



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**“LAS PIEDRAS VIVAS DEL GENERO
LITHOPS: UNA INTRODUCCION A SU
ESTUDIO”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
CRUZ GRAJALES CHRISTIAN

ASESORA: M. EN C. MA. MAGDALENA OFELIA GRAJALES MUÑOZ

México

1997.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

UNAM
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Las Piedras Vivas del Género Lithops: Una Introducción a su Estudio.

que presenta el pasante: Christian Cruz Grajales,

con número de cuenta: 9256818-7 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI FAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 7 de Noviembre de 1997

PRESIDENTE	MC. M ^{te} Magdalena Orelia Grajales Muñoz
VOCAL	Biol. Abel Bonfil Campos
SECRETARIO	Ing. Guillermo Basante Burrón
PRIMER SUPLENTE	Ing. Francisco Cruz Pizarro
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Aurelio Valdez López

M. M.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de explorar nuevos universos , conduciéndome por las fronteras del conocimiento, herramienta contemporánea que siempre llevaré.

A la Carrera de Ingeniero Agrícola de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, lugar donde pude ver el horizonte desde diferentes perspectivas acompañado siempre de valiosas lecciones, experiencias que sembraron en mi, semillas de conciencia para cosechar nuevas sociedades.

A mis compañeros, profesores, amigos que recorrieron conmigo las aulas y caminos rurales en busca de un mejor porvenir y que de alguna manera han contribuido a la realización de este trabajo, en dondequiera que estén agradezco su amistad, confianza y apoyo.

A los miembros del jurado por sus atinadas y valiosas sugerencias para enriquecer este pequeño trabajo, fruto de la sorprendente afición a las cactáceas y suculentas, en especial del género Lithops.

Y a todos los que contribuyeron con un granito de arena a edificar este proyecto, traducido ahora en lo que tiene en sus manos: una piedra viva - Lithops-, sus nombres siempre estarán en mi mente.

DEDICATORIAS.

Al Creador del Universo: El Diversificador Invisible de Organismos y Sistemas " Jehová Dios"; de quien tengo la satisfacción de expresar - Cuantas son tus obras, oh Jehová, con sabiduría las has hecho todas. La Tierra esta llena de tus producciones. Tus obras son maravillosas, como muy bien percibe mi alma - Salmos 104:24: 139:14 b.

Con profundo cariño y respeto a mis padres: M.C. Jaime Cruz Díaz y M.C. Ofelia Grajales Muñiz, quienes se han dedicado a explorar la interesante y compleja vida privada de las plantas, difundiendo con el gis en sus manos este conocimiento y que con su valioso ejemplo de comprensión y afecto abnegado han grabado en mi una gran admiración hacia ellos, así como una gran admiración por la maravillosa y asombrosa naturaleza. Hoy tengo la oportunidad de expresar una vez más el aprecio que siento por ellos.

De manera especial a mi hermano: Demian Isai, que siempre tengas la firme determinación de lograr aquello que te propongas, haciendo frente a los desafíos que surjan , dirigiendo tus pasos con sumo cuidado y atención en pos de las metas que te traces en la vida.

Con profundo agradecimiento a quien le he brindado todo mi cariño, amor que brota de mis más profundos sentimientos, Isela, presente y futuro de mi vida , hoy cosecho contigo un fruto excelente, queriendo agradecerte el cariño sincero, el amor abnegado y el apoyo incondicional que me has brindado y que juntos seguiremos cultivando por siempre.

A todos ustedes gracias
Christian Cruz Grajales

CONTENIDO

Página

Índice de Cuadros y Anexos del Apéndice.....	I
Índice de Cuadros y Figuras	II
Resumen.	V
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	5
III. Desarrollo.....	6
3.1 Ubicación taxonómica.....	8
3.2 Caracteres diagnósticos de la familia y del género	9
3.3 Datos del hábitat de las piedras vivas	12
3.4 Historia de la clasificación del género Lithops	15
3.5 Descripción anatómica.....	17
3.6 Mecanismos de adaptación.....	21
3.7 Requerimientos para el cultivo de Lithops	27
3.7.1 Sustratos	27
3.7.1.1 Materiales empleados en la elaboración de sustratos	28
-Arena	28

- Tierra de Hoja	28
-Musgo, Peat moss o Turba	28
- Vermiculita	29
- Perlita	29
- Piedra Pómez	29
-Mezclas de sustratos para cactáceas y suculentas	30
3.7.2 Riegos.	32
3.7.3 Fertilización.	35
3.7.4 Control de plagas y enfermedades.	39
3.8 Propagación.	41
3.8.1 Propagación por semilla.	41
3.8.1.1 Obtención de semillas.	41
3.8.1.2 Polinización artificial.	41
3.8.1.3 Almacenamiento.....	42
3.8.1.4 Preparación de recipientes y sustratos.	43
3.8.1.5 Tratamientos pregerminativos.	43
3.9.Propagación vegetativa.	46
3.9.1 Propagación por hijuelos	46
3.9.2 Cultivo de tejidos.	47

IV. Discusión	50
V. Conclusiones	52
VI. Sugerencias	54
VII. Bibliografía	56
VIII. Apéndice	63

Indice de Cuadros y Anexos del Apéndice.

Página.

Cuadro 1.- Lista de especies de importancia ornamental.	63
Cuadro 2.- Soluciones a algunos problemas más comunes en Lithops.	70
Anexo 1.- Publicaciones científicas especializadas.	71
Anexo 2.- Directorio de Viveros de cactáceas y suculentas	73
Anexo 3.- Sociedades científicas de cactáceas y suculentas.....	80
Anexo 4.- Establecimientos comerciales de cactáceas y suculentas	81

Indice de Cuadros y Figuras

	Página.
Cuadro 1.- Vía metabólica del metabolismo ácido de las crasuláceas	24
Cuadro 2.- Tratamientos pregerminativos para la semilla.....	44
Figura 1.- Exposición internacional de cactáceas y suculentas en Europa.....	1
Figura 2.- Invernadero japonés de cactáceas y suculentas.....	1
Figura 3.- Estado de la sociedad de Mesembryanthemaceas.....	8
Figura 4.- Hojas suculentas características de género Lithops.....	9
Figura 5.- Ejemplar de flores blancas.....	11
Figura 6.- Ejemplar de flores amarillas.....	11
Figura 7.- Creciendo entre las hendiduras de las rocas.....	12
Figura 8.- Invernadero rústico con una gran variedad de suculentas.....	15
Figura 9.- Dibujo en el que se nota además de las dimensiones de la planta el área de la ventana o filtros solares.....	18
Figura 10.- Estructura de la epidermis de <i>Lithops lesliei</i>	20
Figura 11.- Acoplamiento térmico entre las hojas de Lithops y el suelo.....	20
Figura 12.- Esquema del hábito de enterrarse en el suelo por parte	

de Lithops.....	22
Figura 13.- Esquema que muestra la forma esférica de Lithops como resistencia a la desecación.....	22
Figura 14.- Plántulas de Lithops del tamaño adecuado para el trasplante.....	41
Figura 15.- <i>Lithops dorotheae</i>	63
Fra 16.- <i>Lithops salicola</i> L.	63
Figura 17.- <i>Lithops bella</i> (Dtr)NE.Br.	66
Figura 18.- <i>Lithops julii</i> (Dtr. y Schwant) EN.Br.	66
Figura 19.- <i>Lithops fulviceps</i> (NE Br.)NE Br.	67
Figura 20.- <i>Lithops marmorata</i>	67
Figura 21.- <i>Lithops lesliei</i>	67
Figura 22.- <i>Lithops dorotheae</i> Nel.	67
Figura 23.- <i>Lithops pseudotruncatella</i> var. <i>pulmonuncula</i>	68
Figura 24.- <i>Lithops karasmontana</i>	68
Figura 25.- <i>Lithops bromfieldii</i>	68
Figura 26.- <i>Lithops aucampiae</i> L. Bol.	68
Figura 27.- <i>Lithops hermutii</i>	69

Figura 28.- <i>Lithops turbiniformis</i>	69
Figura 29.- <i>Lithops villeti</i>	69

RESUMEN

Actualmente entre las estrategias que se han implementado para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de las comunidades marginadas en nuestro país se encuentra la propagación de cactáceas y suculentas, esencialmente esto se debe a que en México se presentan las condiciones ideales para la propagación de especies endémicas e introducidas.

Motivo por el cual hoy día se pretende enriquecer los métodos de propagación y los aspectos legales que tiendan a desarrollar esta actividad que ha tenido un impacto trascendental desde una perspectiva comercial y genética en la Horticultura Ornamental contemporánea. Es así que encontramos informes de numerosos Jardines Botánicos tanto públicos como privados que cuentan con excelentes colecciones de cactáceas y suculentas así como también existen Viveros establecidos para su producción y venta como plantas de ornato u objetos de colección, no solo en nuestro país, sino en otros países como Japón, Estados Unidos, Holanda, Bélgica, Rusia, Alemania, Inglaterra, Italia, Francia, España, así como la India, entre otros.

Es sobresaliente notar que dentro de las colecciones de cactáceas y suculentas en México, figuran, por su importancia ornamental y genética, las piedras vivas del género Lithops. Sin embargo existe muy poca información e investigación de las mismas por lo que en el presente trabajo se expone una recapitulación de los avances y perspectivas en el estudio de las piedras vivas, así como los diferentes

enfoques de propagación obtenidos en los proyectos de este género, esperando que sirvan de antecedentes para la realización de trabajos de investigación en especies de importancia ornamental tendientes a establecer su propagación a nivel comercial y para colecciones, contribuyendo de esta manera a la conservación de la biodiversidad y al desarrollo de las comunidades marginadas del país.

"Las Piedras Vivas del Género Lithops: Una Introducción a su Estudio" incluye información sobre: Botánica (ubicación taxonómica y descripción); Hábitat (datos sobre temperaturas, precipitaciones y hábito de crecimiento); Historia de su Clasificación (características de diagnóstico, enfoque de las investigaciones, metodologías químicas, micromorfológicas y biosistemáticas); Fisiología (mecanismos de adaptación); Propagación (semillas, vegetativa y cultivo de tejidos); Requerimientos (sustratos, riegos, fertilizantes, control de plagas y enfermedades) y otros aspectos importantes como: Descripción de especies de mayor importancia ornamental; Lista de especies recomendadas para formar una colección en base a caracteres específicos; Solución a problemas que se presenten en colecciones; Publicaciones periódicas especializadas en cactáceas y suculentas; Directorio de viveros de flora silvestre registrados en el Instituto Nacional de Ecología; Sociedades científicas y Establecimientos comerciales.

I. INTRODUCCIÓN.

En Europa, desde su llegada, las cactáceas y suculentas llamaron mucho la atención por su belleza. El interés por estas plantas fue aumentando al transcurrir el tiempo. Tomo un impulso tal, que a principios del siglo XIX ya existían numerosas e importantes colecciones, tanto públicas como privadas.

Entre las colecciones más famosas de aquella época estaban la del rico comerciante normando M. de Monville y de similar atractivo estaba otra colección cuyo dueño era el Príncipe José de Salm-Reifferscheid-Dyck, en las cercanías de Neuss, además de las numerosas colecciones de diversos Jardines Botánicos especialmente los de San Petersburgo, Berlín, Londres y París, colecciones que sirvieron para los estudios de cactólogos tan famosos como Pfeiffer, De Candolle, Foerster, Labouret y Lemaire, así como negocios dedicados a su importación, cultivo y venta.



Fig 1.- Exposición Internacional de Cactáceas y Suculentas en Europa.
Cactus and Succulent Journal Foto: Charles Graham, 1997



Fig 2.- Invernadero japonés de cactáceas y suculentas.
Journal of the Japan Succulent Society
Foto: Seiichi Osada, 1997

Sobresaliendo en aquella época la firma comercial Maison Vandermaelen, de Bruselas y la J.A. Mc. Dowell & Co. en México. Al acentuarse esta popularidad entre los científicos y aficionados, surgió la necesidad de reunirse para intercambiar experiencias sobre su cultivo, empezando a formarse las primeras asociaciones de cactófilos a saber, la "Liebhaber van Kakteen und anderen Fettpflanzen" o Sociedad Alemana de Amantes de los Cactus y otras Plantas Crasas.(Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991)

A principios del siglo XX la afición por estas plantas siguió extendiéndose, surgiendo en Europa central y en los Estados Unidos un sinnúmero de clubes locales y sociedades nacionales de estudiosos y aficionados a las plantas suculentas. Muchas de estas asociaciones dedicadas a su estudio, han publicado boletines o revistas periódicas sobre la materia de las cuales destacan por su importancia "Brodleya" de la Sociedad Británica de Cactáceas y Sulentas; "Kakteen una andere Sukkulenten", de Alemania; "Haseltonia" de la Sociedad Americana de Cactáceas y Suculentas; "Bulletin" del Grupo de Estudio de las Mesembrianthemáceas; "Kaktusy" de la Sociedad Checoslovaca de Cactáceas y Suculentas; "Succulenta" de la Sociedad de Plantas Suculentas Belga; "Piante Grasse" de la Sociedad Italiana de Cactáceas y Suculentas, entre otras.(Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991). Ver Anexo No 1.

Los aficionados a las cactáceas y suculentas se cuentan por millares en Europa, Japón, Australia, Estados Unidos de América e inclusive en la India y Nueva Zelanda, de hecho el comercio de éstas alcanza volúmenes insospechados. Ver figuras 1 y 2.

Para satisfacer esta gran demanda como plantas de ornato, han surgido multitud de establecimientos comerciales dedicados a la importación, reproducción y venta de especímenes, algunos de ellos, con producción muy superior a un millón de ejemplares por año. (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991)

Los países en que esta producción comercial está más desarrollada son: Alemania, Japón, Holanda, Bélgica, Inglaterra, Francia, Italia, España y los Estados Unidos de América. En el caso del Mercado europeo, la producción comercial de cactáceas y suculentas crece a una tasa anual del 10% al 15%. Comercializándose también en Asia, Australia y América. (Durey, 1992).

Según informes del Instituto Nacional de Ecología se tienen registrados en el país (hasta octubre de 1997), en la Dirección General de Vida Silvestre 58 viveros productores de flora silvestre, particularmente cactáceas y suculentas, en los cuales están incluidos los siguientes viveros que propagan mesembriantemáceas: El vivero "Quinta las Camelias" ubicado en Fortín de las Flores, Veracruz; el vivero "Cactus" que se localiza en Jalisco y el vivero "Cactimundo" establecido en Tepoztlán, Morelos. Se anexa copia del *Directorio de Viveros registrados en la Dirección General de Vida Silvestre* del mencionado Instituto (com. oficial del MVZ Felipe Ramírez Ruíz de Velasco, Director General de Vida Silvestre del INE, 1997). Ver Anexo No. 2

Así mismo se informa que la normatividad vigente en la materia puede ser consultada en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (Artic. 32 Bis, Fracción V); Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

(Artículo 79 fracción I,II y III; 80 fracciones I y V; 82,83 y 87) Reglamento Interior de la SEMARNAP (Artículo 57 fracciones VII y XV) y en la Norma Oficial Mexicana MON-059-BCOL-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1994.

La popularidad actual del cultivo de las cactáceas y suculentas en los países de clima templado se debe a la amplia oferta comercial de muy diversas especies , a las nuevas técnicas de cultivo, y a la facilidad de adquisición de invernaderos y sistemas de calefacción, pero sobre todo, a la gran profusión de libros y revistas populares sobre tan interesante tema.

Finalmente, entre las colecciones de cactáceas y suculentas sobresalen, por su importancia, *las piedras vivas del género Lithops*, suculentas que han llamado la atención de botánicos y fisiólogos contemporáneos por su gran riqueza biológica en relación a su maravilloso hábito de crecimiento, al desarrollo de estrategias de supervivencia en ambientes adversos, incluyendo adaptaciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas; mostrando así su enorme potencial genético, con posibilidad de ser explorado y aprovechado (Hopkins, 1995), no obstante, la información existente referente a sus características, mecanismos de adaptación y requerimientos para su propagación y cultivo es muy escasa, motivo por el cual se efectuó la presente investigación, con el fin de sustentar un fundamento teórico que nos permita explorar y aprovechar el enorme potencial genético , fisiológico, bioquímico, botánico y por supuesto ornamental que este género presenta y de esta manera contribuir a la conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad.

II. METODOLOGÍA.

En la presente revisión se han usado los siguientes instrumentos de investigación y documentación:

1.- Recopilación y análisis de literatura especializada en *Lithops* a través de dos medios:

- a) A través del Centro de Información Científica y Humanística de la Universidad Nacional Autónoma de México donde se solicitaron al Centro de Documentación de la Librería Británica artículos completos de las siguientes revistas especializadas:

Physiol Plant.

Plant Cell and Environment.

Informatore Agrario.

American Horticulturist.

Aloe

HortScience.

Journal of Arid Environment.

American Journal of Botany.

Mitteilungen aus dem Institut für

Allgemeine Botanik.

b) A través de las Bibliotecas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Escuela Nacional de Educación Profesional Iztacala, Jardín Botánico del Instituto de Biología de Ciudad Universitaria, Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional para el conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad, con literatura especializada en cactáceas y suculentas de autores como Terry Hewitt; Brian Lamb; Ken March; Ján Rihá; Jean-Daniel Nessmann; Ed Storms y Melia Bravo-Hollis, además de libros sobre propogación y fisiología vegetal, de los cuales destacan los

siguientes investigadores: Hartman-Kester; Schopfer; Larcher; Azcon-Bieto; Alpi-Tognani; Salisbury; Vernon; Calvin-Bible; Ammirato-Evans, y finalmente consultando artículos de sociedades científicas, entre las cuales sobresalen por su importancia: Aloe editada por la South African Aloe and Succulent Society; Bradleya y British Cactus and Succulent Journal publicaciones de la British Cactus and Succulent Journal; Kambroo diseñada por la Succulent Society of South Africa; Journal of the Japan Succulent Society; Cactus and Succulent Journal; The Cactus File; The National Geography Society; la revista Chapingo serie Horticultura y la revista México Desconocido.

