



## **INFORME SOBRE EL DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE UNA PALMERA DEL PATIO INTERIOR ABIERTO DE LA “CASA ROSADA” CASA DE GOBIERNO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA**

### **EXORDIO**

El presente informe, que se tramita por Expediente: 0200-002492/16-00, responde al pedido de la Administración de Servicios Generales de la Secretaría General de la Presidencia de la Nación Argentina a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata con fecha 14 de octubre 2016: *Diagnóstico y Evaluación sobre el estado de una palmera “Butia yatay” del Patio de las Palmeras de la Casa Rosada.*

La Facultad designa a la UPID-IP Unidad Promocional de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Paisaje que coordine y formule un Equipo Interdisciplinario a esos efectos. Los estudios fueron iniciados en el mes de octubre de 2016 con los estudios *in situ* el sábado 22 de octubre de 2016 y finalizado el 12 de diciembre de 2016.

El equipo interdisciplinario efectuó dos visitas al Patio de las Palmeras para los estudios correspondientes de toma de muestras y observaciones *in situ* sobre la problemática. Luego las diferentes áreas académicas se abocaron a sus estudios específicos redactando sus informes parciales para nutrir y concluir en dos reuniones plenarios el presente Informe Final.

### **ÁREAS PARTICIPANTES**

Se desarrollaron las siguientes actividades: (A) Gestión inter-institucional, Coordinación de visitas y tareas. Visitas, cateos, muestreo vegetal y edáfico. (B) Revisión bibliográfica, esquemas/planos. Análisis de laboratorio de suelo, planta y agua. Análisis fitopatológicos, estudios entomológicos y terapéuticos. (C) Estimaciones, discusiones, interconsultas. Recomendaciones, redacción de informes parciales específicos e Informe Final. Estas actividades estuvieron a cargo de las siguientes áreas:

1. Dr. Esp. Ing. Agr. Alfredo H. Benassi Director de la Unidad de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Paisaje. Profesor a cargo de Planeamiento y Diseño del Paisaje. Director de la Carrera de postgrado de Especialización en Planeamiento Paisajista y Ambiente. Director de la Maestría en Hábitat Paisajista.
2. Esp. Arq. Rubén J. Opel Co-Director de la Unidad de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Paisaje. Profesor de Planeamiento y Diseño del Paisaje. Co-Director de la Carrera de postgrado de Especialización en Planeamiento Paisajista y Ambiente. Co-Director Carrera de postgrado de Maestría en Hábitat Paisajista.
3. Dr. Ing. Agr. Néstor Bayón Profesor de Botánica Sistemática. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAYF), UNLP.
4. Dra. Ing. Ftal. Corina Graciano, Investigadora de CONICET (INFIVE)- Profesora Adjunta de la FCAYF, UNLP- Área académica: ecofisiología forestal
5. Prof. Dra. Ing. Agr. Elisabet Mónica Ricci. CISaV, FCAYF, UNLP. Área académica Zoología Agrícola.
6. Ing. Agr. Silvia M. Wolcan Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICBA). Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI – UNLP – CICBA). Área académica Fitopatología, FCAYF, UNLP
7. Prof. Ing. Agr. Susana B. Padín. Área académica Terapéutica Vegetal. CISaV, FCAYF, UNLP.
8. Dra. Ing Agr. MSc Margarita M Alconada Magliano. Profesora de Edafología, FCAYF, UNLP.
9. Lic. Mónica Murace Docente Ordinario (JTP) Área académica Protección Forestal, FCAYF, UNLP

### **1. EL AMBITO DE CULTIVO DE LAS PALMERAS**

Prof. Dr. Ing. Agr. Alfredo Benassi y Prof Esp. Arq. Rubén Opel

Los cuatro ejemplares de palmeras se encuentran ubicados en el "Patio de las Palmeras" de Casa Rosada, ámbito rectangular cuyas dimensiones son de 27,28mts. En su lado mayor, por 19,94mts en su lado menor. El Patio de Las Palmeras, de acuerdo a información aportada por técnicos de Casa Rosada, está atravesado por:

- 1) Un albañal que cruza el sitio donde se encuentran emplazadas las palmeras 1 y 2 (ver esquema siguiente). Dicho caño de desagüe conecta la pileta de piso cercana a la fuente

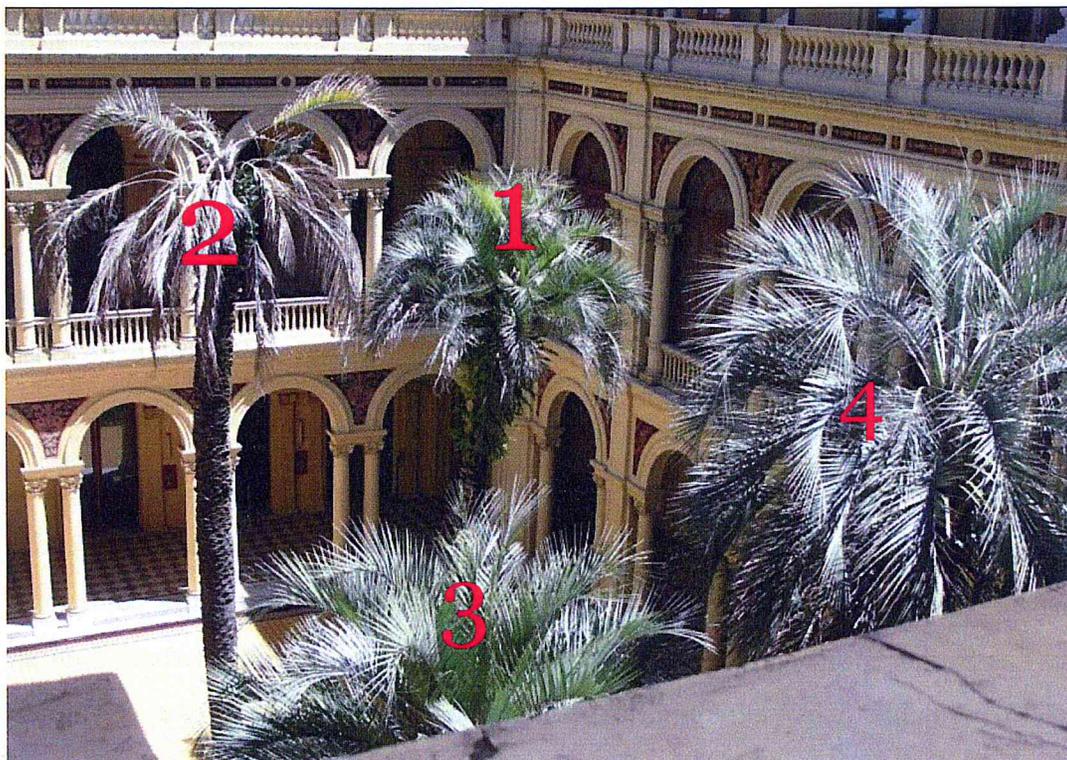
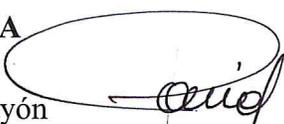


Figura 2: Imagen de palmeras. FCyF – UPID. En base al esquema aportado por Dirección de Mantenimiento de la Presidencia de la Nación.

## 2. IDENTIDAD BOTÁNICA

Prof. Dr. Ing. Agr. Néstor Bayón

  
Néstor D. Bayón

Los cuatro ejemplares de palmeras del patio pertenecen a *Butia capitata*, especie conocida vulgarmente como “Butiá”, la que es originaria del Sur de Brasil (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina) y Este de Uruguay (Montevideo, Rocha). No obstante lo indicado por parte del pedido, ninguno de los especímenes se corresponde con la especie *Butia yatay*, vulgarmente conocida como “Arirí”, “Butia” o “Yatay”. Esta última es una palmera nativa (Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Misiones y Santa Fe), aunque también se halla presente en Brasil (Rio Grande do Sul) y Uruguay (Paysandú, Río Negro). Ambas especies se pueden diferenciar claramente por la forma del endocarpo (la capa interna del fruto que presenta consistencia leñosa). Mientras el endocarpo de los frutos de *Butiacapitata* es globoso o subgloboso, el de los frutos de *B. yatay* es alargado, con los extremos agudos (Fotos 3 y 4).

central del patio, donde desaguan las aguas de dicha fuente y de las rejillas de desagües pluviales del piso del Patio. Este albañal habría estado con un funcionamiento deficiente en el período comprendido entre los años 2008 -2015; según información aportada.

2) Una cañería de alimentación de agua que abastece a la fuente central y en su recorrido atraviesa el sector donde se encuentran ubicadas las palmeras 3 y 4.

3) No existen cañerías de gas natural, al igual que en el resto del edificio de Casa Rosada.

