

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESTUDIO ANATOMICO EPIDERMICO EN LAS HOJAS  
DEL GENERO STANHOPEA (ORCHIDACEAE) Y SUS  
IMPLICACIONES TAXONOMICAS

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

CON ESPECIALIDAD EN  
BOTANICA

PRESENTA

B.G.E., B.S., M.Ed. ROBERT JEAN FERRY TOWNSEND

MONTERREY, N. L., MEXICO

FEBRERO 1999



TESIS  
FEBRERO 1999

ESTUDIO ANATOMICO EPIDERMICO EN LAS HOJAS  
DEL GENERO STANHOPEA (ORCHIDACEAE) Y SUS  
IMPLICACIONES TAXONOMICAS

TD  
QK495  
.064  
F4  
1999  
c.1

R. J. FERRY T.



1080087086



**THE AUTONOMOUS UNIVERSITY OF NUEVO LEON  
FACULTY OF BIOLOGICAL SCIENCES  
DIVISION OF POSTGRADUATE STUDIES**



**AN ANATOMICAL STUDY OF THE EPIDERMIS OF LEAVES OF  
THE GENUS STANHOPEA (ORCHIDACEAE) AND THEIR  
TAXONOMIC IMPLICATIONS**

**DISSERTATION**

**PRESENTED AS PARTIAL FULFILLMENT FOR THE  
OBTAINING OF THE DEGREE OF**

**DOCTOR IN BIOLOGICAL SCIENCES**

**WITH SPECIALTY IN  
BOTANY**

**PRESENTED BY**

**B.G.E, B.S., M.Ed. ROBERT JEAN FERRY TOWNSEND**

MONTERREY, N. L., MEXICO

FEBRUARY 1999



9633

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTUDIO ANATOMICO EPIDERMICO EN LAS HOJAS  
DEL GENERO STANHOPEA (ORCHIDACEAE) Y SUS  
IMPLICACIONES TAXONOMICAS**

**TESIS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE**

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**CON ESPECIALIDAD EN  
BOTANICA**

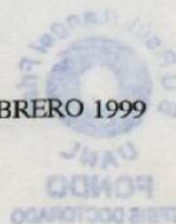
**PRESENTA**

**B.G.E., B.S., M.Ed. ROBERT JEAN FERRY TOWNSEND**



MONTERREY, N. L., MEXICO

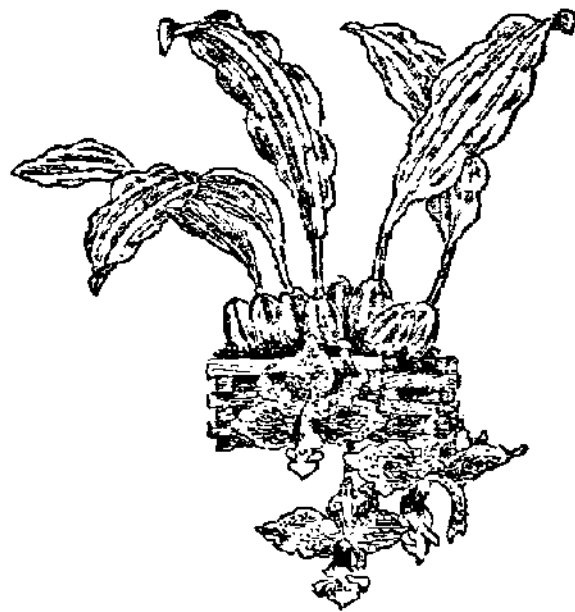
FEBRERO 1999



7

TD  
QK495  
064  
F4  
1998







THE AUTONOMOUS UNIVERSITY OF NUEVO LEON  
FACULTY OF BIOLOGICAL SCIENCES  
DIVISION OF POSTGRADUATE STUDIES



AN ANATOMICAL STUDY OF THE EPIDERMIS OF LEAVES OF  
THE GENUS STANHOPEA (ORCHIDACEAE) AND THEIR  
TAXONOMIC IMPLICATIONS

DISSERTATION  
PRESENTED AS PARTIAL FULFILLMENT FOR THE OBTAINING OF  
THE DEGREE OF DOCTOR IN SCIENCES WITH SPECIALTY IN  
BOTANY