2.- Comunicaciones personales manifestadas al autor y observaciones del mismo , realizadas en diversos sitios dónde se realizan experimentos y lotes de propagación , con plantas de este tipo:

- a) Dr. Alfred B. Lau, del vivero "Quinta las Camelias" en Fortín de las Flores, Veracruz.
- b) Biol. Josef Schrott, del vivero "Cactimundo" ubicado en Tepoztlán, Morelos.
- c) Biol. Enrique Wagner de los invernaderos "Quinta Fernando Scholl" que se localiza en Caderexya, Querétaro.
- d) Biol. Manuel Bonilla Flores del "Rancho Santa Teresa" en Cuautitlán Izcalli.
- e) Biol. Abel Bonfil Campos responsable del "Jardín Botánico de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán"
- f) Biol. Antonio Meyrán responsable del "Jardín Botánico de la Escuela Nacional de Educación Profesional Iztacala"
- g) Biol. Jerónimo Reyes Santiago y Biol. Salvador Arias del "Programa de Propagación y Conservación de Cactáceas del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM" en Ciudad Universitaria.

- b) M.C. Bioquímicas M^a Magdalena Ofelia Grajales Muñiz responsable de la Cátedra del "Metabolismo Fisiológico de las plantas" de la FES-Cuautitlán - UNAM.
- i) Ing. Alejandro Galvéz de "INVERNAMEX" en Tepozotlán, Edo. de México.
- j) Biol. Lilia Estrada y Biol. Gabriel Solano del Registro de Viveros de Flora Silvestre del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).
- k) Dr. Jorge Soberón Mainero y Lic. Jacinta Ramírez del Centro de Documentación de la Comisión Nacional para el conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad (CONABIO).

3.- Búsqueda en bancos de información con la colaboración de las licenciadas Jessica Paez Arancibia y Rosa Guadalupe Valadez Olgún de la Sala de Consulta Especializada de la FES-Cuautitlán, utilizando como palabras clave: *Aizoaceae*; *Mesembryanthemaceae*; *Lithops*; ornamental-succulent-plants; taxonomy; seeds; germination; temperature; light; seedlings; physiology; shoots, windows; anatomy; soil-temperature; ecology; leaves-temperature; transpiration; stone-plants; thermal-ecology; *Lithops*-in vitro. Consultando las siguientes bases de datos: Netscape de Internet; Current Contents; Agris; Biosis; Cab Abstracts; Horticultural Abstracts; Science Citation y The Exotic Garden.

4.- Informes internos elaborados por la "Cátedra del Metabolismo Fisiológico de las Plantas" integrada por profesores de Botánica; Bioquímica; Fisiología Vegetal y Genética Vegetal de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM, en relación a los aspectos metabólicos y fisiológicos del género *Lithops* y más ampliamente experiencias diversas desarrolladas en la colección del autor.

III. DESARROLLO

3.1 Ubicación taxonómica.

El género *Lithops* pertenece a la familia *Aizoaceae*, aunque algunos autores usan como sinónimo a la familia *Mesembryanthemaceae* pero actualmente se les clasifica dentro del grupo *Mesembryanthemum* que se encuentra en el sur y sudoeste de Africa (Hammer,1997 b). Hasta hace poco tiempo se incluían alrededor 2,000 especies dentro de la familia, sin embargo estudios recientes apuntan a un número menor de especies. Ver figura 3.

Es decir que se trata de una familia compleja , que no se ha delimitado con precisión y cuyos propios géneros no siempre se han ligado al mismo grupo. De hecho, se han multiplicado las especies (más de 2000) , para volver actualmente a una clara simplificación y a limitar su número. (Nessman,1994).



Fig. 3.- Stand de la Sociedad de Mesembryanthemáceas. Cactus and Succulent Journal Foto: Charles Graham, 1997

En el caso de las "piedras vivas" nombre común que se da a los representantes del género *Lithops*, del griego "litho" que significa piedra y "ops" que significa apariencia, se tienen alrededor de 80 especies de tamaño pequeño, frecuentemente de crecimiento cespitoso (Bartlett ,1992)

En la actualidad se continúan desarrollando técnicas para su clasificación como la utilización de marcadores bioquímicos de alta especificidad, lo cual ha permitido incorporar recientemente nuevas especies de *Lithops*, tal es el caso de: *Lithops coleorum* Hamer, en el norte de Transval (Hamer y Vijs, 1994 a).

3.2. Caracteres Diagnosticos de la Familia y del Género.

Esta numerosa Familia de plantas suculentas perennes o anuales, son de curioso porte y hábito de crecimiento que forman grupos arbustivos, rastreros o incluso trepadores. Se trata en este caso de vegetales de hojas suculentas, o pequeñas plantas, más o menos suculentas, de hojas enteras, generalmente simples, alternas u opuestas, sin estípulas. Ver figura 4.



Fig. 4.- Hojas suculentas características del Género *Lithops*.
Lithops julii (Dtr y Scwant) N.E.Br.
Foto.: Jan Rihá ,1991

Flores generalmente bisexuales, regulares, solitarias o en inflorescencias cimosas, con sus piezas dispuestas en verticilos: 4 - 8 sépalos (generalmente 5) imbricados o rara vez valvados, más o menos soldados en la base, pétalos numerosos de origen estaminodial, alguna vez ausentes, estambres periginos, generalmente numerosos, algunas veces con filamentos connatos, ovario súpero o ínfero, con 1 -20 (generalmente 5) estigmas y cavidades y numerosos óvulos. Fruto cápsula, rara vez baya o nuez, y semilla con un gran embrión curvo rodeando un grueso endospermo (Heywood, 1985).

El agua desempeña un papel muy importante en la liberación de las semillas. Cuando llueve, o bajo el efecto del rocío nocturno, las cápsulas se abren y liberan las pequeñas semillas. (Eller y Ruess, 1982 a ; Rihá, 1991).

En el caso del Género *Lithops* el cuerpo de la planta es turgente, cónico, compuesto de dos lóbulos unidos longitudinalmente y con una fisura central. La superficie externa de cada lóbulo es elíptica a reniforme cóncava, plana o convexa, normalmente con un rango de características semejantes a piedras: fisuras opacas con manchas coloreadas, rugosas, o con un panel central de un color diferente y generalmente semitranslúcida que puede ser clara o cubierta a varios grados por manchones como islas o incursiones de coloración en los márgenes, algunas veces con manchas escarlatas o variaciones dentro de las fisuras o en el panel (Dictionary of Gardening of the New Royal Horticultural Society, 1992)

Los pares de hojas reducidas de *Lithops* tienen una hendidura central que permite el paso de la flor, se renuevan cada año ; el nuevo par, que aparece en un tallo corto, va creciendo progresivamente en el seno del par del año anterior hasta que ocupa su volumen, no quedan hojas viejas, sólo la epidermis que protege las hojas nuevas contra el exceso de sol (Wallace, 1989), están dotados de ventanas (Jump, 1989) que aparecen en forma de minúsculos puntos (por ejemplo, en *L. gracidelineata*, *L. fulviceps*, etc.) o pueden estar dispuestos en motivos curiosos sobre el haz de la hoja (*L. aucampiae*, *L. olivaceae*, etc.)

Las flores con terminales, solitarias, emergen de la fisura, amarillas o blancas y algunas veces amarillas con centro blanco. Ver figuras 5 y 6.

El color y la textura de la parte superior es generalmente el mismo que del resto del cuerpo expuesto y el de las manchas internas del panel "islas".



Fig. 5.- Ejemplar de flores blancas.
Lithops bella (Dtr) N.E.Br.
Foto: Jan Rihá ,1991



Fig. 6.- Ejemplar de flores amarillas.
Lithops fulviceps (N.E.Br.) N.E.Br.
Foto: Jan Rihá ,1991

El panel tiene un color y textura diferente puede ser claro y sin marcas o tener sus ángulos acanalados y su centro lleno de marcas dando la apariencia de una red delgada de líneas ligeramente oscuras. (Dictionary of Gardening of the New Royal Horticultural Society,1992)

3.3. Datos del Hábitat de las piedras vivas

En el vídeo "*The Private Life OF Plants*" producido por Mike Salisbury y David Attenborough editado en 1995 se describe a *Lithops* en su hábitat, donde crecen en terrenos llanos, aluviales, hundidas en el suelo, incluso disimuladas al abrigo de los huecos o de las hendiduras de las rocas. (Ver figura 7): los finos depósitos terrosos sirven a la vez para ocultarlas y cimentarlas presentando mimetismos (Gerald y Borad, 1997).

Al respecto Eller y Ruess (1982), determinaron en *L. lesliei* y *L. karasmontana* que el hábito de estas plantas, de mantenerse hundidas en el suelo les permite balancear la transpiración y la absorción de agua regulando así el equilibrio hídrico pues de otro modo dada su anatomía, morfología y fisiología tenderían a perder una gran cantidad de agua mediante la transpiración en el cono de aproximadamente un 21%



Fig. 7.- Creciendo entre las hendiduras de las rocas en Skeleton Coast, Africa. Foto: Bartlett, 1992

Eller y Nipkow (1983), mencionan que el hábito de enterrarse en el suelo se considera una adaptación a las condiciones extremas de su hábitat, ya que estas plantas son endémicas de las zonas áridas de Suddfrica. Debido a que la superficie

del suelo, que es donde crecen este tipo de plantas, es típicamente el ambiente más caliente encontrado en las zonas áridas es razonable suponer que tengan resistencia a la temperatura o alguna adaptación única para sobrevivir a dicho ambiente térmico. Al respecto Turner y Picker (1993), encontraron que la temperatura de las hojas de *Lithops* es gobernada por tres principios:

1.- Las temperaturas de la hoja y del suelo están fuertemente acopladas, por lo que las adaptaciones térmicas comunes en otras plantas desérticas, tales como alterar la reflexión de la superficie, autosombreado y evapotranspiración no se presentan, sino más bien el acoplamiento se combina con la capacidad térmica de la planta y del suelo reduciendo la variación diaria de la temperatura de la hoja.

2.- El gradiente de temperatura vertical del suelo mantiene frías las áreas más profundas de la planta, las que contienen el clorénquima en relación a la superficie más caliente de la planta durante los períodos más calientes del día.

3. La variación de la claridad de la ventana sí varía la temperatura de la hoja y la distribución de la temperatura en y alrededor de la planta, por lo tanto *Lithops* está capacitada para variar la claridad de la ventana como una estrategia compensatoria para mantener la temperatura de la hoja.

De acuerdo con la base de datos "*The Exotic Garden*" todas las especies son de origen sudafricano, donde los veranos son bastante secos y cálidos (21°C) y los inviernos húmedos y suaves (13°C). Sin embargo, según la Enciclopedia Larousse, edición 1996, en el Cabo, Sudáfrica se han registrado máximas de 39°C y mínimas

de -7°C en Johannesburgo ; las precipitaciones en el Cabo son de 509 mm/anales y en Windhoek y Waluim Bay Namibia, se reportan precipitaciones de 360 y 22 mm/anales respectivamente. Lo que pone de manifiesto que este grupo de plantas quedan expuestas naturalmente a un ciclo de temperaturas diurnas y nocturnas. Referente a ésto, Eller y Nipkow (1983), determinaron el efecto de las temperaturas críticas tanto altas como bajas sobre *Lithop lesliei* NE Br y *Lithops turbiniformis* (Haw) NE Br; encontrando que el hecho de que crezcan hundidas en el suelo no es con la finalidad de protegerse de temperaturas críticas, sino más bien es para protegerse contra la pérdida excesiva de agua.

En resumen el género *Lithops* es singular en dos aspectos:

1.- La mayor parte del cuerpo de la planta se desarrolla sobre unos pocos centímetros del suelo y la única porción expuesta directamente al aire es el área de la ventana. Esta representa una estrategia para protegerse contra las pérdidas excesivas de agua debido a que la superficie del suelo es la parte más caliente.

2.- La cara de la planta a menudo es clara, formando una ventana, por donde penetra la luz al interior de la planta, siendo esta una estrategia para adaptarse a las temperaturas críticas de su hábitat.

Las *Lithops* en cultivo son plantas que requieren abundante sol y calor (16 hrs/luz) además de una buena ventilación, de hecho en la región de sudafríca se presentan de 450 a 550 $\text{cal cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$. (The Exotic Garden: Turner y Picker, 1993). La temperatura invernal debe oscilar entre 4.5 y 10°C (Haager,1989).

3.4. Historia de la Clasificación del Género *Lithops*

Los desiertos pedregosos de Africa austral esconden huéspedes extraños: "Debido a su pequeño tamaño y similitudes en la estructura de sus hojas y flores, la taxonomía de este género se ha basado en la mayoría de los casos en interpretaciones subjetivas en los grupos de especies usando el color y la forma de la hoja como características primarias, ambas tienen una gran variabilidad aún entre especies. (Ver figura 8)

Erin Hynes, escritor técnico del *Instituto de Información Científica en Filadelfia* y coleccionista de *Lithops* comenta que la variedad que las hace tan inusuales y maravillosas como plantas en el hogar "ha sido una pesadilla para su clasificación taxonómica". Las hojas, porción más evidente de *Lithops*, no se consideran normalmente como una característica confiable de diagnóstico considerando que las marcas y colores no es un cambio único de un individuo puesto que con el tiempo suele variar entre individuos.



Fig. 8.- Invernadero rústico con una gran variedad de suculentas.
Cactus and Succulent Journal
Foto: Hammer, 1997

No es un enigma que la identificación y clasificación de *Lithops* haya sido confusa desde que se descubrió el género en 1811.

En la década de los setentas, el trabajo de Desmond T. Cole condujo a ordenar parte de la confusión, conflictos e inconsistencias de la clasificación de *Lithops*. Cole quien vivió en Johannesburgo, Sudáfrica, fue capaz de estudiar las *Lithops* en su hábitat. Combinando sus observaciones de la distribución geográfica de especies junto con sus extensivos estudios de las características de enterrarse las hojas en su ciclo de crecimiento, Cole identificó y describió 37 especies, 93 variedades y formas. Desde que publicó su lista en 1973, ha descrito otras especies, tal es el caso de: *Lithops naurendiae*.

Otras investigaciones estudiaron todo, desde la estructura del polen hasta la morfología de la semilla, en un intento por encontrar un método de identificación consistente y veraz. La variedad es nuevamente un obstáculo: existen bastantes excepciones para esa regla que generalmente la hacen inservible. Además, la investigación ha sido esporádica. EdStorms, dueño del invernadero más grande de *Lithops* en Estados Unidos, inició una reclasificación de *Lithops*, durante los pocos años que clasificó, removió de la literatura las identificaciones incorrectas de algunas especies que habían recibido múltiples nombres (Hynes, 1985).

Actualmente, métodos sistemáticos en *Lithops* no derivados de estudios empíricos han sido presentados en la literatura. En el Departamento de Ciencias Biológicas (Botánica) de la Universidad de Rutgers, Piscataway, N.J. se han iniciado estudios dirigidos a la delimitación de especies en base a relaciones sistemáticas intraspecificas, usando isoenzimas, metabolitos secundarios, anatomía de la epidermis, idioblastos de la hoja. Los resultados preliminares ponen de relieve la importancia de reforzar una metodología con factores químicos y

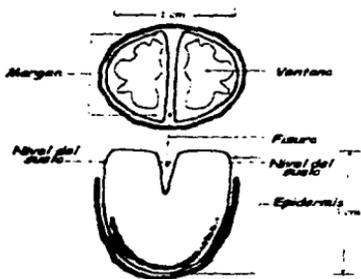
micromorfológicos, así como un aprovechamiento biosistemático multidisciplinario. Hasta el presente los datos aportados por los tratamientos taxonómicos de *Cole* para la mayoría de las especies, frecuentemente requieren de mayor investigación para un mejor entendimiento de esta severa controversia taxonómica (Wallace y Fairbrothers, 1985 a), sin embargo Cole y otro investigador diseñaron en 1996 una clave taxonómica para 25 especies (Clark y Cole, 1996).

3.5. Descripción Anatómica.

Las plantas del género *Lithops* consisten de un tallo muy corto unido a una raíz profunda y a uno o más pares de hojas sumamente suculentas. Cada par de hojas adyacentes forma un cono invertido, la base del mismo, que corresponde a la punta de las hojas se conoce como área de la ventana y está expuesta a la atmósfera, mientras que el resto del cono permanece enterrado en el suelo y corresponde al cono inferior. (Ver Fig. No. 9)

El cono, que son las hojas, está formado de una cubierta consistente de tejido epidérmico, tejido parenquimático, tejido meristemático y tejido conductor.

El tejido epidérmico en el área de la ventana aparece en forma de minúsculos puntos en *L. gracidelineata*, *L. fulviceps*, o bien puede estar dispuesto en motivos curiosos sobre el haz de la hoja como en *L. aucampiae* y *L. olivaceae* (Jump, 1989), está formada de células epidérmicas, células de guardia y células subsidiarias.



Las células epidérmicas tienen en sus paredes celulares depósitos de cutícula cerosa que en algunas porciones forman protuberancias llamadas papilas que cumplen la función de proteger de la transpiración excesiva como consecuencia del calentamiento de la hoja que en su mayor parte está enterrada en la superficie más caliente del suelo.

Fig. 9.- Dibujo en el que se notan además de las dimensiones de la planta el área de la ventana o filtros solares.

Los estomas que son los poros existente entre células de guarda adyacentes, se encuentran hundidos como una estrategia para reducir la pérdida de agua por transpiración estomática.