Constituidos en el sitio se descubrió que además del ejemplar en cuestión había algunos signos de afectación a otro ejemplar del conjunto patrimonial. Ante lo cual se procedió la toma de muestras del conjunto y al cateo en profundidad de la carga edáfica de cultivo. Las palmeras que se presuponía se encontraban ubicadas sobre terreno natural, se detectó mediante cateo exploratorio se hallaron plantadas sobre una capa dura limitante, que explica en parte la alta concentración hídrica sin salida.

También se enumeraron los cuatro ejemplares de acuerdo al esquema e imagen que se ponen a continuación.

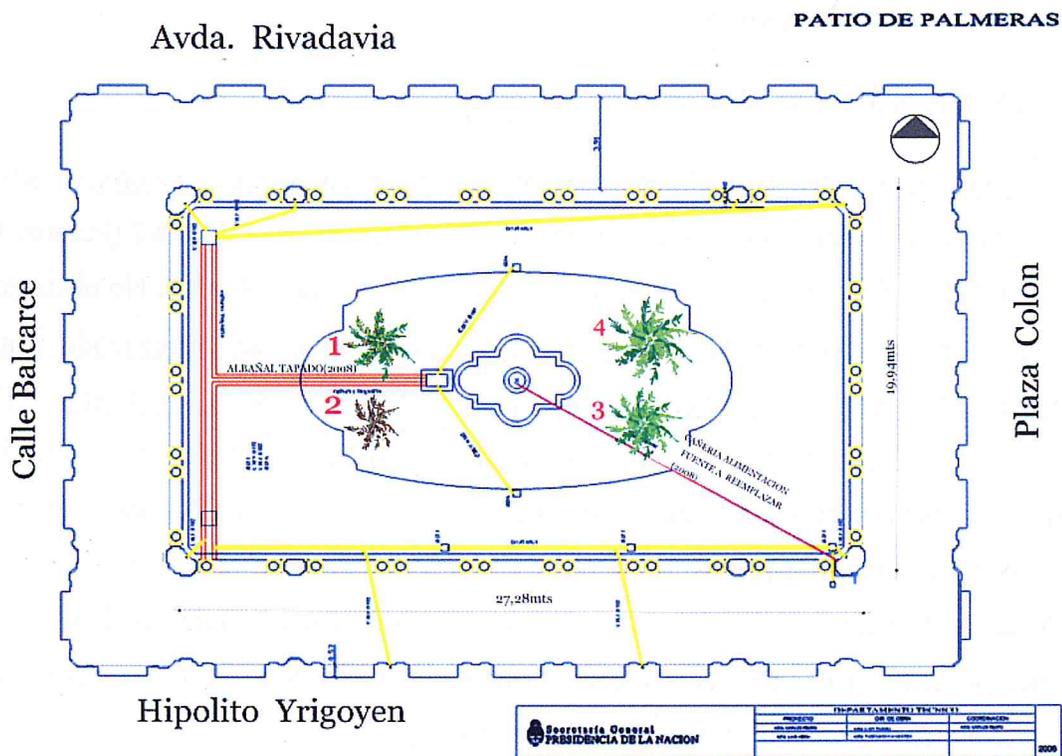


Figura 1: Plano ubicación de palmeras. FCAyF – UPID. En base al esquema aportado por Dirección de Mantenimiento de la Presidencia de la Nación.

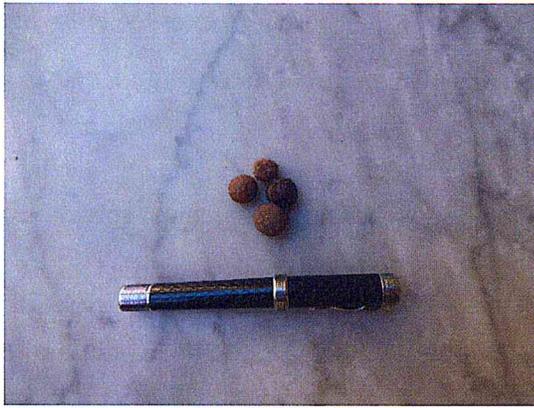


Fig. 3. Endocarpo de los frutos de la palmera oeste (Butiacapitata).



Fig. 4. Endocarpo de los frutos de las otras tres palmeras (Butiacapitata).

### 3. CONDICIÓN FISIOLÓGICA ACTUAL DEL EJEMPLAR (diciembre de 2016)

Prof. Dra. Ing. Ftal. Corina Graciano

CORINA GRACIANO

La palmera 2 en estudio es la única que presenta abundantes raíces adventicias superficiales. Todas las raíces muestreadas, por más que tenían aspecto frágil estaban vivas, porque tenían tasas de consumo de oxígeno en el rango de las raíces vivas saludables (entre 0,16 a 0,77mmol de O<sub>2</sub> día<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>). Por lo tanto la palmera 2 aún está viva. El aspecto de las hojas era de hojas deshidratadas, con sólo 2 mitades de hojas que mantenían color verde, indicando que el proceso de senescencia todavía no concluyó ya que la clorofila aún está presente, por lo que esas porciones de hojas aún están vivas. No se pudo acceder a las hojas de manera de poder registrar actividad fotosintética en dichas hojas, por lo que no se pudo cuantificar su vitalidad. El resto de las hojas no presentaban color verde ni amarillo, sino que la senescencia culminó, por lo tanto esas hojas no estaban vivas.

La palmera 1 tiene 2 hojas apicales parcialmente secas, y una hoja apical amarilla. Estos son signos claros que esta palmera tiene algún estrés que afecta a las hojas jóvenes.

Las palmeras 3 y 4 tienen todas las hojas apicales verdes, con aspecto saludable y presentan órganos reproductivos.

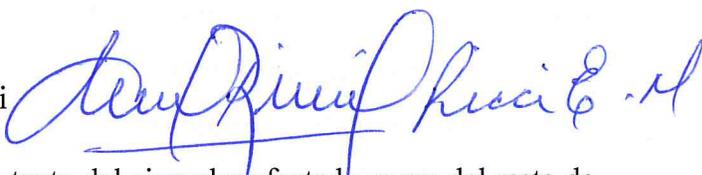
La temperatura del estípite de la palmera 2 es de 44°C, de la que palmera 1 es de 40°C, mientras que las que estaban en el cantero opuesto tenían temperaturas de 38°C. La mayor temperatura puede relacionarse con menor transpiración, que puede ser un resultado del cierre estomático que produce el anegamiento.

Nota: Metodología empleada para verificar si las raíces estaban vivas fue mediante la tasa respiratoria de las raíces, que se midió mediante la cuantificación del consumo de oxígeno. Las raíces fueron muestreadas y trasladadas en frío hasta su medición. Posteriormente fueron lavadas para eliminar restos de tierra. Segmentos de raíces se colocaron en una cámara estanca y se midió la disminución de la concentración de oxígeno con un electrodo Hansatech durante 10 minutos. Concluida la medición se tomó el peso fresco de las raíces. La tasa respiratoria se expresa como mmoles de O<sub>2</sub> consumidos durante un día por cada gramo de peso fresco de raíz (mmol de O<sub>2</sub> día<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>). El rango de las raíces registrado varió entre 0,16 a 0,77mmol de O<sub>2</sub> día<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>, valores que corresponden a tasa respiratorias de raíces de palmeras saludables (Islas-Flores et al. 1999).

Fuente: Islas-Flores I, Santamaría JM, Cordova I, Oropeza C (1999) Biochemical Changes in Roots of Coconut Palms (*Cocos nucifera* L.) Affected by Lethal Yellowing. *J Plant Physiol* 155:48–53. [http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617\(99\)80139-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617(99)80139-4).

#### 4. EVALUACIÓN ENTOMOLÓGICA

Prof. Dra. Ing. Agr. Elisabet Mónica Ricci



Se realizó una observación macroscópica, tanto del ejemplar afectado como del resto de las *Butiacapitata* presentes en el lugar, a los fines de constatar la presencia de plagas insectiles que podrían haber ocasionado el deterioro del ejemplar motivo de la consulta. Las plagas de las cuales existen registro de daños en nuestro país son *Coralimelaquadrimaculata* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Paysandisiaaarchon*

Existen diferentes alguicidas permitidos por ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica), en base a los siguientes principios activos: Polidimetil-co-epiclorhidrina, Polidimetilamina-co-epiclorhidrina, Ácido tricloroisocianúrico + sulfato de cobre + sulfato de aluminio, Dicloroisocianurato de sodio + sulfato de aluminio + sulfato de cobre, Polímeros catiónicos, Policloruro de aluminio (profesional), Cloruro de benzalconio (profesional), Cloruro de dimetildodecil amonio, Dicloruro de polioxietileno, Ácido clorhídrico + cloruro de benzalconio, Cloruro de benzalconio + sulfato de cobre, Sulfato de cobre, entre otros.

Considerando que los alguicidas en general son productos no persistente y de baja residualidad a las dosis de uso, podría descartarse su presencia en el agua de la fuente.

