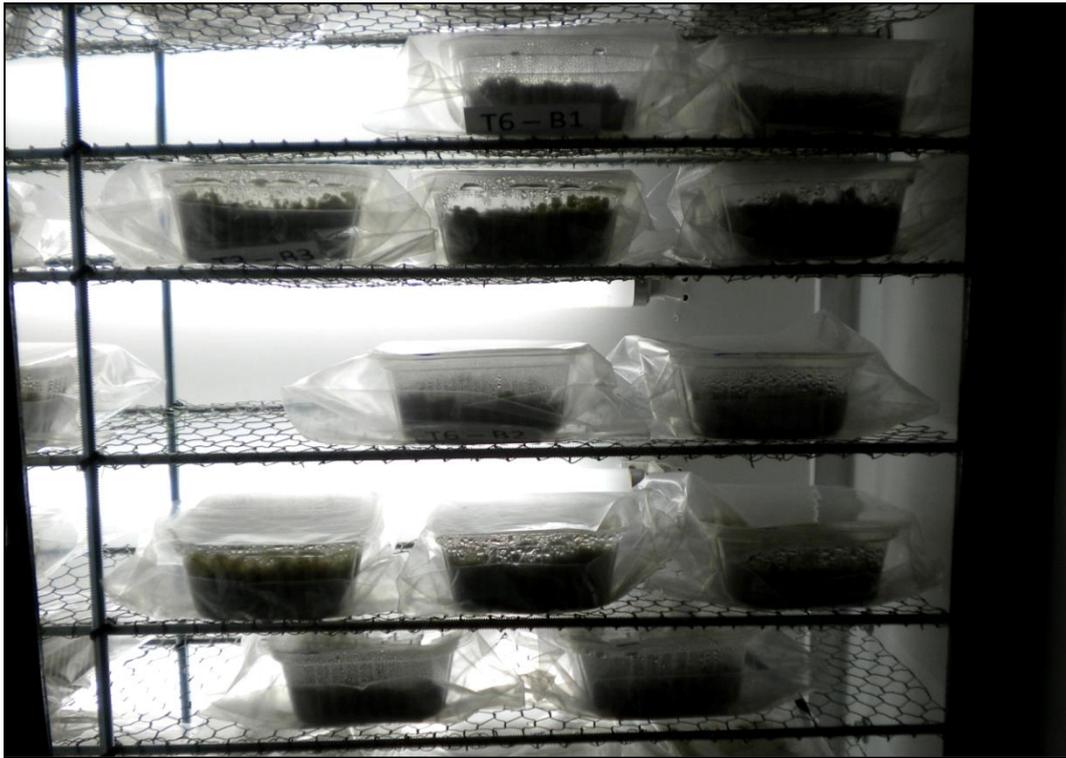


Fig. 23 - Bandejas en cámara de germinación



Fig. 24 - Semilla germinada
(al momento del trasplante)

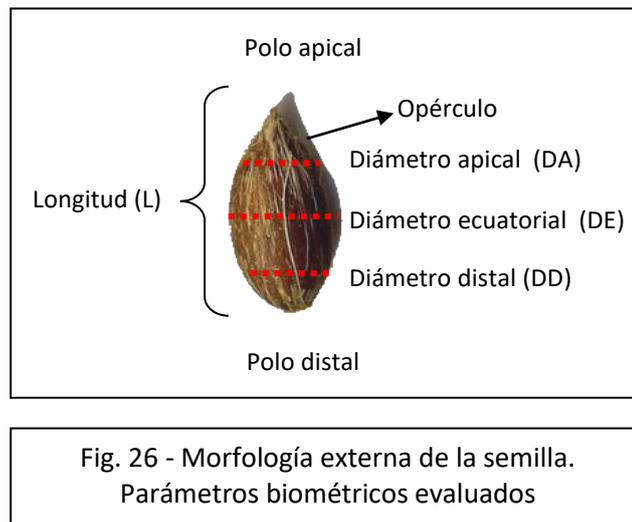


Fig. 25 - Transplante a contenedores
con sustrato turba + perlita

2.2- MEDICIONES

Las semillas fueron pesadas en forma previa y posterior al remojo en agua destilada, con balanza digital de precisión (0,01 g.). También se procedió a la medición con calibre digital de la longitud (L), el diámetro de ambos extremos de la semilla y el diámetro ecuatorial (DE). Los extremos se han caracterizado como: diámetro apical (DA), aquel en que se presentan los opérculos (poros germinativos) y distal (DD), punto de inserción del fruto en la infrutescencia. El diámetro ecuatorial es el que se corresponde con el plano medio de la semilla. Los parámetros biométricos mencionados se hallan señalados en la Fig. 26.

En forma semanal se realizó el recuento de semillas germinadas, considerándolas como tales cuando presentaban emergencia de la radícula, según Hartmann y Kester (1982).



Con los datos obtenidos de la germinación se calculó:

- El porcentaje de germinación acumulado (**% G**): número de semillas germinadas en función del número total de semillas.
- El índice de velocidad de germinación (**IVG**), definido como la relación entre el número de semillas germinadas y el tiempo de germinación, según la fórmula de Maguire (1962), se expresa como número de semillas germinadas por día, mediante la ecuación:

$$IVG = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \frac{n_3}{t_3} \dots = \frac{\sum (n_i)}{t}$$

- El índice de germinación (**IG**), definido como la medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad germinativa y calculado por González-Zertuche y Orozco-Segovia (1996) como:

$$IG = \frac{\sum (n_i \cdot t_i)}{N}$$

En ambas ecuaciones n_i = número de semillas germinadas hasta el día i ; t = tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla; t_i = número de días después de la siembra; N = total de semillas sembradas.

- La energía germinativa (EG) que corresponde al porcentaje de germinación acumulado diario, obtenido al momento en que el índice de germinación alcanza su valor máximo (González *et al.*, 2008).
- La cantidad de días requeridos para alcanzar dicho máximo, parámetro denominado período de energía (PE) según González *et al.* (2008).
- El valor de germinación (VG), que permite combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del período de ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación (Czabator, 1962), según la fórmula:

$$VG = GDM \text{ (final)} \times VM$$

Donde la germinación total se expresa en forma de germinación media diaria final (GMD), calculada como el porcentaje acumulado de semillas germinadas al final del ensayo dividido por el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo y la velocidad de germinación expresada en forma de valor máximo (VM), que es la germinación media diaria máxima alcanzada durante el período de ensayo.

- La supervivencia post- trasplante (SPT), que indica (en porcentaje) el número de semillas germinadas que desarrollaron plántulas normales luego del primer trasplante.
- Las relaciones Longitud/Diámetro apical (L/DA), Longitud Diámetro ecuatorial (L/DE), Longitud/Diámetro distal (L/DD), Peso inicial/ Longitud (PI/L) y Peso inicial / Diámetro ecuatorial (PI/DE).

2.2.1- EVALUACIÓN DEL ESTADO EN SEMILLAS NO GERMINADAS. ENSAYO DE CORTE:

Transcurridos 250 días desde el comienzo del ensayo de germinación, se retiraron 40 semillas no germinadas (SNG) por cada tratamiento (10 por unidad experimental) para realizar un ensayo de corte que permitiera la evaluación visual de la coloración y textura del endosperma y la existencia/ausencia de embriones correctamente formados.

Para realizar la prueba, cada semilla fue cortada en forma longitudinal utilizando una sierra de arco, con hoja para madera y empleando como sostén una morsa mini de base fija (Fig. 27 y 28). La observación de cada una de las mitades de las semillas fue efectuada con microscopio digital USB (Digimicro CY 800 B). Se tomaron, por lo menos, 3 imágenes por cada semilla, con un aumento de 50 X (Figs. 33 a 40, Anexo). Una vez completada la observación y registro de imágenes de las muestras correspondientes a todos los tratamientos se confeccionó una clasificación en categorías, de acuerdo a la apariencia interna hallada en las semillas, a efectos de poder realizar el análisis estadístico de los datos. Los criterios de clasificación utilizados se detallan en la Tabla 4.

El ensayo de corte se llevó a cabo para poder establecer si las semillas se hallaban aún viables y no habían germinado probablemente a consecuencia de mecanismos de dormición o si, por el contrario, presentaban daños capaces de impedir la germinación en forma definitiva.

Se optó por el ensayo de corte, en contraposición a otras metodologías no destructivas como el test de rayos X debido a que el ensayo de corte permite visualizar en forma directa el estado interno de las semillas en tanto que el test de rayos X suministra sólo una idea aproximada de la presencia de embriones y/o del grado de daño mecánico del endosperma. La aplicación del test bioquímico de viabilidad con tetrazolio, que tiñe de rojo las células vivas mediante la reducción de una sal de tetrazolio (incolora), originando formazano rojo, fue también descartada ya que no existen patrones de tinción confeccionados para *S. romanzoffiana* que permitan contrastar los resultados de modo fiable. A ello se suma, además, la elevada formación de semillas vanas (sin embrión) que presentan las palmeras y las complejidades propias del corte de semillas debido a su extremada dureza; factores ambos que podrían incidir en forma negativa en la realización del test de tetrazolio.



Fig. 27 - Método de corte de semillas



Fig. 28 - Ensayo de corte. Semillas muestreadas de la unidad experimental 2, T2

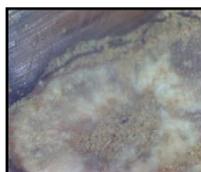
CATEGORÍAS		IMAGEN	DESCRIPCIÓN	
Embrión visible (EV)			Presencia de embrión formado.	
Endosperma sin daños (ESD)			Endosperma blanco, adherido al endocarpio.	
Endosperma dañado (ED)	Daños leves (EDL)		Endosperma blanco, adherido al endocarpio pero con signos de necrosis incipiente.	
	Daños moderados (EDM)		Endosperma blanco, adherido al endocarpio con signos de necrosis más avanzada pero sin compromiso de la totalidad del endosperma.	
	Daños severos (EDS)	Podredumbre seca (EDPS)		Endosperma con necrosis seca (semejante a aserrín)
		Podredumbre blanda (EDPB)		Endosperma con necrosis húmeda, en muchos casos con presencia de líquidos aceitosos y olor fétido.
		Podredumbre mixta (EDPM)		Endosperma con zonas afectadas por ambos tipos de podredumbres.
		Por predadores (EDPP)		Daños ocasionados por el aparato bucal de larvas de insectos predadores del endospermo (presuntamente del coleóptero <i>Revena rubiginosa</i>).

Tabla 4 - Criterios de clasificación por tipo y nivel de daño de SNG

2.3- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron análisis de variancia y pruebas de Tukey para las comparaciones de las medias de todas las variables, excepto nivel y tipo de daño y período de energía (*PE*), con el software Infostat 2015 (Versión 2015I). El cumplimiento de los supuestos del análisis de variancia se probó con el test de Shapiro - Wilks (modificado) para normalidad y ANOVA de RABS para homogeneidad de variancias.

Para nivel y tipo de daño y *PE* se recurrió a la prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis, empleando el software antes mencionado. En todas las pruebas estadísticas se trabajó con un nivel de significación α del 5%.

3. RESULTADOS

3.1- DATOS BIOMÉTRICOS

Se registraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables: Longitud (L), Diámetro apical (DA), Diámetro ecuatorial (DE), Diámetro distal (DA), Peso inicial (PI), Peso posterior al remojo en agua destilada (PPR) y Variación de peso (ΔP), cuando los datos fueron analizados sin ser agrupados por categorías.

La longitud (L) mostró el menor valor en T2 (19,36 mm), seguido por T1 y T3 (ambos con 19,59 mm), T0 (20,19 mm), T4 (20,54 mm) y T5 (20,60 mm). La significación de las diferencias entre los tratamientos se muestra en la Tabla 13 (Anexo, pág. 99).

Los valores medios de Diámetro apical (DA) oscilaron entre 8 mm (T3) y 10,1 mm (T0). Los valores intermedios y las respectivas significaciones estadísticas para esta variable se muestran en la Tabla 14 (Anexo, pág. 99).

El Diámetro ecuatorial (DE) presentó valores de: 11,66; 11,70; 11,87; 11,92; 12,02 y 12,09 para T0, T1, T2, T3, T4 y T5; respectivamente (Tabla 15; Anexo pág. 99).

Los valores medios de Diámetro distal (DD) variaron entre 8,34 mm (T3) y 10,98 (T1). Los valores intermedios y su respectiva significación estadística se exponen la Tabla 16 (Anexo, pág. 99).

Los pesos iniciales fueron menores en T3, T2 Y T1, con 1,55; 1,56 y 1,60 g; respectivamente. El mayor valor fue alcanzado por T0 (1,74 mg), mientras que en T4 y T5 se registraron medias de 1,67 y 1,72 g, las cuales no presentaron diferencias significativas respecto de T0 (Tabla 17; Anexo; pág. 100).

El peso posterior al remojo en agua destilada (PPR) presentó el valor medio más bajo en T3 (1,55 mg) y el mayor en T0 (1,8 mg). Los restantes tratamientos se ubicaron en valores intermedios que se exponen en la Tabla 18 (Anexo, pág. 100), al igual que la significación estadística de las diferencias halladas entre tratamientos

La variación en el peso de las semillas (ΔP) mostró una muy leve disminución luego del remojo, en relación con el peso inicial sólo en T3 (- 0,004 mg). Los restantes tratamientos registraron ganancia de peso luego del remojo aunque de diferente magnitud: 0,05; 0,06; 0,07; 0,13 y 0,19 mg para T5, T0, T4, T2 y T1, respectivamente (Tabla 19; Anexo, pág. 100).

La variación promedio de pesos después del remojo en agua destilada expresada como porcentaje respecto del PI total de la semilla fue la siguiente (Tabla 5; Gráfico 1):

TRATAMIENTO	VARIACIÓN DE PESO (en %)
T0	3,4
T1	11,9
T2	8,3
T3	- 0,025
T4	4,2
T5	2,9

Tabla 5 - Variación de peso en porcentaje (ΔP %)

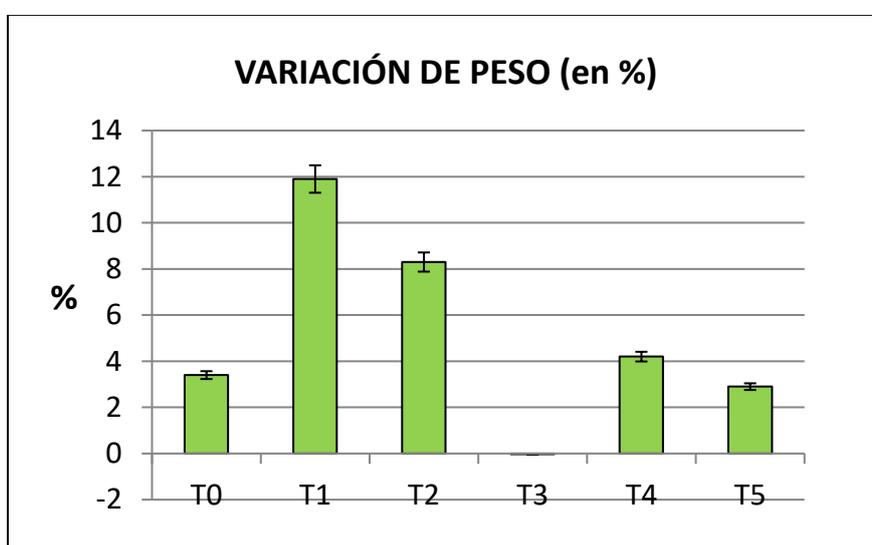


Gráfico 1 - Variación de peso en porcentaje (ΔP %).
Barras de error con un valor del 5%

Cuando los parámetros anteriormente evaluados fueron agrupados por categorías con un rango de 0,3 g para PI y 0,4 g para PPR y de 2 mm para L, DA, DE y DD y se calcularon las frecuencias relativas por categorías, las mismas se distribuyeron como indican las Tablas 6; 7; 8 y 9 y los gráficos respectivos (2; 3; 4 y 5).

La longitud, para la mayor parte del los lotes de semillas, sin importar el tratamiento, se halló comprendida entre 19 y 21 mm.

LONGITUD			
TRATAMIENTO	CATEGORÍAS		
	16,9 - 18,9	19 - 21	21,1- 23,1
T0	0,13	0,65	0,22
T1	0,24	0,69	0,07
T2	0,26	0,72	0,02
T3	0,23	0,73	0,04
T4	0,05	0,47	0,48
T5	0,08	0,49	0,43

Tabla 6 - Longitud. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías (Lc)

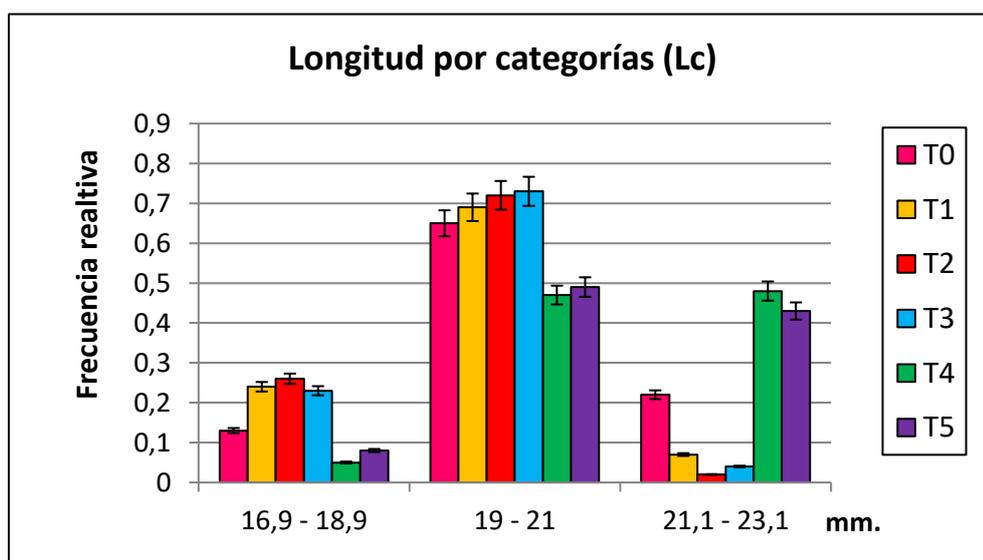


Gráfico 2 – Longitud. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (Lc)
Barras de error con un valor del 5%

El DA estuvo repartido entre las categorías 7,1– 9,1 y 9,2– 11,2 mm, en tanto que el DE se presentó fuertemente concentrado entre 10,2– 12,2 y 12,3– 14,3 mm. El DD mostró mayor dispersión en los valores entre lotes de diversos tratamientos (Gráfico 5).

DIÁMETRO APICAL			
TRATAMIENTO	CATEGORÍAS		
	7,1 - 9,1	9,2 - 11,2	11,3 - 13,3
T0	0,09	0,9	0,01
T1	0,36	0,63	0,01
T2	0,32	0,68	0
T3	0,98	0,01	0
T4	0,83	0,17	0
T5	0,56	0,44	0

Tabla 7 - Diámetro apical. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (Dac)

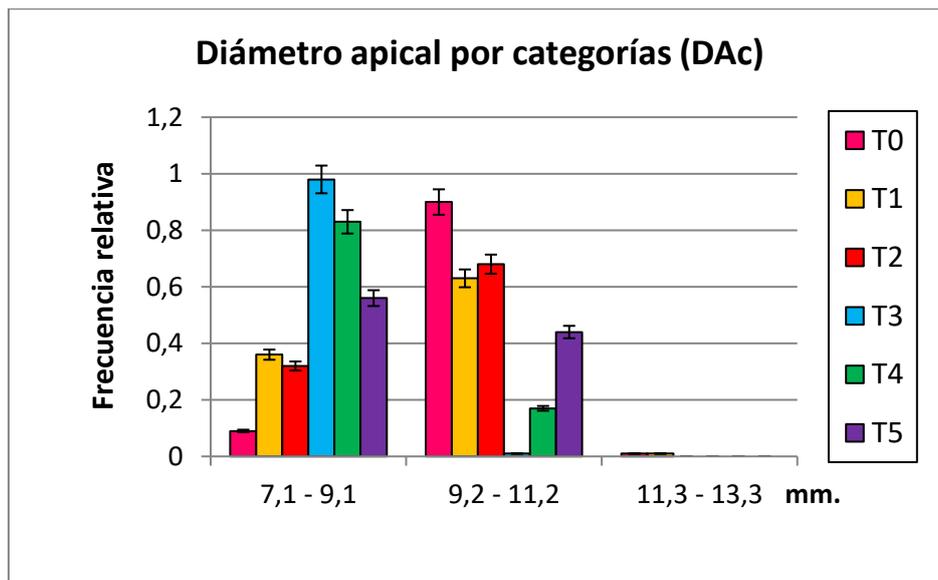


Gráfico 3 - Diámetro apical. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (Dac). Barras de error con un valor del 5%

DIÁMETRO ECUATORIAL			
TRATAMIENTO	CATEGORÍAS		
	8,1 - 10,1	10,2 - 12,2	12,3 - 14,3
T0	0	0,36	0,64
T1	0,12	0,31	0,57
T2	0	0,4	0,6
T3	0	0,73	0,27
T4	0	0,56	0,44
T5	0	0,53	0,47

Tabla 8 - Diámetro ecuatorial. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (DEc)

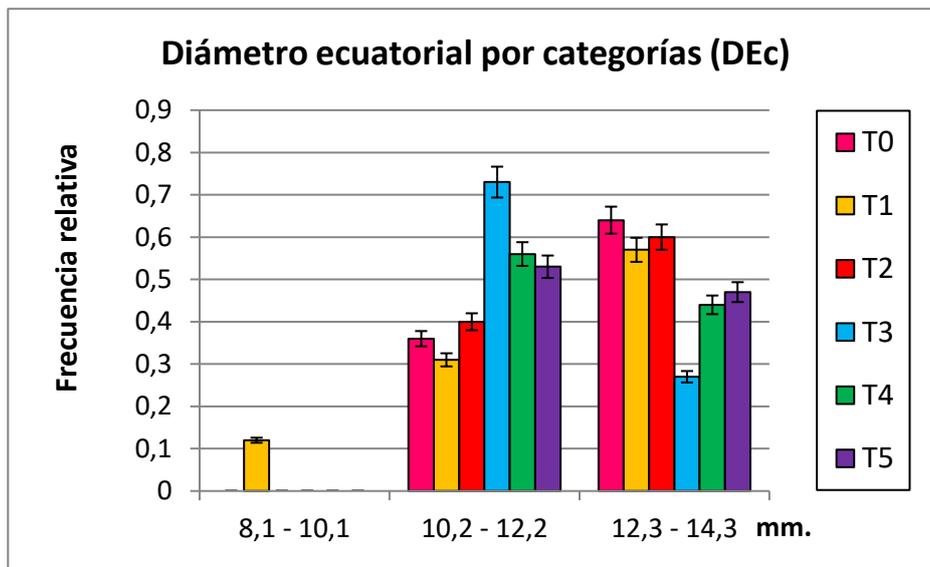


Gráfico 4 - Diámetro ecuatorial. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (DEc). Barras de error con un valor del 5%

DIÁMETRO DISTAL				
TRATAMIENTO	CATEGORÍAS			
	6,7 - 8,7	8,8 - 10,8	10,9- 12,9	> 13
T0	0	0,72	0,28	0
T1	0	0,59	0,38	0,03
T2	0	0,89	0,11	0
T3	0,9	0,1	0	0
T4	0,01	0,92	0,07	0
T5	0	0,91	0,9	0

Tabla 9- Diámetro distal. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (DDc)

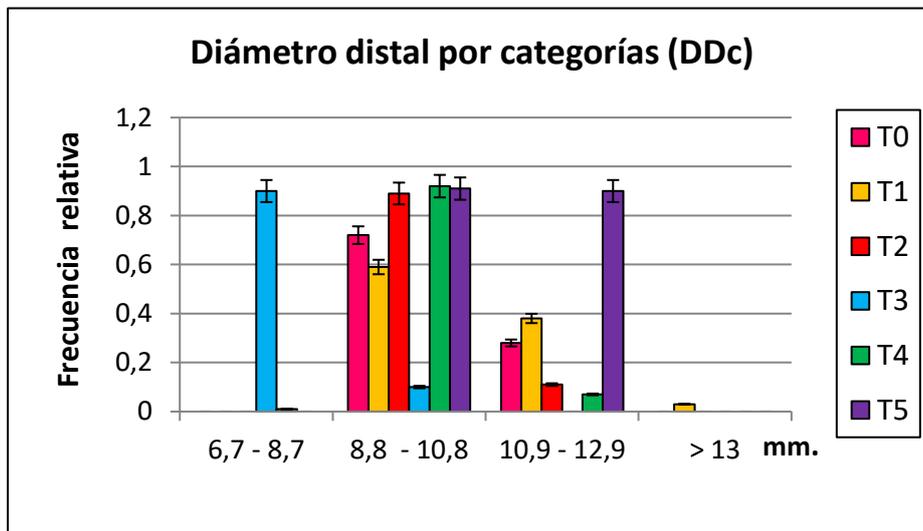


Gráfico 5 - Diámetro distal. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (DDc). Barras de error con un valor del 5%

El peso inicial de la mayor parte de los lotes de semillas, en todos los tratamientos, se halló ubicado entre 1,56 - 1,85 g., seguido por 1,25 – 1,55 g. mientras que el peso posterior a la imbibición mostró una clara concentración de los valores dentro del rango de 1,4 a 1,89 g (Tablas 10 y 11; Gráficos 6 y 7).