La cubierta del cono inferior (sección enterrada en el suelo) es epidermis con células epidérmicas con papilas más pequeñas en donde los estomas no necesitan estar profundamente hundidos como sucede en el área de la ventana puesto que la cubierta inferior del cono permanece enterrada en el suelo y así previene el aumento de la transpiración por el movimiento del aire.

En experimentos realizados con *Litops lesliei* y *Lithops karasmontana* se encontró que la velocidad de transpiración es alrededor de $200 \text{ mg dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$ con un 90% de humedad relativa (Eller y Ruess, 1982).

El tejido parenquimático de la hoja comprende el parénquima fotosintético o tejido asimilatorio (clorénquima) que es el tejido fotosintéticamente activo y está restringido a una capa delgada adyacente a la epidermis y el parénquima de reserva que es el tejido de almacenamiento de agua donde el tejido meristemático forma el ápice a través del cual se origina el crecimiento activo de la planta y el tejido conductor está formado por el xilema y el floema por medio del cual se conduce el agua y los fotoasimilados necesarios para el crecimiento.

Estas plantas forman pequeños tarugos y rara vez alcanzan una altura superior a los 5 cm, sus flores son sobre todo blancas o amarillas. Según Benno M. Eller, investigador del *Instituto de Biología Vegetal de la Universidad de Zürich, Suiza*, los filtros solares que poseen (ventanas, que generalmente carecen de clorénquima) aparecen en forma de minúsculos puntos o pueden estar dispuestos en motivos curiosos sobre el haz de la hoja, las células asimiladoras que contienen la clorofila (clorénquima periférico) están en el interior del cuerpo, protegidas por una gruesa capa de tejido celular (células de guarda de los estomas que contienen cromoplastos) que transforma la luz incidente directa en luz difusa, sus hojas carnosas almacenan agua y adquieren una forma compacta Ver figura 9 y 10. (Eller y Ruess, 1982 a.)

Además, poseen raíces contractiles que les permiten evadir el calor y el frío, minimizando la pérdida de agua debido al extremoso clima de sus hábitats. Avances en la investigación en especies como *Lithops gracidelineata* y *Lithops comptonii* bajo la dirección del Dr. J.S. Turner del Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales de la Universidad de Nueva York en colaboración con M.D. Picker de la Universidad de Cape Town, Rodenbosch, Sudáfrica encontraron que las temperaturas de las hojas y el suelo están vigorosamente acopladas y que la variación de la claridad de las ventanas causa una variación significativa en las temperaturas de las hojas. Ver figura 11 (Turner y Pickers, 1993)

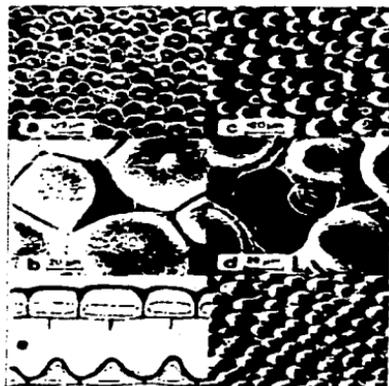


Fig. 10.-Estructura de la epidermis de *Lithops lesliei*

- a.- Región estomática del área de la ventana
- b.- Estoma del área de la ventana (cutícula removida)
- c.- Estoma de la epidermis del cono
- d.- Estoma de la epidermis (cutícula removida)
- e.- Esquema de la papila epidermica
- f.- Células epidérmicas.



Fig. 11.- Acoplamiento térmico entre las hojas de *Lithops* y el suelo.

Experimentos llevados a cabo en el laboratorio del *Departamento de Biología y Ciencias Ambientales de la Universidad de California*, con *Lithops lesliei* y *Lithops turbiniformis* evaluaron experimentalmente en condiciones de invernadero diferencias de temperatura entre raíz y suelo de 7°C y mediciones realizadas en campo mostraron diferencias de hasta 10°C (Nobel,1989), estableciendo un gradiente térmico en la planta como una medida para tolerar temperaturas extremas.

En su período de crecimiento activo la hendidura de su cuerpo se abre y da origen a una nueva planta la cual obtendrá el agua y las materias nutritivas de la antigua planta

3.6. Mecanismos de Adaptación.

Las plantas generalmente están sometidas a situaciones desfavorables para su desarrollo y funcionamiento óptimos, ocasionadas por alteraciones en el medio ambiente (estrés medioambiental), por lo que necesariamente presentan modificaciones en su estructura y funcionamiento como respuesta. Si tales modificaciones son heredables, están incluidas en su genotipo y aumentan la probabilidad de su supervivencia y reproducción, se trata entonces de "Adaptaciones de las plantas" al medioambiente. Por ejemplo: el déficit hídrico se considera como el estrés más incidente en las plantas, pero es uno de los componentes naturales del ambiente de las xerófitas. Estas han desarrollado a través del tiempo una serie de adaptaciones que no solo les han permitido colonizar

ambientes áridos, sino que hacen que estos sean los ambientes más adecuados para ellas. (Alscher y Cumming, 1990; Azcon y Bieto, 1995)

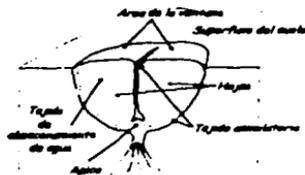


Fig. 12.- Esquema del hábito de enterrarse en el suelo por parte de *Lithops*.

Surgen entonces preguntas como qué mecanismos de adaptación se presentan en *Lithops*? ¿cómo se adaptan a la sequía? ¿qué hacen para adaptarse a las altas intensidades luminosas y a las temperaturas críticas?. Ver figuras 12 y 13.

En el caso del género *Lithops*, muchas de sus características son el resultado de adaptaciones a condiciones de extrema sequía, de alta intensidad luminosa y de temperaturas críticas (altas hasta 50°C y bajas hasta -10°C), según datos climáticos elaborados por Vijs y Smith en colonias *Lithops bromfieldii* var. *Glaudine*, *Lithops fulviceps*, *Lithops verruculata*, *Lithops halii*, así como en poblaciones de *Lithops lesliei*. (Smiths, 1992; Vijs, 1996)

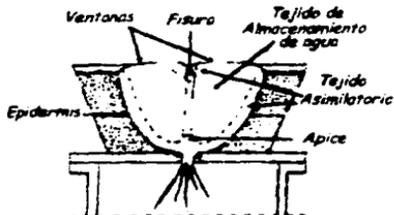


Fig. 13.- Esquema que muestra la forma esférica de *Lithops* como resistencia a la desecación

Las adaptaciones de Lithops a la sequía son:

- 1.- El par de hojas de Lithops contienen tejido parenquimático que reserva agua, pues sus células presentan mucilagos que son carbohidratos que unen fuertemente un alto porcentaje de moléculas de agua y le protegen de la desecación. Además las células son ricas en azúcares simples que actúan como osmolitos para mantener un potencial hídrico interno menor al del suelo y permitir así la absorción continua del agua; o como osmoprotectores, estabilizando las macromoléculas y las biomembranas (Eller y Ruess, 1982; Larcher, 1995).
- 2.- La planta está cubierta de cutícula altamente cerosa para reducir la transpiración (Turner y Pickett, 1993).
- 3.- El par de hojas de Lithops son opuestas y se condensan para adoptar una apariencia esférica presentando mínima superficie en relación con el volumen, reforzando así su resistencia a la desecación. Ver figura 12
- 4.- Lithops ha desarrollado el hábito de enterrarse en el suelo, quedando sólo una mínima porción de la planta expuesta a la superficie del suelo, disminuyendo hasta en un 21% la transpiración estomática (Eller y Ruess, 1993). Ver figura 13
- 5.- El par de hojas de Lithops presenta dos clases de estomas en su epidermis: en el área de la ventana los estomas están hundidos y su función básica es regular la transpiración, por lo que durante el día se mantienen cerrados; mientras que en la cubierta del cono los estomas son más superficiales y se encargan particularmente de la incorporación del CO_2 necesario para la fotosíntesis (Eller y Ruess, 1993).

6.- *Lithops* cierra sus estomas durante el día y los abre por la noche, por lo que presenta metabolismo fotosintético CAM. El metabolismo CAM comprende dos vías metabólicas a saber: la Fotofosforilación y la Vía Fotosintética CAM. A continuación se exponen algunas características específicas de estas vías metabólicas. (comp.pers. Grajales,1997)**

Cuadro No 1.- Vías Metabólicas del Metabolismo Acido de las Crasuláceas.

	<u>Fotofosforilación</u>	<u>Vía Fotosintética CAM</u>
<u>Metabolismo Fotosintético CAM</u>	SI= Luz y H ₂ O	SI= CO ₂ y H ₂ O
	PF= ATP, NADPH y O ₂	PF=Fructuosa
	SC= Tilacoides	SC= Estroma
	FV= Generar la energía y el poder reductor para la siguiente vía	FV= Producir el precursor de todos los carbohidratos

SC= Sustrato inicial; PF= Producto final; SC= Sitio celular; FV= Finalidad de la vía.
Fuente: Grajales,1997

** MC. Bioquímicas Ofelia Grajales Muñiz

*Secc. de Bioquímica y Fisiología Agropecuaria *

FES-Cuautitlán Campo IV Carretera Cuautitlán - Teoloyucan km 2.5

San Sebastián Xhala Cuautitlán Izcalli Tel: 6 23 19 77 Fax: 8 70 21 84

Debido a las adaptaciones de Lithops a la sequía, una porción de la planta queda expuesta a las altas intensidades luminosas, para lo cual también ha desarrollado algunas adaptaciones como:

- 1- Ubicar su tejido fotosintético (clorénquima), cercano a la cubierta del cono, que es la porción de la planta que se entierra en el suelo, evitando con ello las reacciones oxidativas en los centros de reacción de los dos fotosistemas, la fotoinhibición de la fotosíntesis y la fotooxidación (destrucción de los pigmentos fotosintéticos, Azcon y Bieta, 1995).
- 2- La punta del cono presenta tejido parenquimático que almacena agua y está libre de pigmentos fotosintéticos, de modo que actúa como un filtro o ventana, así que el área de la ventana, regula la intensidad luminosa que necesita para su fotosíntesis y para el propio desarrollo. Además, en las vacuolas de estas células se almacenan depósitos de oxalato de calcio que actúan también como filtros de la luz solar (Hynes, 1985; Turner y Picker, 1993).
- 3- Las células de guarda de la epidermis del área de la ventana no presentan cloroplastos, como es típico de estas células, sino más bien poseen cromoplastos que almacenan pigmentos secundarios como carotenos y luteína, los que funcionan también como filtros de luz (Eller y Ruess, 1993).

Como la mayor parte de las hojas de Lithops se encuentran enterradas en el suelo, no presentan las adaptaciones térmicas comunes a las plantas xerófitas pues no pueden orientar sus hojas para reducir su superficie de exposición a la luz. Como no tienen un hábito erecto no pueden disipar el calor o el frío por convección de la hoja:

como la reserva de agua de *Lithops* es pequeña, la lluvia es escasa e impredecible y la temperatura de la superficie del suelo es alta, *Lithops* no puede enfriar sus hojas por evapotranspiración; como la planta es pequeña, su capacidad térmica es pequeña, por lo que surge la pregunta ¿cómo regula su temperatura la planta de *Lithops*?

Turner y Picker (1993) demostraron experimentalmente que la temperatura de la hoja de *Lithops* es gobernada por tres principios:

- 1.- Las temperaturas de la hoja y del suelo se mantienen acopladas fuertemente coordinando la capacidad térmica de los mismos, reduciendo con ello la variación diaria de la temperatura de la hoja.
- 2.- La variación en la energía superficial de los márgenes de la hoja no afecta la temperatura global de la hoja, por lo que debido a la heterogeneidad vertical de la temperatura del suelo, las áreas más profundas de la hoja, como el clorénquima, sensible a la temperatura, se mantienen menos calientes que las regiones superficiales durante el periodo más caliente del día.
- 3.- La variación en la claridad de la ventana efectivamente varía la temperatura de la hoja siendo ésta la adaptación térmica más importante que presenta *Lithops*. Así se encuentran especies con ventanas más claras viviendo en regiones más soleadas y más calientes que las especies que habitan regiones menos calientes y que presentan ventanas menos claras o bien opacas.

3.7. Requerimientos para el cultivo de *Lithops*.

3.7.1 Sustratos.

Los sustratos son los materiales orgánicos e inorgánicos o bien la mezcla de ellos empleados comúnmente con la finalidad de sostener y abastecer el material genético de propagación; sirven para colocar semillas a germinar o para el enraizamiento de estacas y acodos, debiendo reunir según Hartmann y Kester (1995) las siguientes características:

- 1.- Suficientemente firme y de densidad adecuada para mantener en los espacios y posiciones el material vegetal de propagación que ha sido colocado en ellos.
- 2.- Buena capacidad de retención de humedad a fin de evitar riegos continuos.
- 3.- Ser permeable para poder drenar excesos de humedad permitiendo así una buena aereación o intercambio gaseoso a lo largo del perfil.
- 4.- Requiere estar libre de patógenos y de insectos que pongan en peligro el material genético a propagar.
- 5.- Estar estabilizado en cuanto a contenido de ácidos y sales, pH
- 6.- Facilidad para esterilizarse sin que esto implique modificaciones en cuanto a sus propiedades referentes a su composición y estructura.
- 7.- Ser fuente de nutrientes aprovechables para el material biológico de propagación.

3.7.1.1. Materiales empleados en la elaboración de sustratos.

En la elaboración de sustratos para el cultivo de cactáceas y suculentas, existen una gran variedad de materiales que se emplean en la propagación de estas plantas, dentro de los cuales encontramos los siguientes:

Arena.- La arena esta formada de piedra fina refinada por la intemperización o trituración artificial de diversas rocas. Las arenas varían en su contenido mineral dependiendo de la roca que la originó; varia en tamaños de 0.2 a 5 mm de diámetro, se utiliza arena en las mezclas para mejorar la estructura y densidad aparente, no libera nutrientes, no tiene capacidad de intercambio catiónico, sin embargo tiene drenaje rápido y baja retención de agua (Montalvo y Aguirre,1996). .

Tierra de hoja.- Se forma mezclando capas de hojas con capas delgadas de tierra, esta mezcla es rica en nutrientes, mantiene una aceptable porosidad, un buen drenaje y cuenta con un pH ácido (Montalvo y Aguirre,1996).

Musgo. Peat moss o Turba.- Es un material orgánico que está formado por restos de vegetación acuática en descomposición parcial, los diferentes tipos de musgo se diferencian por la especie vegetal y condiciones climáticas que la originan. Generalmente el musgo es de naturaleza ácida, aunque se encuentran en ocasiones entre muy ácida a algo alcalino, el musgo libera nutrientes y puede retener hasta quince veces su peso en agua, este material tiene buena porosidad y alta capacidad de intercambio catiónico (Montalvo y Aguirre,1996).

Vermiculita.- La vermiculita es un mineral micáceo que se expande mucho al calentarlo, esta característica lo hace muy liviano. Posee una reacción neutra con buenas propiedades de amortiguamiento, es insoluble al agua y puede absorber grandes cantidades de ésta, tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, por lo que puede mantener nutrimentos en reserva y liberarlos después ; contiene suficiente magnesio y potasio para aprovisionar a las plantas, tiene una elevada porosidad y una adecuada relación de aire (Montalvo y Aguirre,1996).

Perlita.- Es un aluminio silicatado de origen volcánico, es muy ligera y estéril, con un pH neutro, retiene de tres a cuatro veces su peso de agua, no tiene capacidad de intercambio catiónico, ni contribuye con nutrimentos, tiene un buen drenaje (Montalvo y Aguirre,1996).

Piedra Pómez.- Es bióxido de silicio y óxido de aluminio, con pequeñas cantidades de fierro, calcio, magnesio y sodio en forma de óxidos, ésta aumenta en las mezclas la aereación y el drenaje (Montalvo y Aguirre,1996).

Los sustratos empleados en la producción de cactáceas y suculentas son muy variados. En general se usa un sustrato bastante poroso y de buen drenaje para impedir que se acumule agua que podría ocasionar pudriciones. Para controlar el exceso de agua, se coloca en la base de la maceta una malla de plástico y sobre ésta, unos 5 cm de altura de tezontle o tepojal. Es necesario desinfectar el sustrato y ajustarlo a un pH ácido (6.5) (Reyes y Arias, 1995; Wagner,1997 comp.pers.)*-----

* Enrique Wagner

"Quinta Fernando Schmol" Av. Colegio Militar No. 1 Barrio de las Fuentes
Cadereyta, Queretaro. Tel/Fax: 91 467 6 02 56

Para cactáceas globosas y otras suculentas, se pueden utilizar en base a volumen /volumen 8 distintos tipos de mezclas a saber:

1.- Hage, 1983 sugiere un sustrato compuesto por:

a) 7 tierra negra + 3 peat moss + 2 arena

2.- Rayzer, 1984 propone utilizar:

a) 1/3 arena de río + 1/3 mantillo + 1/3 tierra negra

3.- Storms, 1986, especialista en *Lithops* propone la siguiente mezcla para el caso de las suculentas de este género, específicamente:

a) 1/4 peat moss + 3/4 grava fina

b) 1/2 vermiculita + 1/2 de peat moss

4.- Bauer, 1992 establece otro tipo, este contiene:

a) 6/10 granito + 2/10 caliche + 2/10 ceniza

5.- Ploy, 1993 ha utilizado las siguientes combinaciones:

a) 1 mantillo comercial para semillas + 1 arcilla + 1 arena de río

b) 1 suelo comercial para maceta + 1 arcilla roja + 1 arena de río

c) Ihojarasca + 2 arcilla roja + 1 arena de río + 1 cenizas

6.- Reyes, 1994 quien basa su fórmula en la experiencia adquirida en el Jardín Botánico del Inst. Biología de la UNAM, recomienda:

a) 1/4 turba + 1/4 tezontle fino + 1/4 tepojal + 1/4 agrolita

b) 1/4 turba + 1/4 vermiculita + 1/4 tierra negra + 1/4 tepojal fino o tezontle

7.- Según Moreno, 1995 se pudiera elaborar la siguiente combinación:

- a) 3/4 tepojal , tezontle o grava + 1/4 tierra de hoja
- b) 1/3 de tierra negra o de hoja + 2/3 de tezontle o tepetate
- c) 3/4 de arena + 1/4 de tierra de hoja

8.- Quail, 1997 ha obtenido buenos resultados usando la siguiente proporción:

- a) 40% de composta + 20% de arena de río + 20% de gravita + 20% de perlita

3.7.2. Riegos.

El papel del agua en la vida de las plantas es indudablemente muy importante. Interviene en la constitución del protoplasma; actúa como disolvente de los gases, los iones minerales y otros solutos que penetran y se desplazan por el interior de la planta; constituye el ingrediente necesario para asegurar la turgencia de las células; y representa el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales (Alpi y Tognoni,1991).