Fitotoxicidad: respecto a la observación y análisis realizado sobre las diferentes manchas foliares de la palmera enferma se concluye que no se corresponden con los daños causados por fitotoxicidad de agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fungicidas).

## 6. FITOPATOLOGIA

Ing. Agr. Silvia María Wolcan y Lic. Mónica Murace

*(Handwritten signature)*  
Mónica Murace  
*(Handwritten signature)*  
Silvia María Wolcan

### 6.1. Síntomas

#### Plantas:

De las 4 palmeras que integran el Jardín (Figuras 2 y 5), la número 2 presenta evidencia de marcado decaimiento, con desarrollo de poco follaje o corona, que incluye dos hojas de formación más reciente (se estima que su crecimiento fue anterior al presente año), de coloración verde-grisáceo y notable malformación. Hay hojas maduras en proceso de necrosis (la base de los folíolos aún está verde y el resto seco) y las hojas basales más viejas están totalmente secas (Figuras 5 a 8).

Se observan además distintas alturas: las palmeras 2 y 4 son notoriamente más altas (Figuras 2, 5 y 7).

(Lepidoptera: Castniidae) y *Opsiphanesinviraeamplificatus* (Lepidoptera: Nymphalidae).

En base a las observaciones realizadas en el lugar, se descarta la presencia de las mismas, dado que los daños que ocasionan son visibles a simple vista y de formas muy características. Producen orificios de gran tamaño en hojas cerradas, expandidas, en el cogollo y los pecíolos. Además son insectos de más de 3 cm que pueden verse sin ayuda de instrumental óptico. Se verificó la ausencia de plagas exóticas que podrían haber ingresado al país, que en la actualidad afectan severamente palmares en otros lugares del mundo (Canarias- España) como el gorgojo asiático *Rynchophorusferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae). El mismo daña el ápice de la palmera ocasionando la muerte de la misma. Ninguno de los insectos nombrados anteriormente se registró en el lugar.

Dado que la movilidad de dichas especies es importante, de haber existido alguna de ellas en una de las palmeras, rápidamente se habría observado la misma sintomatología en todas, con lo cual se descarta que el deterioro de la palmera se deba a una causa de origen entomológico.

##### **5. POSIBILIDAD ANTERIOR DE ALGUICIDAS EN EL AGUA DE LA FUENTE CENTRAL QUE PUDIERON HABER FILTRADO POR POSIBLES ROTURAS**

Prof. Ing. Agr. Susana Padín

Ing. Agr. SUSANA B. PADÍN  
Terapéutica Vegetal  
Profesora Adjunta Ordinaria  
Fac. de Cs. Agrs. y Ftiles. - U.N.L.F

Teniendo en cuenta la información recibida, basada en años anteriores sobre la existencia de pérdida de agua en la fuente ornamental del centro del Patio de las Palmeras, se analizó la posibilidad de que hubiesen aplicado lavandina (hipoclorito de sodio) y/o algún alguicidas para el mantenimiento del agua. En el caso de *lavandina* se realizaron las averiguaciones pertinentes y nos informaron que se halla prohibido el ingreso de dicha sustancia en el ámbito de la Casa de Gobierno, por lo tanto queda descartada su presencia. En relación a los *alguicidas* se deben mencionar previamente algunas características a tener en cuenta: son productos que se presentan a distintas concentraciones de principio activo, algunos están formulados como líquidos solubles y otros como sólidos (tabletas, granulados y pastillas), la mayoría son de venta libre y otros de uso profesional.



Figura 5: Ubicación de las palmeras en el jardín, vistas desde el extremo opuesto al de la Figura 2.

Palmera 2



Figura 6: Al fondo palmera 2 y al frente palmera 1

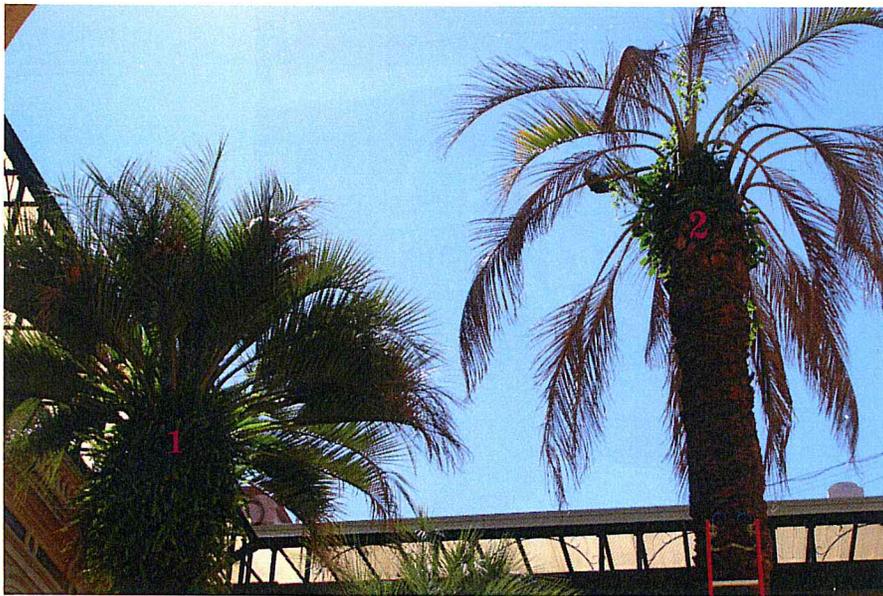


Figura 7: Diferencia entre las palmeras vecinas 1 y 2 con distinta altura, crecimiento de distintas plantas en la parte alta (helechos en la planta 1 y pocas epífitas y helechos en la planta 2) y distinta cantidad de follaje.



Figura 8: Palmera 2 vista desde abajo (izquierda) y vista desde arriba (derecha). Se distinguen las hojas deformadas con los folíolos rizados y las hojas secas o a medio secar.

Se observa el desarrollo de distintas especies de plantas epífitas y de helechos en la parte alta de las palmeras: los helechos predominan en las palmeras 1, 3 y 4 (particularmente en la palmera 1) y hay muy pocos en la palmera 2.

#### Palmera 1



Figura 9: Follaje de la palmera 1 vista desde abajo donde se observan síntomas de necrosis los ápices de las hojas viejas y en los extremos de algunos folíolos (izquierda). Desde arriba se distinguen dos hojas nuevas muertas (derecha)

Para la palmera 1 no se conoce la causa de los síntomas mencionados (no se muestrearon y analizaron). Si se aumenta el tamaño de las fotos, se puede observar que en las hojas muertas no se distinguen “manchas” sino que hay necrosis uniforme que no se corresponde con los síntomas de alguna enfermedad. Son diferentes a los síntomas de la palmera 2.

#### Palmera 4

En la palmera 4 se observó follaje abundante, sano y emisión de dos inflorescencias.

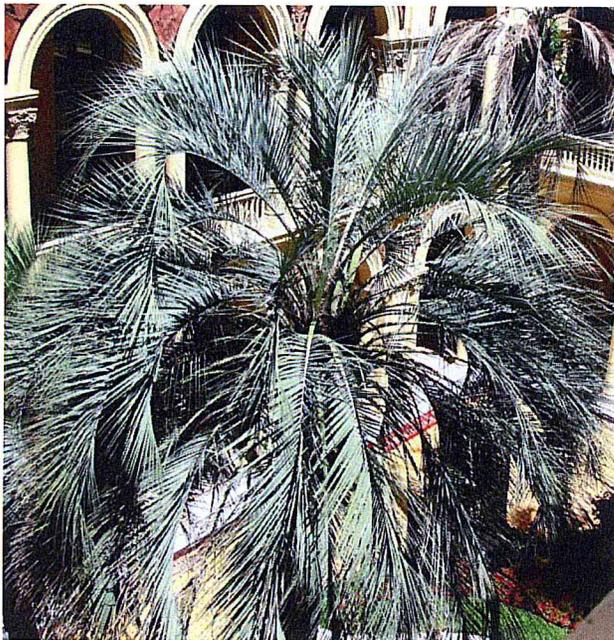


Figura 10: Follaje de palmera 4. Atrás se distingue la palmera 2.

Síntomas de la palmera 2:

Hoja o palma: En dos hojas jóvenes se observa una deformación en zig-zag en la mitad apical del pecíolo o raquis, con pliegues más cercanos entre sí hacia la porción terminal (Figura 11 izquierda). En los folíolos o pinnas se observan pliegues que le dan aspecto de un rizado característico, más acentuado en los extremos de los folíolos y de la hoja y manchas irregulares, castaño oscuras; otras de mayor tamaño, con centro grisáceo y borde oscuro, grueso, longitudinales, cubriendo gran parte de su extensión (Figura 11 derecha).



Figura 11: Deformación de la hoja y de los folíolos, que presentan manchas necróticas con bordes definidos.