PESO INICIAL			
TRATAMIENTO	CATEGORÍAS		
	1,25 - 1,55	1,56 - 1,85	1,86 - 2,15
T0	0,11	0,69	0,19
T1	0,3	0,7	0
T2	0,45	0,55	0
T3	0,5	0,46	0,04
T4	0,17	0,61	0,21
T5	0,19	0,58	0,23

Tabla 10 - Peso inicial. Frecuencias relativas, agrupadas por categorías (Plc)

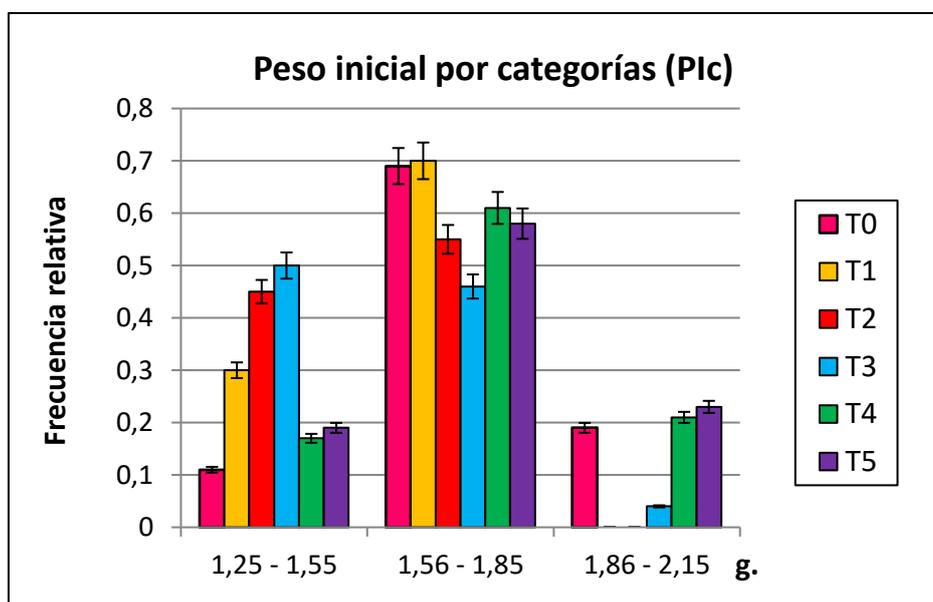


Gráfico 6 - Peso inicial. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (Plc). Barras de error con un valor del 5%

PESO POSTERIOR AL REMOJO			
TRATAMIENTO	CATEGORÍAS		
	1,4 - 1,89	1,9- 2,30	2,31 - 2,71
T0	0,77	0,21	0,02
T1	0,79	0,21	0
T2	0,96	0,04	0
T3	1	0	0
T4	0,83	0,17	0
T5	0,8	0,2	0

Tabla 11 - Peso posterior al remojo. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (PPRC)

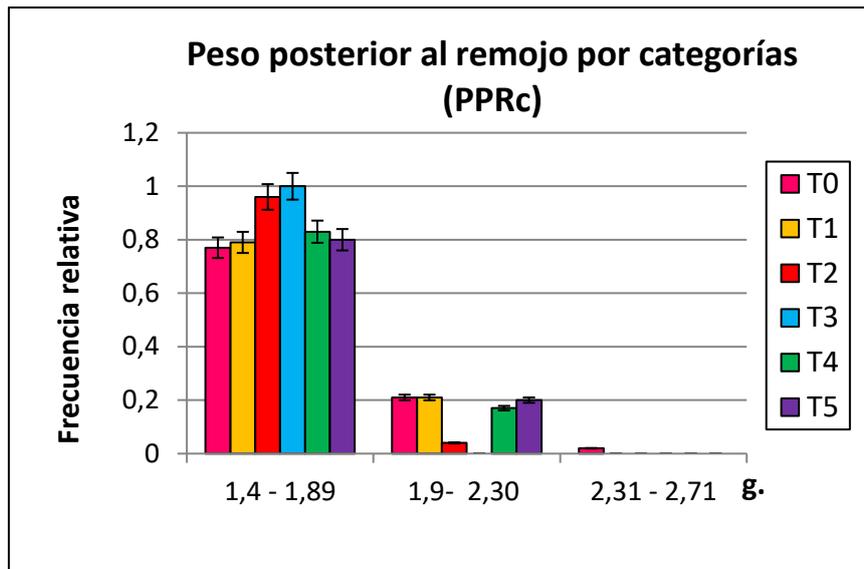


Gráfico 7 - Peso posterior al remojo. Frecuencias relativas agrupadas por categorías (PPRc). Barras de error con un valor del 5%

Cuando los datos fueron agrupados en categorías, se presentaron diferencias significativas sólo en DE (entre semillas de T0 y de los restantes tratamientos, para la categoría 8,1- 10,1 mm); en DD, entre T3 y los demás tratamientos (para la categoría 6,7- 8,7 mm y en PPR, entre T0 y el resto de los tratamientos (en la categoría 2,31- 2,71 g); Tablas 20 a 25, Anexo, págs. 101 a 103.

3.2- PARÁMETROS DE GERMINACIÓN

El porcentaje de germinación (% G) fue de 16 % para T0, 8 % para T2 y 6% para T1. No se produjo germinación de semillas en T3, T4 y T5 (Gráfico 8). El índice de velocidad de germinación en días (IVG) resultó de 0,12 en el tratamiento testigo (T0); 0,11 en T1 y 0,08 en T2 (Gráfico 9). La evolución en el tiempo del IVG se muestra en el Gráfico 10.

El índice de germinación (IG), en tanto, fue de 20,64; 3,36 y 7,92 en T0, T1 y T2, respectivamente (Tabla 12; Gráfico 11); su evolución se muestra en el Gráfico 12.

La energía germinativa (EG) fue de 12 (T0), 6 (T1) y 7 (T2) y el período de energía (PE): 50, 56 y 60, en T0, T1 y T2, respectivamente (Tabla 12, Gráficos 13 y 14). El valor de germinación (VG) fue de 0,74 en T0; 0,11 en T1 y 0,01 en T2. La supervivencia de las semillas germinadas al post- transplante (SPT) resultó del 100% en T1; 75 % en T2 y 56,3 en T0 (Gráfico 16).

Se hallaron diferencias significativas para %G e IVG entre T0 respecto de T1 y T2 (Tablas 26 y 27; Anexo, pág. 104). El IG no presentó diferencias entre tratamientos en tanto que la EG mostró diferencias sólo entre T0 y T1 (Tablas 28 y 29; Anexo, pág. 104). Tampoco se registraron diferencias significativas en PE, según la prueba de Kruskal Wallis (Tabla 30; Anexo, pág. 104).

La relación Longitud/Diámetro apical (L/DA) presentó diferencias significativas entre T0 y T2 respecto de T1 que alcanzó una media de 2,04 frente a 1,99 correspondiente a los otros dos tratamientos (Tabla 33; Anexo, pág. 106).

Las relaciones Longitud/Diámetro ecuatorial (L/DA) y Longitud/Diámetro distal (L/DD) mostraron diferencias entre T0 y T1 respecto de T2 y T0 y T2 respecto de T1, con valores medios de 1,69; 1,66 y 1,62 para L/DE y de 1,86 y 1,79 para L/DD (Tablas 32 a 34; Anexo, pág. 106); también se presentaron diferencias para PI/L y PI/DE (Tablas 35 y 36; Anexo, pág. 106).

Cuando dichas relaciones fueron analizadas sólo en semillas germinadas, se hallaron diferencias significativas entre tratamientos únicamente para L/DE , entre T0 y T2 siendo las medias respectivas de 1,77 y 1,61 Tablas 37 y 38 (Anexo, pág. 107). No hubo diferencias dentro de cada tratamiento entre semillas germinadas (G) y no germinadas (NG), para ninguna de las relaciones evaluadas (Tablas 39 a 44; Anexo, págs. 108 a 110).

En semillas germinadas, los valores promedio de los parámetros biométricos evaluados se hallaron ubicados dentro de las categorías que presentaban la mayor concentración de datos respecto del total de lotes analizados. La única excepción fue el DD que, en T0 y T1, se ubicó dentro la categoría 10,9- 12,9 mm, la cual mostró una frecuencia relativa más baja cuando se analizó la totalidad de semillas correspondientes a dichos tratamientos (Tabla 45; Anexo, pág. 111).

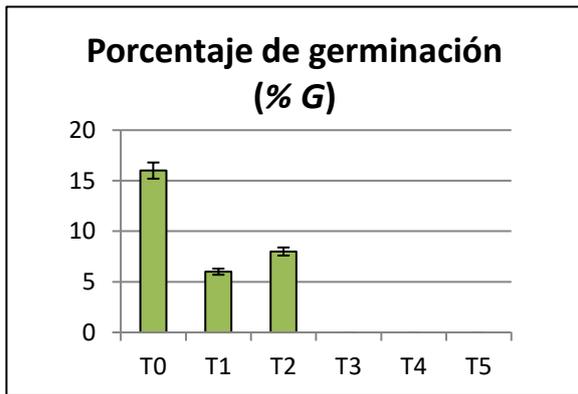


Gráfico 8 - Porcentaje de germinación (%G)
Barras de error con un valor del 5%

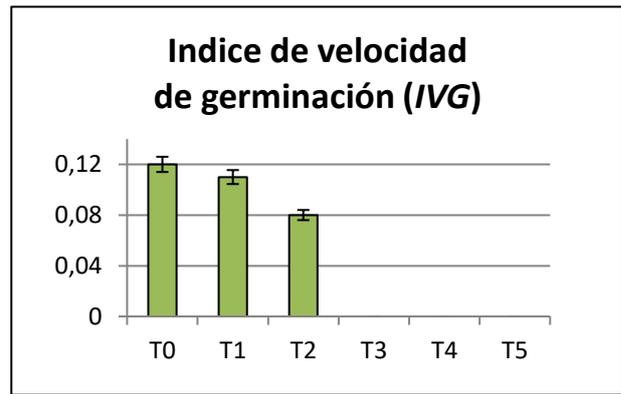


Gráfico 9 - Índice de velocidad de germinación (IVG)
Barras de error con un valor del 5%

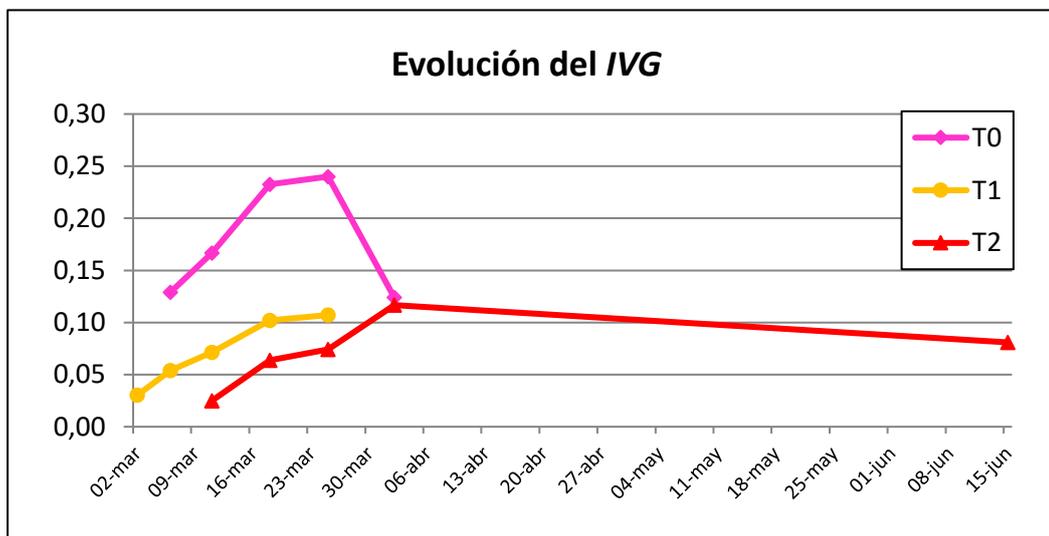


Gráfico 10 - Evolución del índice de velocidad de germinación en función del tiempo

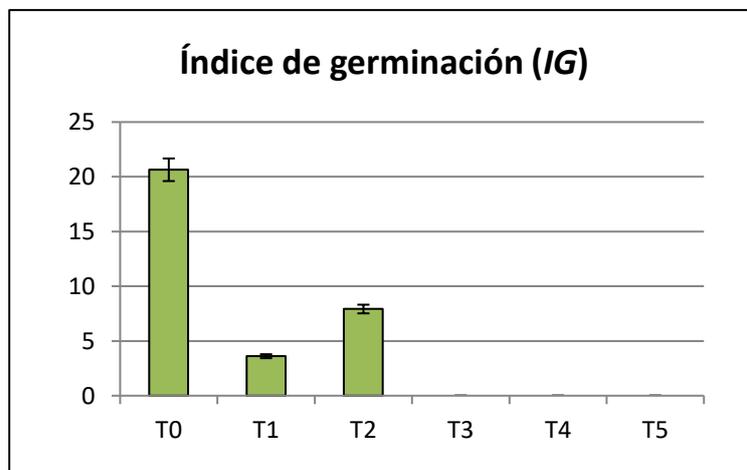


Gráfico 11 - Índice de germinación (IG)
Barras de error con un valor del 5%

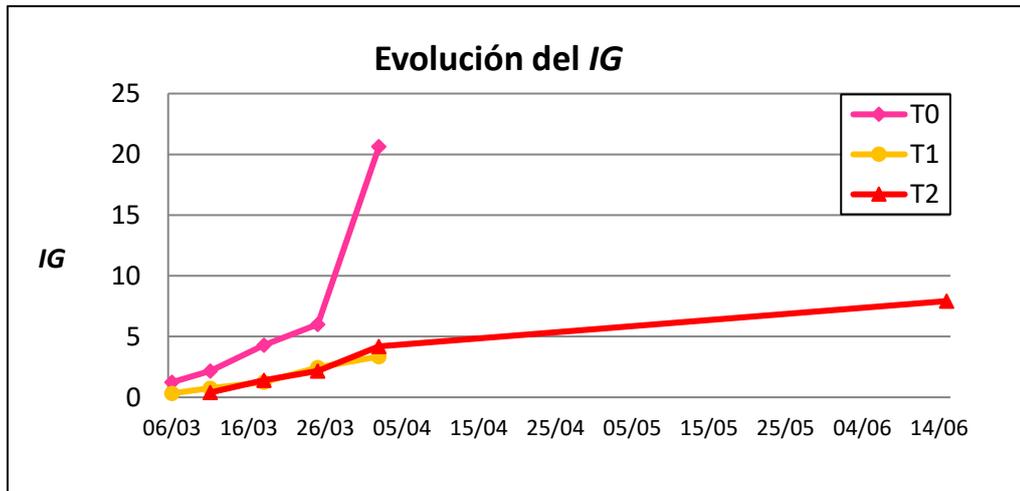


Gráfico 12 - Evolución del índice de germinación en función del tiempo

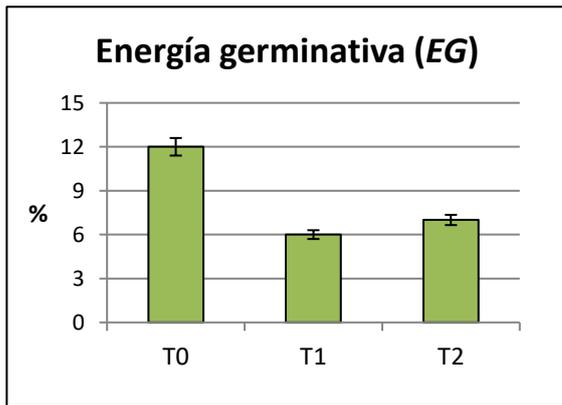


Gráfico 13 - Energía germinativa (EG)
Barras de error con un valor del 5%

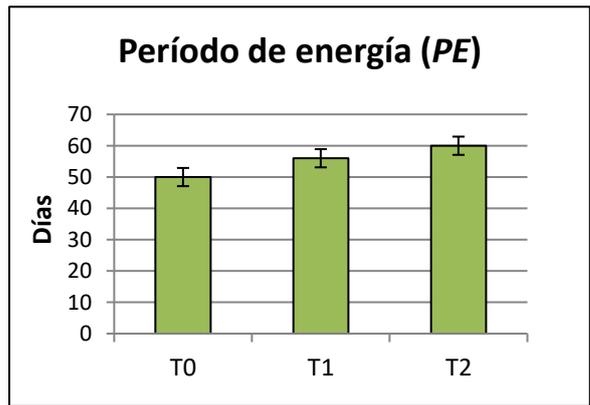


Gráfico 14 - Período de energía (PE)
Barras de error con un valor del 5%

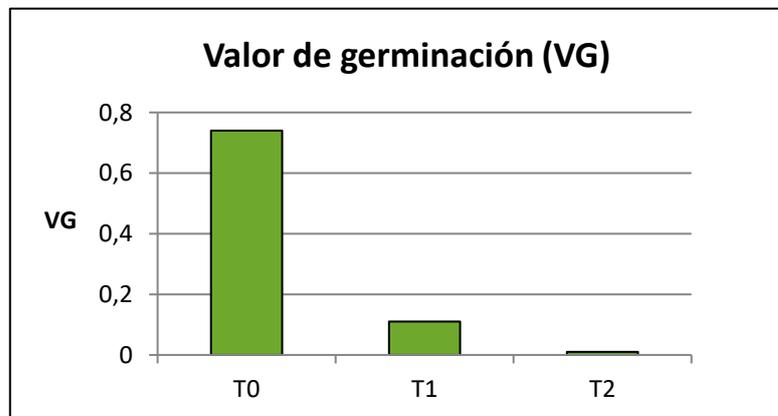


Gráfico 15 - Valor de germinación (VG)
Barras de error con un valor del 5%

TRATAMIENTOS	% G	IVG	IG	EG (%)	PE (días)	VG
T0	16	0,12	20,64	12	50	0,74
T1	6	0,11	3,36	6	56	0,11
T2	8	0,08	7,92	7	60	0,01
T3	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0	0

Tabla 12 - Parámetros de germinación (%G, IVG, IG, EG y PE)

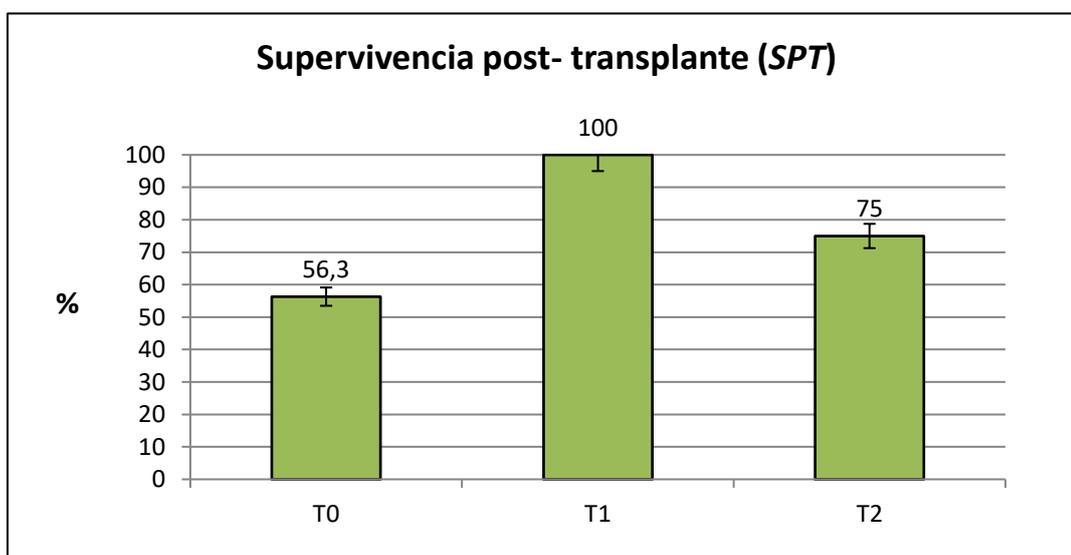


Gráfico 16 - Porcentaje de supervivencia de semillas germinadas en post- transplante. Barras de error con un valor del 5%

3.3- ENSAYO DE CORTE: SEMILLAS NO GERMINADAS

La evaluación del daño en semillas no germinadas (*SNG*), no arrojó diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a tipo y grado de daño (Tabla 31; Anexo, pág. 105). Sin embargo, el mayor porcentaje de semillas dañadas, en todos los tratamientos, presentó daños severos por podredumbre seca del endospermo.

Sólo en dos de los 6 tratamientos (T0 y T2) el endosperma de *SNG* no presentó ningún tipo de deterioro. Las *SNG* del tratamiento testigo (T0) fueron las que presentaron mayor diversidad en tipo y grado de daño del endosperma, no obstante, los porcentajes fueron, en general, relativamente bajos ya sea en términos absolutos o respecto de otros tratamientos (Gráfico 17).

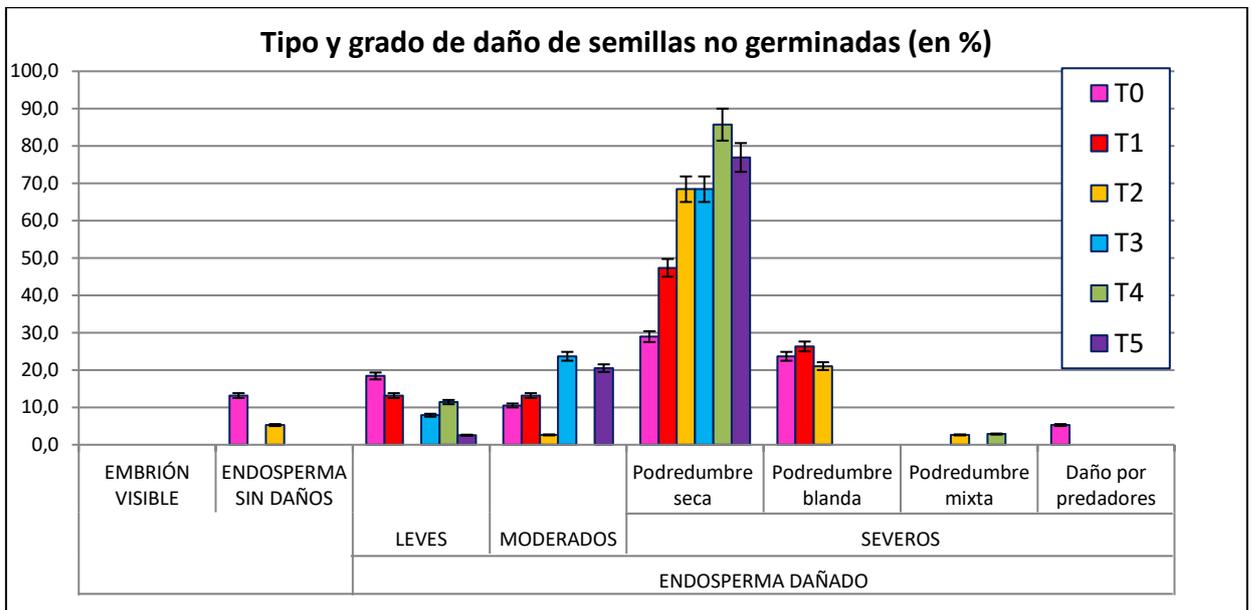


Gráfico 17 - Porcentaje por tipo de daño en semillas no germinadas (SNG).
Barras de error con un valor del 5%

El porcentaje de semillas dañadas por predadores fue bajo en relación con las referencias halladas en la bibliografía (Goudel *et al.*, 2013).

4- DISCUSIÓN

El factor común a todos los tratamientos fue el despulpado; se eligió aplicar dicho procedimiento en todos los casos dado que existe abundante información bibliográfica que destaca la utilidad de este procedimiento para mejorar la germinación en semillas de palmeras. Meerow, (1991), Broschat, (1994) y Lorenzi *et al.* (2004), recomiendan la eliminación de la pulpa (epicarpio y mesocarpio); Bovi y Cardoso (1976 a y b) señalan que el despulpado acelera la germinación en *Euterpe oleracea* y *E. edulis* (1976b) al igual que Maeda *et al.* (1987) en *Archontophoenix alexandrae*.

Los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación (%G) en T0, T1 y T2, se hallan en consonancia con los valores de referencia establecidos en la bibliografía, que indican como característica típica de toda la Familia Arecaceae bajos porcentajes de germinación. Según Lopes *et al.* (2011), aproximadamente el 25 % de las especies de palmeras presentan una germinación total menor del 20% y necesitan un período superior a 100 días para germinar. En *Butia capitata* la germinación se halla en alrededor del 1%, el proceso es lento y desigual y requiere hasta un año para completar su proceso de germinación (Fernandes 2008, Moura 2008). Oliveira *et al.* (2015b) encontraron en semillas de *S. romanzoffiana* puestas a germinar en condiciones de campo, porcentajes máximos del 26% con sólo un 10 % de supervivencia de plántulas. Las semillas comenzaron a germinar a partir del cuarto mes desde la siembra y alcanzaron su máximo en el séptimo mes.

No obstante, Goudel *et al.* (2013) señalan haber obtenido en *S. romanzoffiana* un %G del 50 % cuando se perforó el opérculo de las semillas y se las remojó en agua durante un período de 24 hs., en contraposición con el 28 % alcanzado por semillas en las cuales las fibras del mesocarpio no habían sido removidas y con el 20 % del tratamiento control (no tratadas).