Las plantas absorben agua del suelo en fase líquida por efecto de los gradientes de potencial hídrico que se establecen entre suelo y raíces y entre raíces y hojas. Por el contrario, pierden agua por las hojas en forma de vapor como consecuencia de la diferente tensión de vapor existente en la atmósfera y en el mesófilo foliar. En condiciones de equilibrio, el flujo de agua que pasa del suelo a la atmósfera es directamente proporcional a la diferencia existente entre los dos potenciales e inversamente relacionado con la resistencia que se opone al movimiento del agua a

través de los varios componentes del sistema. Esta resistencia es más elevada en el suelo que en el interior de la planta y todavía mayor en el paso de las hojas a la atmósfera (Alpi y Tognoni,1991).

Cuando la intensidad de la transpiración es superior a la absorción radicular, en la planta se produce un déficit hídrico que influye negativamente en el crecimiento y en el rendimiento.

Los efectos que se derivan de ello varían con la intensidad y la duración del estrés así como del estado de desarrollo de las plantas. Un intenso estrés hídrico, aunque de poca duración, puede reducir el crecimiento en mayor medida que un estrés hídrico moderado pero de más larga duración y resulta más perjudicial cuando se produce en la fase de inducción y diferenciación de las yemas (Alpi y Tognoni,1991).

La aportación de agua al sustrato constituye , sin embargo, el método más eficaz para satisfacer las exigencias hídricas de las plantas cultivadas en invernadero que, al no disponer de aportes hídricos naturales manifiestan una necesidad en agua sensiblemente mayor a las que se cultivan en campo (Alpi y Tognoni,1991).

La irrigación en cultivos de maceta es principalmente por aspersión, y en menor escala por microirrigación y goteo. Al igual que para producción en campo, el riego por goteo está convirtiéndose en casi imperante dado su eficiencia en uso de agua y en la aplicación localizada de fertilizantes inyectados e inclusive pesticidas.

En la práctica del riego es de suma importancia la determinación del momento óptimo para su aplicación y de la cantidad de agua a suministrar en cada riego

En relación al riego, las *Lithops*, requieren riegos perfectamente adaptados a su biología, ya que estos presentan tres etapas fenológicas claramente definidas, a saber:

I.- Etapa de crecimiento activo durante la primavera, de Febrero a Abril, que es cuando la hendidura de su "cuerpo" se abre y da origen a la nueva planta, que consigue el agua y las materias nutritivas de la "antigua" planta. Generalmente, los principiantes eligen este momento para iniciar los riegos continuos, lo que significa infaliblemente la muerte de la planta, pues ésta adquiere el agua de la planta madre y si se le adiciona más, se provoca un desequilibrio en su estado hídrico que es desfavorable para continuar con el crecimiento y hasta para aumentar el potencial de presión interna que provoca "ruptura" o estallamiento del cuerpo de la planta (Dictionary of the Gardening of The Royal Horticultural Society, 1992)

II.- Etapa de reposo relativo, durante la cual la planta sigue creciendo pero no a la misma tasa de crecimiento que la primera, que corresponde desde el verano temprano hasta el otoño tardío, es decir, desde finales de mayo hasta principios de septiembre, donde se recomienda efectuar los riegos ligeros justo para mantener ligeramente húmedo el suelo.

III.- Etapa de reposo invernal, durante la cual la planta cesa su crecimiento para mantenerse latente en la temporada de invierno y pueda sobrevivir a las bajas temperaturas. En esta etapa no es prudente regar, pues se alterarían los

mecanismos fisiológicos que naturalmente la planta acciona para permanecer latente, específicamente el metabolismo del ácido absicico, el cual es una de las fitohormonas que regulan la expresión de la latencia (Grajales, 1997).

Esta es la única condición para que las piedras vivas prosperen y luego florezcan. Las bellas flores de Lithops se abren de junio a octubre según las especies (Haager, 1989).

Según The Dictionary of Gardening of the New Royal Society (1992), los riegos para Lithops se realizan ampliamente del verano temprano al otoño tardío; se suspenden en invierno y se riegan someramente en primavera a modo de no provocar ruptura o estallamiento de la planta. Según los especialistas como Lau, Schrott, Wagner, Bonfil, y Reyes sugieren que durante la primavera-otoño se riegue cada 10 a 15 días y durante el invierno cada 20 a 30 días, procurando evitar el contacto con el tallo y la hendidura, para protegerlo de las sales que dañan su epidermis (Lau, 1997 com. pers.)*

* Dr. Alfred B. Lau
"Quinta las Camelias" Fortín AP 98
Córdoba, Veracruz Tel: 91 271 30 808

3.7.3. Fertilización.

El hábitat general de las cactáceas y suculentas es rico en nutrimentos, por lo que en invernaderos deben ser fertilizadas para mantener un crecimiento sano y vigoroso que contribuya a una buena presentación. Estas plantas requieren de un fertilizante ya sea líquido o sólido o formas simples o complejas, preferentemente de bajo contenido de nitrógeno y altas concentraciones de fósforo y potasio.

El fósforo y potasio contenido en los fertilizantes ejercen un papel fundamental en el crecimiento de los cactus, puesto que el "fósforo" favorece la actividad de ápices vegetativos y el crecimiento de raíces, por otro lado el "potasio" tiene relativa influencia en la regulación de la abertura y el cierre de los estomas controlando la velocidad de la transpiración (Urbano citado por Montalvo y Aguirre,1996). En conjunto estos dos elementos estimulan el crecimiento compacto y saludable de las suculentas (Cullman citado por Montalvo y Aguirre,1996). Las bajas proporciones de "nitrógeno" en las suculentas complementan estos efectos puesto que es requerido por estas plantas en las proteínas, clorofila, ácidos nucleicos y otros componentes. (Nobel,1989).

También son importantes los macronutrientes Calcio, Azufre y Magnesio junto con los elementos traza o micronutrientes, como Boro, Molibdeno, Hierro, Cobre, Cobalto, Manganeso y Zinc, que intervienen en el funcionamiento de las membranas celulares, son constituyentes de las proteínas, participan en la formación de la clorofila, son importantes en el transporte y utilización de azúcares, se necesitan en reacciones fundamentales de oxido-reducción, biosíntesis de clorofila, reducción

de nitratos y procesos metabólicos; además de los ácidos húmicos y fúlvicos que son polímeros coloidales asociados por uniones fácilmente hidrolizables que regulan el estado oxido-reductor del medio donde se desarrollan las plantas, incluso sirven de catalizadores de la respiración y aumentan la capacidad de intercambio catiónico, junto con la captación y retención de humedad cuyo efecto en cactáceas y suculentas apenas esta siendo investigado.

La fertilización en cultivos de maceta es por fertigación, fertilizantes de lenta liberación o una combinación de los dos. Presiones medioambientalistas han, sin embargo, popularizado los fertilizantes de lenta liberación(tales como Osmocote y Nutricote) y están desplazando la fertigación, particularmente aquella que se hace por aspersión. Aunque la liberación gradual y localizada de nutrimentos por parte de los fertilizantes de lenta liberación los hacen atractivos, éstos aún presentan problemas tales como la falta de sincronización entre los patrones y tasas de liberación de nutrimentos y su demanda por las plantas. Por lo general, cantidades grandes de nutrimentos son liberados al principio de la temporada de crecimiento cuando las plantas son pequeñas y sus requerimientos de nutrimentos son bajos, mientras que para el final de la temporada ocurre lo contrario: la demanda por nutrimentos es grande pero el fertilizante de lenta liberación está agotado, por lo que se recomienda complementar la nutrición de las plantas con otras fertilizaciones, en la etapa propicia para ello. (Schrott, 1997 com. pers.)*

*Biol. Josef Schrott
"Coactimunda"

Los fertilizantes comúnmente usados por los especialistas en cactáceas y suculentas y que han dado buenos resultados son los siguientes:

1.- Fertilizante N-P-K, 12-20-30 o 15-20-30 (Ballesteros,1978 citado por Montalvo y Aguirre)

2.- Liquimax 0-10-10 (Grizby,1984 citado por Moreno 1995)

3.- Fertilizante soluble bajo en Nitrógeno 10-30-20 , N-P-K respectivamente en proporción 1:1:1 y algunos elementos traza. (Storms,1986)

4.- Fertilizante líquido 15-15-30 (Hewitt,1993)

5.- Pokon Fertilizante para cactáceas, 16-21-27 (Nessmann,1994)

6.- Peters 9-45-15 diluido en 4 lts. (Reyes,1995)

7.- Harina de hueso o fertilizantes preparados con la proporción 6-15-12 (Reyes y Arias,1995)

8.- Humifert 10-20-20 diluido al 0.5% (Montalvo y Aguirre,1996) cuya composición incluye elementos mayores NPK y ácidos húmicos: elementos secundarios S, Ca, Mg; Microelementos como Fe, Zn, Mn, Cu, B y Mo. Además de ácido giberélico como fitohormona así como Tiamina como vitamina.

9.- Osmocote 13-13-13 cada año (fertilizante de lenta liberación) 6-10 grs/ lt de sustrato y el Peters 12-36-14 aspersiones mensuales con microelementos (Bonfil,1997 com. pers)**

10.- Superfosfato de Calcio Triple 17 de primavera a principios de otoño cada mes, en la primavera 20-20-20 después del 1º riego y para promover la floración 10-30-20 (Bonilla, 1997 com. pers)***

Es muy importante regar después de la aplicación para evitar quemaduras en la planta. La frecuencia de la aplicación, se puede hacer cada 3 meses o hasta 6 meses en ejemplares adultos y de 15 a 20 días para cactus en desarrollo (Reyes y Arias,1995)

** Biol. Abel Bonfil Campos

Jardín Botánico FES-Cuautitlán C-4
Carr. Cuautitlán -Teoloyucan km 2.5
Cuautitlán Izcalli
Tel: 6-23-19-77

Si el lector desea información detallada sobre carencias y excesos nutrimentales o desordenes fisiológicos en cactáceas y suculentas puede consultar "La Guía para el cuidado de los Cactus y Plantas Grasas" de Jean Daniel Nessmann.

*** Biol. Manuel Bonilla
Rancho Santa Teresa
Cuautitlán Izcalli

3º Fracc. Sn. Antonio
Tel: 880 03 50

3.7.4. Control de Plagas y Enfermedades.

Es recomendable revisar las plantas con regularidad para prevenir y controlar los organismos que pudieran causar pérdidas a la colección.

Las plagas más frecuentes son:

Cochinilla algodonosa (*Dactylopius coccus*), la cual esta cubierta por una secreción algodonosa y visible al ojo humano; esta plaga provoca un desarrollo más lento de la planta y mayor susceptibilidad al ataque de hongos o bacterias. También es muy común encontrar el llamado piojo o cochinilla de la raíz, (*Rispersia falcifera*) de aspecto similar al anterior, pero ataca las raíces hasta destruirlas. Este pequeño insecto se descubre por la presencia de masas algodonosas en las raíces o cerca de ellas; en esas masas se encuentran los huevecillos (Slaba,1992) El tratamiento para ambos casos se resuelve con la aplicación de los químicos: Dimetoato (1.5 ml/l), Malathion (7.5 ml/l), Fenitropion, Diazinon (1.5ml/l) en presentación granulada se espolvorea sobre la tierra cerca de la planta, una medida adicional es el cambio de sustrato por uno nuevo previamente esterilizado y la desinfección del ejemplar con agua a presión para retirar completamente la plaga y sus huevecillos, dejándola en un espacio de recuperación para asegurar su completa desinfección (Reyes y Arias,1995). Otra manera de controlar esta plaga es usando un predador natural llamado *Chryptolaemus montrouzeri* (Hewitt,1993).

Existen otras plagas como los caracoles, escamas, ácaros como la araña roja (*Tetranychus urticae*); áfidos y nemátodos como *Heterodera cacti*, que en su conjunto se combaten con una solución de Furadán (1.5 ml/l), sustancia altamente

tóxica, por lo que se debe emplear en casos muy especiales y si es posible limitar su uso. Generalmente la aplicación de estos insecticidas se debe realizar en los meses de invierno porque es cuando se reproducen los insectos mencionados. En el caso de los caracoles que atacan a las plántulas, se combaten con molusquicidas en presentaciones de pellets, tales como: Snarol & Bug Snail Bait y Tappso que contienen Metaldehído y atrayentes. Para controlar nemátodos se utiliza Vydate (7.5ml/l). También se puede ejercer un control biológico con *Phytoseiulus persimilis* para controlar ácaros como la araña roja y en el control de áfidos la avispa *Encarsia formosa* (Bonfil,1997 compers.)

Otras enfermedades que se presentan son las causadas por hongos como: *Botrytis cinerea*, *Helminthosporium sp.*, *Phyrium ultimanus*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactarum* y *Phytophthora annivora* así como por bacterias especialmente del género *Erwinia*. Los cuales atacan a las semillas, raíces y tallos, ocasionando la pudrición de la planta. Es común que los hongos aparezcan en las plantas debilitadas por ataques de insectos o por la presencia de humedad en un tiempo prolongado. Para combatir bacterias y hongos se puede emplear Agrimicin 500 (fungicida bactericida de acción sistémica, aplicar 6 grs/lit.), Benlate, Aliette 80 (fungicida sistémico, polvo humectable) y Zineb que han resultado ser eficientes. Para prevenir las enfermedades mencionadas es necesario contar con una buena ventilación y calor (Lamb,1991; Nessmann, 1994)

Si se desea obtener información con respecto a síntomas y ciclos biológicos de plagas y enfermedades en cactáceas y suculentas se recomienda revisar "The Complete Book of Cacti & Succulent" de Terry Hewitt, "La Pequeña Enciclopedia de Cactus" de Jan Riha y "La Guía para el cuidado de Cactus y Plantas Crasas de Jean Daniel Nessmann"

3.8. Propagación

3.8.1 Propagación por semillas.



Fig. 14 - Plántulas de *Lithops* del tamaño adecuado para el trasplante.
Foto: March, 1990

La propagación por semillas (en primavera) es un método sexual, el cual implica la recombinación de material genético. Se trata de un trabajo prolongado que requiere de espacio y mucha paciencia (Dennis et al, 1989).

3.8.1.1 Obtención de semillas

Las semillas se pueden obtener de especies cultivadas, como producto de polinización natural o artificial, aunque actualmente se anuncian en Internet casas comerciales de semillas que las venden. Ver Anexo 3. También pudieran intercambiarse en asociaciones de cactáceas y suculentas. Ver Anexo 4. (Mace, 1997; Varblod y Marx, 1997)

3.8.1.2 Polinización artificial

La polinización de estas plantas es instructiva porque en época de floración es preciso transportar, con la ayuda de un pincel, el polen de los estambres de un individuo al estigma de otro individuo de la misma especie (polinización cruzada) pero de diferente clon, de lo contrario la semilla estarían vanas o bien se pudieran

presentar alteraciones en el color. (Meyrán, 1997 Com. pers.)* La mayoría de las plantas suculentas son algamas (autoestériles) y entonces es preciso disponer al menos dos plantas que florezcan al mismo tiempo (Gaubert, 1990; Lau, 1997). Las cápsulas contienen de 400 a 500 semillas.

3.8.1.3. Almacenamiento

Las semillas deben ser colectadas y almacenadas cuando menos un mes antes para que puedan ser utilizadas. Se recomienda guardarlas en sobres de papel rotulados con el nombre de la especie o variedad, en un lugar fresco o en refrigeración a una temperatura de 8°C. Generalmente la mayoría de las semillas de las cactáceas y suculentas son viables por mucho tiempo (5 a 10 años) a temperatura de 20 a 25°C y un 80% de humedad atmosférica. Dentro del sobre se agrega un poco de Captan para evitar la proliferación de hongos. (Reyes y Arias, 1995).

Un trabajo experimental con semillas de *Lithops*, realizado por Plooy en 1994, reveló que el porcentaje de germinación de semillas frescas es del 85%, pero la germinación disminuye 4.35% por año de edad de la semilla después de 15 años de haber sido recolectada (Plooy, 1994 b).

* Biol. José Antonio Meyrán Camacho
Jardín Botánico de la ENEP Iztacala
Av. de los Barrios s/n Los Reyes Iztacala
Tlanepantla, Edo. de México. Tel: 399-00-72

3.8.1.4. Preparación de recipientes y sustrato.

La metodología empleada en el Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM, es la siguiente:

- a) Charola con domo (se puede remplazar con otros recipientes) que permita la creación de un microambiente húmedo para facilitar la germinación.
- b) Lavar la charola, desinfectándola con cloro al 10%, luego enjuagar con agua corriente, pero esterilizada.
- c) Como sustrato se utiliza una mezcla de bentonita cálcica, arena sílica, turba y tezontle (o vermiculita) en partes iguales. El sustrato debe ser esterilizado a una temperatura cercana a los 120 °C , esperar que se enfríe para colocarlo en la charola y finalmente se humedece con agua corriente estéril a punto de saturación.