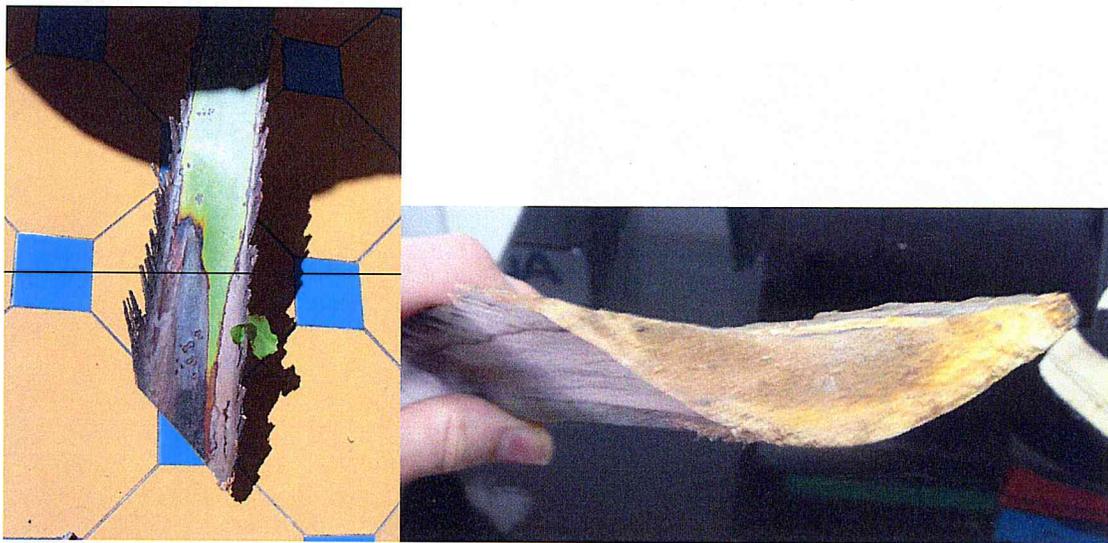


Figura 12: Base del pecíolo con necrosis ascendente en el centro y en los bordes (izquierda) y corte transversal de la base, correspondiente con la mancha oscura

necrótica. Se ve en forma de D horizontal, de color marrón más oscuro, la zona de tejido muerto, incluyendo sistema vascular (derecha).

Tallo o fuste: En un acercamiento desde la parte superior (Figura 13) no se distinguió la presencia de nuevas hojas. Se observó un hueco en el extremo del tallo donde debería haber desarrollo de hojas nuevas o de primordio o yema foliar. De comprobarse fehacientemente, este síntoma de ausencia de desarrollo del ápice es determinante para mostrar la falta de posibilidades de rebrote dado que las palmeras (Monocotiledoneas) tienen una única yema apical.



Figura 13: Extremo apical de la palmera 2. No se observa desarrollo de hojas nuevas ni de brote apical.

Raíces: La palmera 2 fue la única que presentó desarrollo de raíces aéreas.



Figura 14: Emisión de raíces aéreas. Se observan estructuras vacías donde las raíces emergentes murieron, posiblemente por no haber podido anclar en el suelo.

## 6.2. Análisis fitopatológico

Observación macroscópica: De acuerdo con los síntomas observados en la planta afectada (palmera 2), en la hoja que se extrajo para su análisis y con apoyo de la bibliografía consultada, se determinó que estos síntomas no se corresponden con infecciones de origen virósico o bacteriano. Por lo tanto el material se analizó en el Laboratorio de Fitopatología aplicando técnicas de rutina para la determinación de infecciones fúngicas.

En el Laboratorio se analizaron muestras de una hoja (folíolos y pecíolo) de la palmera 2 y de los tallos y raíces de las palmeras 1, 2 y 4.

Se realizaron las siguientes tareas en las distintas partes de las plantas:

Observación macroscópica y bajo lupa, del tipo de anomalías (signos y/o síntomas).

Descripción y toma de registros fotográficos.

“Aislamientos”, en el medio de cultivo agar de papa glucosado (APG) suplementado con un antibiótico (cloranfenicol), previo procesamiento según las técnicas fitopatológicas de rutina.

Observación macroscópica y bajo la lupa de las colonias fúngicas.

Identificación taxonómica de los hongos aislados, en base a la observación macroscópica y bajo la lupa de las colonias desarrolladas y a la observación microscópica de las estructuras vegetativas y reproductivas desarrolladas por los hongos aislados, complementado con el apoyo de claves micológicas y de bibliografía referida a enfermedades.

Hojas: A partir de la planta enferma (palmera 2) se recolectó una hoja de formación más reciente (se estima que anterior al presente año), con síntomas de malformación muy marcadas y con manchas necróticas. Para su análisis se extrajeron sectores de los folíolos y de la base necrosada del pecíolo.

La malformación no se corresponde con síntomas de enfermedad de origen biótico (no está causada por organismos patógenos).

Tallo: Para el análisis de los tejidos internos del fuste o estípite, de las 4 palmeras se extrajeron muestras con un barreno de 3 mm de diámetro x 12 cm de largo aproximadamente (Figura 15).

El muestreo fue realizado a distintas alturas del estípite: A partir de la palmera 2, las extracciones se hicieron a los 20 cm, 40 cm (en dos lados opuestos de la circunferencia) y 160 cm de altura. En las palmeras “sanas” se extrajo una muestra por planta, tomada a los 40 cm de altura aproximadamente a efectos de comparar con la enferma.



Figura 15: Empleo de barreno para extraer contenido del fuste de las palmeras, donde se observa el exudado acuoso liberado al penetrar el barreno (izquierda). Muestra de los “cilindros” extraídos del interior del fuste en oportunidad de su recolección y abajo, más deshidratados, luego de transcurridas 24 h del muestreo (derecha).

Raíces: Se hicieron aislamientos a partir de raíces de las palmeras 1, 2 y 4 provenientes de las mismas muestras de suelo extraídas para el análisis que se realizó en el Laboratorio de Edafología y que fueron colectadas con el barreno correspondiente a 50 cm del fuste (ver punto 7 Estudios edafológicos). Se tuvieron en cuenta la muestra más superficial (0 - 25 cm de profundidad) y la más profunda (25 - 55 cm en la palmera 1; 65 - 95 cm en la palmera 2; 90 - 100 en la palmera 4). Asimismo, en cada una de las

muestras, todas las raíces se separaron del suelo, de modo de cuantificar groseramente el volumen de producción de cada palmera.

### 6.3. Resultados y discusión

Hoja: en la observación de las manchas necróticas bajo la lupa (de folíolos y de la base del pecíolo), se distinguieron numerosas puntuaciones oscuras, correspondientes a las fructificaciones de un hongo, de las cuales emergió un exudado negro brillante que son las esporas aglutinadas (signo). Bajo el microscopio se observaron las esporas que son características del hongo patógeno *Pestalotiopsis* sp.

A partir de los aislamientos practicados en los folíolos con manchas y en el borde de la necrosis de la base de la hoja, se obtuvieron colonias del mismo hongo.

Tallo: la totalidad de los “cilindros” extraídos con el barreno se presentaron húmedos, indicando, junto con el exudado de agua de las heridas, que a la altura de las perforaciones (hasta 160 cm en la palmera 2) esos tejidos estarían vivos y estaría llegando el agua absorbida por las raíces.

Los resultados de los aislamientos realizados en los “cilindros” de las 3 palmeras, mostraron: desarrollo nulo de colonias de hongos en la palmera 4; algunas colonias de hongos no patógenos en el interior de la palmera 1 y distintos hongos no patógenos en la palmera 2, incluyendo el aislamiento de *Pestalotiopsis* sp en las dos muestras tomadas a los 40 cm de altura.

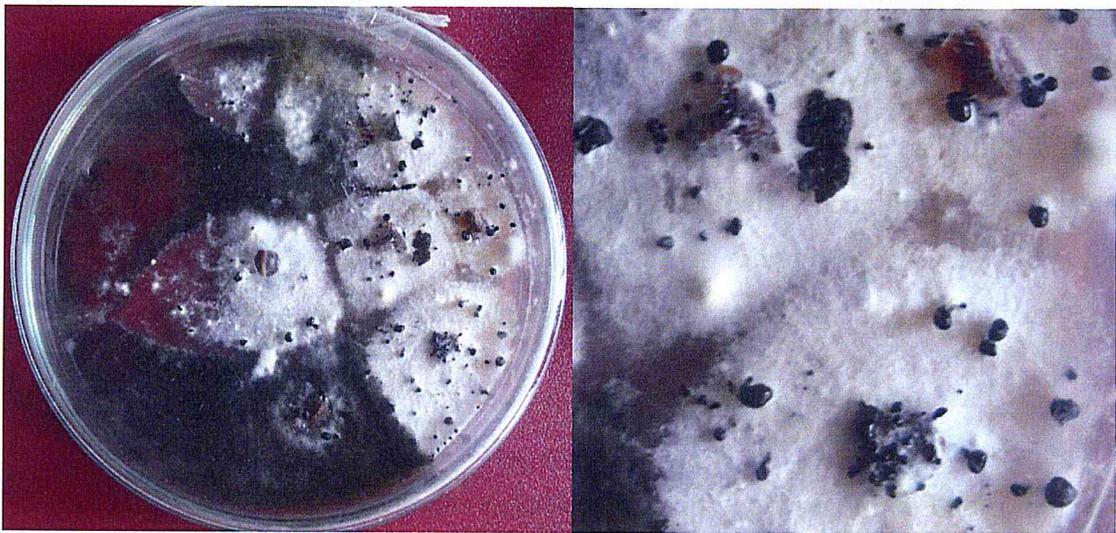


Figura 16: colonias del hongo *Pestalotiopsis* sp. aisladas a partir palmera 2 (izquierda). Detalles de los exudados de esporas que emergen de las fructificaciones maduras del hongo (derecha).