Comparando los datos biométricos provistos por los autores con los hallados en el presente trabajo, se encuentra que las semillas utilizadas por Goudel *et al.* (2013) presentaron un peso promedio de 2,33 g (con un mínimo de 1,65 g y un máximo de 3,18 g) en tanto que, en nuestro caso, el peso promedio (considerando las semillas de todos los tratamientos, n= 600) se ubicó en 1,64 g. (con un valor mínimo de 1,55 y un máximo de 1,74 g). Si, como se estima, en palmeras existe una alta correlación entre el tamaño de las semillas y las tasas de germinación (Andrade *et al.* 1996; Martins *et al.* 2000), es probable que las diferencias de peso existentes entre ambos ensayos hayan incidido en las diferencias halladas en %G.

Las diferencias en el material de propagación, debido al origen de las semillas de *S. romanzoffiana* utilizadas en los respectivos ensayos (C.A.B.A, Argentina, 34° 55' S; 58° 29' O vs. Florianópolis, E. de Santa Catarina, Brasil, 27° 35' S; 48° 32' O) podrían ser consecuencia de condiciones climáticas distintas que determinarían la proporción de

recursos invertidos por las plantas madre en la producción y el tamaño de las semillas. Las palmeras presentan importantes variaciones entre individuos en relación con la capacidad reproductiva ya que aquellos que invierten una mayor proporción de recursos incrementan la fecundidad produciendo mayor número de inflorescencias o de flores por inflorescencia. Los principales factores limitantes son la luz, el agua y el tamaño de la planta. Por otro lado, los tejidos reproductivos tienen un elevado costo energético, de tal modo que un alto nivel de reproducción en un momento determinado puede disminuir las reservas y afectar la reproducción futura (Di Benedetto, 2015).

En cuanto a la L y el DE, Goudel *et al.* (2013), obtuvieron medias de L de 19,82 (con mínimas de 18,46 y máximas de 21,5 mm) y de 13,73 (con mínima de 12,03 y máxima de 16,27 mm) para DE, en tanto que las semillas utilizadas en el presente ensayo mostraron una longitud promedio de 19,98 (con mínimos de 19,36 y máximos de 20,6) y de 11,87 (con media mínima de 11,66 y máxima de 12,09 mm) para DE. De la comparación, surgiría que las semillas cosechadas en Buenos Aires tendrían una mayor relación L/DE (1,68) que las cosechadas en el E. de Santa Catarina, en Brasil (1,47). Similares resultados hallaron Bonomo y Capeletti (2014) cuando utilizaron como planta madre un ejemplar situado en La Plata, provincia de Bs. As. (Argentina). Los valores medios de L fueron cercanos a los informados por Goudel *et al.* (20,43 mm), en tanto que el DE resultó menor en las semillas cosechadas en La Plata (12,18 mm), arrojando una relación L/DE de 1,68 (igual valor al obtenido para las semillas cosechadas en C.A.B.A, Argentina).

Estos valores revelan diferencias morfológicas de las semillas probablemente emparentadas no sólo con la alta variabilidad genética de la especie, sino también con las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos propios de cada región. Cabe señalar, también, que los ejemplares utilizados en los tres ensayos como plantas madre no se hallaban ubicados en ambientes naturales o poco modificados por el hombre sino que formaban parte del paisaje urbano de la ciudad de Florianópolis (Goudel *et al.*, 2013), del predio correspondiente al Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata (Bonomo y Capeletti, 2014) y de la Escuela de Jardinería Juan O. Hall, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

El índice de velocidad de germinación (IVG) expresa la velocidad en número de semillas germinadas por día y, por lo tanto, cuanto mayor sea el IVG , mayor será la velocidad. De ello se infiere, indirectamente, que un alto IVG se corresponde con un mayor vigor del lote de semillas. Este parámetro mostró valores cercanos (0,12 en T0; 0,11 en T1 y 0,08 en T2) a los hallados por Goudel *et al.* (2013) para semillas de *S. romanzoffiana*, cuyo opérculo fue perforado y fueron luego colocadas en remojo en agua durante 24 hs. y para semillas sometidas al fuego durante 3 minutos ($IVG = 0,11$).

El remojo en agua es un factor importante en el fomento de la germinación y en la obtención de plántulas normales de *S. romanzoffiana*, tanto como en la longitud de la radícula y en el IVG (Goudel *et al.*, 2013). También ha demostrado ser favorable en semillas de *S. coronata*, cuya tasa de germinación resultó directamente proporcional al tiempo de remojo, alcanzando aproximadamente un % G del 60% y un IVG de 0,58 con remojo durante 96 horas (Carvalho *et al.* 2005) así como en *Astrocaryum aculeatum*, cuya tasa de germinación se incrementó con el aumento progresivo del período de inmersión en agua, llegando a valores de hasta el 70% luego de 9 días de remojo (Ferreira y Gentil, 2006).

Como señalan Hartmann y Kester (1990), en la primera fase de la germinación (fase de activación), las semillas absorben agua y el contenido de humedad se incrementa con rapidez, esta absorción inicial implica la imbibición de la semilla e hidrata los citoplasmas pero se trata simplemente de un fenómeno físico (originado en una diferencia de potencial agua entre la semilla y el medio que la rodea) que puede producirse también en semillas muertas. Sin embargo, si la semilla está viva, la actividad metabólica de las células se reactiva y da lugar al comienzo de la fase de digestión y traslocación de las sustancias de reserva contenidas en el endosperma hacia el eje embrionario en crecimiento, lo que conducirá al primer signo visible de la germinación, que es la emergencia de la radícula. De allí que, en semillas viables, una mayor capacidad de hidratación pueda tener efectos importantes en el aprovechamiento de las reservas seminales e influir en la posterior supervivencia y calidad comercial de las plántulas.

En coincidencia con lo expuesto por Goudel *et al.* (2013) y Oliveira (2015a) para *S. romanzoffiana* y corroborando los resultados del ensayo realizado por Carvalho *et al.* (2005) en *S. coronata*, se advierte que la presencia de un endocarpio leñoso no sería la principal limitación para la germinación, sino el grado de hidratación de la semilla que constituiría un factor fundamental para lograr mayores tasas de germinación y vigor.

No obstante, hemos encontrado que el desgaste del endocarpio mediante escarificación mecánica permitió incrementar la cantidad de agua absorbida por las semillas durante el período de imbibición. Esto se vio reflejado en los valores promedio de variación de peso (ΔP) entre el testigo sin escarificar (T0) y los tratamientos T1 y T2, cuyos lotes de semillas fueron sometidos a escarificación mecánica; presentándose diferencias significativas entre T1 y T2 respecto de T0, con valores promedio de 0,06 en T0; 0,13 en T2 y 0,19 g en T1 (Tabla 19; Anexo, pág. 100). Los resultados obtenidos permiten afirmar que, aunque el endocarpio no sea la limitante principal, es una barrera importante para la absorción de agua, que podría

afectar, consecuentemente, las tasas de germinación y el vigor de las plántulas. Si bien, en nuestro caso, se registraron diferencias significativas en %G e IVG con valores medios mayores para T0 respecto de T1 y T2, la supervivencia al trasplante de semillas germinadas (SPT) fue notablemente menor en T0 que en T1 y T2. En T1 la SPT alcanzó el 100% y el 75 % en T2, en tanto que T0 logró un porcentaje del 56,3.

La limitación que el endocarpio supone para la absorción de agua y sus efectos adversos sobre el proceso de germinación fue identificado en numerosas especies de palmeras como *Attalea geraensis*, *A. phalerata.*, *Butia archeri* y *B. capitata* (Carpenter, 1988; Broschat, 1998). Esta interferencia del endocarpio en relación con la permeabilidad al agua, es probablemente un modo de latencia impuesta por las cubiertas comúnmente encontrada en varias especies de palmeras nativas de la ecoregión del Cerrado brasileño (Dombroski, 1998), área habitual de crecimiento de *S. romanzoffiana*.

La escarificación ha sido eficaz para aumentar el porcentaje de germinación en varias especies de palmeras con endocarpio duro e impermeable (Holmquist y Popenoe, 1967; Nagao, 1980; Odetola, 1987). Lopes *et al.* (2007) analizando las curvas de remojo de semillas de *Butia capitata* en las que el endocarpio fue removido con aquellas en las que se mantuvo intacto, hallaron que el endocarpio interfiere en la absorción de agua y concluyeron que la eliminación del mismo podría dar lugar a mejoras en la germinación, en aceleración y uniformidad, como consecuencia de una mayor absorción de agua. Del mismo modo, Figliolia *et al.* (1987) indicaron que semillas de *Euterpe edulis* despulpadas y escarificadas mecánicamente alcanzaron una germinación más rápida y uniforme que semillas no tratadas. Resultados similares encontraron Pivetta *et al.* (2005) en semillas de *Syagrus schizophylla* escarificadas mecánicamente. Sin embargo, como señala Meerow (1991), el peligro de la escarificación mecánica o con ácidos es dañar al embrión durante el proceso.

No obstante, según Oliveira (2015a), el incremento en la absorción de agua como producto de la escarificación, sería debido a la eliminación de las fibras de mesocarpio remanentes del despulpado, las cuales retrasarían la absorción de agua al obstruir los poros germinativos y no por adelgazamiento en sí del endocarpio.

Pero, si bien el remojo ha demostrado ser efectivo para incrementar el porcentaje de germinación y acelerar dicho proceso, se debe tener en cuenta que, de acuerdo con lo expuesto por Oliveira *et al.* (2015b), semillas de *S. romanzoffiana* mantenidas en almacenamiento seco durante 3 meses, tanto como semillas cosechadas a la caída del fruto maduro y puestas inmediatamente en condiciones de germinación, perdieron rápidamente su viabilidad luego de la imbibición; este comportamiento se mantuvo dando respuestas similares en ensayos realizados a campo y en laboratorio, mostrando

que la pérdida de viabilidad de las semillas post- imbibición estaría relacionada primordialmente con el grado de humedad de la semilla y no con factores ambientales.

El período de energía (*PE*) es otra variable ampliamente utilizada para determinar el vigor de un lote de semillas. Indica el período en días que va desde la siembra hasta que el índice de germinación (*IG*) alcanza su máximo valor. En la mayoría de los casos, el *PE* se encuentra fuertemente vinculado a la energía germinativa (*EG*). El interés por determinar la energía germinativa de las semillas se basa en la teoría de que probablemente sólo aquellas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables de un laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en condiciones de producción, donde una germinación débil o retrasada puede tener consecuencias adversas (Aldhous, 1972). No se hallaron diferencias significativas para este *PE* entre T0, T1 y T2 y el número de días fue de 50, 56 y 60 días, respectivamente.

La *EG* presentó valores bajos en todos los tratamientos: 12 % para T0, 6 % para T1 y 7% para T2, con diferencias en favor de T0 respecto de T1 y T2. En principio, los bajos valores de *EG* revelarían que se trató de lotes de semillas con poco vigor, sin embargo, cuando se analiza la cantidad de días en que se alcanzó el máximo *IG*, se comprueba que el *PE* se halla en el límite inferior del tiempo requerido por las semillas de palmeras para germinar; esto significa que el número de semillas que germinaron fue bajo, pero que lo hicieron en el menor tiempo esperable para la especie.

Los parámetros de germinación utilizados habitualmente con semillas ortodoxas deben ser redefinidos cuando se trabaja con semillas recalcitrantes y, por ello, se optó por tomar un criterio amplio de *EG* (considerándola como el porcentaje de germinación acumulado diario, obtenido al momento en que el *IG* alcanza su valor máximo), frente a otros conceptos más restrictivos que toman intervalos de tiempo pre- establecidos o que la consideran como el número de días que se necesitan para conseguir el 50% de la capacidad de germinación (Allen, 1958). Considerar sólo el valor de *PE* como indicador del vigor de las semillas, podría resultar inexacto en palmeras si no se calcula en forma adecuada la *EG*.

La mayor parte de las semillas recalcitrantes, presentan patrones de comportamiento distintos y aún poco conocidos, razón por la cual es indispensable registrar el proceso completo de germinación desde el principio hasta el final, con independencia de su duración y conocer el estado de todas las semillas que no hayan germinado dado que cualquier punto de interrupción que se establezca arbitrariamente, puede resultar demasiado restrictivo respecto del comportamiento típico de la especie.

A raíz de lo expuesto anteriormente, es que consideramos de interés la estimación del valor de germinación (*VG*), en los términos en que lo define Czabator (1962), ya que permite combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del período de ensayo con una expresión de la energía o velocidad de germinación,

como se detalla en la página 41. De este modo, se halló un único valor para expresar la relación entre el número de semillas germinadas y el tiempo que demoraron en germinar, habida cuenta que no existía un plazo límite pre- fijado para dar por concluido el ensayo. Los valores de *VG* resultaron muy bajos en los tres tratamientos (0,74; 0,11 y 0,01 para T0, T1 y T2, respectivamente) debido al escaso número de semillas que germinaron. T2 mostró una marcada disminución de *VG* debido a la presencia de semillas que germinaron luego de 129 días de comenzado el ensayo (Gráfico 12).

El uso conjunto de retiro o escarificación del endocarpio y el remojo en agua con agregado de reguladores de crecimiento (habitualmente ácido giberélico o citoquininas) ha demostrado tener buenos resultados en algunas palmeras como *Astotrichum phaleata*, *Attalea geraensis*, *A. pharelata*, *Butia archeri* e *Jubaea chilensis* (Gentil y Ferreira 2005, Ferreira y Gentil 2006) y *B. capitata* (Carpenter 1988, Broschat 1998), para romper la latencia y alcanzar una germinación más uniforme. En el presente ensayo, las semillas del T2 (escarificado mecánico + remojo en agua destilada con BAP) presentaron un comportamiento intermedio entre el testigo (T0) y el T1 (escarificado mecánico + remojo en agua destilada). Los valores de %G, *IG*, *PE* y *SPT* de T2 fueron menores que los de T0 pero algo mayores que los de T1. El *IVG*, en tanto, resultó menor (y consecuentemente algo mayor el *PE*) que en T0 y T1. Sin embargo, si se toma como estimador principal el *VG* (por las razones anteriormente expuestas), T2 fue el tratamiento que arrojó resultados más desfavorables. Además, aunque la evaluación quedó fuera del alcance de este ensayo, se pudo observar que algunas plántulas de T2 presentaron anomalías en el desarrollo, principalmente enrollamiento del primer eófilo y menor crecimiento inicial (Fig. 29).

Al respecto, cabe destacar que, como es habitual en los ensayos con especies nativas y especialmente con palmeras, los valores de referencia para establecer las dosis de reguladores de crecimiento a utilizar en los protocolos de germinación suelen ser escasos y a menudo contradictorios, por lo que no se descarta la posibilidad de efectuar nuevos ensayos con dosis variables de BAP a efectos de determinar de modo más preciso sus efectos sobre la germinación de *S. romanzofiana*.

En cuanto a las semillas no germinadas (*SNG*), se constató mediante el ensayo de corte que semillas provenientes de una misma unidad experimental presentaban- en la mayoría de los casos- una variedad de estados que abarcaba todo el rango de categorías posibles; lo que permite suponer que los daños fueron debidos a factores intrínsecos de las semillas y no a factores externos que hubiesen afectado en forma diferencial a las bandejas de cultivo.

En coincidencia con lo expuesto anteriormente, Soares Oliveira *et al.* (2015) encontraron que al finalizar las pruebas de germinación (cuatro meses), todas las

semillas de *S. romanzoffiana* no germinadas estaban deterioradas o no eran viables, tanto si habían sido puestas a germinar en condiciones de laboratorio o a campo. Un comportamiento similar también había sido observado en semillas de *Thrinax radiata* almacenadas y sembradas a campo (Pérez *et al.*, 2005).

Este comportamiento, en el que las semillas que no germinan finalmente mueren por deterioro, podría ser un indicador de que la latencia no juega un papel importante entre las estrategias reproductivas de *S. romanzoffiana* (Brancaion *et al.*, 2011), debido a que la ventaja ecológica de la latencia no se puede aprovechar en semillas que tienen corta duración después de la imbibición.

El elevado porcentaje de deterioro observado en SNG de *S. romanzoffiana* podría estar relacionado más probablemente con el alto contenido en lípidos de las semillas (Coimbra, y Jorge, 2011). Las SNG que se categorizaron en el ensayo de corte como con pudrición blanda o mixta, se caracterizaban por la presencia de un líquido denso y aceitoso.

Desde el punto de vista ecológico, el deterioro post- imbibición de las SNG le confiere a *S. romanzoffiana* un bajo potencial para formar bancos de semillas persistentes en condiciones naturales (Soares Oliveira *et al.*, 2015). Dado que la formación de bancos de semillas es de gran importancia para la regeneración de las comunidades de plantas (Fenner, 1992; Dickie *et al.*, 1992; Ribeiro *et al.*, 2012), se especula que *S. romanzoffiana* compensaría la incapacidad para formar un banco de semillas persistente mediante una abundante fructificación, que se extiende durante casi todo el año (Genini *et al.*, 2009; Freire *et al.*, 2013). Por lo tanto, la reposición continua de semillas viables en el suelo parecería ser crucial para la regeneración de la especie, esto implica que las semillas puedan estar sujetas a diferentes condiciones ambientales después de la dispersión debido a que se trata de una especie que crece en ambientes estacionales (Soares Oliveira *et al.*, 2015). Este hecho permitiría suponer que lo más adecuado para el cultivo a escala comercial consistiría en proceder a la siembra en forma inmediata luego de la recolección de los frutos.

El porcentaje de semillas dañadas por larvas de predadores específicos (*Revena rubiginosa*) fue muy bajo (5,3%) en comparación con lo citado por Goudel *et al.* (2013) quienes informaron un 62% de infestación en las infrutescencias utilizadas. El daño fue registrado mediante ensayo de corte, sin que se presentaran evidencias externas de la acción de las larvas (perforación del endocarpio).

Las semillas sometidas en forma directa al proceso de ureólisis o proveniente de frutos tratados mediante el mismo proceso no germinaron en ninguno de los casos por lo que es altamente probable que la ureólisis, en las condiciones y con las dosis utilizadas, haya provocado algún tipo de daño en las semillas que inhibió la germinación.

La utilización de ureólisis en T3, se basó en la supuesta acción de ablandamiento del endocarpio, tejido altamente lignificado y se propuso como método de escarificación química alternativa teniendo en cuenta la peligrosidad del uso de ácido sulfúrico. En T4 y T5, el objetivo principal de la ureólisis fue lograr la degradación de las fibras del mesocarpio, reduciendo así el tiempo requerido por el despulpado, tarea que - por lo común- se realiza en forma manual.

Las dosis utilizadas y las condiciones en que se efectuó la ureólisis en T3, T4 y T5, derivaron de las recomendaciones halladas en la bibliografía pero, las mismas, corresponden a ureólisis de restos de material vegetal (paja de cebada). No existen antecedentes del uso de esta metodología en la escarificación de semillas. Por esta razón, consideramos que T3, T4 y T5 constituyen sólo un ensayo preliminar y que sería interesante continuar investigando si mediante el ajuste de las metodologías y las dosis es posible alcanzar resultados favorables.

En T3, pudo apreciarse un aparente adelgazamiento en la zona de los opérculos, lugar por el que emerge la radícula (Fig. 30). En muchas especies de plantas, la germinación tiene lugar cuando el embrión en desarrollo empuja las células del opérculo hacia fuera, momento en que las paredes de dichas células se hallan más delgadas (Gong *et al.*, 2005). El debilitamiento de los tejidos que rodean al embrión, permite la elongación de la raíz primaria, signo visible de la germinación. En semillas maduras de lechuga (*Lactuca sativa*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y chamico (*Datura ferox*), las paredes de las células del endosperma se hallan espesadas por la presencia de polímeros de manano. Estos polímeros, son hidratos de carbono de reserva que favorecen el crecimiento de las plántulas después de la germinación. En especies con semillas extremadamente duras en la madurez, las paredes de las células del endosperma se encuentran espesadas, en gran medida, con polímeros de galactomanano o manano. En semillas de café, la extrema dureza es conferida por la presencia de mananos cristalinos insolubles en agua en las paredes celulares del endosperma (Bewley y Reid, 1985).

Aún después de la imbibición de las semillas, el endospermo obstruye la germinación al actuar como una barrera física para la protrusión radicular. Se acepta, en general, que el debilitamiento del endospermo, en particular en la región adyacente a la radícula, es un requisito previo para que la germinación tenga lugar. Este debilitamiento se inicia por acción de la hemicelulasa, endo-B-mananasa (Bewley, 1997), aunque la actividad de esta enzima por sí sola puede no ser suficiente para asegurar la germinación en todas las especies (Bewley y Halmer, 1980-1981; Nonogaki *et al.*, 1992; Sánchez y de Miguel, 1997; Bradford *et al.*, 2000). De acuerdo con los resultados de Wang *et al.* (2004) y Gong *et al.* (2005), en las Arecáceas, la acción de esta enzima está limitada sólo a la movilización de reservas después de ocurrida la

germinación, por lo que no parece estar relacionada con la superación de la latencia de la semilla.

En *S. romanzoffiana*, al igual que en *Butia odorata*, las semillas a las que se les eliminó el opérculo, alcanzaron un mayor porcentaje de germinación y en un menor tiempo medio respecto de semillas intactas (Fior *et al.*, 2013). Sin embargo, como bien indican los autores, la apertura mecánica de los opérculos es un proceso engorroso y oneroso para un sistema de producción comercial de plantas de vivero. Por ello, remarcan la necesidad de realizar estudios en los que se prueben sustancias y enzimas que degraden las capas de tejidos que participan en la constitución de las tapas de los opérculos y permitan identificar una metodología alternativa más adecuada a la cadena de producción de plántulas (Fior *et al.*, 2013). Existe, por tanto, en algunas especies de palmeras, la necesidad de encontrar posibles sustancias que promuevan la degradación de las tapas manteniendo intactos los tejidos esenciales para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

En este ensayo, se probó la acción conjunta de urea con agregado de ureasa (mediante extracto de porotos de soja) suponiendo que la presencia de microorganismos que facilitarían el proceso sería escasa en semillas despulpadas pero, deberían realizarse análisis más detallados de los diversos factores involucrados para poder ajustar la metodología, en caso de que la germinación no se viera afectada por alguna de las sustancias utilizadas.

En T4 y T5, el grado de ablandamiento de los frutos que se alcanzó dentro de los tiempos asignados, no resultó suficiente para facilitar el despulpado (Fig. 31). Como se señaló anteriormente serían necesarios nuevos ensayos para evaluar la posibilidad de alcanzar mediante ureólisis alguno de los objetivos planteados y conocer los efectos tanto del agregado de urea como la suplementación con ureasa, proveniente de porotos de soja.

Si se analiza la respuesta de las semillas bajo tratamiento de ureólisis al remojo en agua destilada, la leve pérdida de peso ocurrida en T3 podría interpretarse como consecuencia de daños provocados por el tratamiento en las membranas celulares, que habrían reducido la capacidad de retención hídrica por parte de las células, especialmente teniendo en cuenta que ninguna semilla de T3 logró germinar. En T4 y T5, en cambio, los porcentajes de variación de peso luego del remojo en agua destilada fueron cercanos a los del tratamiento testigo (T0), si bien la absorción de agua es sólo un proceso físico que puede ocurrir incluso en semillas muertas.

Las diferencias encontradas entre tratamientos para los valores medios de todos los datos biométricos evaluados: L, DA, DE, DD y PI (Tablas 13 a 17; Anexo, págs. 99 y 100), cuando éstos fueron analizados sin ser agrupados por categorías, no hacen sino reflejar la elevada variabilidad del material de propagación utilizado. Las diferencias

estadísticas halladas en las relaciones L/DA , L/DE y L/DD , reafirman las variaciones morfológicas presentes entre semillas provenientes de una misma planta madre, debidas probablemente a una distribución diferencial del endosperma que ocasiona el predominio de alguno de los diámetros por sobre los demás (así, por ej., en T0 tendió a prevalecer el DA , en T1 el DD y en T2 el DE).

Es común que las palmeras presenten variaciones en las características individuales, que se atribuyen -entre otros factores- a diferencias ambientales y genéticas (Mhahmad *et al.* 2011). Tanto el tamaño como el peso de las semillas pueden estar influenciados por el grado de maduración de los frutos, factores genéticos y condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolló la planta madre (Macedo *et al.* 2009; Batista *et al.* 2011).

La presencia de diferencias significativas para dichos parámetros, entre tratamientos cuyas semillas fueron repartidas en forma aleatoria, permite suponer que sería posible hallar respuestas muy diversas entre lotes de semillas, no sólo en cuanto a porcentaje y velocidad de germinación sino también en las posteriores tasas de desarrollo de las plántulas. Esta falta de homogeneidad podría introducir diferencias no deseadas tanto en los resultados de la investigación como en la producción comercial e incidir sobre la calidad de los plantines obtenidos.

La formación de lotes de semillas más homogéneos podría contribuir tanto a probar determinados comportamientos de las semillas, como por ejemplo, la tolerancia a la deshidratación y a determinar la influencia del tamaño de la semilla en el proceso de germinación, teniendo en cuenta que, en algunas palmeras, semillas más pesadas y más grandes proporcionan mayor uniformidad, viabilidad y vigor (Andrade *et al.* 1996; Martins *et al.* 2000).