3.8.1.5. Tratamiento pregerminativo.

Se han intentado desarrollar técnicas de germinación de cactáceas mediante la manipulación de mecanismos de letargo y factores ambientales que pueden tratarse al romper la latencia y estimular la germinación.

Se conoce con el término "Tratamientos pregerminativos" a cualesquier tratamiento que se le haga a la semilla antes de incubarla para su germinación o antes de sembrarla con la finalidad de superar o de finalizar la latencia de la semilla (Hartman y Kester,1995).

Puesto que la latencia de la semilla es clasificada de diversas maneras, de acuerdo con diferentes criterios, según sea el investigador, se señalan únicamente los factores más comunes que imponen la latencia en una semilla, así como los tratamientos pregerminativos usados para su inactivación. Para más detalles sobre el tema, puede revisarse Hartman y Kester, 1995; Camacho M 1995; y Grajales 1997.

Tratamiento		Efecto	Latencia inactivada
Imbibición o remojo	En H ₂ O	Ablanda la cubierta de la semilla	Mecanolatencia
		Lava inhibidores de la cubierta	Quimiolatencia
	En GA ₃	Modifica la relación ABA-GA ₃ en el embrión	Hormolatenia
Escarificación	Total	Elimina totalmente la cubierta	Mecanolatencia y/o Fisicolatencia y/o Quimiolatencia
	Parcial	Afecta parcialmente la cubierta	Fisicolatencia
Estratificación		Acelera la postmaduración del embrión, modificando la relación ABA-GA ₃	Hormolatenia
Irradiación		Alcanzar el fotoequilibrio del fitocromo	Fotolatenia

En algunas semillas se necesita hacer una combinación de tratamientos para su germinación. Para el caso de *Lithops* la sugerencia recomendada por el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM es la siguiente:

- 1.- Sumergir las semillas en agua destilada estéril a 50°C durante cinco minutos y dejar enfriar a temperatura ambiente 24 horas. El tratamiento es en realidad un remojo que ablanda la cubierta y al mismo tiempo una desinfección de la semilla.
- 2.- Después de 24 horas, se lavan las semillas con agua corriente estéril con tres repeticiones, eliminando los posibles inhibidores de la cubierta.
- 3.- Sumergir en cloro al 30% durante 5 minutos para desinfección.
- 4.- Lavar las semillas en agua corriente estéril una vez.
- 5.- Pasar las semillas a una caja petri y agregar una solución de fungicida (captan: 1 gr en 100 ml de agua destilada estéril), para prevenir el desarrollo de hongos.
- 6.- Hacer un pequeño surco sobre el sustrato que apenas exceda el diámetro de la semilla y sembrar con la ayuda de pinzas, pinceles y agujas de disección (previamente esterilizadas en hipoclorito de sodio 15 minutos)
Las semillas deberán estar colocadas a 1.5 cm de distancia una de otra (si son especies pequeñas se pueden suturar, de tal manera que en una charola de 25 x 50 sea suficiente para germinar 4000 o más semillas)
- 7.- Colocar el domo y una malla sombra que deje pasar 60 a 70% de luz. La temperatura deberá estar entre 20 y 25°C. La germinación se iniciará entre 3 y 8 días después de la siembra en las condiciones mencionadas.

En el Instituto de Mejoramiento Genético y Producción de Semillas de la Universidad de Torino Italia, se estudio el efecto de diversas condiciones de temperatura y luz, un lote experimental de semillas de *Lithops otzeniana* en condiciones similares, germina a una temperatura de 20°C en oscuridad, con un sombreado de 60% germinando así entre 6 y 7 días. (Gallo y Quagliotti,1991). Se recomienda trasplantar cuando alcanzan de 3 a 6 mm de diámetro (Plooy, 1993 a)

esto es aproximadamente al año de haber sido sembradas Ver figura 14 (Vidalie, 1992)

3.9. Propagación vegetativa.

3.9.1 Propagación por Hijuelos.

Los Lithops pueden ser propagados asexualmente, (en verano) desprendiendo los pseudotallos o tegumentos que emergen alrededor de la planta madre (Erlebnisseisen,1995) , aunque es difícil su adaptación , se pueden lograr buenos resultados si una vez separados se les aplica una mezcla de enraizador (radix 1500) y fungicida (captan) en proporción de 1:1 dejando cicatrizar durante 15 días, después se plantan en un sustrato similar al utilizado para plántulas, para facilitar el enraizamiento y evitar la proliferación de hongos, manteniendo una temperatura de 21°C hasta el enraizamiento. (Storms 1986; Reyes, 1997 com. pers.)*

La ventaja de este método, es la rápida obtención de plantas adultas y la desventaja consiste en la carencia total de recombinaciones genéticas, importante en la conservación. (Moreno,1995)

*Biol. Jerónimo Reyes Santiago
 Jardín Botánico Instituto de Biología UNAM, AP 70-614
 Del. Coyoacan 04510 Méx. DF. Tel: 622 89 76,Fax: 715 35 48

3.9.2 Cultivo de Tejidos.

El cultivo de tejidos es el método más sofisticado de propagar y consiste en obtener plantas completas a partir de porciones vegetativas u órganos (meristemos, embriones, ápices, yemas, protoplastos) bajo condiciones asépticas. (Moreno, 1995), siendo esta una técnica alternativa de mucha utilidad reciente para preservar especies de cactáceas y suculentas en vías de extinción o de interés comercial (Sanchez, 1996)

La micropropagación se perfila como una de las técnicas más idóneas de reproducción ya que aventaja a otros métodos tradicionales en lo referente a la propagación de orientación comercial. Permite reproducir cantidades grandes de plantas a partir de pocos explantes, por eso facilita la propagación en casos en los que las especies son escasas en la naturaleza, reduce el ciclo de cultivo considerablemente, promueve la precocidad favoreciendo el florecimiento temprano, reduce la mortalidad que se presenta en las primeras fases de desarrollo cuando se parte de semilla, permite mantener "stocks" cuantiosos en áreas relativamente pequeñas de un laboratorio, reduce la necesidad de tener que intervenir las áreas naturales para obtener "plantas madres" o propágulos, ya que se trata de un cultivo en condiciones asépticas facilita el movimiento de material vegetal entre distintas zonas geográficas sometidas a regulaciones sanitarias, eliminando procesos cuarentenarios, las plantas de cultivos de tejidos y en general plantulitas cultivadas en frascos están exentas del control legal que normalmente se aplica al tráfico de fauna silvestre.

Efectivamente esta técnica tiene amplias ventajas , como: preservación del germoplasma, multiplicación clonal, obtención de plantas libres de patógenos, se puede propagar en cualquier época del año Sin embargo entre sus desventajas se tiene una difícil adaptación posterior de las plantas a las condiciones ambientales definitivas debido a que la cutícula cerosa está escasamente desarrollada, las hojas son finas, blandas y con poca actividad fotosintética, tienen una conexión vascular pobre, las raíces son vulnerables y su funcionamiento no es en forma adecuada, el mecanismo de regulación estomática no está completamente desarrollado así como su nutrición es heterótrofa, además es costoso por las instalaciones y reactivos requeridos (Preece y Sutter,1991; Torres y Díaz, 1997; Galvez,1997 com pers **)

Los medios de cultivo que han sido utilizados en la propagación de cactáceas y suculentas son los siguientes: el medio de Murashige y Skoog suplementado con reguladores del crecimiento ANA y BAP en diferentes concentraciones para inducir la formación de estructuras en *Echinocereus pectinatus* ; Murashige y Skoog suplementado con 2mg/l de 2-4-D y 1 mg/l de Kinetina en *Mammillaria bocasana*. En la mayoría de los casos el medio de cultivo básico es el MS. suplementado con diferentes concentraciones de hormonas, azúcares y vitaminas para *Ariocarpus retusus*; *Agave victoria*; *Cephalocereus senilis* y *Ferrocactus latispinus*. (Sagawa y Kunikasi, 1990; *II Congreso de Biotecnología Agropecuaria y Forestal,1995.*).

** Ing. Alejandro Galvez R.

En el Departamento de Horticultura de la Universidad Estatal de Ohio en colaboración con el Centro de Investigación y Desarrollo Agrícola de Columbus, Ohio se investigó el potencial de diferenciación y embriogénesis de *Lithops* in vitro, utilizando segmentos de hoja de *Lithops lesliei* var. *Venterii* de plantas de dos años establecidas en un medio modificado de Murashige y Skoog.

Rogers y Lineberger (1980) ensayaron la capacidad organogénica utilizando ANA en combinación con kinetina, BA o 2IP en niveles de 0, .1, 1 y 5 mg/l, el mejor crecimiento de callo se vio en los niveles altos de 2 IP en todos los niveles de ANA. La organogénesis de raíz se vio en todos los niveles de 2 IP en combinación con alta concentración de ANA. La capacidad embriogénica se ensayó utilizando un medio primario con 2,4-D (.5 y 1 mg/l) y Kinetina (0, .5, 1, .5, 10 mg/l) y un medio secundario conteniendo ANA (0, .5, 1 mg/l) y Kinetina (.5, 1, 5 mg/l) los cultivos iniciados o subcultivados en un medio con bajos niveles de Kinetina desarrollaron callos con numerosas raíces a diferencia de los que se mantuvieron en 2,4-D o ANA. Los cultivos iniciados o subcultivados a medios con altas concentraciones de Kinetina desarrollaron callos globulares verdes con pocas raíces independientemente de la concentración de 2,4-D o ANA. Ningún embrión se observó y solo un brote fue regenerado. (medio primario 1mg/l 2,4-D, 10 mg/l Kinetina; medio secundario .5 mg/l Kinetina)

IV. DISCUSION

El impacto que han tenido las cactáceas y suculentas ha sido trascendental en la Horticultura Ornamental contemporánea, pues, en la actualidad el mercado europeo crece a una tasa anual de 10 a 15 % comercializándose también en Asia, Australia y América. Los avances en la investigación y técnicas de propagación han permitido establecer lotes comerciales generando empleos y promoviendo la conservación de especies exóticas amenazadas Particularmente en México , se tienen 58 viveros dedicados a su producción de los cuales sólo 3 incluyen la propagación de Lithops, a pesar de su gran riqueza biológica y su atractivo ornamental , lo cual representa un amplio espectro para investigaciones futuras aprovechando el conocimiento básico disponible y generando nuevos enfoques para su propagación . Es conveniente señalar que Lithops está incluido en la colección de Jardines Botánicos importantes de nuestro país.

En cuanto a las técnicas de propagación en Lithops es necesario destacar que la más eficaz y sencilla de realizar es: la propagación por semilla, puesto que la germinación se presenta a los 6 o 7 días, a una temperatura de 20°C en oscuridad y con un sombreado del 60%, sobre todo porque en la propagación vegetativa no se tiene una técnica establecida, y es difícil su adaptación, considerando los mecanismos singulares que utiliza Lithops para su supervivencia. En el caso del cultivo de tejidos, se requiere de una fuerte inversión a partir de la cual se desarrollen metodologías adecuadas para comercializar la producción de Lithops y favorecer el desarrollo de comunidades marginadas, poseedoras de una gran riqueza biológica; así como también contribuir a la conservación de la biodiversidad.

Con respecto a su cultivo es importante resaltar que precisan de riegos ligeros de mayo a septiembre , evitar el exceso de humedad y mantener temperaturas adaptadas a su biología, ya que tienen un período de reposo relativo de finales de mayo hasta principios de septiembre y otro de reposo invernal de octubre a abril, además que requieren de buena ventilación y un fotoperiodo de 16 hrs/luz en promedio para un desarrollo óptimo. Ha sido posible incrementar la calidad de Lithops a través de programas definidos de fertilización con bajos contenidos de nitrógeno y altas concentraciones de fósforo y potasio, inclusive promover la floración para posteriormente realizar polinizaciones de donde se pueden obtener un buen número de cápsulas. Una de las mejores técnicas es la aplicación de Superfosfato de calcio triple (17-17-17) a principios de otoño cada mes y después del primer riego aumentar la proporción a 20-20-20 para posteriormente promover la floración aplicando 10-30-20 de NPK respectivamente

Para el control y prevención de plagas y/o enfermedades en Lithops no se encuentran trabajos de investigación que usen programas definidos, a pesar de que existen predadores naturales, productos químicos y biodegradables que alteran el ciclo biológico y/o el metabolismo de algunas plagas y/o enfermedades típicas de las cactáceas y suculentas , entre ellas el género Lithops , por lo que es necesario establecer programas de control integrado de estos aspectos.

Finalmente un aspecto de Lithops que se muestra ambiguo es su clasificación. Con respecto a ésta es necesario implementar el uso de marcadores bioquímicos , anatomía de la epidermis e idioblastos de la hoja , factores químicos y micromorfológicos.

V. CONCLUSIONES.

Hasta el momento, la investigación realizada en el género *Lithops* permite generar las siguientes conclusiones:

- 1.- *Lithops* representa un género de plantas con un enorme potencial biológico (en su anatomía, morfología, fisiología y genética), ornamental y económico
- 2.- Sobresalen las estrategias que *Lithops* utiliza para adaptarse a la aridez (hábito de enterrarse, estomas hundidos, succulencia, metabolismo CAM, mínima superficie en relación al volumen): adaptarse a las intensidades luminosas (clorénquima profundo y filtros solares); así como su adaptación a las temperaturas críticas altas y bajas (variación en la claridad de la ventana).
- 3.- La propagación de *Lithops* en México es muy escasa; sólo 3 viveros la incluyen y la exportan al Mercado Europeo.
- 4.- Existen algunas colecciones de *Lithops* en Jardines Botánicos y colecciones de especialistas y aficionados a las cactáceas y suculentas.
- 5.- Las técnicas de mantenimiento del cultivo en invernadero no son difíciles de manejar, pero sí requieren de cuidados para efectuarlas al tiempo oportuno, como los riegos, la fertilización y el control de plagas y/o enfermedades, además del manejo de sustratos.

6.- La propagación con mejores resultados ha sido la propagación por semilla, en contraste con la propagación vegetativa y la micropropagación, que para este género aún requiere de futuras investigaciones tendientes al desarrollo de metodologías adecuadas.

VI. SUGERENCIAS

Es necesario promover entre las comunidades rurales de las zonas áridas y semáridas (que constituyen el 65% del territorio nacional), una campaña de información que tienda a desarrollar esta actividad ornamental, abordando tanto los aspectos legales como los referentes a su producción, ya que según el Biólogo Gabriel Solano y la Bióloga Lidia Estrada del Registro de Viveros de Flora Silvestre del Inst. Nal. de Ecología (INE)*, existen 58 viveros establecidos formalmente, propagando un buen número de especies con diferentes técnicas (germinación de semillas, esquejes, hijuelos, injertos, cultivo de tejidos) y que cuentan con un red de comercialización definida, incluso en proyectos de exportación.

En nuestro país se tienen las condiciones propicias para la propagación de especies de cactáceas y suculentas, no solo de aquellas que han sido introducidas, sino de especies endémicas, sobre todo porque según el Dr. Jorge Soberón Mainero de la Comisión Nacional para el conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad (CONABIO),** de los 143 géneros que componen la familia Cactaceae 61 están en México, entre las cuales, de acuerdo a estudios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUC), a través de la Unidad de Plantas Amenazadas (UPA), de las aproximadamente 600 especies de cactáceas endémicas se tienen alrededor de 197 especies amenazadas y en peligro de extinción que requieren ser propagadas para su conservación.

La propagación de cactáceas y suculentas mexicanas debe desarrollarse en México como una alternativa más para la conservación de la biodiversidad impulsando el desarrollo de comunidades marginadas. Para tener éxito es necesario estudiar los requerimientos de cada especie en la germinación, crecimiento, establecimiento y adaptación; enriquecer los métodos de propagación y proponer nuevos modelos, dependiendo de la especie y el área dónde se esté trabajando. Por otro lado, en las instituciones de investigación y enseñanza, es necesario impulsar programas de propagación de especies raras, endémicas, amenazadas y en peligro de extinción para los fines de enseñanza, investigación y venta.

*Instituto Nacional de Ecología
Av. Revolución No. 1425 Col. Tiacopac
011014 Del. Álvaro Obregón, México, D.F.
Tel: 6-24-36-53 Fax: 6-24-35-88

** Comisión Nacional para el conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad.
Fernández Leal No. 43, Col. Barrio de la Concepción
Coyoacán 04020 México, D.F.
Tel. y Fax: 554-43-32; 554-19-15 y 554-74-72

VII. BIBLIOGRAFIA

- Alpi, A; Tognoni, F. 1991. Cultivo en Invernadero. MundiPrensa, 3ª Edición. Madrid, España. pp 211-214
- Alschers, G.R; Cumming, R.J: 1990 *Stress Responses in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms*. Wiley Liss United U.S.A. pp 37-56, 87-112, 241-264, 295-309
- Asociación de Biotecnología Agropecuaria y Forestal. 1995 *Memorias del II Congreso de Biotecnología Agropecuaria y Forestal del 20 al 24 de Noviembre en Aguascalientes, México*. pp 53,55,57-60
- Bartlett, D.; Bartlett, J. 1992 *African Skeleton Coast*. National Geography 181(1): 74-85
- Bravo-Hollis ; Sánchez, M H. 1991 *Las Cactáceas de México* Dirección general de publicaciones, 1ª edición Vol. III Universidad Nacional Autónoma de México. pp 531.535
- Brundin, I. 1997 *Kaktusar och Internet*. Kaktus og andre Sukulenter 32 (2) :48
- Byrd, G. A. 1981 *Tropica. Colors Cyclopedia of exotic plants and trees* Rohers Company 4ª Edición. Estados Unidos de América. pp 1032
- Calvin Ch; Bible B. 1995. *Germination and Emergence on Handbook of Plant and Crop Physiology* editado por Mohammed Pessaraki. Editorial Marcel Decker. Nueva York pp 91,94-96,142.