El hongo *Pestalotiopsis* es un patógeno débil, que penetra por heridas, se multiplica fácilmente y puede resultar agresivo en plantas estresadas. En algunas especies de palmeras está citado *P. palmarum* causando manchas necróticas y atizonamiento de hojas, que puede producir daños importantes en el caso de estar combinado combinado con un desequilibrio de nutrientes en las plantas.

La presencia de este hongo en el país está confirmada desde 1990 afectando plantas de pindó (*Arecastrum romanzoffianum* = *Syagrus romanzoffiana*), muy cercanas al género *Butia*.

La necrosis del tejido (manchas en hojas), resultaría del rol patogénico de la *Pestalotiopsis* sp. Existen antecedentes en torno a la acción patógena de *Pestalotiopsis* spp en distintas especies de palmeras, ya sea vigorosas o bien expuestas a situaciones de estrés, en distintos estados de desarrollo (ejemplares adultos y de vivero), causando síntomas foliares similares a los descritos (Carmona et al., 1990; Elliott, 2005; Labarca et al., 2006; Selmaoui et al., 2014, Farr & Rossman, 2016).

Para este patógeno además hay registros que lo vinculan con enfermedades que involucran la muerte de la yema apical como también fue hallada en tallo (Elliott, 2005; PaDIL y con el declinamiento generalizado de *B. capitata* (Elliott et al., 2010).

Las especies de *Pestalotiopsis* están presentes en los ecosistemas tropicales y templados del mundo como patógenos, saprófitos o endófitos. Pueden actuar como patógenos primarios o bien como patógenos débiles u oportunistas (la mayor parte de los antecedentes refieren a esta condición) y causar enfermedades en individuos bajo estrés (Sajeewa, 2011), situación que se presentaría en el ejemplar analizado.

#### Raíces

En las muestras en estudio, se observó que en la palmera 2 era notoria la reducción de la cantidad de raíces con relación a las otras palmeras del sitio y que además muchas presentaban descortezamiento, indicando su destrucción parcial (Figura 17). Esto muestra un sistema de nutrición y sostén de la planta muy empobrecido.

En la capa más superficial de suelo de las 3 palmeras (0 – 25 cm), donde se producen las raíces más recientes, se observó la menor cantidad de raíces, que se caracterizaron por su menor diámetro de crecimiento.

En las capas de suelo más profundas de las raíces de las palmeras 1 y 4 la cantidad de las raíces fue superior y el diámetro de las mismas fue mayor que en la palmera 2.



Figura 17: Raíces extraídas del suelo a distintas profundidades. Palmera 2 (izquierda), palmera 1 (centro) y palmera 4 (derecha)

El escaso volumen de raíces de la palmera 2 sería compatible con las condiciones edáficas en ese sector del jardín (ver punto 7. Estudios edafológicos).

Las condiciones de estrés mencionadas pueden predisponer a la planta para la infección del patógeno “débil” *Pestalotiopsis* sp. En ese caso *Pestalotiopsis* sp puede actuar de manera más agresiva, llegando a necrosar parte del follaje (folíolos y pecíolos). Su presencia en el interior del tallo sería otro parámetro que indicaría la condición de debilitamiento de la planta.

Dado que las palmeras tienen un solo meristema apical (característica de las Monocotiledóneas), si éste muere se produce la muerte del ejemplar. Puede morir por acción de la deficiencia de boro (ver punto 7. Estudios edafológicos) o por la infección de *Pestalotiopsis* que pasa desde la base del raquis al ápice de la planta. La necrosis observada en el área de la yema apical y la ausencia de primordios foliares conducen a pensar en esto.

## Bibliografía consultada

Broschat TK. *Butia odorata*: pindó palm. 2pp. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/st105>;

Carmona MA, Zapata RL, Wright ER. 1990. Mancha foliar del pindó (*Arecastrum romanzoffianum*) ocasionada por *Pestalotiopsis*. Rev. Fac. Agron. 11(2-3):101-105.

Elliott M. 2005. *Pestalotiopsis (Pestalotia)* diseases of palm. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>

Elliot ML, Broschat TK, Uchida JY, Simone GW. 2010. Compendium of ornamental palm diseases and disorders. 32 pp. APS, St. Paul, MN, disponible en: <https://issuu.com/scisoc/docs/43143/32>

Labarca M, Sanabria N, Arcia A. 2006. Patogenicidad de *Pestalotiopsis palmarum* Cooke, sobre plantas de vivero de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Rev. Fac. Agron. (23): 417-424

PaDIL, disponible en: <http://www.padil.gov.au:80/maforder/Pest/Main/143054>

Sajeewa SNM, Liang-Dong Guo; Ekachai Chukeatirote; Bahkali Ali H, Hyde KD. 2011. *Pestalotiopsis*—morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. Fungal Diversity, 50:167–187.

Selmaoui K, Jihane Touati, Mohamed Chliyeh, Amina Ouazzani TouhamiI, Rachid Benkirane, Allal Douira. 2014. Study of *Pestalotiopsis palmarum* pathogenicity on *Washingtonia robusta* (Mexican palm). Int. J. Pure App. Biosci. 2(6):138-145.

Farr DF, Rossman AY. 2016. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>

## 7. ESTUDIOS EDAFOLÓGICOS

Dra Ing Agr MSc Margarita M Alconada Magliano

*Alconada Margarita Alconada*

### 7.1. Exigencias edáficas de palmeras en general y *Butia capitata* en particular

Una síntesis recopilada de diversas fuentes respecto a las exigencias de las palmeras en general y la *Butia capitata* en particular; tuvo como objetivo definir las variables edáficas a medir, considerando además, las propiedades del material edáfico en el sitio problema.

Las palmeras se adaptan a diferentes tipos suelos, en relación al drenaje, texturas, salinidad, alcalinidad, y nutrición. Sin embargo, en función principalmente de su lugar de origen, bajo determinadas condiciones de sitio tienen un mejor crecimiento, desarrollo y persistencia. Las especies tropicales necesitan de suelos muy fértiles, neutros o ligeramente ácidos, mientras que las especies de latitudes más secas se desarrollan mejor en suelos más pobres.

Específicamente *Butia capitata* encuentra -tal como se mencionó en el apartado Identidad Botánica- su distribución natural especialmente en Brasil y Uruguay. En Brasil, sobres suelos denominados genéricamente "rojos" bien drenados y ácidos, y en Uruguay, esta especie forma por ejemplo los palmares del Dpto. de Rocha, sobre suelos arcillosos con pobre drenaje, anegamiento y acidez.

Consecuentemente, son extremas las condiciones edáficas donde estas palmeras se desarrollan, texturas gruesas a finas, suelos ácidos a calizos, e incluso son resistentes a la salinidad y alcalinidad, siendo aún en algunas de estas variables edáficas más resistentes que otras palmeras. Sin embargo, aún con mayor resistencia, no le es favorable a esta especie condiciones de muy elevada humedad edáfica, ni de alcalinidad. Por el contrario, resulta propicio asegurar un buen drenaje y una moderada a baja alcalinidad a fin de evitar deficiencias nutritivas inducidas y enfermedades asociadas.

Respecto al *manejo del agua*, la bibliografía recomienda que si el suelo es arcilloso o tiene un mal drenaje, debe mejorarse este último mediante el agregado de arena, materia orgánica, nivelando, colocando tubos de drenaje y controlando el riego, según corresponda. Asimismo, es de destacar que en general, las palmeras resisten mejor la sequía que el exceso de agua, y esto es especialmente indicado para la especie *Butia capitata*, para la cual se recomienda, principalmente en los meses más frío, permitir que el suelo llegue a secarse entre dos riesgos consecutivos.

Entre las deficiencias nutritivas descriptas para *Butia capitata*, en otras partes del mundo, se destacan de K, Mg, Mn, y menos frecuentes de Fe, si bien no se especifica el tipo de suelo o el resto de condiciones que podrían estar asociadas a dichas deficiencias. Una deficiencia que ha sido detalladamente descripta en algunas palmeras es la del elemento B (*boro*), que en general es de tipo inducida asociada a *excesos hídricos y alcalinidad*.. Esta deficiencia es también descripta en suelos ricos en otros nutrientes

como N, K, y P, donde el alto crecimiento impone un mayor requerimiento de B. Asimismo, pueden producirse en suelos pobres en materia orgánica y arenosos.