Al respecto, Goudel *et al.* (2013) encontraron en *S. romanzoffiana* una fuerte correlación positiva entre el peso del fruto y de la pulpa con el peso y diámetro polar de las semillas y de la longitud del fruto con la longitud de las semillas. También, en ensayos realizados con *Butia capitata* (Pedron *et al.* 2004; Moura *et al.* 2010), se hallaron correlaciones positivas entre tamaño y peso del fruto; tamaño del fruto y peso de la semilla y tamaño del fruto y la peso de la pulpa. Estas correlaciones son interesantes desde el punto de vista de la propagación de palmeras, ya que en algunas especies el tamaño de la semilla tiene marcada importancia en el proceso de germinación (Andrade *et al.* 1996; Martins *et al.* 2000), lo que plantearía la posibilidad de recoger frutos más grandes en vistas a obtener mayores tasas de germinación y vigor (Pedron *et al.*, 2004). El alto coeficiente de variación encontrado por Goudel *et al.* (2013) en el peso de los frutos apoyaría, según los autores, esta hipótesis de recolección selectiva.

Los bajos porcentajes de germinación logrados en el presente ensayo, no permitieron efectuar un análisis exhaustivo en cuanto a la existencia de correlaciones entre las

variaciones de los parámetros biométricos y el %G o el IVG, ni sobre el posterior desarrollo de las plántulas, como así tampoco establecer la magnitud del impacto a nivel productivo que dichas correlaciones pudieran ocasionar, en caso de existir.

No obstante, cabe señalar que, a excepción de la relación L/DE , no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para las demás relaciones evaluadas entre los distintos parámetros biométricos, cuando el análisis se centró sólo en semillas germinadas, como así tampoco entre semillas germinadas (G) y no germinadas (NG) dentro de un mismo tratamiento (Tablas 39 a 44; Anexo, págs. 108 a 110).

El agrupamiento de los datos por categorías permitió conocer que, con un rango de 2 mm para cada categoría, la longitud (L) se ubicó predominantemente en la categoría comprendida entre 19 y 21 mm., el diámetro apical (DA) entre 7,1 - 9,1 mm y 9,2-11,2 mm y el diámetro ecuatorial (DE) entre 10,2 - 12,2 mm y 12,3 -14,3 mm. El diámetro distal (DD) fue el único de los parámetros evaluados que no presentó una clara concentración de los valores en alguna de las categorías asignadas. El peso inicial (PI) se ubicó principalmente en el rango comprendido entre 1,56 - 1,85 g y, en menor medida, entre 1,25 - 1,55 g. (Tablas 20 a 25; Anexo, págs. 101 a 103).

En semillas germinadas, los valores medios de los diferentes parámetros biométricos se hallaron encuadrados dentro de las categorías en que las se presentaron las frecuencias relativas más altas para cada uno de dichos parámetros (Tabla 45; Anexo, pág. 111). Sin embargo, como las categorías fueron calculadas a partir de los valores mínimos y máximos y de los rangos de clase obtenidos en función de los datos tomados para la totalidad de las semillas ($n= 600$) y de los tratamientos, los rangos establecidos surgieron de las diferencias entre los valores absolutos medidos. Por ello, y dada la escasa información sobre posibles correlaciones entre parámetros biométricos y de germinación, no fue posible conocer de antemano si diferencias de 2 mm en la longitud y en los respectivos diámetros y de 0,3 g. en el peso inicial podrían llegar a tener incidencias en la germinación y posterior desarrollo de las plántulas o si deberían utilizarse diferencias mayores o menores para efectuar tal evaluación; sería necesario, para tal fin, realizar nuevos ensayos.



Fig. 29 - Enrollamiento del primer eófilo en plántulas de T2 (escarificado mecánico + remojo en agua con agregado de BAP)



Fig. 30 - Adelgazamiento de opérculos en semillas sometidas a ureólisis (T3)



Fig. 31 - Estado de los frutos al finalizar el tratamiento de ureólisis

5- CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos permiten concluir que el escarificado mecánico aumenta significativamente la absorción inicial de agua durante el remojo de las semillas. Este hecho podría repercutir favorablemente en los porcentajes de supervivencia post- transplante (*SPT*)
- La variación encontrada en los parámetros biométricos mostró la heterogeneidad de tamaños y pesos que se presenta dentro de lotes de semillas pertenecientes a una misma planta madre. Esto permite sostener la necesidad de formar lotes homogéneos de semillas, tanto a efectos de la investigación como a nivel productivo, para no introducir factores que puedan distorsionar la interpretación de los resultados o variaciones indeseables en tamaño y calidad de las plántulas obtenidas.
- Por otra parte, las diferencias halladas contrastando los resultados obtenidos con los expuestos por otros autores (Goudel *et al.*, 2013), corroborarían la influencia que los factores climáticos y los recursos ambientales disponibles tienen sobre los parámetros biométricos en semillas provenientes de distintas regiones geográficas y sustentarían la influencia de los mismos en los porcentajes de germinación (Andrade *et al.* 1996; Martins *et al.* 2000).
- Ante la dificultad de extrapolar resultados y a fin de aportar datos más concluyentes, sería necesario realizar nuevos ensayos con semillas recolectadas en diversas áreas geográficas a fin de evaluar aquellas que resulten más efectivas para la producción comercial.
- La casi totalidad de semillas no germinadas se hallaron dañadas, lo que permite suponer que la viabilidad decrecería rápidamente luego de la imbibición de las semillas y que no serían los mecanismos de dormición factores determinantes de los bajos porcentajes de germinación característicos de la especie.
- La factibilidad en la aplicación de ureólisis como método alternativo de escarificación química de semillas debería seguir siendo evaluada en nuevos ensayos, al igual que la magnitud de las correlaciones entre tamaño y peso de las semillas con los respectivos porcentajes de germinación e índices de velocidad de germinación y el impacto que dichas correlaciones pudieran tener en la producción de plántulas vivero.

ANEXO

6- ANEXO

6.1- DATOS BIOMÉTRICOS: Longitud (L), D. apical (DA), D. Distal (DD), D. Ecuatorial (DE)

TRATAMIENTO	L (mm)	DA (mm)	DD (mm)	DE (mm)
TO				
B1	20,22	10,44	10,97	11,89
B1	21,75	9,36	10,56	11,79
B1	19,93	9,54	10,63	11,42
B1	19,57	8,76	10,59	11,9
B1	20,43	10,29	11,07	12,19
B1	21,37	10,6	10,67	12,29
B1	20,3	10,36	10,51	12,22
B1	19,9	9,93	10,6	12,23
B1	21,97	9,97	11,3	12,07
B1	19,66	10,19	10,22	12,02
B1	19,36	9,6	9,58	11,17
B1	20,9	10,11	11,66	12,85
B1	20,55	9,84	9,82	11,87
B1	19,78	10,21	10,83	11,67
B1	19,24	9,87	10,88	12,25
B1	20,38	9,63	9,96	11,88
B1	19,69	9,97	10,16	11,71
B1	19,42	10,68	10,61	12,42
B1	20,56	9,92	10,66	12,24
B1	19,19	9,41	10,15	11,42
B1	20,63	10,79	11,68	12,22
B1	19,48	10,24	10,9	12,52
B1	19,9	9,87	10,48	12,58
B1	20,38	10,15	10,68	12,44
B1	20,95	10,52	10,56	12,21
B2	21,02	10,21	11,57	12,29
B2	20,97	10,23	11,71	12,34
B2	20,43	10,2	11,26	12,11
B2	21,73	10,46	11,16	12,18
B2	19,51	9,9	10,67	12,29
B2	19,85	10,13	10,95	11,9
B2	21,45	10,26	10,94	12,36
B2	20,65	10,6	11,17	12,2
B2	18,18	9,7	10,55	12
B2	19,93	10,18	11,05	12,34
B2	18,73	9,47	10,46	11,5
B2	19,58	9,78	10,71	12,43
B2	19,93	10,33	11,05	12,41
B2	19,37	9,97	10,69	11,59
B2	18,84	10,31	10,87	12,47
B2	19,04	9,86	10,31	11,9
B2	18,33	9,75	10,56	11,4
B2	17,54	9,86	10,56	11,52
B2	20,13	10,1	10,45	11,88
B2	20,93	10,96	11,28	12,06
B2	20,34	10,43	11,08	12,16
B2	20,74	10,15	11,19	12,38
B2	19,84	9,97	10,64	12,23
B2	18,31	9,94	10,96	11,65
B2	19,92	10,24	10,59	12,23

B3	19,84	10,14	11,18	12,29
B3	18,11	9,84	10,75	11,88
B3	20,78	9,9	11,09	12,21
B3	19,5	10,12	10,71	12,12
B3	17,2	9,17	9,36	11,36
B3	20,72	9,77	10,03	12
B3	21,07	9,76	10,18	11,73
B3	19,09	9,54	10,63	12,05
B3	19,09	10,21	11,46	12,6
B3	20,56	9,67	10,17	12,04
B3	20,69	9,96	11,29	12,06
B3	19,49	9,71	10,95	11,94
B3	20,94	10,43	10,99	12,19
B3	20,86	10,86	11,09	12,29
B3	18,88	9,9	10,96	12,24
B3	20,13	9,99	10,83	12,23
B3	20,87	9,59	10,82	11,83
B3	20,94	10,72	12,02	13,55
B3	20,74	10,44	10,65	12,66
B3	20,24	9,57	10,65	12,66
B3	21,06	9,49	10,49	11,56
B3	20,51	10,59	11,53	12,19
B3	19,55	9,61	10,66	11,93
B3	18,74	9,27	10,48	11,47
B3	19,94	9,89	10,58	12,04
B4	20,3	9,86	10,65	12,55
B4	21,05	10,31	10,68	12,35
B4	22,6	10,81	11,28	12,77
B4	20,23	10,14	10,91	11,73
B4	21,6	10,48	11,34	12,25
B4	20,04	10,25	11,19	12,29
B4	20,1	9,77	10,28	11,72
B4	20,72	10,64	11,29	12,51
B4	19,98	10,31	10,57	11,72
B4	19,25	10,75	11,14	12,23
B4	20,31	10,15	11,3	12,28
B4	21,61	10,66	11,41	12,34
B4	20,63	10,55	10,92	12,37
B4	20,21	10,08	11,26	12,15
B4	18,46	9,57	10,34	11,71
B4	21,16	9,52	10,23	11,71
B4	18,85	9,34	10,64	11,41
B4	20,51	10,24	11,24	11,96
B4	19,31	9,45	10,85	11,58
B4	18,58	9,55	9,72	11,68
B4	20,69	10,24	11,22	12,38
B4	19,37	10,17	11,06	12,02
B4	20,85	10,34	11,79	12,34
B4	20,63	11,45	10,57	12,41
B4	20,25	9,97	10,79	11,86

TRATAMIENTO	L (mm)	DA (mm)	DD (mm)	DE (mm)
T1				
B1	20,06	7,87	12,19	9,65
B1	19,81	8,63	11,17	8,38
B1	19,81	9,14	11,93	8,89
B1	20,32	9,39	11,93	9,9
B1	19,56	8,12	11,68	9,14
B1	19,81	8,63	11,93	9,65
B1	19,81	9,4	11,93	10,16
B1	21,59	12,19	12,19	10,67
B1	18,54	9,4	11,17	10,16
B1	18,35	10	11,98	9,55
B1	19,1	9,38	11,8	10,32
B1	21	9,25	11,76	10,42
B1	19,62	10	12	10,9
B1	20	9,85	11,99	10,93
B1	21,47	10	12,18	10,17
B1	19,45	10	11,65	10,42
B1	19,44	9,02	12,77	10,7
B1	19,15	9,75	12	10,18
B1	19,46	9,38	11,88	10,48
B1	20,4	9,42	12	10,45
B1	20,86	9,81	10,3	9,94
B1	18,88	9,48	12,13	10,44
B1	19,87	9,56	12,51	11,17
B1	18,5	9,7	12,28	10,76
B1	20,5	10,79	12,5	10,68
B2	18,32	9,7	10,17	12,17
B2	19,83	10,42	11,39	12,38
B2	19,54	10,85	12,22	11,82
B2	20,57	9,86	10,76	12,22
B2	20,21	9,62	10,81	12,17
B2	19,99	9,49	10,22	11,67
B2	18,95	9,71	10,45	11,95
B2	19,39	9,64	9,88	11,85
B2	19,89	9,15	10,23	10,9
B2	19,65	10,6	10,7	10,81
B2	19,13	10,59	10,61	10,65
B2	19,61	10,65	10,68	10,7
B2	19,27	9,56	10,7	12,06
B2	18,69	9,48	10,52	12,2
B2	18,34	9,8	10,04	12,11
B2	19,7	9,77	11,16	12,66
B2	20,19	9,45	10,81	12,09
B2	19,32	9,31	10,46	11,78
B2	19,86	9,21	11,05	12,09
B2	18,93	9,64	10,51	12,39
B2	19,82	9,89	11,48	12,93
B2	19,37	9,76	10,72	12,52
B2	19,85	9,97	10,85	12,4
B2	19,7	9,51	10,48	12,52
B2	20,16	9,69	9,79	12,66

B3	19,48	9,06	11,26	12,15
B3	21,43	10,26	10,87	12,08
B3	20,1	9,89	10,49	12,3
B3	18,69	9,52	10,68	11,79
B3	19,4	10,14	11,16	12,23
B3	19,02	9,4	11,26	12,22
B3	18,95	9,54	10,54	11,94
B3	18,62	9,87	9,93	12,33
B3	18,18	8,95	9,89	11,41
B3	19,73	9,79	10,74	12,45
B3	19,3	9,24	9,71	11,65
B3	20,61	9,74	10,8	12,42
B3	19,21	10	10,89	12,51
B3	20,11	9,5	10,32	12,4
B3	20,42	9,2	10,87	12,75
B3	21,78	9,56	9,52	12,27
B3	18,53	9,73	11,23	12,66
B3	18,53	9,42	10,06	12,29
B3	19	8,84	9,39	11,8
B3	18,79	9,8	10,85	12,35
B3	20,34	9,75	11,32	12,42
B3	20,21	9,18	11,86	12,19
B3	19,9	9,25	10,38	12,21
B3	19,65	9,06	10,4	11,91
B3	20,78	9,6	11,29	12,48
B4	18,66	9,33	11,4	12,4
B4	18,85	10,4	11,49	12,77
B4	19,48	9,99	10,89	12,33
B4	18,6	9,56	10,71	12
B4	18,33	10,35	11,15	12,34
B4	19,18	9,84	10,59	12,57
B4	19,83	9,01	9,7	12,3
B4	19,62	10,31	11,54	12,69
B4	18,96	9,59	10,59	12,22
B4	19,48	8,84	10,5	12,75
B4	20,91	10	10,88	12,87
B4	19,65	9,52	11,23	12,18
B4	19,05	9,98	10,43	12,3
B4	19,27	9,67	10,5	12,02
B4	20,18	10,6	10,63	12,52
B4	19,03	10,75	10,53	12,5
B4	19,91	9,29	10,58	12,02
B4	20,09	10,06	11,22	12,12
B4	19,97	10,1	10,73	12,59
B4	19,5	8,7	10,94	12,46
B4	20,3	9,34	9,85	11,79
B4	19,63	10,04	11,05	12,1
B4	18,8	9,59	9,98	11,53
B4	20,33	10,01	10,46	12,58
B4	18,96	9,58	9,9	11,71

TRATAMIENTO	L (mm)	DA (mm)	DD (mm)	DE (mm)
T2				
B1	19,22	10,38	10,24	11,98
B1	20,77	10,51	10,77	11,93
B1	20,24	10,64	10,96	11,84
B1	20,08	10,44	11,02	12,22
B1	19,72	9,91	11,15	12,3
B1	19,68	9,45	10,91	11,76
B1	19,93	9,27	10,4	11,76
B1	19,86	9,42	10,85	12,41
B1	19,66	8,57	9,71	11,65
B1	17,97	9,9	10,83	12,17
B1	18,53	10,01	10,19	11,86
B1	20,08	9,39	9,46	11,78
B1	19,04	9,15	10,4	12,3
B1	19,45	10,05	10,86	11,74
B1	20,49	10,38	10,69	12,61
B1	19,8	8,46	9,21	11,99
B1	18,24	10,07	10,54	12,16
B1	18,57	9,36	9,81	12,08
B1	19,02	8,98	10,3	11,9
B1	19,68	9,14	10,37	12,03
B1	19,17	10	10,81	12,43
B1	18,53	10,34	10,83	12,04
B1	19,12	9,24	10,77	11,83
B1	19,15	9,46	10,78	12,22
B1	19,17	9,23	9,46	11,34
B2	19,35	10,53	10,79	12,68
B2	20,1	10	10,74	12,38
B2	20,3	9,72	10,17	12,26
B2	20,08	10,39	10,68	12,68
B2	19,29	10,03	10,42	12,21
B2	19,11	8,94	10,33	12,25
B2	21,17	9,76	10,13	11,44
B2	19,03	9,3	10,27	11,96
B2	19,32	9,87	10,1	12,28
B2	19,79	10,16	10,79	12,46
B2	19,34	10,18	10,75	12,18
B2	18	9,5	10,24	11,7
B2	18,39	9,01	9,65	10,86
B2	19,24	9,6	10	11,45
B2	18,06	9,97	9,47	11,33
B2	19,32	10,44	10,65	12,28
B2	19,61	9,8	9,87	12,1
B2	18,54	9,8	10,2	12,01
B2	19,17	9,64	10,85	12,46
B2	19,31	9,99	10,64	12,34
B2	18,05	9,48	9,86	11,68
B2	19,84	10,65	10,86	12,06
B2	18,81	10,15	10,88	12,03
B2	19,42	8,91	9,43	11,47
B2	18,08	9,34	10,25	12,05

B3	19,39	10,99	11,09	12,47
B3	19,29	9,81	10,26	12,18
B3	18,33	9,11	9,44	10,87
B3	18,59	9,07	9,99	11,65
B3	18,76	9,28	10,79	12,11
B3	19,76	10,22	11,31	12,65
B3	19,48	9,47	10,4	11,76
B3	19,79	9,71	10,32	12,25
B3	19,89	9,93	10,33	12,25
B3	18,51	9,6	10,42	11,49
B3	19,36	9,45	11,2	11,91
B3	18,59	9,75	10,18	11,75
B3	19,38	9,76	10,64	12,21
B3	19,65	9,82	10,29	12,28
B3	20,31	9,97	9,84	12,34
B3	17,51	8,81	9,87	11,67
B3	19,97	9,61	10,91	12,2
B3	19,68	9,57	10,15	11,84
B3	20,23	9,91	10,14	12,3
B3	20,16	10,35	10,62	12,15
B3	19,65	10,23	10,11	11,75
B3	18,57	9,56	10,36	11,91
B3	19,63	9,18	10,42	11,96
B3	20,31	9,95	10,45	11,64
B3	20,12	9,9	12,24	12,2
B4	19,39	10,39	11,17	12,19
B4	20,15	10,7	10,33	12,2
B4	19,83	9,73	10,62	12,88
B4	19,95	10,85	10,36	12,43
B4	18,8	9,59	10,53	12,01
B4	18,86	9,9	10,9	11,58
B4	19,14	10,1	10,73	12,12
B4	19,7	9,97	10,93	12,26
B4	19,19	10,24	10,45	11,74
B4	18,9	9,07	10,03	12,05
B4	20,42	9,65	11,16	11,96
B4	19,07	9,83	10,62	11,96
B4	18,24	9,36	10,34	12,08
B4	19,9	9,86	10,19	12,02
B4	19,36	9,24	10,03	11,49
B4	18,46	9,85	10,22	11,72
B4	20,55	10,42	10,95	11,94
B4	19,29	9,87	11,16	12,11
B4	17,97	9,25	9,45	11,12
B4	21,53	10,49	11,42	12,72
B4	19,04	10,2	11,25	11,99
B4	19,09	10,03	10,38	12,23
B4	20,24	9,38	9,98	12,24
B4	18,46	9,33	9,96	11,89
B4	20,68	10,17	11,2	12,46

TRATAMIENTO	L (mm)	DA (mm)	DD (mm)	DE (mm)
T3				
B1	19,48	7,51	8,17	11,49
B1	20,62	9,91	9,38	12,41
B1	18,9	8,85	8,46	10,79
B1	18,29	8,84	8,53	11,52
B1	19,69	8,57	9,17	12,05
B1	19,03	8,77	8,36	12,32
B1	20,05	8,16	8,73	11,51
B1	19,37	8,25	8,62	12,08
B1	20,28	8,18	8,39	11,15
B1	20,95	8,58	8,83	12
B1	18,95	8,33	8,99	11,75
B1	20,09	8,12	8,37	11,66
B1	20,22	7,43	8,36	11,49
B1	19,33	8,58	8,95	11,32
B1	19,89	8,52	8,94	11,21
B1	20,55	8,68	8,81	11,4
B1	19,14	8,18	9,2	11,8
B1	20,5	8,21	8,53	11,99
B1	20,27	7,82	8,98	11,51
B1	19,8	7,91	9,38	11,28
B1	18,75	8,07	8,85	11,28
B1	19,26	8,36	9,07	12,16
B1	20,2	8,26	8,47	11,28
B1	19,9	8,95	8,71	12,34
B1	19,69		6,19	11,85
B2	19,31	7,63	8,31	11,64
B2	19,47	7,95	7,85	11,56
B2	17,64	8,43	8,17	11,54
B2	19,72	8,25	8,15	11,52
B2	18,35	8,15	7,62	11,89
B2	18,99	7,31	7,94	11,32
B2	20,56	6,52	7,96	10,96
B2	20,32	8,17	8,95	12,17
B2	18,77	7,4	8,55	11,96
B2	19,85	7,86	9,32	11,58
B2	20,55	7,17	7,51	11
B2	18,76	8,27	8,84	11,97
B2	19,86	8,16	7,96	12,1
B2	20,16	7,45	8,08	11,29
B2	18,78	7,93	7,57	11,57
B2	18,75	7,62	7,73	11,38
B2	20,55	8,28	7,82	11,8
B2	18,85	8,78	8,35	11,5
B2	19,76	8,14	8,03	11,6
B2	18,5	8,03	8,49	12,02
B2	18,72	8,25	8,36	11,69
B2	19,59	7,88	7,52	11,72
B2	18,41	8,94	8,63	12
B2	18,49	7,38	8,66	12,6
B2	19,47	8,35	8,98	12,4

B3	19,97	8,77	8,48	12,65
B3	19,58	7,88	7,48	11,32
B3	19,74	7,62	8,15	11,95
B3	20,47	7,74	7,93	11,64
B3	18,96	7,99	9,15	12,1
B3	20,84	7,75	8,69	11,85
B3	20,29	8,48	8,26	12,16
B3	19,49	7,67	7,68	11,44
B3	21,48	7,98	8,4	12,01
B3	19,73	8,12	7,92	11,71
B3	19,65	8,45	7,84	11,35
B3	19,21	7,95	8,61	12,29
B3	19,89	7,44	7,46	11,9
B3	18,79	6,97	7,32	11,23
B3	20,04	7,71	8,17	11,52
B3	19,88	6,98	7,85	11,85
B3	18,97	7,8	7,85	11,22
B3	19,15	8,42	8,56	11,87
B3	20,17	7,73	7,8	11,57
B3	19,27	7,99	7,54	11,56
B3	20,15	7,64	8,31	11,4
B3	19,56	7,65	8,08	11,74
B3	19,76	7,55	8,52	11,56
B3	19,69	8,04	8,43	11,87
B3	19,41	8,59	8,07	11,78
B4	20,98	8,77	8,36	12,32
B4	19,3	7,63	8,31	11,64
B4	20,16	7,4	7,6	10,61
B4	19,91	6,93	9,32	12,6
B4	18,18	7,81	8,3	11,28
B4	18,69	8,21	8,76	12,29
B4	19,05	8,57	9,17	12,05
B4	20,16	7,8	8,16	11,32
B4	19,36	7,46	7,92	11,64
B4	20,44	8,76	8,52	11,99
B4	19,22	6,73	7,06	11,17
B4	20,22	7,78	8,31	11,67
B4	18,93	8,6	8,82	12,09
B4	19,66	8,47	9	11,77
B4	19,28	7,45	8,25	11,83
B4	19,43	8,14	8,83	11,94
B4	19,87	7,9	7,96	11,97
B4	19,1	6,83	7,47	11,64
B4	19,11	8,46	8,85	11,78
B4	19,99	6,52	7,96	10,96
B4	19,29	7,65	8,36	12,09
B4	19,67	7,93	8,67	11,51
B4	20,35	7,12	8,05	11,13
B4	19,09	7,14	7,79	11,91
B4	19	8,9	8,52	12,1