PRESENTED BY

B.G.E., B.S., M.Ed. ROBERT JEAN FERRY TOWNSEND

APPROVED  
COMMISSION OF THESIS

PRESIDENT  
DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH POURNAVAB

DIRECTOR

FIRST VOCAL  
DR. SALVADOR CONTRERAS BALDERAS

CODIRECTOR

SECOND VOCAL  
  
DR. MARIA JULIA VERDE STAR

THIRD VOCAL  
  
DR. MOHAMMAD H. BADI ZABEH

SECRETARY  
  
DR. LETICIA HAVAD MARROQUIN



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTUDIO ANATOMICO EPIDERMICO EN LAS HOJAS DEL**  
**GENERO STANHOPEA (ORCHIDACEAE) Y SUS**  
**IMPLICACIONES TAXONOMICAS**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN  
BOTANICA

PRESENTA

B.G.E, B.S., M.Ed. ROBERT JEAN FERRY TOWNSEND

APROBADA  
COMISION DE TESIS

PRESIDENTE

DR. RAHIM FOROUGHBAKHCH POURNAVAB

DIRECTOR

PRIMER VOCAL

DR. SALVADOR CONTRERAS BALDERAS

CODIRECTOR

SEGUNDO VOCAL

DR. MARIA JULIA VERDE STAR

TERCER VOCAL

DR. MOHAMMAD H. BADI ZABEH

SECRETARIA

DR. LETICIA HAUAD MARROQUIN

## INDEX

Index of Figures	ii A
Index of Tables	iii A
In Memoriam	iv A
Dedication	v A
Acknowledgements	vi A
Abstract	1A
Introduction	1A
Justification	2A
Antecedents	3A
3.1. Identification and Definition of Species	3A
3.2. Selection of the Genus <i>Stanhopea</i>	4A
3.3. Historic Perspectives of <i>Stanhopea</i>	5A
3.4. Botanical Characteristics	6A
3.4.1. General	6A
3.4.2. Structures	6A
Root	6A
Stem and leaf	7A
Flower	8A
Fruit	10A
Seed	11A
3.5. Ecological Distribution	12A
3.6. Socioeconomic and Cultural Aspects	13A
3.7. Cultivation and Management Aspects of the Genus <i>Stanhopea</i>	13A
3.8. Present Situation	15A
4. Objectives and Hypotheses	18A
4.1. Objectives	18A
4.2. Hypotheses	19A
5. Methods	19A
5.1. Distribution of the Genus	19A
5.2. Preparation of Biological Material and Use of Cleaning Agents	20A
5.3. Field and Greenhouse Phase	20A
5.4. Laboratory Phase	21A
5.4.1. Measurement of Organelles	21A
5.4.2. Measurement Procedure	22A
5.5. Modifications of the Technique	21A
5.6. Experimental Design and Statistical Analysis	24A
6. Results	25A
6.1. General Aspects	25A
6.2. Special Cases	29A
6.3. Applicability to Other genera	38A
7. Discussion	40A
7.1. Advantages of a Statistically based Identification System	40A
7.2. Limitations of This Statistically based Identification System	41A
8. Conclusions	42A
9. Literature Cited	43A
Normal Standard Curves and data of Individual Samples	Annex I
Normal Standard Curves of Combinations	Annex II
Statistical Comparisons of Samples	Annex III



## INDICE

Indice de Figuras	ii
Indice de Cuadros	iii
In Memoriam	iv
Dedicación	v
Agradecimientos	vi
Resumen	1
Introducción	1
Justificación	2
Antecedentes	3
3.1. Identificación y Definición de Especies	3
3.2. Selección del Género <i>Stanhopea</i>	4
3.3. Perspectivas Históricas De <i>Stanhopea</i>	5
3.4. Características Botánicas	6
3.4.1. General	6
3.4.2. Estructuras	6
Raíz	6
Tallos y Hojas	7
Floral	8
Fruto	10
Semilla	11
3.5. Distribución Ecológica	12
3.6. Aspecto Socioeconómico y Cultural	13
3.7. Cultivo y Aspectos de Manejo del Género <i>Stanhopea</i>	13
3.8. Situación Presente	15
4. Objetivos e Hipótesis	18
4.1. Objetivos	18
4.2. Hipótesis	19
5. Métodos	19
5.1. Distribución del Género	19
5.2. Preparación de Material Biológico y Uso de Agentes de Limpieza	20
5.3. Fase de Campo e Invernadero	20
5.4. Fase de Laboratorio	21
5.4.1. Medidas de los Organelos	21
5.4.2. Procedimiento de las Medidas	22
5.5. Modificaciones de la Técnica	24
5.6. Diseño Experimental y Análisis Estadístico	24
6. Resultados	25
6.1. Aspectos Generales	25
6.2. Casos Especiales	29
6.3. Aplicación a Otros Géneros	38
7. Discusión	40
7.1. Ventajas de Un Sistema de Identificación con Bases Estadísticas	40
7.2. Limitaciones de Un Sistema de Identificación con Bases Estadísticas	41
8. Conclusiones	42
9. Literatura Citada	43
Curvas Normal Estándar y Datos de Ejemplares Individuales	Anexo I
Curvas Normal Estándar de Combinaciones	Anexo II
Comparaciones Estadísticas de Ejemplares	Anexo III