La *deficiencia de boro*, se manifiesta como un *acortamiento de hojas* nuevas maduras que eventualmente pierden su curvatura normal, tendiendo a la verticalidad y/o presentando un “*rizado*” donde un grupo variado de folíolos se arrugan, pliegan, y desarrollan malformaciones, particularmente en la punta de la hoja o desde la mitad de la hoja hacia el ápice. Las primeras hojas afectadas son las nuevas debido a la baja movilidad del B dentro de la planta. Las hojas pueden tornarse frágiles, quebradizas, y con una coloración verde más intensa. Asimismo, pueden producirse acortamientos de raíces con un desarrollo concentrado alrededor del tallo debido a un retardo del crecimiento meristemático y pérdida de la dominancia apical. Esto último favorece el desarrollo de raíces laterales que no llegan a desarrollarse completamente y forman aglomeraciones de raíces cortas y gruesas. Cuando la inhibición del crecimiento de las raíces se produce en forma temprana respecto a la aparición de los efectos de déficit en el tallo y las hojas, se produce un aumento de la relación tallo/raíz, predisponiendo al vuelco, y disminución de la capacidad de absorción de agua y nutrientes. Lo descrito en hojas y raíces fue observado en la palmera afectada (número 2), tal como se analiza en detalle en punto 6.

Es de destacar que la deficiencia en B, es la que más afecta a las palmeras datileras, donde se señala además, que cuando las deficiencias son severas inhibe completamente el desarrollo de las hojas nuevas y culmina con la formación de un cráter alrededor del meristemo apical, debido a la desintegración de los primordios foliares no expandidos. No obstante lo indicado, la deficiencia de boro afecta más severamente el crecimiento reproductivo que el vegetativo.

Fuentes:

[http://www.tropicamente.it/forum/topic.asp?TOPIC\\_ID=2676&FORUM\\_ID=47&CAT\\_ID=16&Forum\\_Title=Palme+e+Cicadee&Topic\\_Title=Carenza+di+magnesio+o+cosa%3F](http://www.tropicamente.it/forum/topic.asp?TOPIC_ID=2676&FORUM_ID=47&CAT_ID=16&Forum_Title=Palme+e+Cicadee&Topic_Title=Carenza+di+magnesio+o+cosa%3F)

<http://palmasenresistencia.blogspot.com.ar/>,

[http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/tesisgrelaromero.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/tesisgrelaromero.pdf).

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/356008/Modulo\\_unidad\\_2.exe/2.%20CONTENIDOS%20DIDACTICOS%20DEL%20MODULO%20EN%20LINEA/leccin\\_tres1.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/356008/Modulo_unidad_2.exe/2.%20CONTENIDOS%20DIDACTICOS%20DEL%20MODULO%20EN%20LINEA/leccin_tres1.html)

[http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/unidad\\_de\\_trabajo\\_palmeras\\_curso.pdf](http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/unidad_de_trabajo_palmeras_curso.pdf)

<http://www.redalyc.org/pdf/437/43729228021.pdf>

## 7.2. Humedad edáfica, resultados e interpretación

En Figura 1 se indica la ubicación de las parcelas cuyo material edáfico “suelo” fue muestreado mediante barreno hasta un máximo de 100 cm de profundidad, habiendo realizado dichas extracciones a aproximadamente 50 cm desde el tronco.

**Humedad.** En la Tabla 1, se presenta la **humedad %** (estufa 105 °C 24 hs, 2 repeticiones por sitio) en todas las profundidades extraídas. Se destaca que la extracción de muestras presentó dificultades por el escaso espacio disponible para la adecuada rotación del barreno, presencia de raíces abundantes en algunos sitios (especialmente en la palmera 1), y por la elevada humedad que junto a las texturas finas que prevalecen comprimen el material impidiendo dar precisión en las profundidades de extracción, por lo cual a fin de facilitar las comparaciones se agrupan por profundidades próximas.



Figura 18 Palmeras numeradas como 1 a 4, donde el material edáfico fue muestreado

Tabla 1 Humedad % hasta 100 cm profundidad en las palmeras 1 a 4

Prof	0-25 cm	e/ 25 cm a 40/46/55 cm	e/44/46/51 cm a 62/65/69 cm	e/ 65/69 cm a 88/90/94 cm	e/83/90cm a 100 cm
palmera 1	30,7	26,2	No	No	No
palmera 2	<b>37,0</b>	<b>30,5</b>	<b>30,0</b>	29,3	No
palmera 3	28,0	22,5	27,4	31,0	28,3
palmera 4	29,0	26,8	28,7	28,0	28,8

**Valores de referencia de humedad.** En texturas franco arcillosas a franco arcillo limoso, que podrían ser las que prevalecen en la superficie del suelo analizado, el contenido de humedad a *capacidad de campo* (CC) podría ser de aproximadamente 30 a 33 % y en texturas arcillosas a arcillo limosas que son las que prevalecen a mayor profundidad la CC podría indicarse de aproximadamente 32 a 40% (según tipo de arcilla, y fuentes consultadas).

**Interpretación (Tabla 1).** En general se aprecia que el contenido de humedad sólo supera la CC en algunas muestras, en la palmera 2 objeto de estudio la humedad en superficie resultó muy elevada (37%), y en la palmera vecina 1 aunque menor, también el contenido hídrico fue elevado (31%). Cabe destacar que en el momento del muestreo el material edáfico de la palmera 2, y en menor medida de la palmera 1, se presentaba muy mojado, incluso agua libre en poros por lo cual superaba la capacidad campo, siendo la consistencia en mojado muy plástica y adhesiva. Asimismo, en ambos sitios, se reconoció un *olor putrefacto*, siendo ligero en la palmera 1 y muy fuerte en la palmera 2. Respecto a los materiales edáficos de las palmeras 3 y 4, el olor resultó muy ligero y se presentaba con mayor friabilidad y sin una anaerobiosis evidente. El olor putrefacto puede ser explicado por la producción de ácido sulfhídrico en condiciones de anaerobiosis, aspecto que se analiza en punto siguiente (7.3), y fue el motivo por el cual se efectuaron mediciones de pH (punto 7.4).

La humedad del material edáfico en la palmera 2 a mayor profundidad (> 25 cm) continúa siendo elevada y superior a los contenidos medidos para profundidades semejantes en las restantes palmeras, y si bien dichos contenidos de humedad para las texturas presentes y valores de referencia comentados, no superan la CC, este tipo de materiales rápidamente manifiesta su plasticidad e impide la adecuada permeabilidad y

eliminación del agua. Asimismo se destaca que al ser el material de edáfico de referencia de relleno, es muy probable que las estructuras no sean adecuadamente formadas, dificultando aún más la permeabilidad debida a las texturas.

A lo comentado precedentemente en punto 7.1, respecto al estado de las hojas y raíces, principalmente de la palmera 2, atribuible a posibles deficiencias de B, se indica que en la palmera 1, se observaron los extremos distales de las hojas secos, y el extremo superior del estípote con una marcada curvatura y vegetación herbácea en desarrollo (Figura 2). Por el contrario, las palmeras 3 y 4, aunque presentan diferentes alturas y tonalidad de sus hojas no manifiestan en forma evidente anomalías en su desarrollo vegetal.



Figura 19 Detalle de palmeras 1 y 2, se observan extremos de hojas secas



Figura 20 Aspecto de hojas en palmeras 2 (izquierda), palmera 3 (central), y palmera 4 (derecha)

### 7.3 Productos de fermentaciones anaeróbicas a partir de materiales orgánicos

**Producción de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ).** Este hidroácido permite explicar el olor de putrefacción comentado en punto anterior, dado que es un gas odorífero con un olor característico a “huevo podrido”, perceptible en muy bajas concentraciones. Es conocido comúnmente como “gas de alcantarilla”. Asimismo, se caracteriza por ser tóxico, inflamable e incoloro.

El  $H_2S$  se genera por descomposición bacteriana de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas a partir del azufre (S) contenido en proteínas. Si las condiciones se tornan aeróbica, el  $H_2S$  producido en el orden de algunas horas se transforma en  $SO_2$ .

Respecto a su toxicidad se indica que es semejante a la del ácido cianhídrico, y en humanos posee un efecto narcotizante (a través del olfato) a partir de las 50 ppm, pudiendo ocasionar la muerte con una concentración  $> 100$  ppm. Asimismo, resulta tóxico en animales y microorganismos, si bien dentro de estos últimos muchos se caracterizan por ser muy resistentes e incluso desarrollarse a expensas del  $H_2S$ . Es de destacar que la producción de  $H_2S$  puede ser controlada mediante la cloración, agregado de nitrato cálcico y/o principalmente mediante la oxigenación del medio.