TRATAMIENTO	L (mm)	DA (mm)	DD (mm)	DE (mm)
T4				
B1	21,95	9,41	11,06	11,84
B1	19,04	9,11	10,44	11,34
B1	21,26	8,94	10,17	11,53
B1	22,06	9,65	10,36	12,33
B1	21,04	9,08	11,48	12,08
B1	21,35	9,03	10,48	11,49
B1	19,68	8,88	9,2	11,07
B1	22,26	9,32	10,16	12,06
B1	21,64	8,73	10,16	11,46
B1	21,68	9,4	10,84	11,82
B1	20,55	8,71	10,34	12,53
B1	21,07	9,53	10,86	12,27
B1	20,33	8,95	10,01	11,45
B1	19,47	8,71	9,32	11,64
B1	20,57	8,65	11,05	11,37
B1	19,86	9,23	10,51	11,59
B1	17,78	8,88	9,37	10,97
B1	20,18	9,76	10,41	12,42
B1	20,27	9,85	10,75	12,21
B1	21,4	9,12	9,4	11,6
B1	19,43	8,53	9,51	11,09
B1	20,1	9,32	10,2	12,51
B1	19,81	9,71	10,04	12,09
B1	18,31	8,91	10,02	11,42
B1	19,05	8,4	9,91	11,61
B2	19,93	8,84	10,35	11,86
B2	19,74	8,33	9,62	11,14
B2	19,18	9,01	10,22	11,97
B2	19,12	8,4	9,78	11,32
B2	19,8	8,61	9,62	11,98
B2	20,45	8,81	10,12	12,02
B2	19,46	8,36	9,54	11,24
B2	20,89	9,47	9,81	11,88
B2	20,5	8,95	10,11	11,62
B2	20,69	9,36	10,4	11,86
B2	18,73	8,44	10,39	11,72
B2	19,9	8,97	9,39	11,34
B2	19,41	9,09	10,04	12,08
B2	19,36	8,5	9,9	11,56
B2	20,2	9,02	10,65	12,18
B2	19,48	9,12	10,21	11,55
B2	18,84	9,17	10,52	11,38
B2	20,63	10,17	11,63	12,66
B2	18,72	8,41	10,37	11,87
B2	19,25	9,79	10,52	12,6
B2	20,87	10,09	11,62	12,29
B2	20,01	9,19	10,52	12,01
B2	19,06	8,7	9,46	11,37
B2	20,62	9,21	10,93	12,13
B2	19,78	9,18	10,25	12,17

B3	21,82	8,8	9,35	10,93
B3	21,43	8,43	9,98	11,56
B3	21,69	9,46	10,05	11,33
B3	21,03	9,66	11,25	12,51
B3	22,34	9,78	11,26	11,55
B3	21,87	9,67	10,58	12,12
B3	20,98	9,37	10,7	12,54
B3	21,56	9,48	10,72	11,86
B3	20,92	8,36	9,71	11,92
B3	21,53	9,32	10,99	12,1
B3	21,05	9,62	10,69	11,95
B3	19,84	8,65	10,34	11,48
B3	21,2	9,24	10,71	12,15
B3	21,3	9,3	11,16	12,98
B3	21,52	9,31	10,11	11,77
B3	22,23	9,12	11	12,52
B3	21,72	9,46	9,85	11,92
B3	21,19	8,93	10,39	12,3
B3	20,12	8,84	9,96	11,4
B3	21,42	8,53	10,49	12,04
B3	21	9,29	9,73	11,43
B3	21,49	9,17	10,47	12,17
B3	19,6	9,05	10,89	12,64
B3	20,14	9,34	10,09	11,76
B4	20,19	10,07	10,87	12,04
B4	21,75	9,31	11,01	11,73
B4	20,34	9,56	10,98	12,21
B4	21,37	9,92	11,62	12,74
B4	21,41	9,47	10,86	12,22
B4	20,2	8,88	9,76	11,38
B4	19,89	9,16	9,84	11,39
B4	21,2	9,31	11,07	12,23
B4	20,74	8,03	9,26	10,93
B4	21,24	9,04	10,35	12,27
B4	21,97	9,49	10,85	12,71
B4	21,16	8,94	8,83	11,38
B4	20,23	8,89	9,89	11,81
B4	21,54	9,69	10,85	12,11
B4	20,36	8,53	9,79	11,4
B4	20,89	9,09	9,98	12,65
B4	21,08	10,27	11,08	12,48
B4	21,5	9,2	9,94	11,56
B4	20	8,24	9,2	11,91
B4	20,36	9,21	10,3	12,25
B4	21,48	8,35	9,43	11,78
B4	20,08	9,48	9,38	11,27
B4	21,33	9,39	10,67	12,2
B4	21,23	8,98	9,36	11,67
B4	21,46	9,31	10,64	12,45
B4	21,89	8,49	10,02	12,37

TRATAMIENTO	L	DA	DD	DE
T5				
B1	19,96	9,56	10,62	12,16
B1	20,76	9,85	10,34	11,86
B1	20,01	8,84	10,17	12,13
B1	20,27	8,66	9,57	11,27
B1	20,84	9,58	9,63	11,72
B1	21,92	8,58	10,54	12,19
B1	22,25	8,67	10,88	11,66
B1	21,15	10,18	10,57	12,2
B1	21,48	9,54	10,3	11,66
B1	22,4	9,26	10,31	11,87
B1	20,57	9,48	10,75	11,86
B1	20,54	9,43	10,28	11,98
B1	20,36	9,13	10,38	11,85
B1	18,29	8,27	9,09	11,03
B1	20,53	9,53	10,98	12,09
B1	21,19	9,17	10,33	12,62
B1	21,87	9,69	10,87	12,64
B1	21,38	10,37	11,1	12,51
B1	20,41	9,54	11,1	12,55
B1	19,86	9,48	10,16	12,07
B1	20,88	8,59	10,28	11,5
B1	20,11	9,04	10,01	11,27
B1	21,21	9,44	10,64	12,73
B1	22,27	8,43	10,01	12,11
B1	20,87	9,1	10,97	12,18
B2	21,77	8,88	9,61	11,87
B2	20,84	8,87	9,95	11,95
B2	19,15	9,39	10,98	12,12
B2	19,12	9,58	10,76	11,75
B2	21	9,25	10,29	11,4
B2	21,18	9,08	10,7	12,07
B2	21,21	9,95	9,97	11,6
B2	19,91	8,41	10	10,98
B2	20,01	9,1	10,6	11,92
B2	21,32	9,05	10,18	12,4
B2	20,07	9,04	10	12,43
B2	19,62	9,17	9,59	11,7
B2	21,93	9,1	10,32	11,7
B2	19,86	8,38	9,13	11,19
B2	21,72	9,56	10,72	12,36
B2	19,21	9,5	10,04	11,73
B2	20,18	9,6	11,4	12,72
B2	19,87	9,83	10,87	11,7
B2	20,1	9,88	10,75	11,42
B2	20,45	9,32	9,93	12,26
B2	19,42	9,51	10,76	11,77
B2	21,82	9,99	10,25	12,53
B2	19,07	9,3	10,15	12,33
B2	21,37	9,46	10,81	12,41
B2	19,48	8,82	10,21	12,11

B3	18,75	8,15	9,31	11,27
B3	18,97	9,65	10,63	12,69
B3	20,2	9,72	10,33	11,99
B3	20,44	9,49	9,58	11,95
B3	20,28	10,05	10,22	11,81
B3	23,16	9,97	10,68	12,52
B3	18,57	8,84	10,04	11,9
B3	18,26	9,07	10,28	11,13
B3	19,77	10,05	9,83	12,1
B3	21,17	9,93	10,39	12,26
B3	21,01	9,35	10,44	12,33
B3	22,01	10,17	11,28	12,85
B3	19,45	9,79	10,16	11,98
B3	20,94	9,68	10,19	11,62
B3	19,61	9,97	10,68	11,94
B3	20,22	9,57	10,31	11,76
B3	18,94	9,8	9,77	11,79
B3	19,25	9,04	9,93	11,49
B3	19,33	9,45	10,01	11,63
B3	20,15	8,85	10,28	11,76
B3	20,63	10,21	10,44	12,03
B3	20,21	8,39	9,7	11,83
B3	19,48	9,34	9,93	11,47
B3	21,91	10,4	10,55	12,45
B3	19,29	9,46	11,52	12,2
B4	20,51	9,64	10,85	11,52
B4	21,99	10,26	11,24	11,33
B4	20,2	10,46	10,8	11,62
B4	20,97	9,43	11,02	12,44
B4	21,44	9,34	10,71	11,67
B4	18,89	9,28	10,11	11,86
B4	21,26	10,21	11,04	12,44
B4	21,31	9,53	10,85	12,33
B4	21,29	9,22	11,35	12,31
B4	18,88	9,01	10,19	11,6
B4	21,48	10,09	10,89	12,34
B4	20,84	9,08	10,3	11,76
B4	21,95	9,64	10,27	11,7
B4	20,56	9,08	10,38	11,29
B4	21,21	9,79	10,69	11,25
B4	20,13	8,8	10,16	11,48
B4	20,18	8,94	10,32	11,22
B4	22,05	9,45	10,16	12,18
B4	21,1	9,23	9,71	11,48
B4	20,95	9,28	10,9	12,39
B4	20,03	9,58	10,27	12,22
B4	21,32	9,96	11,24	12
B4	19,47	8,75	9,04	11,37
B4	20,7	9,59	11,37	12
B4	19,81	10,21	10,63	12,14

6.2 - DATOS BIOMÉTRICOS: Peso inicial (PI), Peso posterior al remojo (PPR), Variación de Peso (ΔP)

TRATAMIENTO	PI (g)	PPR (g)	ΔP (g)
T0			
B1	1,79	1,88	0,09
B1	1,78	1,92	0,14
B1	1,56	1,68	0,12
B1	1,76	1,83	0,07
B1	1,88	1,92	0,04
B1	1,93	2,11	0,18
B1	1,77	1,79	0,02
B1	1,79	1,91	0,12
B1	1,81	1,95	0,14
B1	1,71	1,78	0,07
B1	1,38	1,45	0,07
B1	1,98	2,03	0,05
B1	1,62	1,69	0,07
B1	1,54	1,63	0,09
B1	1,78	1,86	0,08
B1	1,65	1,69	0,04
B1	1,59	1,65	0,06
B1	1,77	1,85	0,08
B1	1,79	1,84	0,05
B1	1,44	1,52	0,08
B1	1,88	1,93	0,05
B1	1,93	1,99	0,06
B1	1,85	1,97	0,12
B1	1,72	1,83	0,11
B1	1,79	1,8	0,01
B2	1,84	1,88	0,04
B2	1,78	1,82	0,04
B2	1,88	1,3	-0,58
B2	1,73	1,74	0,01
B2	1,82	1,85	0,03
B2	1,62	1,87	0,25
B2	1,62	1,66	0,04
B2	1,83	1,86	0,03
B2	1,7	1,8	0,1
B2	1,73	1,77	0,04
B2	1,48	1,49	0,01
B2	1,72	1,79	0,07
B2	1,74	1,81	0,07
B2	1,6	1,6	0
B2	1,91	1,91	0
B2	1,64	1,7	0,06
B2	1,39	1,44	0,05
B2	1,43	1,5	0,07
B2	1,58	1,66	0,08
B2	1,74	1,8	0,06
B2	1,75	1,78	0,03
B2	1,96	2,02	0,06
B2	1,91	1,98	0,07
B2	1,52	1,56	0,04
B2	1,81	1,81	0

B3	1,77	1,82	0,05
B3	1,62	1,66	0,04
B3	1,8	1,84	0,04
B3	1,67	1,76	0,09
B3	1,38	1,38	0
B3	1,72	1,76	0,04
B3	1,56	1,61	0,05
B3	1,59	1,69	0,1
B3	1,9	1,9	0
B3	1,78	1,8	0,02
B3	1,73	1,83	0,1
B3	1,68	1,76	0,08
B3	1,8	1,88	0,08
B3	1,87	1,98	0,11
B3	1,8	1,96	0,16
B3	1,82	1,82	0
B3	1,61	1,86	0,25
B3	2,35	2,65	0,3
B3	2	2,35	0,35
B3	1,79	1,85	0,06
B3	1,64	1,71	0,07
B3	1,91	1,97	0,06
B3	1,69	1,8	0,11
B3	1,49	1,61	0,12
B3	1,76	1,82	0,06
B4	1,84	1,87	0,03
B4	1,95	1,98	0,03
B4	2,1	2,14	0,04
B4	1,63	1,7	0,07
B4	1,81	1,86	0,05
B4	1,88	1,9	0,02
B4	1,59	1,64	0,05
B4	1,95	1,99	0,04
B4	1,66	1,67	0,01
B4	1,75	1,75	0
B4	1,78	1,83	0,05
B4	1,88	1,95	0,07
B4	1,65	1,71	0,06
B4	1,83	1,87	0,04
B4	1,46	1,53	0,07
B4	1,68	1,73	0,05
B4	1,53	1,56	0,03
B4	1,62	1,75	0,13
B4	1,56	1,67	0,11
B4	1,56	1,6	0,04
B4	1,82	1,86	0,04
B4	1,77	1,8	0,03
B4	1,84	1,91	0,07
B4	1,98	1,99	0,01
B4	1,72	1,74	0,02

TRATAMIENTO	PI (g)	PPR (g)	ΔP (g)
T1			
B1	1,78	1,83	0,05
B1	1,49	1,52	0,03
B1	1,57	1,78	0,21
B1	1,59	1,72	0,13
B1	1,52	1,67	0,15
B1	1,54	1,79	0,25
B1	1,58	1,69	0,11
B1	1,69	1,85	0,16
B1	1,31	1,44	0,13
B1	1,58	1,64	0,06
B1	1,53	1,72	0,19
B1	1,54	1,65	0,11
B1	1,71	1,84	0,13
B1	1,59	1,71	0,12
B1	1,66	1,8	0,14
B1	1,58	1,73	0,15
B1	1,78	1,97	0,19
B1	1,61	1,85	0,24
B1	1,55	1,76	0,21
B1	1,58	1,73	0,15
B1	1,74	1,87	0,13
B1	1,62	1,8	0,18
B1	1,7	1,91	0,21
B1	1,65	1,97	0,32
B1	1,73	1,99	0,26
B2	1,43	1,61	0,18
B2	1,69	1,82	0,13
B2	1,69	1,86	0,17
B2	1,72	1,91	0,19
B2	1,65	1,81	0,16
B2	1,44	1,58	0,14
B2	1,58	1,8	0,22
B2	1,63	1,76	0,13
B2	1,49	1,75	0,26
B2	1,62	1,74	0,12
B2	1,71	1,91	0,2
B2	1,65	1,84	0,19
B2	1,5	1,65	0,15
B2	1,55	1,71	0,16
B2	1,57	1,74	0,17
B2	1,72	1,93	0,21
B2	1,5	1,64	0,14
B2	1,46	1,54	0,08
B2	1,7	1,88	0,18
B2	1,57	1,68	0,11
B2	1,84	1,95	0,11
B2	1,71	1,88	0,17
B2	1,7	1,86	0,16
B2	1,66	1,79	0,13
B2	1,71	1,85	0,14

B3	1,6	1,73	0,13
B3	1,64	1,83	0,19
B3	1,54	1,71	0,17
B3	1,49	1,62	0,13
B3	1,58	1,75	0,17
B3	1,42	1,55	0,13
B3	1,49	1,65	0,16
B3	1,66	1,84	0,18
B3	1,42	1,57	0,15
B3	1,7	1,86	0,16
B3	1,5	1,65	0,15
B3	1,73	1,91	0,18
B3	1,63	1,79	0,16
B3	1,66	1,8	0,14
B3	1,74	1,91	0,17
B3	1,45	1,88	0,43
B3	1,56	1,91	0,35
B3	1,69	1,88	0,19
B3	1,65	1,74	0,09
B3	1,71	1,86	0,15
B3	1,8	1,92	0,12
B3	1,62	1,8	0,18
B3	1,54	1,68	0,14
B3	1,36	1,47	0,11
B3	1,69	1,91	0,22
B4	1,61	1,83	0,22
B4	1,69	1,93	0,24
B4	1,63	1,92	0,29
B4	1,53	1,78	0,25
B4	1,61	1,84	0,23
B4	1,62	1,8	0,18
B4	1,59	1,92	0,33
B4	1,67	1,99	0,32
B4	1,52	1,8	0,28
B4	1,61	1,89	0,28
B4	1,8	2,11	0,31
B4	1,53	1,8	0,27
B4	1,62	1,79	0,17
B4	1,58	1,82	0,24
B4	1,66	1,92	0,26
B4	1,68	1,89	0,21
B4	1,62	1,89	0,27
B4	1,7	1,97	0,27
B4	1,67	1,91	0,24
B4	1,59	1,84	0,25
B4	1,44	1,7	0,26
B4	1,49	1,71	0,22
B4	1,42	1,67	0,25
B4	1,67	1,89	0,22
B4	1,45	1,67	0,22

TRATAMIENTO	PA	PPR	P
T2			
B1	1,48	1,71	0,23
B1	1,55	1,84	0,29
B1	1,6	1,89	0,29
B1	1,66	1,87	0,21
B1	1,59	1,52	-0,07
B1	1,53	1,64	0,11
B1	1,61	1,85	0,24
B1	1,71	1,85	0,14
B1	1,51	1,64	0,13
B1	1,52	1,61	0,09
B1	1,59	1,65	0,06
B1	1,66	1,8	0,14
B1	1,59	1,72	0,13
B1	1,47	1,6	0,13
B1	1,8	1,92	0,12
B1	1,56	1,71	0,15
B1	1,61	1,73	0,12
B1	1,64	1,82	0,18
B1	1,47	1,55	0,08
B1	1,5	1,69	0,19
B1	1,66	1,79	0,13
B1	1,56	1,69	0,13
B1	1,48	1,61	0,13
B1	1,53	1,65	0,12
B1	1,35	1,52	0,17
B2	1,74	1,84	0,10
B2	1,66	1,8	0,14
B2	1,67	1,79	0,12
B2	1,75	1,87	0,12
B2	1,62	1,7	0,08
B2	1,63	1,8	0,17
B2	1,44	1,55	0,11
B2	1,48	1,64	0,16
B2	1,61	1,8	0,19
B2	1,7	1,87	0,17
B2	1,69	1,82	0,13
B2	1,5	1,67	0,17
B2	1,31	1,42	0,11
B2	1,5	1,58	0,08
B2	1,32	1,43	0,11
B2	1,65	1,79	0,14
B2	1,61	1,69	0,08
B2	1,59	1,74	0,15
B2	1,59	1,79	0,2
B2	1,6	1,81	0,21
B2	1,45	1,61	0,16
B2	1,58	1,68	0,1
B2	1,48	1,66	0,18
B2	1,38	1,5	0,12
B2	1,51	1,65	0,14

B3	1,66	1,81	0,15
B3	1,55	1,65	0,1
B3	1,27	1,41	0,14
B3	1,41	1,58	0,17
B3	1,59	1,71	0,12
B3	1,78	1,95	0,17
B3	1,47	1,58	0,11
B3	1,62	1,76	0,14
B3	1,7	1,81	0,11
B3	1,46	1,6	0,14
B3	1,57	1,69	0,12
B3	1,45	1,54	0,09
B3	1,55	1,66	0,11
B3	1,71	1,83	0,12
B3	1,67	1,76	0,09
B3	1,36	1,48	0,12
B3	1,65	1,79	0,14
B3	1,48	1,56	0,08
B3	1,64	1,75	0,11
B3	1,65	1,73	0,08
B3	1,56	1,69	0,13
B3	1,48	1,57	0,09
B3	1,45	1,53	0,08
B3	1,54	1,64	0,1
B3	1,63	1,8	0,17
B4	1,67	1,75	0,08
B4	1,67	1,81	0,14
B4	1,75	1,93	0,18
B4	1,69	1,77	0,08
B4	1,55	1,69	0,14
B4	1,46	1,59	0,13
B4	1,55	1,66	0,11
B4	1,58	1,69	0,11
B4	1,43	1,55	0,12
B4	1,56	1,74	0,18
B4	1,55	1,68	0,13
B4	1,49	1,71	0,22
B4	1,5	1,6	0,1
B4	1,49	1,6	0,11
B4	1,5	1,63	0,13
B4	1,38	1,5	0,12
B4	1,68	1,82	0,14
B4	1,56	1,71	0,15
B4	1,25	1,46	0,21
B4	1,8	1,96	0,16
B4	1,57	1,69	0,12
B4	1,59	1,81	0,22
B4	1,6	1,69	0,09
B4	1,41	1,51	0,1
B4	1,76	1,85	0,09

TRATAMIENTO	PI (g)	PPR (g)	P (g)
T3			
B1	1,49	1,48	-0,01
B1	1,86	1,86	0
B1	1,27	1,29	0,02
B1	1,41	1,41	0
B1	1,68	1,59	-0,09
B1	1,71	1,5	-0,21
B1	1,6	1,5	-0,1
B1	1,74	1,59	-0,15
B1	1,45	1,72	0,27
B1	1,72	1,44	-0,28
B1	1,51	1,72	0,21
B1	1,48	1,49	0,01
B1	1,53	1,58	0,05
B1	1,47	1,65	0,18
B1	1,38	1,44	0,06
B1	1,48	1,58	0,1
B1	1,58	1,65	0,07
B1	1,66	1,44	-0,22
B1	1,45	1,58	0,13
B1	1,48	1,57	0,09
B1	1,36	1,59	0,23
B1	1,6	1,59	-0,01
B1	1,41	1,41	0
B1	1,83	1,83	0
B1	1,7	1,75	0,05
B2	1,61	1,63	0,02
B2	1,27	1,59	0,32
B2	1,52	1,23	-0,29
B2	1,57	1,54	-0,03
B2	1,48	1,33	-0,15
B2	1,38	1,53	0,15
B2	1,24	1,83	0,59
B2	1,73	1,71	-0,02
B2	1,67	1,3	-0,37
B2	1,46	1,63	0,17
B2	1,33	1,58	0,25
B2	1,61	1,43	-0,18
B2	1,66	1,58	-0,08
B2	1,57	1,68	0,11
B2	1,48	1,41	-0,07
B2	1,42	1,39	-0,03
B2	1,59	1,68	0,09
B2	1,43	1,45	0,02
B2	1,48	1,56	0,08
B2	1,64	1,24	-0,4
B2	1,4	1,47	0,07
B2	1,5	1,48	-0,02
B2	1,68	1,44	-0,24
B2	1,52	1,43	-0,09
B2	1,69	1,67	-0,02

B3	2,01	1,72	-0,29
B3	1,45	1,38	-0,07
B3	1,65	1,24	-0,41
B3	1,48	1,86	0,38
B3	1,63	1,48	-0,15
B3	1,58	1,73	0,15
B3	1,78	1,69	-0,09
B3	1,41	1,49	0,08
B3	1,72	1,84	0,12
B3	1,5	1,64	0,14
B3	1,47	1,54	0,07
B3	1,73	1,48	-0,25
B3	1,42	1,61	0,19
B3	1,41	1,39	-0,02
B3	1,51	1,59	0,08
B3	1,57	1,59	0,02
B3	1,45	1,42	-0,03
B3	1,66	1,55	-0,11
B3	1,62	1,49	-0,13
B3	1,61	1,54	-0,07
B3	1,53	1,75	0,22
B3	1,57	1,38	-0,19
B3	1,5	1,5	0
B3	1,75	1,65	-0,1
B3	1,56	1,67	0,11
			-0,01
B4	1,71	1,59	-0,12
B4	1,61	1,43	-0,18
B4	1,27	1,54	0,27
B4	1,86	1,5	-0,36
B4	1,43	1,41	-0,02
B4	1,72	1,65	-0,07
B4	1,68	1,67	-0,01
B4	1,51	1,62	0,11
B4	1,51	1,71	0,2
B4	1,64	1,59	-0,05
B4	1,54	1,53	-0,01
B4	1,55	1,66	0,11
B4	1,6	1,51	-0,09
B4	1,69	1,48	-0,21
B4	1,63	1,57	-0,06
B4	1,59	1,68	0,09
B4	1,48	1,63	0,15
B4	1,56	1,43	-0,13
B4	1,57	1,54	-0,03
B4	1,24	1,81	0,57
B4	1,82	1,35	-0,47
B4	1,39	1,54	0,15
B4	1,37	1,4	0,03
B4	1,55	1,52	-0,03
B4	1,67	1,62	-0,05

TRATAMIENTO	PI	PPR	P
T4			
B1	1,49	1,48	-0,01
B1	1,86	1,86	0
B1	1,27	1,29	0,02
B1	1,41	1,41	0
B1	1,68	1,59	-0,09
B1	1,71	1,5	-0,21
B1	1,6	1,5	-0,1
B1	1,74	1,59	-0,15
B1	1,45	1,72	0,27
B1	1,72	1,44	-0,28
B1	1,51	1,72	0,21
B1	1,48	1,49	0,01
B1	1,53	1,58	0,05
B1	1,47	1,65	0,18
B1	1,38	1,44	0,06
B1	1,48	1,58	0,1
B1	1,58	1,65	0,07
B1	1,66	1,44	-0,22
B1	1,45	1,58	0,13
B1	1,48	1,57	0,09
B1	1,36	1,59	0,23
B1	1,6	1,59	-0,01
B1	1,41	1,41	0
B1	1,83	1,83	0
B1	1,7	1,75	0,05
B2	1,61	1,63	0,02
B2	1,27	1,59	0,32
B2	1,52	1,23	-0,29
B2	1,57	1,54	-0,03
B2	1,48	1,33	-0,15
B2	1,38	1,53	0,15
B2	1,24	1,83	0,59
B2	1,73	1,71	-0,02
B2	1,67	1,3	-0,37
B2	1,46	1,63	0,17
B2	1,33	1,58	0,25
B2	1,61	1,43	-0,18
B2	1,66	1,58	-0,08
B2	1,57	1,68	0,11
B2	1,48	1,41	-0,07
B2	1,42	1,39	-0,03
B2	1,59	1,68	0,09
B2	1,43	1,45	0,02
B2	1,48	1,56	0,08
B2	1,64	1,24	-0,4
B2	1,4	1,47	0,07
B2	1,5	1,48	-0,02
B2	1,68	1,44	-0,24
B2	1,52	1,43	-0,09
B2	1,69	1,67	-0,02