## INDEX OF FIGURES

<u>Fig. #</u>	<u>Page</u>
1. A raft with boxes of orchids of a collector; Rio Magdalena, Col., ca. 1880-90.	1A
2. <i>S. maculosa</i> <i>Orchid Digest</i> 38 (3): 89, 95 (1974)	5A
3. Interior of labellum showing dorsal exterior of column and cap with pollen.	9A
4. Column and labellum (quartering posterior aspect)	9A
5. Orchid fruit.	10A
6. Orchid seed x80 C83 <i>Stanhopea cf. amoena</i>	11A
7. Seed of <i>Stanhopea cf. amoena</i> x32.	11A
8. Siberia (USSR), Tin City, and Nome, Alaska Habitat of <i>A. rotundifolia</i> (Banks) Huitén.	12A
9. Geographic distribution of <i>A. rotundifolia</i> .	12A
10. C06 <i>S. oculata</i> Pl#290496-5 "basket culture 29 August 1996	15A
11. <i>S. wardii</i> photo: G. Kennedy	17A
12. <i>S. graveolens</i> photo: G. Kennedy	17A
13. <i>S. reichenbachiana</i> 'Limrick CBR/AOS photo: Internet, 1998	18A
14. <i>Malaxis corymbosa</i> C38 NL, México 23 July 1998	18A
15. Epidermal cell vectors.	21A
16. Abaxial cells and stomata.	21A
17. Stomata complex.	22A
18. Normal standard curves of a sample as shown on data sheet.	24A
19. Approximate geographic areas of the genus <i>Stanhopea</i> in South America, Central America, and Mexico.	25A
20. C26 <i>S. tigrina</i> photo: 04 July, 1996	29A
21. C94 <i>S. tigrina</i> 331ER photo: 22 July, 1998	29A
22. Normal standard curves of adaxial epidermal cell areas of <i>S. tigrina</i> C26 (Col!), C33 (Guatemala!) and C59 and C07 (both of Mexico!).	30A
23. Normal standard curves of abaxial epidermal cell areas of <i>S. tigrina</i> C26 (Col!), C33 (Guatemala!) and C59 and C07 (both of Mexico!).	30A
24. Normal standard curves of the adaxial epidermal cell areas of C29 <i>S. haselowania</i> and C33, C59, and C07 <i>S. tigrina</i> .	31A
25. Normal standard curves of the abaxial epidermal cell areas of C29 <i>S. haselowania</i> and C33, C59, and C07 <i>S. tigrina</i> .	31A
26. Normal standard curves of the adaxial epidermal cell areas of C15 <i>S. nigroviolacea</i> and samples C33 (Guatemala), C59 (México) and C26 (Colombia) of <i>S. tigrina</i> .	32A
27. Normal standard curves of the abaxial epidermal cell areas of C15 <i>S. nigroviolacea</i> and samples C33 (Guatemala), C59 (México) y C26 (Colombia) de <i>S. tigrina</i> .	32A
28. Normal standard curves of the adaxial epidermal cell areas of C83 <i>S. cf. amoena</i> and C12, C13, C14 <i>S. wardii</i> .	33A
29. Normal standard curves of the abaxial epidermal cell areas of C83 <i>S. cf. amoena</i> and C12, C13, C14 <i>S. wardii</i> .	33A
30. Normal standard curves of adaxial epidermal cell areas of C16, C03 <i>S. insignis</i> , both of Colombia and C49, C04 <i>S. hernandezii</i> , both of Mexico.	35A
31. Normal standard curves of areas of adaxial epidermal cells of C01, C02, C45 <i>S. saccata</i> and C69 <i>S. radiosa</i> .	36A
32. Normal standard curves of areas of abaxial epidermal cells of C01, C02, C45 <i>S. saccata</i> and C69 <i>S. radiosa</i> .	36A
33. C93 <i>Stanhopea</i> sp. ign. photo: 22 July 1998.	37A
34. C98 <i>Stanhopea</i> sp. ign. photo: 24 July, 1998.	37A
35. Normal standard curves of adaxial epidermal cell areas of C35 <i>Govenia utriculata</i> , C38 <i>Malaxis corymbosa</i> , and C37, C86 <i>Govenia superba</i>	38A
36. Normal standard curves of abaxial epidermal cell areas of C35 <i>Govenia utriculata</i> , C38 <i>Malaxis corymbosa</i> , and C37, C86 <i>Govenia superba</i>	39A
37. Normal standard curves of adaxial epidermal cell areas of C38 <i>Malaxis corymbosa</i> , C37 C86 <i>Govenia superba</i> , and C39 <i>Spiranthes</i> sp. ign.	39A