En base a lo expuesto, es dable indicar que a partir de la materia orgánica edáfica en condiciones de anaerobiosis, en la rizósfera se genera una atmósfera adversa para el desarrollo de los organismos edáficos benéficos, y consecuentemente, altera la disponibilidad de nutrientes esenciales, tal como el B comentado en punto 7.1, entre otros que son liberados principalmente a partir de la materia orgánica en condiciones aeróbicas. Igualmente, puede propiciarse el desarrollo de otros microorganismos patógenos.

**Etapas del proceso de fermentación anaeróbica de la materia orgánica, según diversas fuentes.** Se produce en *fases secuenciales* que comienza con la descomposición microbianas de la materia orgánica y finaliza cuando se estabiliza con la producción del denominado “biogás”, constituido principalmente por *metano*. Este gas es inodoro, y en la naturaleza es el producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas.

El proceso de descomposición de la materia orgánica normalmente es un proceso de oxidación en condiciones aeróbicas, siendo el aceptor de electrones el  $O_2$  (reductor).

Cuando el O<sub>2</sub> disminuye o desaparece, el potencial de óxido-reducción (Eh) resulta negativo y otros compuestos son los aceptores de electrones. Por ejemplo, el *nitrito* y el *sulfito*, se reducen a *gas nitrógeno* y *sulfuro de hidrógeno* en valores de Eh de aproximadamente -50 a -100 milivoltios. En estas condiciones, el potencial reductor del medio irá incrementándose, y cuando llegue a valores en torno a -150 a -300 milivoltios comenzará la generación de *metano*.

El proceso comienza entonces al bajar el potencial de oxidación/reducción, y los microorganismos que descomponen la materia orgánica comienzan un proceso de transformación del material orgánico complejo en ácidos orgánicos y otros productos intermedios, generando en la fase líquida, una disminución de pH por la presencia de dichos ácidos orgánicos y por elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> dentro del medio.

Continúa una fase acida, donde la actividad microbiana acelera la producción de ácidos orgánicos (ácido acético, ácido fúlvico, etc); alcoholes y otras moléculas orgánicas, y pequeñas cantidades de gas hidrógeno. En esta etapa se indica que el pH puede bajar hasta valores de 5 o menos. Se destaca en campos inundados, la presencia principalmente de los ácidos acético, fórmico, láctico, butírico y succínico.

Al final de la etapa ácida, comienza la producción de metano (inodoro) por microorganismos estrictamente anaeróbicos y denominados metanogénicos, que convierten al ácido acético entre otros ácidos, y el gas de hidrógeno formados en la etapa ácida, en CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>, conduciendo a que el pH suba a valores neutros o alcalinos, en el rango de 6,8 a 8.

Cabe destacar que los productos que la bibliografía señala como generadores de malos olores en el proceso descrito pueden ser: *hidrógeno sulfurado* y *otros derivados del azufre, acetaldehído, tolueno, fenol, ácido acético, acetaldeido, butilaldeido, benceno, mercaptanos, aminas, y amoniaco*. El primero de estos H<sub>2</sub>S es percibido en muy baja concentración y puede ser producido cuando comienza el proceso de reducción ( Eh – 50 a -100 mV).

**En el sitio del presente estudio**\_. El contenido de humedad medido en los primeros 25 cm del sitio de la Palmera 2 (37%, Tabla 1), suponen condiciones anaeróbicas que posibilitarían la producción de H<sub>2</sub>S, situación que se corresponde con el olor de

putrefacción reconocido incluso hasta el día siguiente en que se extrajeron las muestras. Como se indicó, este hidroácido se produce antes que otros ácidos y gases.

En relación a la palmera 1, el olor fue débil, sin embargo, el estado seco de parte de sus hojas, curvatura del ápice, y desarrollo de vegetación herbácea, son indicios de que iguales procesos que los manifiestos en palmera 2 hayan comenzado en palmera 1.

#### 7.4 Análisis del pH, resultados e interpretación

En base a lo comentado en punto anterior, respecto a la disminución de pH que se produce durante el proceso fermentativo que se inicia cuando disminuye el contenido de O<sub>2</sub> por excesos hídricos, se midió el pH de las muestras extraídas.

En la Tabla 2, se presenta el pH en pasta, medido por pehachímetros: de campo portátil y de laboratorio (se presenta el promedio de ambos).

Tabla 2 Valores de pH en pasta, hasta el metro de profundidad en las palmeras 1 a 4, medidos con dos pHmetros y valor promedio

pH	0-25 cm	e/ 25 cm a 40/46/55 cm	e/44/46/51 cm a 62/65/69 cm	e/ 65/69 cm a 88/90/94 cm	e/83/90cm a 100 cm
palmera 1	5,6/6,2= <b>5,9</b>	5,1/5,7= <b>5,4</b>	No	No	No
palmera 2	6,2/6,7= <b>6,4</b>	6,1/6,7= <b>6,4</b>	6,4/6,9= 6,6	6,7/7,2= 6,9	
palmera 3	6,5/6,8= 6,7	6,8/7,1= 7,0	6,9/7,2= 7,1	7,1/7,3= 7,2	7,2/7,4= 7,3
palmera 4	6,7/7,1= 6,9	6,8/7,3= 7,0	6,5/7,1= 6,8	6,2/6,9= 6,5	6,7/7,2= 6,9

**En superficie (0-25 cm).** En base a lo comentado en punto 7.2 y 7.3, se previa que el valor de pH en palmera 2 (humedad 37% y fuerte olor a podrido), fuese significativamente menor que en las restantes palmeras, sin embargo, las diferencias estuvieron aproximadamente en 0,5 unidades en mas o en menos según palmera considerado. No obstante esto puede ser explicado por el momento fermentativo en que se encontraba el material edáfico al momento de medir el pH y/o más posiblemente que no fue medido suficientemente rápido como para evitar que dicho H<sub>2</sub>S desaparezca. Como se indicó en punto 7.3 en horas este puede desaparecer.

Sin embargo, en la palmera 1, que como se comentó, presenta también algunos signos de deterioro vegetal aun con un menor olor, se mide un pH que resulta significativamente más ácido que los sitios de las palmeras en buen estado. Así, se mide una unidad menos de pH (5,9 vs 6,9) entre sitio de palmera 1 respecto a la 4, lo cual resulta en valores de pH muy significativo. En la palmeras 3 y 4 el pH en superficie es próximo a la neutralidad.

Se destaca, que al día siguiente en que se efectuaron estas mediciones (dos días desde el muestreo), se midió nuevamente el pH, y mientras los sitios de las palmeras 1 y 2 aumentan de pH (aproximándose a los valores de los sitios de las palmeras 3 y 4), en los sitios correspondientes a las palmeras 3 y 4 mantienen el valor inicial. Esto podría confirmar una evolución diferencial de los productos de fermentación en el primer caso, que no se están produciendo en los sitios donde las condiciones aeróbicas son las que prevalecen.

**Subsuperficialmente\_.** Entre 25 y 50 cm aproximadamente, igualmente se aprecia una mayor acidificación en las palmeras 1 y 2. Destacándose una diferencia muy significativa de 1,4 unidades de pH entre el sitio de la palmera 1 y la palmera 4. Igualmente hay una diferencia importante entre la palmera 2 y la 4 (0,6 unidades de pH).

**Agua de riego\_.** Dicha agua es igual al agua de la fuente siendo el pH medido de 8,3 (alcalino) y la salinidad muy baja 0,4 dS/m. Consecuentemente, en el material edáfico existen condiciones que acidifican el agua que ingresa, y si bien, el sitio de estudio también recibe agua de lluvia con bajo pH, y los materiales edáficos en su condición natural podrían tener un pH ligeramente ácido a neutro, la presencia de agua en exceso cuyo origen probable es el aporte de filtraciones de la fuente lindera a las palmeras (pH alcalino), permite suponer que efectivamente existen procesos diferenciales entre sitios (palmeras 1 a 4), asociado a condiciones de anaerobiosis y producción de ácidos (Tabla 2).

### **7.5 Consideraciones finales en relación al material edáfico**

Si bien como se desarrolló en el punto 7.1, la bibliografía menciona resistencia de la especie *Butia capitata* a situaciones variadas de suelos, incluyendo el mal drenaje, también se indica que este no debe ser extremo ya que genera condiciones adversas que favorecen problemas de nutrición y productos derivados de la fermentación anaeróbica de la materia orgánica.

Consecuentemente, en el presente estudio, desde el punto de vista edáfico las diferencias en crecimiento observadas entre palmeras, cuyo efectos fueran explicadas detalladamente en punto 6, pueden ser asociados a condiciones anaeróbicas generadas por excesos hídricos.