B3	2,01	1,72	-0,29
B3	1,45	1,38	-0,07
B3	1,65	1,24	-0,41
B3	1,48	1,86	0,38
B3	1,63	1,48	-0,15
B3	1,58	1,73	0,15
B3	1,78	1,69	-0,09
B3	1,41	1,49	0,08
B3	1,72	1,84	0,12
B3	1,5	1,64	0,14
B3	1,47	1,54	0,07
B3	1,73	1,48	-0,25
B3	1,42	1,61	0,19
B3	1,41	1,39	-0,02
B3	1,51	1,59	0,08
B3	1,57	1,59	0,02
B3	1,45	1,42	-0,03
B3	1,66	1,55	-0,11
B3	1,62	1,49	-0,13
B3	1,61	1,54	-0,07
B3	1,53	1,75	0,22
B3	1,57	1,38	-0,19
B3	1,5	1,5	0
B3	1,75	1,65	-0,1
B3	1,56	1,67	0,11
			-0,01
B4	1,71	1,59	-0,12
B4	1,61	1,43	-0,18
B4	1,27	1,54	0,27
B4	1,86	1,5	-0,36
B4	1,43	1,41	-0,02
B4	1,72	1,65	-0,07
B4	1,68	1,67	-0,01
B4	1,51	1,62	0,11
B4	1,51	1,71	0,2
B4	1,64	1,59	-0,05
B4	1,54	1,53	-0,01
B4	1,55	1,66	0,11
B4	1,6	1,51	-0,09
B4	1,69	1,48	-0,21
B4	1,63	1,57	-0,06
B4	1,59	1,68	0,09
B4	1,48	1,63	0,15
B4	1,56	1,43	-0,13
B4	1,57	1,54	-0,03
B4	1,24	1,81	0,57
B4	1,82	1,35	-0,47
B4	1,39	1,54	0,15
B4	1,37	1,4	0,03
B4	1,55	1,52	-0,03
B4	1,67	1,62	-0,05

TRATAMIENTO	PI (g)	PPR (g)	ΔP (g)
T5			
B1	1,68	1,67	-0,01
B1	1,85	1,83	-0,02
B1	1,81	1,8	-0,01
B1	1,55	1,58	0,03
B1	1,71	1,73	0,02
B1	1,86	1,84	-0,02
B1	1,88	1,91	0,03
B1	1,81	1,84	0,03
B1	1,76	1,85	0,09
B1	1,76	1,84	0,08
B1	1,78	1,83	0,05
B1	1,76	1,8	0,04
B1	1,68	1,72	0,04
B1	1,38	1,39	0,01
B1	1,89	1,87	-0,02
B1	1,99	2	0,01
B1	2,07	2,12	0,05
B1	2	2,04	0,04
B1	2	2,03	0,03
B1	1,73	1,77	0,04
B1	1,56	1,59	0,03
B1	1,74	1,72	-0,02
B1	2	2,04	0,04
B1	1,79	1,82	0,03
B1	1,95	1,93	-0,02
B2	1,49	1,76	0,27
B2	1,63	1,78	0,15
B2	1,56	1,71	0,15
B2	1,86	1,55	-0,31
B2	1,52	1,76	0,24
B2	1,54	1,8	0,26
B2	1,9	1,79	-0,11
B2	1,68	1,42	-0,26
B2	1,64	1,75	0,11
B2	1,42	1,99	0,57
B2	1,44	1,85	0,41
B2	1,91	1,69	-0,22
B2	1,56	1,82	0,26
B2	1,73	1,5	-0,23
B2	1,4	2	0,6
B2	1,53	1,72	0,19
B2	1,67	2,02	0,35
B2	1,49	1,65	0,16
B2	1,74	1,64	-0,1
B2	1,63	1,75	0,12
B2	1,74	1,67	-0,07
B2	1,69	1,99	0,3
B2	1,8	1,76	-0,04
B2	1,45	1,87	0,42
B2	1,67	1,67	0

B3	1,8	1,8	0
B3	1,76	1,84	0,08
B3	1,65	1,84	0,19
B3	1,52	1,7	0,18
B3	1,77	1,82	0,05
B3	1,8	2,03	0,23
B3	1,76	1,63	-0,13
B3	1,41	1,45	0,04
B3	1,73	1,69	-0,04
B3	1,99	2	0,01
B3	1,82	1,82	0
B3	1,8	2,11	0,31
B3	1,7	1,69	-0,01
B3	1,44	1,67	0,23
B3	2	1,72	-0,28
B3	1,69	1,78	0,09
B3	2	1,6	-0,4
B3	1,62	1,58	-0,04
B3	1,63	1,72	0,09
B3	1,69	1,69	0
B3	1,66	1,77	0,11
B3	1,98	1,8	-0,18
B3	1,76	1,46	-0,3
B3	1,89	1,93	0,04
B3	1,68	1,84	0,16
B4	1,38	1,59	0,21
B4	1,84	1,75	-0,09
B4	1,91	1,64	-0,27
B4	1,71	1,98	0,27
B4	1,81	1,59	-0,22
B4	2,11	1,64	-0,47
B4	1,71	2,01	0,3
B4	1,42	1,85	0,43
B4	1,72	1,8	0,08
B4	1,86	1,54	-0,32
B4	1,73	2,01	0,28
B4	2	1,72	-0,28
B4	1,61	1,85	0,24
B4	1,51	1,53	0,02
B4	1,6	1,61	0,01
B4	1,68	1,7	0,02
B4	1,52	1,57	0,05
B4	1,57	1,82	0,25
B4	1,71	1,7	-0,01
B4	1,66	1,83	0,17
B4	1,78	1,75	-0,03
B4	1,81	1,97	0,16
B4	1,44	1,55	0,11
B4	2	1,8	-0,2
B4	1,86	1,97	0,11

6.3 – ANÁLISIS DE VARIANZA, DATOS BIOMÉTRICOS: Longitud (L), Diámetro apical (DA), D. Ecuatorial (DE), Diámetro Distal (DD), Peso inicial (PI), Peso posterior al remojo (PPR), Variación de peso (ΔP).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD	528	0,27	0,26	4,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	135,33	5	27,07	38,17	<0,0001
TRATAMIENTO	135,33	5	27,07	38,17	<0,0001
Error	370,09	522	0,71		
Total	505,42	527			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37481
 Error: 0,7090 gl: 522

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2	19,36	96	0,09	A
T3	19,59	96	0,09	A
T1	19,59	96	0,09	A
T0	20,19	48	0,12	B
T5	20,54	96	0,09	B C
T4	20,60	96	0,09	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05)

Tabla 13 - Longitud (L)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D.A	576	0,63	0,63	5,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	261,15	5	52,23	194,14	<0,0001
TRATAMIENTO	261,15	5	52,23	194,14	<0,0001
Error	153,35	570	0,27		
Total	414,50	575			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21376
 Error: 0,2690 gl: 570

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	7,97	96	0,05	A
T4	9,13	96	0,05	B
T5	9,40	96	0,05	C
T1	9,65	96	0,05	D
T2	9,78	96	0,05	D
T0	10,06	96	0,05	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05)

Tabla 14 - Diámetro apical (DA)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D E	576	0,07	0,06	4,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,07	5	2,81	8,93	<0,0001
TRATAMIENTO	14,07	5	2,81	8,93	<0,0001
Error	179,57	570	0,32		
Total	193,63	575			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23131
 Error: 0,3150 gl: 570

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	11,66	96	0,06	A
T3	11,70	96	0,06	A B
T4	11,87	96	0,06	A B C
T5	11,92	96	0,06	B C
T2	12,02	96	0,06	C
T0	12,09	96	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05)

Tabla 15- Diámetro ecuatorial (DE)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D D	576	0,70	0,70	5,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	434,78	5	86,96	270,92	<0,0001
TRATAMIENTO	434,78	5	86,96	270,92	<0,0001
Error	182,95	570	0,32		
Total	617,73	575			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23348
 Error: 0,3210 gl: 570

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	8,34	96	0,06	A
T4	10,29	96	0,06	B
T5	10,37	96	0,06	B
T2	10,44	96	0,06	B
T0	10,81	96	0,06	C
T1	10,98	96	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05)

Tabla 16 - Diámetro distal (DD)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso AR	576	0,20	0,19	8,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,03	5	0,61	28,26	<0,0001
TRATAMIENTO	3,03	5	0,61	28,26	<0,0001
Error	12,22	570	0,02		
Total	15,25	575			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06034

Error: 0,0214 gl: 570

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	1,55	96	0,01	A
T2	1,56	96	0,01	A
T1	1,60	96	0,01	A
T4	1,67	96	0,01	B
T5	1,72	96	0,01	B C
T0	1,74	96	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 17 - Peso inicial (PI)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso PPR	576	0,24	0,24	8,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,26	5	0,85	36,33	<0,0001
TRATAMIENTO	4,26	5	0,85	36,33	<0,0001
Error	13,38	570	0,02		
Total	17,64	575			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06313

Error: 0,0235 gl: 570

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	1,55	96	0,02	A
T2	1,70	96	0,02	B
T4	1,74	96	0,02	B C
T5	1,77	96	0,02	C
T1	1,79	96	0,02	C
T0	1,80	96	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 18 - Peso posterior al remojo (PPR)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Variación P	576	0,14	0,13	183,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,13	5	0,43	17,86	<0,0001
TRATAMIENTO	2,13	5	0,43	17,86	<0,0001
Error	13,58	570	0,02		
Total	15,71	575			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06361

Error: 0,0238 gl: 570

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	-3,9E-03	96	0,02	A
T5	0,05	96	0,02	A B
T0	0,06	96	0,02	B
T4	0,07	96	0,02	B C
T2	0,13	96	0,02	C D
T1	0,19	96	0,02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 19 - Variación de peso (ΔP)

**6.4 – ANÁLISIS DE VARIANZA, DATOS BIOMÉTRICOS AGRUPADOS POR CATEGORÍAS:
Longitud (Lc), Diámetro apical (DAc), D. Ecuatorial (DEc), Diámetro Distal (DDc), Peso
inicial (Plc), Peso post- remojo (PPRc).**

Análisis de la varianza

19,9-18,9
Variable N R² R² Aj CV
19,9-18,9 19 0,23 0,00 122,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	5	3,2E-03	0,78	0,5819
TRATAMIENTO	0,02	5	3,2E-03	0,78	0,5819
Error	0,05	13	4,1E-03		
Total	0,07	18			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16903
Error: 0,0041 gl: 13
TRATAMIENTO Medias n E.E.
T4 0,02 3 0,04 A
T5 0,02 4 0,03 A
T0 0,04 3 0,04 A
T3 0,08 3 0,04 A
T1 0,08 3 0,04 A
T2 0,09 3 0,04 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

19-21
Variable N R² R² Aj CV
19-21 19 0,31 0,04 43,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	5	0,01	1,17	0,3761
TRATAMIENTO	0,04	5	0,01	1,17	0,3761
Error	0,10	13	0,01		
Total	0,14	18			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22881
Error: 0,0075 gl: 13
TRATAMIENTO Medias n E.E.
T5 0,12 4 0,04 A
T4 0,16 3 0,05 A
T0 0,22 3 0,05 A
T1 0,23 3 0,05 A
T2 0,24 3 0,05 A
T3 0,24 3 0,05 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

21,1-23,1
Variable N R² R² Aj CV
21,1-23,1 19 0,47 0,26 107,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,06	5	0,01	2,26	0,1094
TRATAMIENTO	0,06	5	0,01	2,26	0,1094
Error	0,07	13	0,01		
Total	0,12	18			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18963
Error: 0,0051 gl: 13
TRATAMIENTO Medias n E.E.
T2 0,01 3 0,04 A
T3 0,01 3 0,04 A
T1 0,02 3 0,04 A
T0 0,07 3 0,04 A
T5 0,11 4 0,04 A
T4 0,16 3 0,04 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 20 - Longitud (Lc)

Análisis de la varianza

7,1- 9,1
Variable N R² R² Aj CV
7,1- 9,1 27 0,06 0,00 98,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	5	0,01	0,27	0,9228
TRATAMIENTO	0,03	5	0,01	0,27	0,9228
Error	0,48	21	0,02		
Total	0,51	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31761
Error: 0,0229 gl: 21
TRATAMIENTO Medias n E.E.
T0 0,11 4 0,08 A
T5 0,11 5 0,07 A
T2 0,16 4 0,08 A
T4 0,17 5 0,07 A
T1 0,18 4 0,08 A
T3 0,20 5 0,07 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

9,2-11,2
Variable N R² R² Aj CV
9,2-11,2 27 0,23 0,04 139,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	5	0,01	1,22	0,3344
TRATAMIENTO	0,05	5	0,01	1,22	0,3344
Error	0,19	21	0,01		
Total	0,24	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19779
Error: 0,0089 gl: 21
TRATAMIENTO Medias n E.E.
T3 2,0E-03 5 0,04 A
T4 0,03 5 0,04 A
T1 0,07 4 0,05 A
T5 0,09 5 0,04 A
T2 0,09 4 0,05 A
T0 0,14 4 0,05 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

11,3-13,3
Variable N R² R² Aj CV
11,3-13,3 27 0,22 0,04 510,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,1E-05	5	4,3E-06	1,19	0,3464
TRATAMIENTO	2,1E-05	5	4,3E-06	1,19	0,3464
Error	7,5E-05	21	3,6E-06		
Total	9,6E-05	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00397
Error: 0,0000 gl: 21
TRATAMIENTO Medias n E.E.
T5 0,00 5 8,5E-04 A
T4 0,00 5 8,5E-04 A
T3 0,00 5 8,5E-04 A
T2 0,00 4 9,4E-04 A
T1 0,00 4 9,4E-04 A
T0 2,5E-03 4 9,4E-04 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 21 - Diámetro Apical (DAc)

Análisis de la varianza

8,1-10,1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
8,1-10,1	18	0,63	0,47	212,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,0E-03	5	8,0E-04	4,00	0,0228
TRATAMIENTO	4,0E-03	5	8,0E-04	4,00	0,0228
Error	2,4E-03	12	2,0E-04		
Total		0,01	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03879

Error: 0,0002 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	0,00	3	0,01	A
T2	0,00	3	0,01	A
T0	0,00	3	0,01	A
T4	0,00	3	0,01	A
T5	0,00	3	0,01	A
T1	0,04	3	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10,2-12,2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10,2-12,2	18	0,08	0,00	122,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	5	0,01	0,21	0,9520
TRATAMIENTO	0,04	5	0,01	0,21	0,9520
Error	0,46	12	0,04		
Total		0,50	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,53820

Error: 0,0385 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1	0,10	3	0,11	A
T0	0,12	3	0,11	A
T2	0,13	3	0,11	A
T5	0,18	3	0,11	A
T4	0,19	3	0,11	A
T3	0,24	3	0,11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12,3- 14,3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
12,3- 14,3	18	0,04	0,00	144,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	5	0,01	0,11	0,9888
TRATAMIENTO	0,03	5	0,01	0,11	0,9888
Error	0,69	12	0,06		
Total		0,72	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,65869

Error: 0,0577 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	0,09	3	0,14	A
T4	0,15	3	0,14	A
T5	0,16	3	0,14	A
T1	0,19	3	0,14	A
T2	0,20	3	0,14	A
T0	0,21	3	0,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 22 - Diámetro Ecuatorial (DEc)

Análisis de la varianza

6,7-8,7

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
6,7-8,7	18	0,75	0,65	154,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2240,28	5	448,06	7,38	0,0022
TRATAMIENTO	2240,28	5	448,06	7,38	0,0022
Error	728,67	12	60,72		
Total		2968,94	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=21,37115

Error: 60,7222 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2	0,00	3	4,50	A
T1	0,00	3	4,50	A
T0	0,00	3	4,50	A
T5	0,00	3	4,50	A
T4	0,33	3	4,50	A
T3	30,00	3	4,50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

8,8-10,8

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
8,8-10,8	18	0,28	0,00	82,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1667,61	5	333,52	0,93	0,4926
TRATAMIENTO	1667,61	5	333,52	0,93	0,4926
Error	4281,33	12	356,78		
Total		5948,94	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=51,80278

Error: 356,7778 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	3,33	3	10,91	A
T1	19,67	3	10,91	A
T0	24,00	3	10,91	A
T2	29,67	3	10,91	A
T5	30,33	3	10,91	A
T4	30,67	3	10,91	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10,9-12,9

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10,9-12,9	18	0,35	0,08	147,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	393,33	5	78,67	1,28	0,3352
TRATAMIENTO	393,33	5	78,67	1,28	0,3352
Error	738,67	12	61,56		
Total		1132,00	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=21,51730

Error: 61,5556 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T3	0,00	3	4,53	A
T4	2,33	3	4,53	A
T5	3,00	3	4,53	A
T2	3,67	3	4,53	A
T0	9,33	3	4,53	A
T1	13,67	3	4,53	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

>13

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
>13	18	0,29	0,00	424,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,5E-04	5	5,0E-05	1,00	0,4582
TRATAMIENTO	2,5E-04	5	5,0E-05	1,00	0,4582
Error	6,0E-04	12	5,0E-05		
Total		8,5E-04	17		

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01939

Error: 0,0000 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T5	0,00	3	4,1E-03	A
T3	0,00	3	4,1E-03	A
T2	0,00	3	4,1E-03	A
T4	0,00	3	4,1E-03	A
T1	0,00	3	4,1E-03	A
T0	0,01	3	4,1E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 23 - Diámetro Distal (DDc)

Análisis de la varianza

1,25-1,55

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,25-1,55	18	0,30	0,01	93,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	5	0,01	1,03	0,4422
TRATAMIENTO	0,04	5	0,01	1,03	0,4422
Error	0,09	12	0,01		
Total	0,14	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24385

Error: 0,0079 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T0	0,04	3	0,05 A
T4	0,06	3	0,05 A
T5	0,06	3	0,05 A
T1	0,10	3	0,05 A
T2	0,15	3	0,05 A
T3	0,16	3	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

1,56-1,85

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,56-1,85	18	0,09	0,00	52,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	5	2,7E-03	0,25	0,9318
TRATAMIENTO	0,01	5	2,7E-03	0,25	0,9318
Error	0,13	12	0,01		
Total	0,14	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28560

Error: 0,0108 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	0,15	3	0,06 A
T2	0,18	3	0,06 A
T5	0,19	3	0,06 A
T4	0,20	3	0,06 A
T0	0,23	3	0,06 A
T1	0,23	3	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

1,86-2,15

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,86-2,15	18	0,51	0,30	104,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	5	3,9E-03	2,49	0,0907
TRATAMIENTO	0,02	5	3,9E-03	2,49	0,0907
Error	0,02	12	1,6E-03		
Total	0,04	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10855

Error: 0,0016 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	0,00	3	0,02 A
T1	0,00	3	0,02 A
T3	0,02	3	0,02 A
T0	0,06	3	0,02 A
T4	0,07	3	0,02 A
T5	0,08	3	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 24 - Peso Inicial (PIC)

Análisis de la varianza

1,4-1,89

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,4-1,89	18	0,01	0,00	117,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	156,94	5	31,39	0,03	0,9995
TRATAMIENTO	156,94	5	31,39	0,03	0,9995
Error	13509,33	12	1125,78		
Total	13666,28	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=92,01963

Error: 1125,7778 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T0	25,67	3	19,37 A
T1	26,33	3	19,37 A
T5	26,67	3	19,37 A
T4	27,67	3	19,37 A
T2	32,00	3	19,37 A
T3	33,33	3	19,37 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

1,9-2,3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,9-2,3	18	0,16	0,00	175,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	146,28	5	29,26	0,45	0,8078
TRATAMIENTO	146,28	5	29,26	0,45	0,8078
Error	786,00	12	65,50		
Total	932,28	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=22,19600

Error: 65,5000 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	0,00	3	4,67 A
T2	1,33	3	4,67 A
T4	5,67	3	4,67 A
T5	6,67	3	4,67 A
T0	7,00	3	4,67 A
T1	7,00	3	4,67 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

2,31-2,71

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,31-2,71	18	0,63	0,47	212,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,11	5	0,22	4,00	0,0228
TRATAMIENTO	1,11	5	0,22	4,00	0,0228
Error	0,67	12	0,06		
Total	1,78	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64642

Error: 0,0556 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T5	0,00	3	0,14 A
T4	0,00	3	0,14 A
T3	0,00	3	0,14 A
T1	0,00	3	0,14 A
T2	0,00	3	0,14 A
T0	0,67	3	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 25 - Peso posterior al remojo (PPRc)

**6.5 – ANÁLISIS DE VARIANZA, PARÁMETROS DE GERMINACIÓN: %G, IVG, IG, EG, PE,
Grado de daño en SNG**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%G	16	0,58	0,51	42,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,10	2	6,05	8,91	0,0037
TRATAMIENTO	12,10	2	6,05	8,91	0,0037
Error	8,83	13	0,68		
Total	20,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,33778

Error: 0,6795 gl: 13

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	1,17	6	0,34 A
T2	1,60	5	0,37 A
T0	3,20	5	0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 26 - %G

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IVG	15	0,64	0,58	39,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	2	0,02	10,68	0,0022
TRATAMIENTO	0,04	2	0,02	10,68	0,0022
Error	0,02	12	1,8E-03		
Total	0,06	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07065

Error: 0,0018 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	0,07	5	0,02 A
T1	0,07	5	0,02 A
T0	0,18	5	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 27 - IVG

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IG	15	0,20	0,06	126,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	72,18	2	36,09	1,48	0,2663
TRATAMIENTO	72,18	2	36,09	1,48	0,2663
Error	292,54	12	24,38		
Total	364,72	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,33101

Error: 24,3785 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	1,63	5	2,21 A
T2	3,22	5	2,21 A
T0	6,87	5	2,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 28 - IG

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EG	14	0,48	0,38	57,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	113,21	2	56,60	5,06	0,0277
TRATAMIENTO	113,21	2	56,60	5,06	0,0277
Error	123,15	11	11,20		
Total	236,36	13			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,94886

Error: 11,1955 gl: 11

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	3,60	5	1,50 A
T2	3,75	4	1,67 A B
T0	9,60	5	1,50 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 29 - EG

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
PE	T0	5	57,80	40,44	43,00	1,00	0,6057
PE	T1	5	43,40	9,24	42,00		
PE	T2	4	50,25	8,66	50,50		

Tabla 30 - PE

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
ESD	T0	1	13,20	0,00	13,20	4,43	>0,9999
ESD	T1	1	0,00	0,00	0,00		
ESD	T2	1	5,30	0,00	5,30		
ESD	T3	1	7,90	0,00	7,90		
ESD	T4	1	0,00	0,00	0,00		
ESD	T5	1	0,00	0,00	0,00		

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EDL	T0	1	18,40	0,00	18,40	5,00	>0,9999
EDL	T1	1	13,20	0,00	13,20		
EDL	T2	1	0,00	0,00	0,00		
EDL	T3	1	23,70	0,00	23,70		
EDL	T4	1	11,40	0,00	11,40		
EDL	T5	1	2,60	0,00	2,60		

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EDM	T0	1	10,50	0,00	10,50	5,00	>0,9999
EDM	T1	1	13,20	0,00	13,20		
EDM	T2	1	2,60	0,00	2,60		
EDM	T3	1	68,40	0,00	68,40		
EDM	T4	1	0,00	0,00	0,00		
EDM	T5	1	20,50	0,00	20,50		

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EDS- PS	T0	1	28,90	0,00	28,90	5,00	>0,9999
EDS- PS	T1	1	47,40	0,00	47,40		
EDS- PS	T2	1	68,40	0,00	68,40		
EDS- PS	T3	1	0,00	0,00	0,00		
EDS- PS	T4	1	85,70	0,00	85,70		
EDS- PS	T5	1	76,90	0,00	76,90		

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EDS- PB	T0	1	23,70	0,00	23,70	4,43	>0,9999
EDS- PB	T1	1	26,30	0,00	26,30		
EDS- PB	T2	1	21,10	0,00	21,10		
EDS- PB	T3	1	0,00	0,00	0,00		
EDS- PB	T4	1	0,00	0,00	0,00		
EDS- PB	T5	1	0,00	0,00	0,00		

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EDS- PM	T0	1	0,00	0,00	0,00	3,57	>0,9999
EDS- PM	T1	1	0,00	0,00	0,00		
EDS- PM	T2	1	2,60	0,00	2,60		
EDS- PM	T3	1	0,00	0,00	0,00		
EDS- PM	T4	1	2,90	0,00	2,90		
EDS- PM	T5	1	0,00	0,00	0,00		

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
EDS- PRED	T0	1	5,30	0,00	5,30	2,14	>0,9999
EDS- PRED	T1	1	0,00	0,00	0,00		

Tabla 31 – Grado de daño en SNG

6.6 – ANÁLISIS DE VARIANZA, RELACIONES ENTRE DATOS BIOMÉTRICOS: L/DA, L/DE, L/DD, PI/L, PI/DE

6.6.1- ENTRE TRATAMIENTOS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DA	300	0,04	0,03	5,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	2	0,09	6,14	0,0024
TRATAMIENTO	0,17	2	0,09	6,14	0,0024
Error	4,16	297	0,01		
Total	4,34	299			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03930

Error: 0,0140 gl: 297

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T0 1,99 100 0,01 A

T2 1,99 100 0,01 A

T1 2,04 100 0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 32 – Relación L/DA, entre tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DE	300	0,07	0,06	7,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,31	2	0,15	10,61	<0,0001
TRATAMIENTO	0,31	2	0,15	10,61	<0,0001
Error	4,30	297	0,01		
Total	4,60	299			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03993