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Una balsa con cajas de orquídeas de un colector. Río Magdalena, Colombia ca. 1880-90.	1
2. <i>S. maculosa</i> <i>Orchid Digest</i> 38 (3): 89, 95 (1974) foto: G. Kennedy	5
3. Interior del labelo enseñado el dorso exterior de la columna con la capa con el polen.	9
4. Columna con polen y labelo (aspecto cuarto posterior)	9
5. Frutas de una orquídea.	10
6. Semilla de orquídea x80 C83 <i>Stanhopea cf. amoena</i>	11
7. Semillas de C83 <i>Stanhopea cf. amoena</i> x32	11
8. Siberia (USSR), Tin City y Nome, Alaska Hábitat de <i>A. rotundifolia</i> (Banks) Hultén	12
9. Distribución geográfica de <i>A. rotundifolia</i>	12
10. C06 <i>S. oculata</i> Pl#290496-5 "cultivo de canasta" 29 agosto 1996	15
11. <i>S. wardii</i> foto: G. Kennedy	17
12. <i>S. graveolens</i> foto: G. Kennedy	17
13. <i>S. reichenbachiana</i> 'Limrick' CBR/AOS foto: Internet, 1998	18
14. <i>Malaxis corymbosa</i> C38 NL, México 23 julio 1998	18
15. Vectores de medidas de las células epidérmicas.	21
16. Células del envés.	21
17. Complejo estomático.	21
18. Curvas normales estándar de un ejemplar individual procedente de muestra	24
19. Areas geográficas aproximadas del género <i>Stanhopea</i> en Sud América, América Central, y México. 25	
20. C26 <i>S. tigrina</i> foto: 04 julio, 1996	29
21. C94 <i>S. tigrina</i> 331ER foto: 22 julio, 1998	29
22. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del haz de <i>S. tigrina</i> C26 (Col!), C33 (Guatemala!), y C59 y C07 (ambos de México!).	30
23. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del envés de <i>S. tigrina</i> C26 (Col!), C33 (Guatemala!), y C59 y C07 (ambos de México!).	30
24. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del haz de C29 <i>S. haselowania</i> y C33, C59, and C07 <i>S. tigrina</i> .	31
25. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del envés de C29 <i>S. haselowania</i> y C33, C59, y C07 <i>S. tigrina</i> .	31
26. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del haz de C15 <i>S. nigroviolacea</i> y los ejemplares C33 (Guatemala), C59 (México) y C26 (Colombia) de <i>S. tigrina</i> .	32
27. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del envés de C15 <i>S. nigroviolacea</i> y los ejemplares C33 (Guatemala), C59 (México) y C26 (Colombia) de <i>S. tigrina</i> .	32
28. Curvas normales estándar de las áreas celulares epidérmicas del haz de C83 <i>S. cf. amoena</i> y C12, C13, C14 <i>S. wardii</i> .	33
29. Curvas normales estándar de las áreas celulares epidérmicas del envés de C83 <i>S. cf. amoena</i> y C12, C13, C14 <i>S. wardii</i> .	33
30. Curvas normales estándar de las áreas celulares epidérmicas del haz de C16, C03 <i>S. insignis</i> , ambos de Colombia y C49, C04 <i>S. hernandezii</i> , ambos de México.	35
31. Curvas normales estándar de las áreas de las células epidérmicas del haz de C01, C02, C45 <i>S. saccata</i> y C69 <i>S. radiosa</i>	36
32. Curvas normales estándar de las áreas de las células epidérmicas del envés de C01, C02, C45 <i>S. saccata</i> y C69 <i>S. radiosa</i> .	36
33. C93 <i>Stanhopea</i> sp. ign. foto: 22 julio 1998.	37
34. C98 <i>Stanhopea</i> sp. ign. foto: 24 julio, 1998.	37
35. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del haz de C35 <i>Govenia utriculata</i> , C38 <i>Malaxis corymbosa</i> , y C37, C86 <i>Govenia superba</i> .	38
36. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del envés de C35 <i>Govenia utriculata</i> , C38 <i>Malaxis corymbosa</i> , y C37, C86 <i>Govenia superba</i> .	39
37. Curvas normales estándar de las áreas celulares de la epidermis del haz de C38 <i>Malaxis</i> <i>corymbosa</i> , C37 C86 <i>Govenia superba</i> , y C39 <i>Spiranthes</i> sp. ign.	39