Chapman P., 1987 *Guía ilustrada de los cactus y las plantas suculentas* Blume Barcelona. pp 6,7 ,75, 112-115

Clark, J.Y.; Cole, D.T. 1996 *A key to Lithops N.E. Br. Brown (Aizoaceae)* *Bradleya* 14(1): 1-9

Clive I: *Glass Ch.* 1991 *Cacti*. Portland House. Nueva York. pp 312,313

Dennis, M.; Moody, J, Backer, B 1989 *The effects of 24 hour and ambient light on Lithops seedling cells* *British-Cactus and Succulent Journal* 7 (4):113-114

Dictionary of Gardening of the New Royal Horticultural Society 1992. Huxley, A; Griffiths, M; Lev, M; (eds) Mac Millan. Londres. Pp 98-101

Durey, B: 1992 *Catáceas de México, México Desconocido*, 16 (187) :44

Eller, B.M. ; Ruess B. 1982 (a). *Water relations of Lithops plants embedded into the soil and exposed to free air* *Physiol Plant* 55 (3): 329-334

Eller, B.M. ; Nipkow A. 1983 (b). *Diurnal course of the temperature in a Lithops sp (Mesembryanthemaceae Fenzl.) and its surrounding soil* . *Plant Cell and Environment* 6(7) 559-565

Erlebnisreisen, W. 1995 *Durch die schönsten Sukkulenten wildnisse im Südlichen Afrika. Kakteen un andere Sukkulenten* 12 (46) :25

Gallo, L. Quagliotti 1989 *La Germinazione dei semi delle piante succulente* *Informatore Agrario* 45 (1): 63-69

Gaubert G. 1990 Le problem de la surproduction naturelle chez les amateurs ou bie le dileme. *Cactus Succulentes Plantes d'acclimation* 5 (2) :5

Gerald, S.; Borad, M.D.1997 Valley view succulents notes *Cactus and Succulent Journal* 69 (3):150

Grajales, M. O. 1997 *Apuntes de Fisiología Vegetal* Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.

Haager, J. 1989 *El gran libro de las plantas de interior* Editorial Susaeta 2ª edición. España pp 244

Hammer, S; Vijs, S.R. 1994 (a) *Lithops coleorum* S.A. Hammer & B Vijs sp nov.. a new species of Lithops N.E. Br. from the Northern Transval Aloe 31(2): 36-38

Hammer, S. 1997 (b) New chrisogenic species of *Conophytum* N. E Br. from the Richtersveld. *Cactus and Succulent Journal* 69 (3):139-142

Hartman, H; Kester, D. 1995 *Propagación de Plantas, principios y prácticas*. CECSA 2ª Edición, 4ª Reimpresión. México. pp 194-197

Hewitt, T. 1993 *The complete book of Cacti & Succulents* Kindersley Book Milan Italia. pp 133

Heywood,VH. 1985 *Las plantas con flores* Editorial Revesté S.A. España pp 61,63

- Hynes, E.M. 1985 A longing for Lithops American Horticulturist 64,30-34
- Jump, J.A. 1989 The windows of Lithops Aloe 26 : 1-2 , 10-11
- Lamb, B. 1991. A Guide to Cacti of the World. Harpen Collins Publishers. Australia.. pp 25, 26
- Larcher, W. 1995 Physiological Plant Ecology. Springer 3ª Edición. Alemania pp 321-395
- Larousse, 1996 Larousse Temático 1ª edición Vol. 3 Queretaro, México pp 632-634
- Lau, A.B. 1997 More climbing with Alfred Lau. The cactus file , 2 (12):14-16
- Lawlor, D.W. 1990 Photosynthesis: metabolism, control and physiology Longman Scientific & Technical 1ª Reimpresión. Singapore pp 192-195
- Mace, T.; Mace, S. 1996 Advertising Cactus and Succulent Events on the Internet. British Cactus and Succulent Journal 2 (14): 75
- March, K. 1990 Cactus y Suculentas. Editorial Blume , España. pp 19, 23
- Montalvo, A.M. ; Aguirre, P. K. 1996 Evaluación del crecimiento inicial de *Mammillaria plumosa* Web bajo dos sustratos y tres fertilizantes. Tesis de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México. pp 82
- Moreno, V.P. 1995 Las cactáceas: producción, comercialización y medidas de protección. Tesis de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México. pp 44-60

Nessman, J.D. 1994 Guía para el cuidado de los cactus y plantas crasas. Susaeta, Madrid pp79

Nobel, P.S. 1989 Shoot temperatures and thermal tolerances from succulent species of Haworthia and Lithops. *Plant Cell and Environment* 12 (6): 643-651.

Plooy, F.D.: (a) 1993 Germination of Lithops seed and what to expect *Aloe* 30(1): 14 ,15

Plooy, F.D.: (b) 1994 The results of trials with Lithops seed *Aloe* 31(3): 82,83

Preece, J.E; Sutter E.G; 1991. Acimatization of micropropagated plants to the greenhouse and Field. En *Micropropagation Technology and Application* . Kluwer Academic Publishers. Deberg, P.C; Zimmerman R. (eds) Suiza. pp 71-93

Quail, D. 1997 Slow-growing cacti from seed. *British Cactus & Succulent Journal* 15(1) :16-20

Reyes, S. J.; Arias, M.S. 1995 Cactáceas de México: conservación y producción. *Revista Chapingo. Horticultura* 1(3): 85-92

Rogers, M.D. : Lineberger D. 1981 The potential for differentiation and embryogenesis of Lithops in vitro. *HortScience* 16(3):426

Sagawa, Y; Kunisaki, T. 1990 Micropropagation of Floricultural Crops. *Handbook of Plant Cell Culture. Vol 5 Ornamental Species*. Mc. Graw Hill Publishing Company Ammirato, P; Evans, D; Sharp, W; Bajaj, Y. Estados Unidos de América. pp 71-93

Salisbury, F.; Ross, C. 1994 Fisiología Vegetal. Iberoamérica. México. pp 646-651, 657,660-665.

Sánchez, E.M. 1996 Avances en la propagación in vitro de cactáceas Centro de Bioingeniería ITESM, Queretaro pp 36,37

Schuster D. 1990 The World of Cacti. Pierson & Co. Singapore pp

Slaba, R. 1992 The Ilustred Guide to Cacti. Sterling Publishing Co. Nueva York pp 23-26

Smith, G.F.; Hartman, H. 1992 Mesembryanthema in the Potchefstroom-Parys-Vredefort triangle, South Africa. Aloe 29(3): 70-73

Storms, E. 1986 The new growing the Messembs EdStorms Inc. USA pp 1-17 ,35.

Torres, C. S; Díaz, S.J: 1997 Evaluación cuantitativa de vitroplantulas (*Fragaria x ananassa* Duch) cv Chandler. Tesis de Ingeniería Agrícola. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM Cuautitlán Izcalli. Estado de México. pp 24,25

Tudela, D, Tadeo, R. 1993 Respuesta y adaptaciones de las plantas al estrés en Fisiología y Bioquímica Vegetal de Azcon-Bieto; Talon M. Interamericana Mc Graw Hill. España. pp 538,539, 541, 545-548.

Turner, J.S.; M.D. Picker 1993 Thermal ecology of and embedded dwarf succulent from southern Africa (*Lithops* spp: Mesembryanthemaceae) Journal of Arid Enviroments 24(4): 361-385

Vidalie, H. 1992 Producción de flores y plantas ornamentales 2ª edición,
Mundiprensa.Espana, pp 143-146

Vijs, R. 1996 An update on the distribution of the genus *Lithops* Aloe 33(2): 48,49

Voorblad, C. :Marx, J.G. 1997 Nusbrief van die Vetplantvereniging van Suid Africa
Newsletter of the Succulent Society of South Africa Kambroo 22 (1): 2

Wallace, R.S: Fairbrothers 1985 (a). Systematic Investigation of Genus *Lithops* NeBr.
the stone American Journal of Botany 12 (6): 974.

Wallace, R.S. 1990 (b). Systematic significance of allozyme variation in the genus
Lithops (Mesembryanthemaceae) Mitteilungen aus dem Institut für Allgemeine Botanik,
Hamburg 1990 (23b): 509-524

VIII. APENDICE

Cuadro No. 1.- Lista de especies recomendadas para formar una colección en base a características específicas.

Flores blancas:

Lithops bella var. Bella
Lithops fulleri
Lithops marmorata

Flores aromáticas:

Lithops bromfieldii var.
Insularis
Lithops aucampiae
Lithops olivaceae
Lithops ruschiorum
Lithops verruculosa

Plantas largas:

Lithops aucampiae
Lithops lesliei
Lithops marmorata
Lithops pseudotruncatella
Lithops turbiniformis

Plantas pequeñas:

Lithops bella
Lithops dinteri
Lithops herrei
Lithops optica
Lithops werneri

Plantas multisegmentadas:

Lithops aucampiae
Lithops lesliei
Lithops marmorata
Lithops salicola
Lithops turbiniformis

Especies diferentes:

Lithops aucampiae
Lithops fulleri
Lithops halli
Lithops julii
Lithops lesliei

Especies uniformes

Lithops divergenes
Lithops meyeri
Lithops optica
Lithops viridis



Fig. 16.- Lithops salicola L.
 Bol. (foto: Lamb)



Fig. 15.- Lithops dorothaeae
 Nel. (foto: Lamb)

- L. alpina* Dinter sinónimo de *L. pseudotruncatella*
L. annae Boer sinónimo de *L. gesineae* var. *annae*
L. archerae Boer sinónimo de *L. pseudotruncatella* ssp. *archerae*
L. aurantiaca L. Bol. sinónimo de *L. hookeri*
L. bella N.E. Br. sinónimo de *L. karasmontana* ssp. *bella*
L. bella var. *lericheana* (Dinter & Schwantes) Boer sinónimo de *L. karasmontana* var. *Lericheana*
L. brevis L. Bol. sinónimo de *L. dinteri* var. *Brevis*
L. bromfieldii var. *Insularis* f. *sulphurea* Y Shimoda) sinónimo de *L. bromfieldii* var. *insularis* "Sulphurea"
L. christinae Boer. sinónimo de *L. schwantesii* var. *urikosensis*
L. chrysocephala Nel. sinónimo de *L. julii*
L. commoda Dinter. sinónimo de *L. karasmontana*
L. comptonii var. *viridis* H. Luck.) Fearn. sinónimo de *L. viridis*
L. dabneri L. Bol. sinónimo de *L. hookeri* var. *dabneri*
L. dendritica Nel. sinónimo de *L. pseudotruncatella* ssp. *Dendritica*
L. dinteri var. *marthae* (Loesch & Tish) Fearn. sinónimo de *L. schwantesii* var. *marthae*
L. dinteri var. *multipunctata* Boer. sinónimo de *L. dinteri* ssp. *multipunctata*
L. eberlanzii (Dinter & Schwantes) Boer & Boom. sinónimo de *L. karasmontana* ssp. *eberlanzii*
L. edithae N.E. Br. sinónimo de *L. pseudotruncatella* var. *niehmerae*
L. edithae L. Bol. sinónimo de *L. karasmontana* ssp. *eberlanzii*
L. eksteerniae L. Bol. sinónimo de *L. dorothae*
L. elevata L. Bol. sinónimo de *L. optica*
L. elisabethae Dinter. sinónimo de *L. pseudotruncatella* var. *elisabethae*
L. elisae Boer. sinónimo de *L. marmorata* var. *elisae*
L. erniana Tish & Jacobsen. sinónimo de *L. karasmontana* ssp. *eberlanzii*
L. farinosa Dinter. sinónimo de *L. pseudotruncatella* ssp. *dendritica*
L. fossilifera Tish. sinónimo de *L. karasmontana* var. *tischeri*
L. framessi L. Bol. sinónimo de *L. marmorata*
L. frederici Cole. sinónimo de *L. dinteri* ssp. *frederici*
L. friedrichae (Dinter) N.E. Br. sinónimo de *Corophytum friedrichae*
L. fulleri N.E. Br. sinónimo de *L. julii* ssp. *fulleri*
L. fulleri var. *chrysocephala* (Nel) Boer. sinónimo de *L. julii*
L. fulleri var. *kennedyi* Boer. sinónimo de *L. verruculosa* ssp. *kennedyi*
L. fulleri var. *ochacreae* Boer. sinónimo de *L. hallii* var. *ochacreae*
L. fulleri var. *tapscottii* L. Bol. sinónimo de *L. ssp. fulleri*
L. glaudinae Boer. sinónimo de *L. bromfieldii* var. *glaudinae*
L. guilielmi L. Bol. sinónimo de *L. schwantesii*
L. herrei var. *geyeri* (Nel) Boer & Boom. sinónimo de *L. geyeri*
L. herrei f. *albiflora* Jacobsen. sinónimo de *L. marmorata*
L. inae Nel. sinónimo de *L. verruculosa*
L. inornata L. Bol. sinónimo de *L. schwantesii* var. *marthae*

- L. jacobsoniana* Schwantes sinónimo de *L. karasmontana*
L. julii var. *brunnea* Boer. sinónimo de *L. julii* ssp. *fulleri* var. *brunnea*
L. julii var. *littlewoodii* Boer. sinónimo de *L. julii*
L. julii var. *pallida* Tisch. sinónimo de *L. julii*
L. kuibisensis Dinter & Jacobsen sinónimo de *L. schwantesii*
L. kuibisensis Dinter. sinónimo de *L. schwantesii* var. *urikosensis*
L. latenitia Dinter. sinónimo de *L. karasmontana*
L. lericheana (Dinter & Schwantes) N.E. Br. sinónimo de *L. karasmontana* var. *lericheana*
L. lesliei var. *applanata* Boer. sinónimo de *L. lesliei*
L. lesliei var. *luteoviridis* Boer. sinónimo de *L. lesliei*
L. lesliei f. *albiflora* (Cole) sinónimo de *L. lesliei* "Albiflora"
L. lesliei f. *albifica* (Cole) sinónimo de *L. "Albifica"*
L. lineata Nef. sinónimo de *L. rushiorum* var. *lineata*
L. localis (N.E. Br.) Schwantes sinónimo de *L. schwantesii* *L. terricolor*
L. hydiae L. Bol. sinónimo de *L. fulviceps*
L. marginata Nef. sinónimo de *L. hookeri* var. *marginata*
L. marthae Loesh & Tish. sinónimo de *L. schwantesii* var. *marthae*
L. maughanii N.E. Br. sinónimo de *L. julii* ssp. *fulleri*
L. menellii L. Bol. sinónimo de *L. bromfieldii* var. *menellii*
L. mickbergensis Dinter sinónimo de *L. karasmontana*
L. nelli Schwantes sinónimo de *L. rushiorum*
L. opalina Dinter. sinónimo de *L. karasmontana*
L. openii L. Bol. sinónimo de *Lesliei*
L. peersi Bol. sinónimo de *L. schwantesii* *L. terricolor*
L. pilarsii L. Bol. sinónimo de *L. ruschiorum*
L. pseudotruncatella var. *alta* Tisch. sinónimo de *L. pseudotruncatella*
L. pseudotruncatella var. *edithae* (N.E. Br.) Boer & Boom sinónimo de *L. pseudotruncatella*
 var. *niehmerae*
L. rugosa Dinter sinónimo de *L. schwantesii* var. *rugosa*
L. salicola var. *reticulata* Boer sinónimo de *L. hallii*
L. schwantesii var. *beggeri* Boer. sinónimo de *L. schwantesii* ssp. *genseri*
L. schwantesii var. *nutupsdriftensis* Boer. sinónimo de *L. schwantesii* var. *urikosensis* .
L. triebrneri L. Bol. sinónimo de *schwantesii*
L. turbiniiformis (Haw) N.E. Br. sinónimo de *L. hookeri*
L. turbiniiformis var. *brunnes-violacea* Boer. sinónimo de *L. hookeri* var. *subferestrata*
L. turbiniiformis var. *dabreri* (L. Bol.) Cole. sinónimo de *L. hookeri* var. *dabreri*
L. turbiniiformis var. *elephina* Cole. sinónimo de *L. hookeri* var. *elephina*
L. turbiniiformis var. *lutea* Boer. sinónimo de *L. hookeri* var. *lutea*
L. turbiniiformis var. *subferestrata* Boer. sinónimo de *L. hookeri* var. *subferestrata*
L. urikosensis Dinter. sinónimo de *L. schwantesii* var. *urikosensis*
L. ursulae. sinónimo de *L. karasmontana*
L. vallis-mariae var. *margarethae* Boer. sinónimo de *L. vallis-mariae*

L. vanzyllii L. Bol sinónimo de *Dintheranthus vanzyllii*
L. volkii Schwantes ex Boer & Boom. sinónimo de *L. pseudotruncatella* ssp. *bolkii*
L. weberi Nel. sinónimo de *L. comptonii* var *weberi*

(Para más sinónimos consultar el apartado Mesembryanthemum del "Dictionary of Gardening of the New Royal Society," 1992)



Fig. 17.- *Lithops bella* (Drr.) N.E.Br.
 (Foto: Rihá)

Tiene un par de hojas gris pálido con marcas más oscuras. Las flores blancas aparecen entre las hojas a principios de otoño. Este es uno de los *Lithops* que muestra una atractiva mata. En primavera, cuando las viejas hojas se hayan marchitado se encontrarán dos nuevas cabezas dentro del viejo tegumento. La planta no dobla su tamaño cada año; algunos años no se forman cabezas nuevas, o tal vez se doble solamente una cabeza en una mata. Las matas demasiado grandes pueden dividirse. El periodo de crecimiento del verano es el mejor momento para hacerlo (Chapman, 1987; Byrd, 1992)