Error: 0,0145 gl: 297

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2 1,62 100 0,01 A

T0 1,66 100 0,01 B

T1 1,69 100 0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 33 – Relación L/DE, entre tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DD	300	0,07	0,07	5,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,27	2	0,14	11,42	<0,0001
TRATAMIENTO	0,27	2	0,14	11,42	<0,0001
Error	3,57	297	0,01		
Total	3,85	299			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03640

Error: 0,0120 gl: 297

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1 1,79 100 0,01 A

T2 1,86 100 0,01 B

T0 1,86 100 0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 34 – Relación L/DD, entre tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/L	300	0,14	0,14	7,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,9E-03	2	9,3E-04	24,79	<0,0001
TRATAMIENTO	1,9E-03	2	9,3E-04	24,79	<0,0001
Error	0,01	297	3,8E-05		
Total	0,01	299			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00203

Error: 0,0000 gl: 297

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2 0,08 100 6,1E-04 A

T1 0,08 100 6,1E-04 A

T0 0,09 100 6,1E-04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 35 – Relación PI/L, entre tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/DE	300	0,19	0,18	8,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	2	4,7E-03	34,93	<0,0001
TRATAMIENTO	0,01	2	4,7E-03	34,93	<0,0001
Error	0,04	297	1,3E-04		
Total	0,05	299			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00385

Error: 0,0001 gl: 297

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2 0,13 100 1,2E-03 A

T1 0,14 100 1,2E-03 B

T0 0,14 100 1,2E-03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 36 – Relación PI/DE, entre tratamientos

6.6.1.1- SEMILLAS GERMINADAS

Análisis de la varianza

L/DA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DA	29	0,02	0,00	4,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,1E-03	2	2,0E-03	0,21	0,8128
TRATAMIENTO	4,1E-03	2	2,0E-03	0,21	0,8128
Error	0,25	26	0,01		
Total	0,26	28			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12450

Error: 0,0097 gl: 26

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T0	1,98	16	0,02	A
T2	2,00	8	0,03	A
T1	2,01	5	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DE	29	0,24	0,18	5,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	2	0,04	4,13	0,0277
TRATAMIENTO	0,08	2	0,04	4,13	0,0277
Error	0,26	26	0,01		
Total	0,34	28			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12585

Error: 0,0099 gl: 26

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2	1,61	8	0,04	A
T0	1,65	16	0,02	A B
T1	1,77	5	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DD	29	0,15	0,08	5,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	2	0,03	2,24	0,1267
TRATAMIENTO	0,05	2	0,03	2,24	0,1267
Error	0,30	26	0,01		
Total	0,36	28			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13645

Error: 0,0117 gl: 26

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1	1,74	5	0,05	A
T0	1,83	16	0,03	A
T2	1,87	8	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 37 – Relaciones L/DA, L/DE, L/DD entre tratamientos en semillas germinadas

Análisis de la varianza

PI/L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/L	29	0,16	0,09	8,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,7E-04	2	1,4E-04	2,46	0,1053
TRATAMIENTO	2,7E-04	2	1,4E-04	2,46	0,1053
Error	1,5E-03	26	5,6E-05		
Total	1,7E-03	28			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00943

Error: 0,0001 gl: 26

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T1	0,08	5	3,3E-03	A
T2	0,08	8	2,6E-03	A
T0	0,09	16	1,9E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PI/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/DE	29	0,17	0,10	8,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,9E-04	2	3,5E-04	2,64	0,0904
TRATAMIENTO	6,9E-04	2	3,5E-04	2,64	0,0904
Error	3,4E-03	26	1,3E-04		
Total	4,1E-03	28			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01445

Error: 0,0001 gl: 26

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2	0,13	8	4,0E-03	A
T1	0,14	5	0,01	A
T0	0,14	16	2,9E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 38 – Relaciones PI/L, PI/DE, entre tratamientos en semillas germinadas

6.6.2- POR TRATAMIENTO, ENTRE SEMILLAS GERMINADAS (G) Y NO GERMINADAS (NG)

Análisis de la varianza

L/DA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DA	100	4,4E-03	0,00	4,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,1E-03	1	4,1E-03	0,44	0,5098
T0	4,1E-03	1	4,1E-03	0,44	0,5098
Error	0,93	98	0,01		
Total	0,93	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05411

Error: 0,0095 gl: 98

T0 Medias n E.E.

G 1,98 15 0,03 A

NG 2,00 85 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DD	100	0,01	4,4E-03	5,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	1	0,01	1,44	0,2329
T0	0,01	1	0,01	1,44	0,2329
Error	0,88	98	0,01		
Total	0,89	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05264

Error: 0,0090 gl: 98

T0 Medias n E.E.

G 1,83 15 0,02 A

NG 1,87 85 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DE	100	4,0E-03	0,00	4,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,1E-03	1	2,1E-03	0,39	0,5313
T0	2,1E-03	1	2,1E-03	0,39	0,5313
Error	0,53	98	0,01		
Total	0,54	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04100

Error: 0,0054 gl: 98

T0 Medias n E.E.

G 1,65 15 0,02 A

NG 1,66 85 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 39 – Relaciones L/DA, L/DE, L/DD por tratamiento, semillas germinadas vs. no germinadas. Tratamiento 0 (T0)

Análisis de la varianza

L/DA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DA	100	1,6E-03	0,00	6,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,2E-03	1	3,2E-03	0,16	0,6894
T1	3,2E-03	1	3,2E-03	0,16	0,6894
Error	1,93	98	0,02		
Total	1,93	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12768

Error: 0,0197 gl: 98

T1 Medias n E.E.

G 2,01 5 0,06 A

NG 2,04 95 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DD	100	0,01	0,00	7,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	1	0,01	0,83	0,3648
T1	0,01	1	0,01	0,83	0,3648
Error	1,73	98	0,02		
Total	1,74	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12090

Error: 0,0176 gl: 98

T1 Medias n E.E.

G 1,74 5 0,06 A

NG 1,80 95 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DE	100	0,01	0,00	10,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	1	0,03	0,91	0,3427
T1	0,03	1	0,03	0,91	0,3427
Error	3,31	98	0,03		
Total	3,34	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16738

Error: 0,0338 gl: 98

T1 Medias n E.E.

NG 1,69 95 0,02 A

G 1,77 5 0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 40 – Relaciones L/DA, L/DE, L/DD por tratamiento, semillas germinadas vs. no germinadas. Tratamiento 1 (T1)

Análisis de la varianza

L/DA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DA	100	2,5E-03	0,00	5,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,8E-03	1	2,8E-03	0,25	0,6187
T2	2,8E-03	1	2,8E-03	0,25	0,6187
Error	1,11	98	0,01		
Total	1,12	99			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07798

Error: 0,0114 gl: 98

T2 Medias n E.E.

NG 1,98 92 0,01 A

G 2,00 8 0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DD	100	2,1E-03	0,00	5,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,9E-03	1	1,9E-03	0,20	0,6532
T2	1,9E-03	1	1,9E-03	0,20	0,6532
Error	0,94	98	0,01		
Total	0,94	99			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07156

Error: 0,0096 gl: 98

T2 Medias n E.E.

NG 1,86 92 0,01 A

G 1,87 8 0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

L/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L/DE	100	6,9E-06	0,00	3,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,6E-06	1	2,6E-06	6,7E-04	0,9794
T2	2,6E-06	1	2,6E-06	6,7E-04	0,9794
Error	0,38	98	3,9E-03		
Total	0,38	99			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04577

Error: 0,0039 gl: 98

T2 Medias n E.E.

G 1,61 8 0,02 A

NG 1,61 92 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 41 – Relaciones L/DA, L/DE, L/DD por tratamiento, semillas germinadas vs. no germinadas. Tratamiento 2 (T2)

Análisis de la varianza

PI/L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/L	100	4,3E-03	0,00	7,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,0E-05	1	2,0E-05	0,43	0,5150
T0	2,0E-05	1	2,0E-05	0,43	0,5150
Error	4,7E-03	100	4,7E-05		
Total	4,7E-03	101			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00371

Error: 0,0000 gl: 100

T0 Medias n E.E.

NG 0,09 86 7,4E-04 A

G 0,09 16 1,7E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PI/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/DE	100	1,8E-04	0,00	7,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,9E-06	1	1,9E-06	0,02	0,8925
T0	1,9E-06	1	1,9E-06	0,02	0,8925
Error	0,01	100	1,0E-04		
Total	0,01	101			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00553

Error: 0,0001 gl: 100

T0 Medias n E.E.

NG 0,14 86 1,1E-03 A

G 0,14 16 2,6E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 42 – Relaciones PI/L y PI/DE por tratamiento, semillas germinadas vs. no germinadas. Tratamiento 0 (T0)

Análisis de la varianza

PI/L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/L	100	0,01	0,00	7,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,1E-05	1	2,1E-05	0,61	0,4364
T0	2,1E-05	1	2,1E-05	0,61	0,4364
Error	3,4E-03	98	3,4E-05		
Total	3,4E-03	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00535

Error: 0,0000 gl: 98

T0 Medias n E.E.

G 0,08 5 2,6E-03 A

NG 0,08 95 6,0E-04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PI/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/DE	100	1,4E-04	0,00	11,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,4E-06	1	3,4E-06	0,01	0,9074
T0	3,4E-06	1	3,4E-06	0,01	0,9074
Error	0,02	98	2,5E-04		
Total	0,02	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01432

Error: 0,0002 gl: 98

T0 Medias n E.E.

G 0,14 5 0,01 A

NG 0,14 95 1,6E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 43 – Relaciones PI/L y PI/DE por tratamiento, semillas germinadas vs. no germinadas. Tratamiento 1 (T1)

Análisis de la varianza

PI/L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI/L	100	0,01	0,00	6,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,5E-05	1	2,5E-05	0,79	0,3758
T0	2,5E-05	1	2,5E-05	0,79	0,3758
Error	3,1E-03	98	3,2E-05		
Total	3,1E-03	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00412

Error: 0,0000 gl: 98

T0 Medias n E.E.

NG 0,08 92 5,9E-04 A

G 0,08 8 2,0E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

P/DE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P/DE	100	0,01	3,5E-04	5,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,4E-05	1	5,4E-05	1,04	0,3115
T0	5,4E-05	1	5,4E-05	1,04	0,3115
Error	0,01	98	5,3E-05		
Total	0,01	99			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00530

Error: 0,0001 gl: 98

T0 Medias n E.E.

NG 0,13 92 7,6E-04 A

G 0,13 8 2,6E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 44 – Relaciones PI/L y PI/DE por tratamiento, semillas germinadas vs. no germinadas. Tratamiento 2 (T2)

TRATAMIENTO	L (mm)	DA (mm)	DE (mm)	DD (mm)	PI (g)	PPR (g)
T0	20,08	10,13	12,14	10,96	1,76	1,84
T1	19,9	9,92	11,28	11,48	1,56	1,72
T2	19,43	9,7	12,07	10,41	1,58	1,73

Tabla 45 – Valores medios de Longitud (L), Diámetro apical (DA), Diámetro ecuatorial (DE), Diámetro distal (DD), Peso inicial (PI) y Peso posterior al remojo (PPR), en semillas germinadas

6.7- SEMILLAS GERMINADAS. IMÁGENES

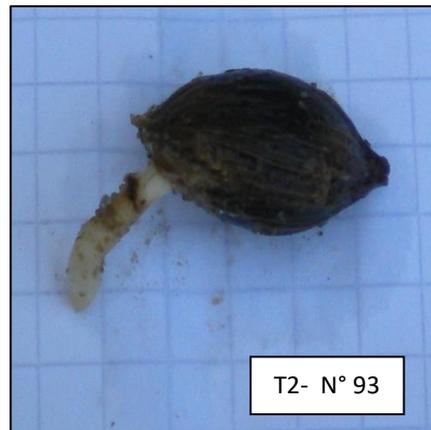
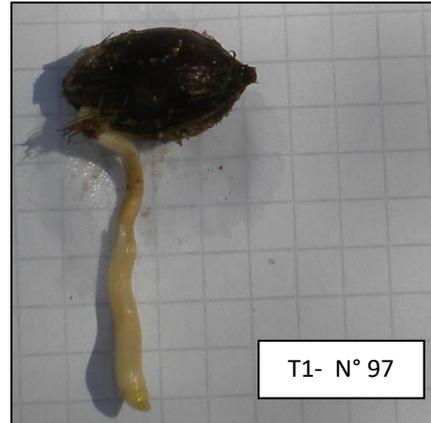
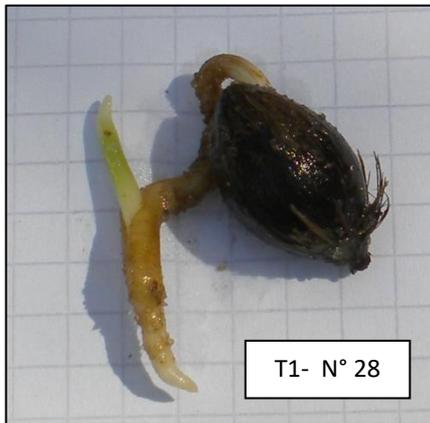


Fig. 32- Semillas germinadas

6.7- PLÁNTULAS LOGRADAS. IMÁGENES



Fig. 33- Plántulas logradas, por tratamientos

6.7- ENSAYO DE CORTE. IMÁGENES

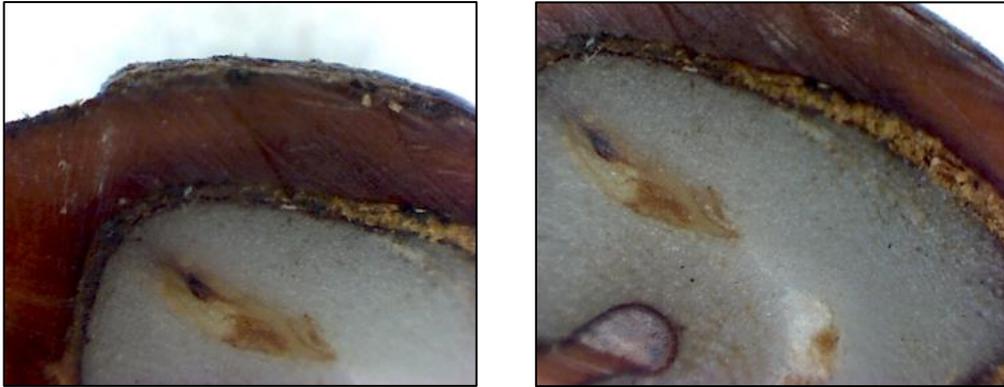


Fig. 34- Embrión visible

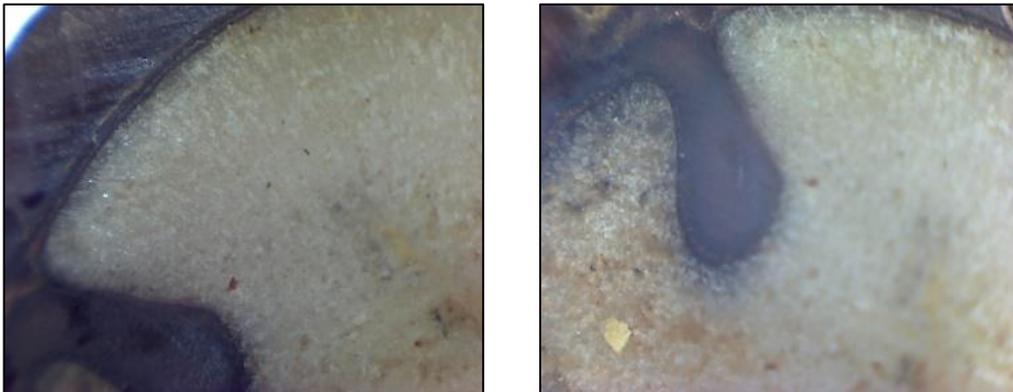


Fig. 35- Endosperma sano

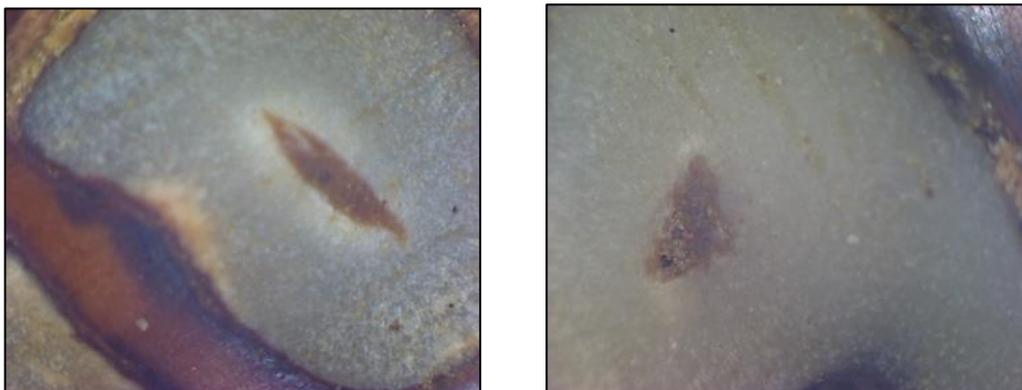


Fig. 36 - Endosperma con daños leves

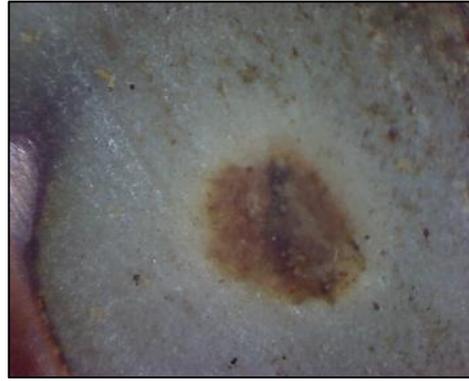


Fig. 37 - Endosperma con daños moderados

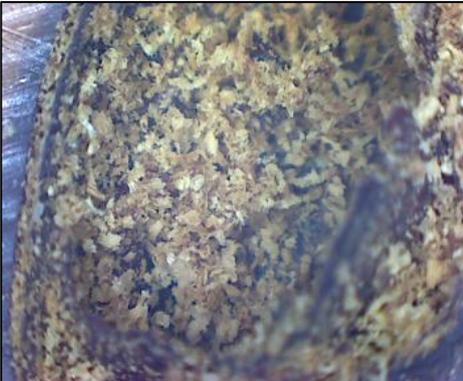


Fig. 38 - Endosperma con daños severos - Podredumbre seca

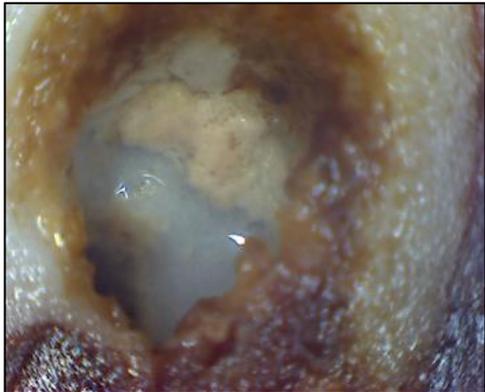


Fig. 39 - Endosperma con daños severos - Podredumbre húmeda

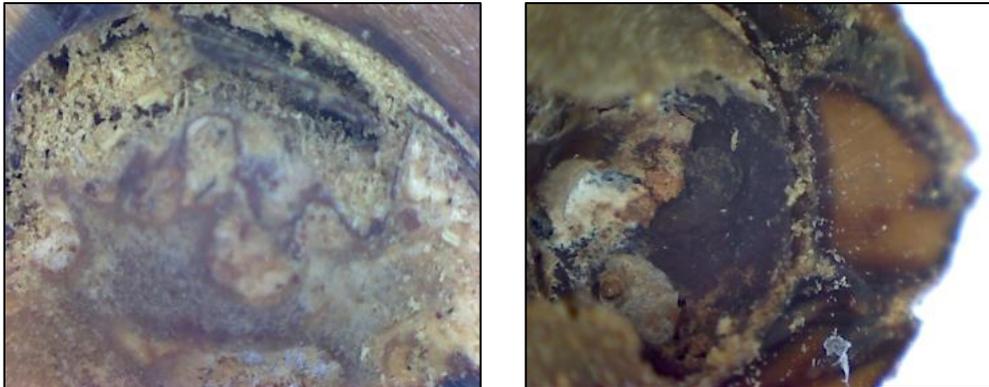


Fig. 40 - Endosperma con daños severos – Podredumbre mixta

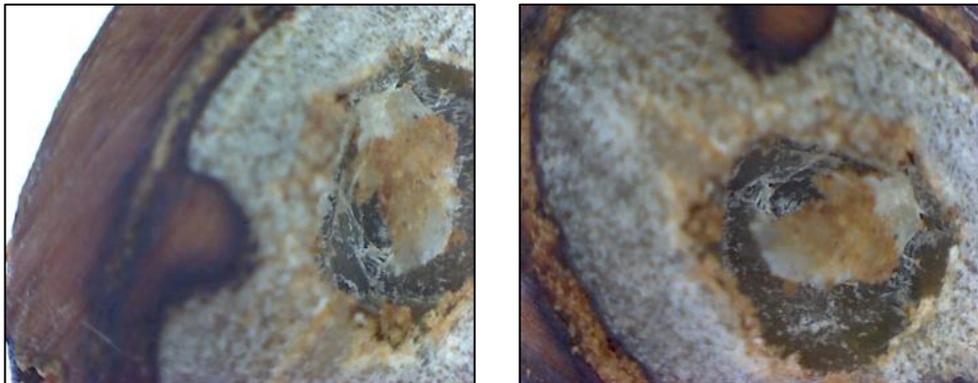


Fig. 41 - Endosperma con daños severos por predadores

7- BIBLIOGRAFÍA

- **Alang, Z.C.; Moir, G. F. J. and Jones, L. H.** (1988). Composition, degradation and utilization of endosperm during germination in the oil palm (*Elaeis guineensis*). *Annals of Botany* 61: 261–268.
- **Aldhous, J. R.** (1972). Nursery Practice. H.M. Stationery Off, London. ISBN 13: 9780117101364.
- **Allen, G. S.** (1958). Factors affecting the viability and germination behavior of coniferous seeds. *Chron.* 34: 266- 274.
- **Andrade, A.; Venturi, S. y Paulilo, M.** (1996). Efeito do tamanho das sementes de *Euterpe edulis* Mart. sobre a emergencia e crescimento inicial. *Revista Brasileira de Sementes* 18 (2): 225-231.
- **Arnold, F. E.** (1996). Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. 123 pp.
- **Báez, J. R.** (1937). Área de dispersión actual de las palmáceas en la flora de Entre Ríos. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos* 5: 63-78.
- **Balée, W.** (1994). Footprints of the Forest. Kaapor Ethnobotany –the Historical Ecology of Plant Utilization by Amazonian People. Columbia University Press, New York.
- **Balick, M. J. y Beck, H.T.** (1990). Useful palms of the world: a synoptic bibliography. Columbia University Press, New York.
- **Baptista da Luz P.; Tavares A. R.; Duarte de Oliveira Paiva P.; Alves Aguiar F.F. y Kanashiro S.** (2008) “Lady Palm seed germination: effects of pre- germination treatments.” *R. Árvore, Viçosa-MG*, v.32, n.5, p.793-798.
- **Batista, G.S.; Costa, R.S.; Gimenes, R.; Pivetta, K.F.L. & Moro, F.V.** (2011). Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc – Arecaceae. *Comunicata Scientiae* 2 (3): 170-176.
- **Bernal, R.; Torres, C.; García, N.; Isaza C.; Navarro, J.; Vallejo, M.I.; Galeano, G. y Balslev H.** (2011). Palm Management in South America. *The Botanical Review* 77(4): 607-646.
- **Bevilaqua, G. A. P.** (1993). Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. I. Efeito na emergência a campo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.15, n.1, p.75-80.
- **Bewley, J. D.** (1997). Breaking down the walls - a role for endo- α -mannanase in release from seed dormancy? *Trends in Plant Science*, v.2, n.12, p.464-469.