Específicamente, en el sitio de la palmera 2 objeto de estudio, se observó deficiencias inducidas de boro y desarrollo de olor putrefacto manifiesto, atribuible a la producción de ácido sulfhídrico, y si bien otros ácidos pueden también desarrollarse, dependiendo de la etapa fermentativa e intensidad de anaerobiosis generada (Eh), el H<sub>2</sub>S es el que primero se percibe olfativamente a bajas concentraciones.

Igualmente a bajas concentraciones el H<sub>2</sub>S resulta tóxico para todo organismo vivo. Es dable entonces suponer, que aún sin llegar a concentraciones tóxicas, genere una atmosfera en la rizósfera desfavorable para los procesos biológicos benéficos que ocurren en condiciones de aerobiosis y que son los que garantizan la disponibilidad de nutrientes a partir de la materia orgánica en un proceso de descomposición aeróbica. Asimismo, podría favorecer los microorganismos patógenos.

La humedad medida en la palmera 2 en superficie resulta suficientemente alta (37%), como para suponer que el olor percibido proviene de una fermentación anaeróbica y si bien, el valor de pH sólo fue algo más ácido que las palmeras en mejor estado (palmeras 3 y 4), la disminución de pH se mantiene hasta 50 cm de profundidad. Se destaca que la diferencias de pH no tan marcadas, podría deberse al tiempo transcurrido entre el muestreo y la medición del pH (duración del H<sub>2</sub>S es de pocas horas en contacto con el aire), o según etapa del proceso fermentativo (al final aumenta el pH).

Es de destacar que el proceso observado en la palmera 2 comienza a manifestarse en la palmera 1, donde además de una mayor humedad, aunque menor, resulta suficiente para iniciar un proceso anaeróbico y se corresponde con una disminución significativa de pH, 5,9 vs 6,9 (palmera 1 y 4 respectivamente), situación que se mantiene e incluso disminuye hasta 50 cm de profundidad. Se destaca la baja permeabilidad del material edáfico y presencia de una impedancia mecánica (piso) a aproximadamente 100 cm de profundidad, que dificulta la eliminación de los excesos hídricos. Las hojas en su parte distal se observan secas y las raíces se encontraban engrosadas (posible deficiencia de boro).

Fuentes

[https://www.ecured.cu/Sulfuro\\_de\\_Hidr%C3%B3geno](https://www.ecured.cu/Sulfuro_de_Hidr%C3%B3geno); [https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_sulfh%C3%ADrico](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_sulfh%C3%ADrico)).

[http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/mecanismos\\_fermentacion\\_anaerobia.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/mecanismos_fermentacion_anaerobia.asp);

[http://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo\\_archivo=3984](http://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=3984);

[http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/mecanismos\\_fermentacion\\_anaerobia.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/mecanismos_fermentacion_anaerobia.asp); [http://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo\\_archivo=3984](http://www2.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=3984)).

[http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/olores\\_en\\_la\\_fermentacion.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/olores_en_la_fermentacion.asp).

## **8. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN**

**La causa desencadenante de la declinación del ejemplar afectado N°2 y la insipiente sintomática del ejemplar N°1, se debe a un exceso acumulado de agua en el sustrato de cultivo, lo que desató una serie de procesos tóxicos, infecciosos y de dificultad nutricional.**

**El exceso de agua –de aporte desconocido- se produjo en un material edáfico de lenta permeabilidad que generó condiciones de anaerobiosis con producción de ácido sulfhídrico que se corresponde con la disminución de pH y olor putrefacto. Esto genera un medio adverso y fuente de stress para la planta. Se produce la reducción de la población microbiana benéficas, aeróbica y de micorrizas afectando la disponibilidad de nutrientes y los consecuentes síntomas de deficiencia.**

**El mal de drenaje de agua en el suelo y la deficiencia de boro son condiciones de stress que predisponen a esta planta a la infección del patógeno débil *Pestalotiopsis* sp. El ápice de la palmera muestra ausencia de crecimiento desde hace bastante tiempo. Este síntoma de ausencia de desarrollo del ápice, de ser comprobado, y es determinante para mostrar la falta de posibilidades de rebrote, dado que las palmeras (Monocotiledoneas) tienen una única yema apical.**

Si bien la solicitud efectuada es la realización de un “*Diagnóstico y Evaluación sobre el estado de una palmera “Butia yatay” del Patio de las Palmeras de la Casa Rosada*”, se considera pertinente la inclusión de recomendaciones finales, a modo de una instancia propositiva.

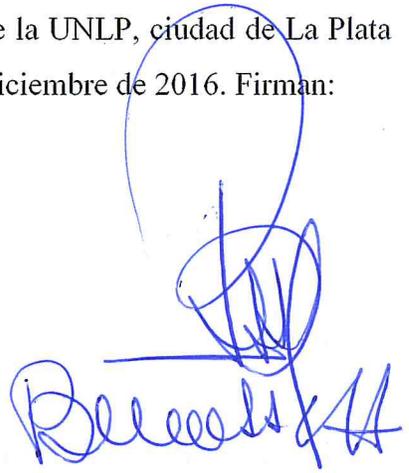
## **9. RECOMENDACIONES FINALES**

1. *Verificar fehacientemente el estado fisiológico del meristema apical de la palmera N° 2. Con andamios para un acceso cómodo para las tareas y seguridad del personal idóneo que se destaque.*
2. *Verificar posibles fuentes de pérdidas soterradas de agua en conductos y/o fuente, pluviales de desagües rotos o deficientes. Cuestión IMPRESCINDIBLE para recuperar, mejorar y/o preservar los ejemplares existentes como también de cualquier eventual reemplazo, debido a que se verían igualmente afectadas por esa adversidad edáfica.*
3. *Explorar la existencia de desagües y en su ausencia construirlos por la capa dura o impedancia sólida en profundidad. Capa detectada mediante cateo con barra y maza, aproximadamente a 120 cm de profundidad del nivel de lomada de sustrato y cuello (estípites/raíces) de las palmeras.*
4. *El agua de lluvia debería ser suficiente en épocas frías a templadas, por lo cual se recomienda no realizar riegos si es que las lluvias se ubican en valores normales. Tal como indica la bibliografía esta especie presenta una mayor resistencia a la sequía que al exceso hídrico, recomendando permitir el secado del suelo entre dos riegos consecutivos.*
5. *Para esta mejora del drenaje del sitio puede realizarse mediante drenes con ranuras de no menos de 4 pulgadas de diámetro, PVC gris. Los mismos pueden ser ubicados alrededor de la fuente a fin de evitar que las filtraciones que posiblemente aún persisten alcancen de manera continua las palmeras. Los drenes podrían ubicarse por debajo del nivel de la fuente, a una distancia de la misma de aproximadamente 50 cm, dando un ligera pendiente (el sitio definirá las posibilidades). Debido a las texturas muy finas del material edáfico, a fin de evitar la obstrucción de ranuras, los drenes deben ser cubiertos con un material filtrante tal como piedra granítica de construcción (lavada, sin calcáreo).*

6. Controlar los tipos de aportes paisajísticos de césped y plantas acompañantes que no sean exigentes en alto riego para no acentuar aportes hídricos en el sustrato de cultivo del conjunto paisajístico patrimonial.
7. Destacar un seguimiento técnico anual o semestral del conjunto paisajístico a fin de detectar precozmente cualquier tipo de anomalías en el patrimonio.

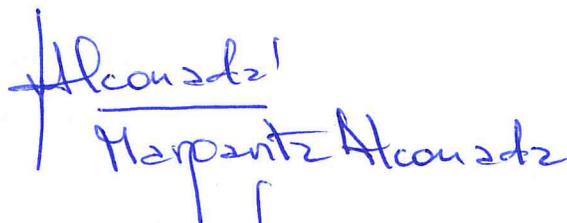
Dado en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, ciudad de La Plata Provincia de Buenos Aires a los catorce días del mes de diciembre de 2016. Firman:

  
Felipe Ribón

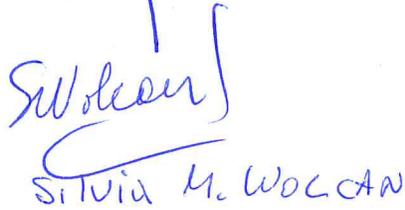
  
Roberto H.

  
Juan Manuel  
Ricci E. M.

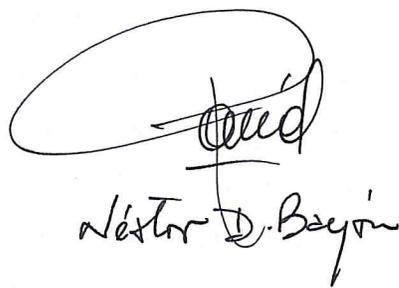
  
Juan José

  
Harpantz Alconatz

  
CORINA  
GRACIANO

  
Silvia M. Woclan

  
Ing. Agr. SUSANA B. PADÍN  
Terapéutica Vegetal  
Profesora Adjunta Ordinaria  
Fac. de Cs. Agrs. y Ftales. - U.N.L.P.

  
Néstor D. Bayón