Fig. 18.- *Lithops julii* (Drr y Schwant.) N.E.Br.
 (Foto: Rihá)

La superficie de las hojas, siempre dispuestas por pares, es gris clara, sin ventanas oscuras. Las variedades descritas, como var *palida* o var *reticulata*, están también desprovistas de dibujos sobre el haz, aunque se pueden observar manchas pardas rodeando la hendidura entre las hojas. Las flores son blancas y aparecen a principios del otoño (Rihá, 1991)



Fig. 19.- *Lithops fulviceps* (N.E.Br.) N.E.Br.
(Foto: Rihd)

Proviene de Namaqualand , en el suroeste de Africa. El dibujo de las hojas, sólo presente en los ejemplares adultos, es pardo rojizo (la parte superior es ocre con líneas rojas amarillentas) las hojas jóvenes llevan únicamente puntos oscuros. Las flores son amarillas, el cuerpo mide principalmente 3 cm de altura (Rihd, 1991; Byrd,1992)



Fig. 20.- *Lithops marmorata*
(Foto: Chapman)

Consiste en un par de hojas suculentas casi sin tallo. Las hojas son de un verde grisáceo jaspeado con líneas grises o amarillentas. La flor blanca aparece por la hendidura entre las hojas y es lo bastante grande como para ocultar completamente el cuerpo de la planta. El periodo de floración es en el otoño (Chapman,1987)



Fig. 21.- *Lithops lesliei*
(Foto: Byrd)

Crece dividiéndose hasta alcanzar 6 cm de altura , rojiza café , la parte superior es plana con una malla de un gris intenso y una zona café clara , flores de un amarillo brillante , la parte interna es rosada (Byrd,1992)



Fig. 22.- *Lithops darotheae* Nel.
(Foto: Rihd)

Presenta un dibujo característico en la cara superior de las hojas. Las flores son amarillas. Es una especie original del sur de Africa. (Rihd, 1991)



Fig. 23.- *Lithops pseudotruncatella* var. *Pulmonuncula* (Foto: Hewitt)

Las plantas jóvenes tienen hojas redondas u ovaladas de un cálido café grisáceo con una red de líneas café, algunas veces suelen igualarse al color del suelo -café por amarillo a yesoso gris blanco; flores amarillas (Byrd, 1992; Hewitt, 1993)



Fig. 24.- *Lithops karasmontana* (Foto: Hewitt)

Esta especie es muy variable, sus hojas pueden ser de grises azulados a café, y algunas tienen marcas moteadas en la parte superior, tiene una de sus hojas más pequeña que la otra, las flores son blancas, mide 2.5 cm de altura (Hewitt, 1993)



Fig. 25.- *Lithops bromfieldii* (Foto: Byrd)

Forma agrupaciones divididas por los bordes de los cuerpos aledaños, los costados son café rojizos, la parte superior es plana con una ventana translúcida, y una malla café púrpura, sus flores son amarillas (Byrd, 1992)



Fig. 26.- *Lithops aucampiae* L. Bol. (Foto: Chapman)

Proviene de Transval, donde crece en terrenos secos próximos a uadis desecadas, los cauces temporales por los que el agua solo circula tras fuertes precipitaciones. Es una de las especies más grandes, las hojas son de un café grisáceo y miden 5 cm., las flores de esta especie son amarillas. *L. aucampiae* está, a menudo presente en las colecciones. Su cultivo es sencillo y no se distingue del de las otras especies. La floración tiene lugar de agosto a octubre (Chapman, 1987; Rihá, 1991; Hewitt, 1993)



Fig. 27.- *Lithops hermutii*
(Foto: Chapman)

Posee un par de hojas rojizas con marcas grises y una gran "ventana". Es uno de los Lithops que se arraciman libremente. Cada cabeza mide unos 3 cm en cruz. Las flores amarillo-dorado tienen también 3 cm de diámetro y ocultan completamente las hojas. La planta florece a principios de otoño. Los capullos se abren por las tardes de los días soleados y se cierran por la noche; duran alrededor de una semana (Chapman, 1987)



Fig. 28.- *Lithops turbiniformis*
(Foto: Byrd)

El mimetismo de esta planta se asemeja a una "cabeza chata", son elegantemente redondas, el cuerpo se divide hasta alcanzar 4 cm de altura y se extiende, los costados son grises, la parte superior es café y rugosa con una sección café oscura que se separa al abrirse el viejo cuerpo (Byrd, 1992)



Fig. 29.- *Lithops villetii*
(Foto: Byrd)

Pequeña suculenta cuyo cuerpo alcanza apenas los 2 cm de altura, con un par de hojas verde grisáceas unidas excepto por la abertura que atraviesa el ápice; la ventana translúcida en la superficie es convexa, con zonas pálidas, las flores miden transversalmente 3 cm con pétalos blanco (Byrd, 1992)

Si el lector requiere de información borbónica más específica puede consultar el Dictionary of Gardening of the New Royal Society, 1992.

Cuadro No.2.- Soluciones a algunos de los problemas más comunes de los coleccionistas de Lithops.

Sintoma	Causa	Acción
<i>Marchitamiento de hojas después de la floración</i>	Es el ciclo natural del crecimiento de la planta. Las hojas se marchitan y acaban muriéndose del todo, pero serán remplazadas por nuevos pares de hojas. Estas pueden no aparecer hasta la primavera.	Ninguna. No intente quitar las hojas que se marchitan porque podría dañar las hojas que están desarrollándose. Sólo debe quitar las hojas cuando están marchitas y sueltas.
<i>Marchitamiento de hojas en otras épocas del año, en verano sobre todo</i>	Falta de riego. Las hojas carnosas almacenan agua. Si el sustrato se seca del todo, la planta recurre a esta reserva, y cuando se gasta, se marchita.	Riegue a fondo. Es mejor regar esta planta desde abajo para evitar podredumbre de las hojas. Coloque la maceta en unos 5 cm de agua durante 30 minutos, entonces deje drenarse el agua sobrante. A partir de entonces riegue como en condiciones ideales.
<i>Ausencia de floración</i>	Luz insuficiente	Traslade la planta a un alféizar donde recibirá sol directo todo el año, especialmente en invierno.
<i>Hojas hinchadas y blandas al tacto</i>	Con los cactus y plantas carnosas, ésta es una señal muy clara de riego excesivo.	Deje secar el sustrato y siga regando como en condiciones ideales. Puede que las hojas también han empezado a pudrirse. Secando el sustrato puede solucionar el problema, pero si la pudrición está muy adelantada habrá de retirarla de su colección.

Anexo No. 1.- Lista de Publicaciones especializadas en cactáceas y suculentas. (Fuente: Clive y Glass, 1991 cortesía del Biol. Salvador Arias, UNAM)

- THE BULLETIN**
Published by the Monocotyledonous Study Group
American rep: Steven Back, Aloha Garden,
P.O. Box 72, Belem, NM 87512
- BULLETIN OF THE EPITHYLLUM
SOCIETY OF AMERICA**
440 North Ave., Los Angeles, CA 90012
- CACTACEAS Y SUCCULENTAS
MEXICANAS**
26 de Julio 42, Col. San Aban, 02090,
Tuxtla, Mexico 1701, Mexico
- CACTACHAT**
newsletter of the Cactus and Succulent
Society, 3 Kungury Terrace, Christchurch 2,
New Zealand
- CACTUS & SUCCULENT JOURNAL OF
NEW SOUTH WALES**
published quarterly, 542 Grand Junction Rd.,
Northfield, S.A. 5091, Australia
- CACTUS & SUCCULENT SOCIETY OF
AMERICA NEWSLETTER**
502 W. 55th St., Leominster,
CA 95950
- CACTUS-SCHATTER**
published by the Oregon Cactus & Succulent
Society, 2721 Old Sunnyside Dr., Astoria, OR
97103
- CACTUS CHRONICLE**
Bulletin of the Los Angeles Cactus &
Succulent Society, 5169 Jericho Ave.,
Woodland Hills, CA 91364
- CACTUS COMMENTS**
New York Cactus & Succulent Society,
312 W. 49th St., New York, NY 10012
- CACTUS CORNER NEWS**
Florida Cactus & Succulent Society, 3015
Timmy Clovis, CA 95012
- CACTUS COURIER**
San Jose Cactus & Succulent Society, 2504
Crystal Dr., Santa Clara, CA 95051
- CACTUS DIGEST**
Hemp Spaw Cactus & Succulent Society,
Mowbray 2064, Rindalton Dr., Hugh Ridge,
MO 64849
- CACTUS FOCUS**
Tucson Cactus & Succulent Society, 24
Cactus St., Tempe, AZ, 85284
Canada
- CACTUS STICKER**
Las Vegas Cactus & Succulent Society, 36th
Lushbrough Lane, Las Vegas, NV 89115
- CENTRAL SPINE**
Central Arizona Cactus & Succulent Society,
3102 W. Anderson Dr., Phoenix, AZ 85023
- THE CHILIFANS**
32 Royal Lane, Northampton, York, 515
9LX, UK
- CCS Cactus & Other Succulents**
4041 Lushbrough Lane, North, B.C. V4L 1S5,
Canada
- ECHECUNORIANAI**
the Official Bulletin of the Echeverriaeanae
Society, 22 Collins St., Mitcham 3113,
Victoria, Australia
- EPITHYLLUM**
Bulletin of the Epiphytic Plant Study Group
c/o W. John H. H. H. H. American rep: Benjamin
Lunden, 26 Stephens St, Chiswick, London 1,
Newbury, Devon, Great Britain, T23 0RF, U.K.
- FLORIDIA**
yearbook published by Seaboard Press, 221
Shearman Drive, Mid Valley, GA 30441
- FLORIDIA STELLI GROUP**
101 Beach Road, Harford, Northwich CW9
3AB, U.K.
American rep: Herman Schwartz, 227
Strawberry Drive, Mid Valley, CA 30441
- ESSEX SUCCULENT REVIEW**
Quarterly journal
40 Church Green, Herts, North, Essex, UK
- FLOWERING PLANTS OF SOUTH AFRICA**
published by Botanical Research Institute,
Dept. of Ag. Tech. Serv., Private Bag 244,
Pretoria, Republic of South Africa
- FOCUS**
Consideration of Cactus Clubs
Australia, 542 Grand Junction Rd.,
Northfield, S.A. 5091, Australia
- THE BULLETIN**
Published by the British Cactus and Succulent
Society, 8 Stanhope Gardens, Colindale,
Lamington Spa CV 32 7LP, UK. (See also
Private Department)
- ACT**
Mitteilungen der Deutschen Cactus- und
Mammillariensocietät, 10
Einkensberg 9, D-50001 Hamburg, West
Germany
- CAVE**
quarterly Magazine of Desert Botanical
Garden, 1201 N. Galton Parkway, Phoenix,
AZ 85008 (See also General Bulletin)
- ALOE**
Published by the South African Aloe &
Succulent Society, Box 1741, Pretoria 001,
Republic of South Africa
- ANACAMPSEORUS**
Australian National Cactus & Succulent
Journal
Succulent Publications of South Australia,
P.O. Box 572, Gawler, South Australia
5714
- ANKERLIN**
Published by the International American
Society, 8 Westland Drive, Watford, West
Yorkshire W12 9DU, UK.
American rep: Dale Craig, 6710 NE
Sumner, WA 98162
- BALTIMORE AROLE**
Published by the Cactus & Succulent Society
of Maryland, 27 Parkhill Court, Baltimore,
MD 21226
- BOHEMIA**
Botanical Research Institute, Div. of Ag.
Info.,
Dept. of Ag. Tech. Serv., Private Bag 244,
Pretoria, Republic of South Africa
- BRADLEY**
Yearbook of British Cactus & Succulent
Journal
Herbaceous, Royal Botanical Gardens, New
Richmond, Surrey TW9 3LA, UK
- BRITISH CACTUS & SUCCULENT
JOURNAL**
Published by the British Cactus and Succulent
Society, 8 Stanhope Gardens, Colindale,
Lamington Spa CV 32 7LP, UK. (See also
Private Department)

- KAFETE**
Journal of Psychology and Social Psychology
P.O. Box 1033, Post Office, FL 36671
- KANAKOITHAD**
Journal of the Kanaksoth Society
Wadeau Barré Centre, P.O. Box 100, Nauru
N. Nauru, P.O. Box 100, Nauru
Administrative: Nauru (P.O. Box 100) Nauru
Chair, Suva, Fiji, CA 9121
- KARBY GAZETTE**
Journal of the Karby Genealogy
Administration, 16400 S. 10th St., Suite 101A
61761
- KARINAKOCHY WEST GAZETTE**
P.O. Box 91, Central Post, LB 0701
- KARINOR GARDEN**
Administrative of the Indian Gardening Society
9445 S. Murray Road, Edinburg, TX 78541
- INTERNATIONAL GAZETTE & SUCCESSIONS**
P.O. Box 911, Brookwood, TX 75116
- THE JOURNAL OF THE FICHE LIA SOCIETY**
Carmel Road, Carmel, CA 93921
Administrative: Carmel, CA 93921
- KARTEEN SUKSESARAN**
Publisher: Science & Development, East
Germany
- KARTEEN LIND ANDREAS KALLENTEN**
Ahlbergsg. 8, D-7030 Tübingen, Stuttgart, West
Germany
- KARTON DOCUMENTS**
Publication of the Houston Center &
Supportive Center
10215 Sage Orchard Lane, Houston, TX
77056
- KARTIS**
Publication of the Swedish East Asia Club
Cherif Forum, Svanen, Varnersborg 24 2610
Malmö, Sweden
- KARTIS IN DRUGS SOCIETY**
Published by the Carter Family Society of
Sumner, Topol 17, 81219 Mendocino
Tahoe, Calif.
- KARTIST**
Burgum 471, 21243 Academy of France
Lecturer, also
- KARTUNZKEIDEN**
Administrative, Dierckx 10, Nieuwste
Luis, Hongkong
- LITERATURE SOCIETY**
11, 10 Dörfer, Selsman Street 61, East Germany
- MEDICINA GAZETTE & SUCCESSIONS**
SOCIETY NEWSLETTER
117, 10 Ave Road, Elm Mount, LA 5013
- MITHILLINGEN DER BRITANNISCHE
STATEN VEREINIGTE KONIGREICHEN**
Merrymount Street 8, DAREB, Manchester 18
West Germany
- THE NEW ZEALAND GAZETTE &
SUCCESSIONS NEWSLETTER**
180 Mission Street, Franklin, P.O. Box 10
180, Taranaki, New Zealand
- OMEGA GAZETTE & SUCCESSIONS**
NEWSLETTER
1, 10 Ave Road, Elm Mount, LA 5013
- PALMIRA GAZETTE & SUCCESSIONS**
NEWSLETTER
P.O. Box 84, Elm Mount, CA 92021
- PAPYRAL ON THE FICHE LIA SOCIETY**
Published monthly
Box 103, Nauru, CA 9121
- A PERIODIC JOURNAL OF
PAPYRAL ON THE FICHE LIA SOCIETY**
1, 10 Ave Road, Elm Mount, CA 92021
- THE POINT**
Washington, Canada Centre & Supportive
Center, publisher: Box 551, Route 10, A
W641-971
- REGAL YEAR GAZETTE**
Published by the British Centre & Supportive
Center, publisher: Box 551, Route 10, A
W641-971
- REITERHOLM PLANTARIUM
& SUCCESSIONS**
Mythenquai 10, CH-8002 Zurich, Switzerland
- SAGLARIAN AND RUFFIN**
Publications of the Eastern European Centre
1201 N. Galton Parkway, Phoenix, AZ
85006, (602) 431-1001
- SEDMONSKOJE PINEVNIŠTE**
Published by Ruffin Power, 4 Colburn Court,
Hawthorn, Milton Keynes
Buckinghamshire, MK17 7JH, UK
Administrative: Milton Keynes, RI 2, Box 130
Sedgemoor, MK17 13
- SERVICES OF FAMILIES
ASSOCIATION**
37 On, Box Lane, Randsgr. MA 3200
- THE SEMI-TRAVELER'S JOURNAL**
Published by the Semitraveler's Club, 21
Wimpole Terrace, Burgess Hill, Sussex, UK
- SIGHTS & SCENIC VIEW**
Publication of the Semitraveler's Club, 21
Wimpole Terrace, Burgess Hill, Sussex, UK
- SPIRAL COLUMN**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- THE STONE**
Publication of the Centre & Supportive Center of
Australia, 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- STACHELHORN**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- SUCCESSIONS**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- SUCCESSIONS**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- SUCCESSIONS**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- THE SUCCESSIONS**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- THE SUCCESSIONS**
Magazine, Centre & Supportive Center
Publisher: 1021, Avenue Drive, Austin
Oak, TX 78707
- ZONEMAG**
1201 N. Galton Parkway, Phoenix, AZ
85006, (602) 431-1001

**Anexo No. 2.- Directorio de Viveros registradas en la Dirección General de Vida Silvestre
Instituto Nacional de Ecología (INE).**