- **Bewley, J.D. and Halmer , P.** (1980/1981). Embryo-endosperm interactions in the hydrolysis of lettuce seed reserves. *Isr J. Bot.* 29: 118-132.
- **Bewley, J.D. and Reid, J.S.G.** (1985). Mannans and glucomannans. Biochemistry of storage carbohydrates. In: Dey, P.M. & Dixon, R.A. ed. London, Academic Press, pp. 289-304.
- **Bewley, J.D.; Black, M.** (1994) Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum Press. 445p.
- **Bogado de Scheid, L.; Fedoruk, S.** (2011). Rol de las universidades “docencia, investigación y extensión: una relación imprescindible”. XI Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria. Libro de Resúmenes. Ediciones UNL. Secretaría de Extensión, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- **Boletín Oficial de la comunidad de Madrid** (1991). Acuerdo por el que se aprueba el método de valoración del arbolado ornamental, Norma Granada, para su aplicación en el territorio de la comunidad de Madrid. Servicio de Coordinación Legislativa y Relaciones Institucionales Subdirección General de Régimen Jurídico y Desarrollo Normativo- S.G. T de Presidencia. Acuerdo-7-11-1991.
- **Bonomo, M. y Capeletti, L.** (2014). Uso prehispánico de las palmeras *Syagrus romanzoffiana* y *Butia yatay* en el Nordeste argentino: aportes desde la etnografía y la biometría. *Revista del Museo de Antropología* 7 (2): 227-234, 2014 / ISSN 1852-060X (impreso) / ISSN 1852-4826 (electrónico). Disponible en <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/index> Facultad de Filosofía y Humanidades – Universidad Nacional de Córdoba – Argentina.
- **Bovi, M. L. A. y Cardoso, M.** (1976). Germinação de sementes de açaizeiro I. *Bragantia*, v.35, n.1, p.50-56, 1976a.
- **Bovi, M. L. A. y Cardoso, M.** (1976). Germinação de sementes de palmitreiro II. *Bragantia*, v.35, n.1, p.23-29, 1976b.
- **Bradford, D.F. and Smith, C. C.** (1977). Seed predation and seed number in *Scheelea* palm fruits. *Ecology* 58: 667–673.
- **Bradford, K. J; Chen, F.; Cooley, M.B. ; Dahal, P.; Downie, B.; Fukunaga, K.K.** (2000). Gene expression prior to radicle emergence in imbibed tomato seeds. En: Black M, Bradford KJ, Vázquez-Ramos J, eds. *Seed biology: advances and applications*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 231–251.
- **Brancalion, P. H. S. A.; Novembre, A. D. L. C. and Rodrigues, R. R.** (2011). Seed development, yield and quality of two palm species growing in different

- tropical forest types in SE Brazil: implications for ecological restoration. *Seed Science and Technology*, 39(2), 412-424.
- **Broschat, T. K.** (1994). Palm seed propagation. *Acta Horticulturae* 360:141-147.
 - **Broschat, T. K.** (1998). Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (pindo palm) seed germination. *HorTechnology*, Alexandria, v. 8, n. 4, p. 586-587.
 - **Broschat, T.K. and Donselman, H.** (1988). Palm seed storage and germination. *Principes, Journal of the International Palm Society* 32: 3–12.
 - **Cabral, E. L. y Castro, M.** (2007). Palmeras argentinas. Guía para el reconocimiento. LOLA, Buenos Aires.
 - **Carpenter, W. J.** (1988) Seed after-ripening and temperature influence *Butia capitata* germination. *HortScience*, Alexandria, v. 23, n. 4, p. 702-703.
 - **Carvalho, N.; Pelacani, C.; Rodrigues, M. De S. y Crepaldi, I.** (2005). Uso de substancias reguladoras e nao-especificas na germinacao de sementes de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.). *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 5 (1): 28-32.
 - **Cheng, K.; Forsberg, C.; Minato, H. y Costerton J W.** (1991). Microbial ecology and physiology of feed degradation within the rumen. En: T. Tsuda, Y. Sasaki, R. Kawashima (Eds.). *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Academic Press, San Diego. pp. 595-624.
 - **Clancy, K.E. and Sullivan, J. M.** (1988). Some observations on seed germination, the seedling, and polyembryony in the needle palm *Rhapidophyllum hystrix*. *Principes, Journal of the International Palm Society* 32: 18–25.
 - **Coimbra, M. C. and Jorge, N.** (2011). Proximate composition of guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*) palm fruits. *Food Research International* 44(7), 2139-2142.
 - **Corner, E.J.H.** (1966). *The natural history of palms*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 393 p.
 - **Correa, E.; Espitia, M.; Araméndiz, H.; Murillo, O. y Pastrana, I.** (2013). Variabilidad genética en semillas de árboles individuales de *Tectona grandis* L.f. en la conformación de lotes mezclados en Córdoba, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 16 (2): 379 – 389 Julio-Diciembre 2013.
 - **Cunha, R.; Casali, V. W.** (1989). Efeito de substâncias reguladoras do crescimento sobre a germinação de sementes de alface. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.1, n.2, p.121-132.

- **Czabator, F. J.** (1962). Germination value - an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8: 386 - 396.
- **Davis, T.A.** (1978). Some unusual formations in palms. *Principes, Journal of the International Palm Society* 23: 80–83.
- **De Leon, N.T.** (1958). Viability of palm seeds. *Principes, Journal of the International Palm Society* 2: 96–102.
- **De Mason, D.A.** (1984). Growth parameters in the cotyledon of date seedlings. *Botanical Gazette* 145: 176–183.
- **De Mason, D.A.; Stillman, J. I. and Gellmore, G. S.** (1989). Acid phosphatase localization in seedling tissues of the palms, *Phoenix dactylifera* and *Washingtonia filifera*, and its relevance to controls of germination. *Canadian Journal of Botany* 67: 1103–1110.
- **Di Benedetto, A. H.** Palmeras (Palmae). Cátedra de Floricultura. Facultad de Agronomía, UBA. Material de estudio. Cap. 10; pp.141- 159. Disponible en: https://046b508e-a-737e165f-s-sites.googlegroups.com/a/agro.uba.ar/_floricultura/_/Home/_archivos_varios/material-de-estudio/FLORICULTURA-CAPITULOS%208-12.pdf. Consultado: febrero de 2016.
- **Dickie, J. B.; Balick, M. J. and Linington, I. M.** (1992). Experimental investigations into the feasibility of *ex situ* preservation of palm seeds; an alternative strategy for biological conservation of this economically important plant family. *Biodiversity & Conservation*, 1(2), 112-119.
- **Dihaj, F.; Velasco, S.; Cañeque, V.; Guía, E.** (1995). Estudios de algunos parámetros que afectan al tratamiento de la paja con urea. XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Pp 219-224. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. España. ISBN: 84-922040-01
- **Dombroski, J. L. D.; Paiva, R.; Camargo, I. P.** (1998) Efeito da escarificação sobre a germinação do pequizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas*, v. 20, p. 68-73.
- **Donoso, C.** (1979). Variación y tipos de diferenciación en poblaciones de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.). *Bosque* 3 (1): 1-14.
- **Elias, M. E. A.; Ferreira, S. A. N.; Gentil, D. F.O.** (2006). Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função da posição de sementeira. *Acta Amazonica*, v.36, n.3, p.385-388.

- **Enrriquez-Peña, E.; Suzán-Azpíri, H. y Malda-Barrera, G.** (2004). Viabilidad y germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* (ten.) en el Estado de Querétaro, México. *Agrociencia*, Volumen 38, N° 3, PP 375-381, Mayo-Junio 2004.
- **Esperon Reis, R. De Goes** (2011). Influência de fatores extrínsecos e tamanho da semente na germinação e vigor de carnauba. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Fitotecnia, Fortaleza.
- **Falasca S. L.; Miranda del Fresno C. y Ulberich A.** (2012) "Possibilities for growing queen palm (*Syagrus romanzoffiana*) in Argentina as a biodiesel producer under semi-arid climate conditions". *International journal of hydrogen energy*, 37; pp: 14843 - 14848.
- **Fenner, M.** (1992). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- **Fernandes, R. C.** (2008) *Estudos propagativos do coquinhoazedo (Butia capitata. Martius, Beccari) para fins de uso sustentável na região norte de Minas Gerais*. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia)–Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais,
- **Ferreira, S. y Gentil, D.F.** (2006). Extração, embebição e germinação de sementes de tucuma (*Astrocaryum aculeatum*). *Acta Amazônica* 36 (2): 141-146.
- **Figliolia, M.B.; Silva, A.; Yamazoe, G. & Siqueira, A.C.M.F.** (1987). Conservação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes embalagens e ambientes de armazenamento. *Boletim Técnico do Instituto Florestal* 41:355-368.
- **Figueroa, J. y Jaksic, F.** (2004). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 77:201-215.
- **Fior, C. S.; Dutra de Souza, P. V.; Schwarz, S. F.** (2013). Emergência de plântulas de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick em casa de vegetação *Revista Árvore*, vol. 37, núm. 3, mayo-junio, 2013, pp. 503-510. Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Brasil. ISSN: 0100-6762. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48828116013>
- **Fondevila, M.** (1998). Procesos implicados en la digestión microbiana de los forrajes de baja calidad. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 15:87-106. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.
- **Fowler, A. J. P.; Bianchetti, A.** (2000). Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

- **Frazão, F. M. F.; Pinheiro, C. U. B.** (1981) Experimentos com germinação de amêndoas de babaçu (*Orbignya* spp.) II. São Luiz: Inst. Est. Babaçu.
- **Freire, C. C.; Closel, M. B.; Hasui, E. and Ramos, F. N.** (2013). Reproductive phenology, seed dispersal and seed predation in *Syagrus romanzoffiana* in a highly fragmented landscape. *Annales Botanici Fennici*, 50(4), 220-228.
- **García, J.** (1991). Manual de Repoblaciones Forestales. Tomo I. Esc. Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fund. Conde del Valle de Salazar. Madrid-España. 794 pp.
- **Gatsuk, L.E.; Smirnova, O.V.; Vorontzova, L.I.; Zaugolnova, L.B. & Zhukova, L.A.** (1980). Age states of plants of various growth forms: a review. *Journal of Ecology* 68: 675-96.
- **Genini, J.; Galetti, M. and Morellato, L. P. C.** (2009). Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 204(2), 131-145.
- **Gentil, D. F. O.; Ferreira, S. A. N.** (2005). Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazonica*, v.35, n.3, p.337-342.
- **Ginieis, C.** (1957). Étude morphologique et anatomique des embryons de quelques espèces du genre *Phoenix*. *Bulletin de Muséum* 29: 439–445.
- **Glassman, S.F.** (1987). Revision of the palm genus *Syagrus* Mart. and the other genera in the *Cocos* Alliance. *Illinois Biological Monographs* 56: 1-231.
- **Gomes, P.B.; Válio, I.F.M.; Martins, F.R.** (2006) Germination of *Geonoma brevispatha* (Arecaceae) in laboratory and its relation to the palm spatial distribution in a swamp forest. *Aquat Bot* 85: 16-20.
- **Gong, X.; Bassel G. W.; Wang, A.; Greenwood, J. S.; Bewley, D.** (2005). The Emergence of Embryos from Hard Seeds is Related to the Structure of the Cell Walls of the Micropylar Endosperm, and not to Endo-*b*-mannanase Activity. *Annals of Botany* 96: 1165–1173, 2005 - doi:10.1093/aob/mci269; disponible en: www.aob.oxfordjournals.org
- **Goor, A.Y. y Barney, C. W.** (1976). Forest tree planting in arid zones. 2ª ed. New York. The Ronald Press. 504 pp.
- **Goudel, F; Shibata, M. Medeiros Coelho, C.M. and Momsen Miller, P. R.** (2013). Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. *Acta Botanica Brasilica* 27(1): 147-154. 2013.

- **Hartmann, H. y Kester, D.** (1991). Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México D.F. ISBN 0-13-679235-9
- **Henderson, A.; Galeano, G. and Bernal, R..** (1995). Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, New Jersey.
- **Holmquist, J.D. and J. Popenoe.** (1967). The effect of scarification on the germination of seed of *Acrocomia crispera* and *Arenga engleri*. *Principes, Journal of the International Palm Society* 11: 23–25. Hong, T.D. <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s13.htm>
- **Hu, X. W.; Wang, Y. R. and Wu, Y. P.** (2009). Effects of the pericarp on imbibition, seed germination, and seedling establishment in seeds of *Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey. *Ecological Research*, 24(3), 559-564.
- **Jácome Costa C. y Carbalho Santos M. E.** (2008) “Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia”. Planaltina DF: Embrapa Cerrados. Documentos/ Embrapa Cerrados, ISSN 1517- 5111; 229).
- **Johnson, D.** (1996): Palms, their conservation and sustained utilization. Status survey and conservation plan. – Gland & Cambridge.
- **Joly, C.A.** (1986). Heterogeneidade ambiental e diversidade de estratégias adaptativas de espécies arbóreas de mata de galeria. ACIESP (Publicação ACIESP 50): 19-38.
- **Jones, D.L.** (1995). Palms throughout the world. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. 410 p.
- **Klinger, R; Rejmánek, M.** (2010). A strong conditional mutualism limits and enhances seed dispersal and germination of a tropical palm. *Oecologia* 162: 951–963.
- **Koebornik, J.** (1971). Germination of palm seed. *Principes, Journal of the International Palm Society* 15: 134–137.
- **Kudo, H.; Cheng, K. and Costerton, J. W.** (1987). Electron microscopic study of the methylcellulose-mediated detach-ment of cellulolytic rumen bacteria from cellulose fibers. *Can. J. Microbiol.*, 33: 267-272.
- **Liang Y. Q and Yang S. Ch.** (2008) “Seed Dormancy mechanism and ways to accelerate germination of *Syagrus romanzoffiana* and *Arenga engleri*”. *Subtropical Plant Science*, Issue 4, Page 20-24.

- **Lloyd, F.E.** (1910). Development and nutrition of the embryo, seed and carpel in the date, *Phoenix dactylifera* L. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 21: 103–164.
- **Lopes, P. S. N; Fernandes Aquino C; Magalhães H. M.; da Silva Brandão Júnior, D.** (2011). Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari. e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 120-125, ene./mar.
- **Lorenzi, H.** (1992). *Arvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arboreas Nativas do Brasil*. Editora Plantarum Ltda., Nova Odessa. 366 pp. ISBN: 8586714070.
- **Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Costa, J.TM; Cerqueira, L.S.C.; Ferreira, E.** (2004). *Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 416p.
- **Macedo, M.C. De.; Scalon, S. De P.Q.; Sari, A.P.; Scalon Filho, H.; Rosa, Y.B.C.J. & Robaina, A.D.** (2009). Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St.Hil (Sapindaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 31 (2): 202-211.
- **Maeda, J. A.** (1987). Germinação de sementes da palmeira *Archontophoenix alexandrae*. En: Encontro Nacional sobre arborização urbana, Maringá. PMM/SBAU, 1987. p.99-107.
- **Maguire, J.D.** (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science* 2 (1): 176-177.
- **Martínez de C., C.** (2005) “Lineamientos estratégicos de gestión tecnológica en el proceso de vinculación universidad-sector productivo” La Universidad del Zulia. Editorial EDILUZ. Maracaibo Venezuela
- **Martins, C.; Nakagawa, J. y Bovi, M.L.** (2000). Influencia do peso das sementes de palmito – vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. *Revista Brasileira de Sementes* 22 (3): 47-53
- **Masetto, T. E.; Scalon, S. P. Q.; Brito, J. Q.; Moreira, F. H.; Ribeiro, D. M. and Rezende, R. K. S.** (2012). Germination and storage of caranda seeds (*Copernicia alba*). *CERNE* 18(4): 541-546.
- **May, P.H.; Anderson, A. B, Balick, M. J. and Frazao, J. M. F.** (1985). Subsistence benefits from the babassu palm (*Orbignya martiana*). *Economic Botany* 39: 113–129.

- **Meerow, A. W.** Palm seed germination. (1991) Florida: Cooperative Extension Service. 10p. (Bulletin, 274)
- **Meggers, B. J.** (2001). The mystery of the Marajoara: An ecological solution. *Amazonia* 16(3/4): 421-440.
- **Mhanhmad, S.; Leewanish, P.; Punsuvon, V. & Srinives, P.** (2011). Seasonal effects on bunch components and fatty acid composition in Dura oil palm (*Elaeis guineensis*). *African Journal of Agricultural Research* 6(7): 1835-1843.
- **Moore, H.E., JR. and N.W. Uhl.** (1982). Major trends of evolution in palms. *The Botanical Review* 48: 1–69.
- **Morán Oviedo, P.** (2004). La docencia como recreación y construcción del conocimiento. Sentido pedagógico de la investigación en el aula. Perfiles educativos vol.26 no.105-106 México ene. 2004. Versión impresa ISSN 0185-2698.
- **Morcote Ríos, G. y Bernal, R.** (2001). Remains of Palms (Palmae) at 1895. Los indios Caingua del Alto Paraná (Misiones). *Boletín del Instituto Geográfico Argentino* 15: 661-744.
- **Morris, E. y Cole J.** (1987). Relationship between cellulolytic activity and adhesion to cellulose in *Ruminococcus albus*. *J. Gen. Microbiol.*, 13: 1023-1032.
- **Moura, R. C.** (2008) Caracterização vegetativa e reprodutiva do coquinho-azedo, *Butia capitata* (Martius) Beccari (Arecaceae), no norte de Minas Gerais. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia)– Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros.
- **Moussa, H.** (1998). Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid of Niger, West Africa. *Forest Ecology and Management*, v.104, n.1, p. 27-34.
- **Murray, S.G.** (1973). The formation of endocarp in palm fruits. *Principes, Journal of the International Palm Society* 17: 91–102.
- **Nagao, M. A.; Kanegawa K. and Sakai, W. S.** (1980). Accelerating palm seed germination with gibberellic acid, scarification, and bottom heat. *HortScience* 15: 200-201.
- **Nascimento Lopes P. S.; Aquino C. F.; Magalhães H. M. y da Silva Brandão Júnior D.** (2011) “Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari”. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 120-125, jan./mar. e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat

- **Naves Pinto J F; Fialho dos Reis E. y da Costa Netto P.** (2012) “Efeito de diferentes tratamentos na superação da dormência de sementes da Palmeira *Syagrus oleracea* Becc”. CERNE, vol. 18, núm. 3, julio-septiembre, pp. 487-493. ISSN impreso: 0104-7760.
- **Negreiros, G.F.; Perez, S.C.J.G.A.** (2004). Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. *Pesquisa agropecuária brasileira* 39(4):391-396.
- **Neves, S. C.; Ribeiro, L. M.; Da Cunha, I. R. G.; Pimenta, M. A. S.; Mercadante Simões, M. O. and Lopes, P. S. N.** (2013). Diaspore structure and germination ecophysiology of the babassu palm *Attalea vitrivir*. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(1), 68-78.
- **Nonogaki, H., Matsushima, H. and Morohashi, Y.** (1992). Galactomannan hydrolyzing activity develops during priming in the micropylar endosperm tip of tomato seeds. *Physiologia Plantarum* 85: 167–172.
- **Obregón Romero, M.T.** Relaciones Investigación- Docencia – Extensión (Licenciatura y Posgrado). Disponible en: www.cife.unam.mx/archivos/OBREGÓN%20ROMERO%20TERESA. Consultado: febrero de 2016
- **Odetola, J. A.** (1987). Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes, Journal of the International Palm Society* 31: 24-31.
- **Oliveira, S. T. G.** (2015a). Aspectos ecofisiológicos da germinação e armazenamento de sementes de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) (CHAM.) Glassman. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.
- **Oliveira, S. T. G.; Anderson, C. J.; Monteiro Ribeiro, L. and Rocha Faria, J. M.** (2015b). Longevity and germination of *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) seeds and its ecological implications. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 63 (2): 333-340, June 2015.
- **Ordoñez, A.** (1987). Germinación de las tres especies de *Nothofagus* siempreverdes (Coigües), y variabilidad en la germinación de procedencias de Coigüe común (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerst). Tesis Ing. Forestal. Fac. de Cs Forestales. Univ. Austral de Chile. Valdivia. 134 pp.
- **Orozco Segovia, A.; Batis, A.I.; Rojas Aréchiga, M. and Mendoza, A.** (2003). Seed Biology of Palms: A Review. *Palms Volume* 47(2) pp. 79-94.

- **Padmanabhan, D. and Regupathy, D. (1981).** Studies on *Bentinckia condapanna*: I. The fruit and the seed. *Principes, Journal of the International Palm Society* 25: 172–177.
- **Patiño, F.; de la Garza, P.; Villagomez, Y.; Talavera, I. y Camacho, F. (1983).** Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. 181 pp.
- **Pece, M.; Gaillard de Benítez, C.; Acosta, M.; Bruno, C.; Saavedra, S. y Buvenas, O. (2010).** Germinación de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (tipa blanca) en condiciones de laboratorio. *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho* Vol. 18 (1,2) – Diciembre 2010.
- **Pérez, E.; González, G. C. and Irabién, L. M. C. (2005).** Germination and survival of *Thrinax radiata* (Arecaceae) seeds, a threatened species in the Yucatan Peninsula. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 77, 9-20.
- **Pinheiro, C. U. B. (1986).** Germinação de sementes de palmeiras: revisão bibliográfica. Teresina, EMBRAPA – UEPAE de Teresina, 102p.
- **Pivetta K.; de Paula R.C.; Cintra G.; Pedrinho D.; Casali L.; Pizetta L.; Sarzi I. y Pimenta R. S. (2005)** “Effects of maturation and scarification on seed gemination of *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glass. (Arecaceae) *ISHS Acta Horticulturae* 683: [V International Symposium on New Floricultural Crops](#).
- **Pivetta K.; Takane R.; Batista G.; Romani G. y Mazzini R.B. (2010)** “Temperature and scarification effects on the germination of *Syagrus picrophylla* seeds, a Brazilian native palm”. *ISHS Acta Horticulturae* 937: [XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People \(IHC2010\): International Symposium on Advances in Ornamentals, Landscape and Urban Horticulture](#).
- **Potvin, C.; Cansari, R.; Hutton, G.; Caisamo, I. and Pacheco, B. (2003).** Preparation for propagation: understanding germination of giwa (*Astrocaryum standleyanum*), wagara (*Sabal mauritiiiformis*), and eba (*Socratea exorrhiza*) for future cultivation. *Biodiversity and Conservation* 12: 2161–2171. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- **Ribeiro, L. M.; Souza, P. P.; Rodrigues Jr., A. G.; Oliveira, T. G. S. and Garcia, Q. S. (2011).** Overcoming dormancy in macaw palm diaspores, a tropical species with potential for use as bio-fuel. *Seed Science and Technology*, 39(2), 303-317.
- **Ribeiro, L. M.; Oliveira, T. G. S.; Carvalho, V. S.; Silva, P. O.; Neves, S. C. and Garcia, Q. S. (2012).** The behaviour of macaw palm (*Acrocomia aculeata*) seeds during storage. *Seed Science and Technology*, 40(3), 344-353.

- **Robertson, B.L.** (1977). Morphology and development of the fruit and seed of *Jubaeopsis caffra* Becc. *Principes, Journal of the International Palm Society* 21: 23–30.
- **Roble, M. B.; Cornejo, J. N.; Speltini, C.** (2007) Articulando investigación, docencia y extensión: algunas experiencias en el campo de la ciencia y la tecnología – Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales- 18-19 de octubre de 2007. Disponible en <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/i-jornadas-2007/i-jornadas-2007/Roble.pdf>. Consultado: febrero de 2016.
- **Rohani, O.; Rajanaidu, N. and Jalani, S.** (1997). Seed characteristics of African accessions of oil palm (*Elaeis guineensis*). *Principes, Journal of the International Palm Society* 41: 5–11.
- **Sánchez, R.A. y de Miguel, L.** (1997). Phytochrome promotion of mannandegrading enzyme activities in the micropylar endosperm of *Datura ferox* seeds requires the presence of the embryo and gibberellins synthesis. *Seed Science Research* 7: 27–33.
- **Schwartz, E.; Fachinello, J.C.; Barbieri, R.L. y Silva, J.B. da.** (2010). Avaliação de populações de *Butia capitata* de Santa Vitória do Palmar. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(3): 736-745.
- **Shukr, M. M.; Clor, M. A. and Al-Ani, T. A.** (1988). Seed and fruit development of *Phoenix dactylifera* as influenced by type of pollination and some growth substances. *Principes, Journal of the International Palm Society* 32: 160–164.
- **Siddiqi, N.A.; Shahidullah; M. and Shahjalal, M.A.H.** (1991). Studies on seeds, germination success and raised seedlings of *Nypa fruticans*. *Indian Forester* 117: 553–559.
- **Sneed, M.W.** (1976). In quest of the big seed (with observations along the way). *Principes, Journal of the International Palm Society* 20: 11–23.
- **Souza, O.; Cañeque Martínez, V. y Guía López, E.** (2001). Efecto del tratamiento sobre el valor nutritivo de la paja tratada por urea. *Arch. Zootec.* 50: 343-353. 2001.
- **Sturião, W. P.; Corrêa Landgraf, P. R.; Rosa, T.P.** (2012). Avaliação da qualidade de sementes de palmeira jerivá pelo teste de Raios X. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 1, p. 213-218, jan./mar. 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p213
- **Teixeira, M. T.; Vieira, H. D.; Teixeira, S. L., Da Silva, R. F.** (2007). Influence of disinfection and osmotic conditioning on the germinating behavior of

australian royal palm (*Archontophoenix alexandrae*) seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, nº 1, p.155-159.

- **Tomlinson, P.B. and Soderholm, P. K.** (1975). The flowering and fruiting of *Corypha elata* in South Florida. *Principes, Journal of the International Palm Society* 19: 83–99.
- **Tomlinson, P. B.** (1990). The structural biology of palms. Oxford: Clarendon Press.
- **Tomlinson, P.B.** (1960). Essays on the morphology of palms. *Principes, Journal of the International Palm Society* 4: 6–61.
- **Varela, S. y Arana, V.** (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre- germinativos. Serie técnica: “Sistemas Forestales Integrados” Área Forestal INTA EEA Bariloche. Sección: “Silvicultura en vivero” Varela, S. A. y Aparicio, A. (eds.) Cuadernillo N° 3: Marzo de 2011. ISSN: 1853-4775
- **Wang, A.; Jieran, L.; Bewley, J. D.** (2004). Molecular cloning and characterization of an endo- α -mannanase gene expressed in the lettuce endosperm following radicle emergence. *Seed Science Research*, v.14, n.3, p.267-276.
- **Yang, Q.H.; Ye W.H.; Yin, X.J.** (2007). Dormancy and germination of *Areca triandra* seeds. *Sci Hortic- Amsterdam* 113: 107-111.