Nombre del vivero	Dirección	Teléfono y/o Fax	Propietario y/o representante legal	Familias mejor representadas
1.- ITESM Campus Querétaro	Henry Ford No. 10 Parques Industriales Querétaro, Qro. 76130	91(42)17-38-28	Ing. Rodolfo Loyola Vera. Director General del Campus Querétaro	Cactaceae
2.- Quinta Las Camelias	Km 133 Carr. Córdoba Fortín de las Flores, Veracruz	91(171)3-08-08	Dr. Alfred Lou Siemers	Bromelaceae, Cactaceae, Liliaceae, Mesembryanthemaceae
3.- Rancho La Joya S.P.R. de R.I.	Dom. Conacado Col. Juan Ubero, Atlixco, Puebla	91(244)5-32-99 Fax: 5-34-91	Sr. Alejandro Webelman González	Orchidaceae
4.- Orquidario de Baja California Sur	Carretera transpeninsular Km 16 y calle No. 5 "El Centenario" Baja California Sur.	5-62-02 Ext. 181	Sra. Delia Vázquez de White	Orchidaceae
5.- Vivero de Cactus y Suculentas de Coahuila	Lote. No. 5 Exhacienda Los Cerritos Km 5 de la Carretera Mex-Saltilla, Coahuila	2-66-60	Ing. Jesús Salazar Bustos	Agavaceae, Cactaceae, Crassulaceae
6.- CANTE A.C.	Mesores No. 71 Col. Centro San Miguel de Allende, Gto. 37700	91(465)2-29-90 2-40-15	Dr. Federico Gama Barlett	Agavaceae, Cactaceae y Crassulaceae
7.- La Flor de Catemaco S.P.R. de R.L. de O.N.	Carr. Catemaco Coyame Km 9.5 Catemaco, Ver.	91(294)3-03-25 7-06-07 Fax: 3-05-68	Ing. José de la Luz Porce P.	Liliaceae, Palmaeae
8.- Orquídeas Río Verde	Km 2-7 Camino a Real de Arriba Temascaltepec, México	91(726)6-52-52	Ing. Alejandro Cusi Alievi	Orchidaceae

9.- Plantas y Excursiones de México	Calle 12 y Av. 10 s/n Col. Lindavista Fortín de las Flores, Veracruz.		Sra. Concepción Ballado Vázquez	Orchidaceae, Dioscoraceae, Bromeliaceae
10.- MIC. CACTU	Av. San José L 8 Mz VII Col. Granjas Residenciales de Tequisquiapan. Tequisquiapan, Qro.	91(42) 3-16-46 (5)2-81- 38-64	Ing. Emilio Fernández Aarun	Agavaceae, Cactaceae Crassulaceae, Euphorbiaceae
11.- Monte Oscuro	Ejido El Palmar Congregación Monte Oscuro, Municipio de Emiliano Zapata, Ver.	91(271) 4-64-99	Sr. Reyes González Aguilar.	Zamiaceae
12.- Vivero "Cactus"	Carr. Ajji-San Juan Cosola Km 60.5 Ajji, Jalisco.	Tel y Fax: 91(376) 6-03-24	Sr. Joel Rasusson	Asclepidaceae, Agavaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Mesembryanthemaceae
13.- Vivero de Cactáceas "Cactmundo"	Prol. Netzahualcoyotl No. 87 Tepoztlán, Morelos.	6-87-44-33 Fax: 6-62-83-49	Biol. Joseph Schrott Lic. Fernando Batista Peña. Apoderado B.I. Construcciones S.A.	Agavaceae, Cactaceae Liliaceae, Euphorbiaceae, Mesembryanthemaceae
14.- Cienega del Sur	Instituto de Investigaciones Biológicas Universidad Veracruzana Av. 2 Vistas s/n Km 2.5 Carr. Jalapa-Ver	91(28)18-66-41 Fax 91(28)12-57-57	M. en C. Mario Vázquez Torres Representante Legal	Zamiaceae
15.- Viveros y Jardines de Fortín	Adolfo Ruiz Cortines No. 1364 CP 86100 Villahermosa, Tabasco.	91(93)15-40-60 Fax 91(93)14-14-51	Sr. Juan Carlos Miranda González	Cycadaceae Zamiaceae Nolinceae
16.- Centro de Investigaciones y Tecnologías en Cactus A.C.	Capitán Caldera No 123 Col. del Valle C.P. 78250 San Luis Potosí S.L.P.	Tel y Fax: 91(48) 13-93-78	Ing. Martín López Méndez. Director General	Cactaceae

17.- Vivero de Cactáceas y Suculentas Tropiflora	Victoria No. 865 Esq. Guillermo Prieto CP 23000. La Paz, Baja California Sur	Tel: 5-22-67	Sra. Cecilia González Abaroa	Apocynaceae Asclepidaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae
18.- Viveros Toluquilla S.A	Periférico Sur No. 6500 Toluquilla CP 45610, Tlaquepaque, Jalisco.	Tel Fax: 91(3) 6- 01-14 -31	Ing. Victor E. Mayagoitia. Gerente General.	Cactaceae, Asclepidaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae.
19.- Vivero de Orquídeas Xicoflor	Domicilio conocido. Venustiano Carranza, Puebla Apartado Postal 501 Poza Rica, Ver. CP 93330	91(788) 1-02-00 y 01	C. Carlos Esquatin Olivera	Orchidaceae
20.- Orquideario El Cristo	Paseo del Cristo. Fraccionamiento Club Compestre "El Cristo" CP 74200 Atlixco, Puebla. Apartado Postal 1750. Puebla, Puebla.	91(244) 5-56-08 Fax: 91(244) 5- 38-06	Sr. Weyman Bussey Campbell	Orchidaceae
21.- Cactus de México	Barrio de San Martinico s/n San Bernardino, Tlaxcalingo Cholula, Puebla.	91(22) 65-12-70	Ing. José Luis Lorenzo Tova.	Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae
22.- Vivero de Plantas Cactáceas y Suculentas. Quinta Fernando Schmall	Quinta s/n Cadereyta de Montes, Qro. CP 76500	91(467) 6-02-56	Sr. Willy Wagner y Enrique Wagner	Agavaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Crassulaceae
23.- Ferrocactus El Molino	Molino San José, Luis de Velasco No. 305 San Felipe, Municipio de San Felipe, Gto.		Sociedad de Solidaridad Social "Tierra, Pan y Libertad" T.P.L.	Agavaceae, Cactaceae
24.- Vivero Cutha	Dom. Conocido 75870 Zapotitlán de las Salinas, Puebla	91(238) 2-22-30 y 3-27-30	Grupo de Ecología Productiva Catalina Serrano Hdez.	Cactaceae

25.-Tahi, Flores exóticas S.A. de C.V.	Campo Chamitpa No. 17 Col. Diego Ruiz, Yauhtepec Morelos/Nueva York No. 148 Col. Napales 03610, México, D.F.	91(739) 4-08-77 Y 4-08-67	C. María de la Luz González de Podberesig	Orchidaceae y Zamiaceae
26.- AFRICAM	Km. 16.5 Carr. Pueblo-Valsequillo	91(22) 30-09-75	Sra. Amy Loise Camacho Wardle	Fagaceae y Cupresaceae
27.- Productores de la Costa de los Tuxtlas	Dom. Conocido. Arroyo de Lisa Municipio de San Andrés Tuxtla 95801, Ver.	91(294) 2-35-03	C. Ismael Rangel Guevara. Presidente de la Sociedad	Zamiaceae
28.- Sergio Reynaud		6-45-12-98		Orchidaceae
29.- Rubi Florido	Juárez 14, Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla	91(776) 3-04-12	C. Fermín Vázquez Campos	Cactaceae
30.- Los Juniperos	Camelias y Dalias s/n Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla.	91(776) 3-05-34	C. Fermín Cortés Maldonado	Cactaceae
31.- El Edén	Camelias s/n Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla	91(776) 3-05-28	C. Constantino Salas Vázquez	Cactaceae
32.- Xochitl	Reforma No. 20 Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla	91(776) 3-04-77	C. Silvano Campos	Cactaceae
33.- La Trinidad	Mina. 172 Col. La Ribera Xicotepéc de Juárez, Puebla.	91(776) 4-12-62	C. Luis Vargas López	Cactaceae
34.- Jardín Mexicano	Juárez No. 10 Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla	91(776) 3-02-98	C. Jorge Vázquez Ramírez	Cactaceae
35.- Jardín El Salto	Calle Puebla No. 14 Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla.	91(776) 3-05-77	C. Nicolás Garrido Negrete	Cactaceae
36.- Jardín Encanto	Reforma No. 26 Tenango de las Flores, Huauclínango, Puebla	91(776) 3-02-93	C. Miguel Baza Salas	Cactaceae

37.- Invernaderos María Cristina	Miguel Rebolledo No. 4 Cotepec, Ver. 91500		C. José Raúl Gómez Pérez	Araceae, Monsteraaceae
38.- Cactus	Av. Reforma No. 5 Tenango de las Flores. Huauchinango, Puebla.	91(776) 3-07-21	C. Nereo Morales Maldonado	Cactaceae
39.- Cactáceas	Av. Cuacantle s/n San Gregorio Atlapulco. Del. Xochimilco 16610 México D.F.		C. Margarita López Xolalpa	Cactaceae
40.- Cedro Blanco	Calle Guanajuato No. 8 Las Colonias de Hidalgo. Huauchinango Puebla.	91(776) 3-09-72	C. Angel Morales Cruz	Cactaceae
41.- Los Sabinos	Prof. Jacarandas Camino a Nexaltengo s/n Col. Exhacienda El Acole, Atlixco, Puebla	91(244) 5-81-00	C. Emigdio Trujillo Sánchez	Orchidaceae
42.- Tecno-Viveros	Cerrada 17 Ote. No. 1209 Libramiento Izucar de Matamoros, Atlixco, Puebla.	91(244) 5-40-44	C. Juan Carlos Pacheco Luna	Cactaceae, Agavaceae, Bromeliaceae, Crassulaceae
43.- ALEX	Av. Nuevo León No. 732 Xochimilco D.F.		C. Virginia Rosas Salas	Cactaceae
44.- Tepozan	Av. Nuevo León Callejón San Juan Potrero No. 3 Xochimilco, D.F.	6-75-64-69	C. José García Soriano	Cactaceae
45.- Elias Velázquez	Hidalgo No. 15 Huauchinango, Puebla	91 (776) 3-11-15	C. Elias Velázquez Maldonado	Cactaceae
46.- Peñal Blanco	Apartado Postal No. 404 Ejido Peñal Blanco. Valle de Zaragoza, Chihuahua.		Galli Jean Crenshaw de Hallmark	Cactaceae

47.-Arte Vivo o Gramar	Av. La Herradura No. 2 Col Huichapan, Naucalpan de Juárez, México.	5-89-07-84	C. Luis Arturo Granados Hernández	Cactaceae
48.- Viviero Forestal SEDENA	Campo Mil. No. 3 Guerrero Negro, B.C.S.		Salvador Martínez Villalobos	
49.- El Progreso	Calle Puebla No. 17 Tenango de las Flores, Huauchinango, Puebla.	91 (776) 3-10-42	C. Gilberto Lechuga Campos	Cactaceae
50.- La Magnolia	Av. Juárez No. 138 s/n Xicotepec de Juárez, Puebla	91 (776) 4-22-69	Marciano Vargas López	Cactaceae
51.- El Rocio	Av. Juárez No. 108 s/n Xicotepec de Juárez, Puebla	91 (776) 4-12-28	C. Ausencio Vargas López	Cactaceae
52.- Las Azuleas	Av. Luz y Fuerza s/n Tenango de las Flores, Huauchinango, Puebla.	91 (776) 3-05-24	C. Albina Quiroz Esclava	Cactaceae
53.- Jzanel	Calle Hidalgo No. 12 Las Colonias de Hidalgo, Huauchinango, Puebla.		C. Bernardo Maldonado Cázarez	Cactaceae
54.- La Ponderosa	Juárez No. 10 Tenango de las Flores, Puebla.	91 (776) 3-09-52	C. Atilano Vázquez Cruz	Cactaceae
55.- Las Orquideas	Calle Zacatecas s/n Las Colonias de Hidalgo, Huauchinango, Puebla.		C. Erasmo Maldonado Nicolas	Cactaceae
56.- Las Bugambilias	Calle Zacatecas s/n Las Colonias de Hidalgo, Huauchinango, Puebla.		C. Fortino González González	Cactaceae
57.- Jardín Las Camelias	Calle Zacatecas s/n Las Colonias de Hidalgo, Huauchinango, Puebla.		C. Benjamín Picozo Romero	Cactaceae

58.- El Rosario	Calle Puebla No. 8 Las Colonias de Hidalgo, Huauchinango, Puebla.		C. Marcelino Vázquez González	Cactaceae
59.- Jardín Florido	Av. Luz y Fuerza No.14 CP 73161 Tenango de las Flores, Puebla.	91 (776) 3-05-71	C. Jorge Maldonado Cortés	Cactaceae
60.- La Perseverancia	Km. 36 Carr. Escarcega-Champoton, Campeche	91(981) 3-08-07	C. Gilberto Zavala Gómez	Agavaceae
61.- El Alamo	Reforma No. 29 Tenango de las Flores, Huauchinango, Puebla	91 (776) 3-02-85	C. Rafael Salas Baza	Cactaceae
62.- Edith	Sabinos No. 313 Fracc. Chapultepec Los Pinos. Mexicali, Baja California.	91 (65) 69-21-47 68-36-86	C. M ^a Edith Prieto Sánchez de Angulo	Cactaceae, Palmaceae
63.- La Trigona	Camelias s/n, 73161 Tenango de las Flores, Puebla		C. Manuel Antonio Cruz	Cactaceae
64.- El Angel	Calle Hidalgo Esq. San Luis Potosí No. 1 Las Colonias de Hidalgo, Puebla.		C. Nieves Velázquez Maldonado	Cactaceae

ESTA
SALIR / TERCER
HON
DEBE
CITECA

Anexo No. 3.- Sociedades Científicas de Cactáceas y Suculentas.

<p>NEW! <i>International</i> CACTUS-ADVENTURES The first European Cactus magazine Full colour quarterly journal English Edition</p> <p>Official journal of the French association ARIDES, it is fully illustrated in colour with a new format dealing with all aspects of cacti and other succulent plants</p> <p>1997 subscription 5000liras including our big Seed catalogue please contact Joel Lode, BP 429 LOS CRISTIANOS, TENERIFE, SPAIN</p>	<p>A.I.A.S. Associazione Italiana Amatori Piante Succulente</p> <p>PIANTE GRASSE is the quarterly journal of the Italian Cactus and Succulent Society (A.I.A.S.): it is fully illustrated in colour and deals with all aspects of succulent plants. A yearly supplement is published since 1989 and it usually includes bilingual versions of the articles as they are supplied by foreign authors. The membership fee is Italian Lire 40.000 inclusive of postage</p> <p>Payments can be made by Eurocheck or international Postal Order to: MARIANGELA COSTANZO VIALE PIAVE 66 - 20060 PESSANO MI (ITALY)</p>																					
<p>Deutsche Kaktéen-Gesellschaft German Cactus Society</p> <p>Monthly journal in high quality print format: 165 x 243 mm 276 pages per year plus 36 living cards</p> <p>Kaktéen und andere Sukkulenten</p> <p>With articles on all aspects of cacti and other succulents and many to go with as colour photographs</p> <p>Annual subscription DM 65,- (incl. btl)</p> <p>Requests for sample copies, information registration to: Deutsche Kaktéen-Gesellschaft e.V. Belzenriedweg 44 D-72800 Ervingen unter Achalm</p>	<p>Society of Czech and Slovak Cacti and Succulent Growers Since 1965 Quarterly periodica KAKTUSY 230 x 165 mm with about 150 pages per volume. Colour and halftone reproductions of fine and quality Full page of English and German summary Subscription: \$28 US inc. surface mail postage. Ours is the only bulletin in East Europe with tradition, inquires please to: Dr. Jan Růža Procházka 861 289 22 Lysá u Czech Republic</p>																					
 <p>NEDERLANDS-BELGISCHE VERENIGING VAN LIEFHEBBERS VAN CACTUSSEN EN ANDERE SUCCULENTEN</p> <p>"Succulenta" is the Journal of the Dutch-Belgian Society of succulent plant enthusiasts</p> <p>Produced bi-monthly it contains articles of scientific information, travel impressions, information on cultivation and Society News.</p> <p>Full membership Netherlands Hfl. 40,- in UK or other EU Country Hfl. 50,-</p> <p>A limited number of back issues are available</p> <p>Further details from Hon Secretary Mrs J.M. Smits-Raessens, Prins Willem Alexandergaan 104, 6721 AE Bennekom, Netherlands</p>	 <p>SUCCULENT SOCIETY OF SOUTH AFRICA</p> <p>Southern Africa is the home of one third of the succulent plant species in the world. Anyone interested in the succulents of the area is invited to become a member of the society. The society's quarterly journal "ALEX" deals mainly with the rich succulent flora but also covers succulents from other parts of the world. A special feature is the many colour illustrations of plants in habitat. An annual seed list is also sent to all members. For a free sample of the journal, write to the address given below.</p> <p>Membership for 1997 is available at rates shown below. Payment by cheque, money order or credit card. Participants can be sent for:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AT HOME</th> <th>ABROAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regular Society</td> <td>R 500.00</td> <td>R 550.00</td> </tr> <tr> <td>Student Society</td> <td>R 250.00</td> <td>R 300.00</td> </tr> <tr> <td>Private Reg. Nbr</td> <td>R 50.00</td> <td>R 55.00</td> </tr> <tr> <td>Booklet</td> <td>R 50.00</td> <td>R 55.00</td> </tr> <tr> <td>001</td> <td>R 50.00</td> <td>R 55.00</td> </tr> <tr> <td>Prerogative</td> <td>R 550.00</td> <td>R 600.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fax 27-12-399-2000</p>		AT HOME	ABROAD	Regular Society	R 500.00	R 550.00	Student Society	R 250.00	R 300.00	Private Reg. Nbr	R 50.00	R 55.00	Booklet	R 50.00	R 55.00	001	R 50.00	R 55.00	Prerogative	R 550.00	R 600.00
	AT HOME	ABROAD																				
Regular Society	R 500.00	R 550.00																				
Student Society	R 250.00	R 300.00																				
Private Reg. Nbr	R 50.00	R 55.00																				
Booklet	R 50.00	R 55.00																				
001	R 50.00	R 55.00																				
Prerogative	R 550.00	R 600.00																				