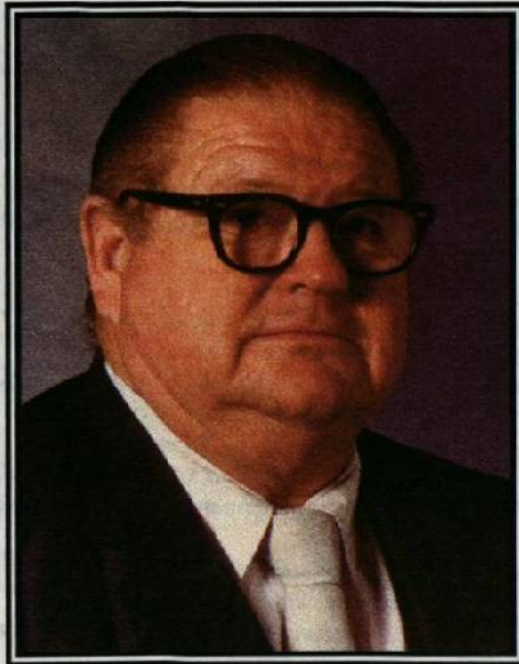
## INDEX OF TABLES

Table	Page
1. Data of the root structure in seven species of <i>Stanhopea</i> (Arditti, 1992).	7A
2. Vegetative material used in this study with the origin of each plant.	19A
3. Top part of the sample table.	23A
4. Lower part of the sample table.	23A
5. Additional observations of the sample table.	23A
6. Summary table of all samples used in this investigation.	27A
7. Species of <i>Stanhopea</i> in descending order of means of adaxial and abaxial epidermal cell areas.	28A
8. Summary of data for specimens of <i>S. tigrina</i> .	30A
9. Statistical comparisons of specimens of C15 <i>S. nigroviolacea</i> with samples of <i>S. tigrina</i> (& C29 <i>S. haselowania</i> ). Data from A III, p. 11, col. 2.	32A
10. Statistical comparisons of adaxial epidermal cell areas of C83 <i>S. cf. amoena</i> with samples of <i>S. wardii</i> and S. Love Potion ( <i>S. connata</i> x <i>S. tigrina</i> ). Data from A III 10, col. 1.	34A
11. Statistical comparisons of abaxial epidermal cell areas of C83 <i>S. cf. amoena</i> with samples of <i>S. wardii</i> and S. Love Potion ( <i>S. connata</i> x <i>S. tigrina</i> ). Data from A III 20, col. 3.	34A
12. Areas and standard deviations of adaxial and abaxial epidermal cells of samples of <i>Govenia</i> , <i>Malaxis</i> , and <i>Spiranthes</i> .	38A
13. Comparison of leaf cell data of Hybrid C60 S. Love Potion with each parent showing percent of each parent in this hybrid plant.	41A
14. Statistical comparisons of C21 <i>S. reichenbachiana</i> with species with which most closely related.	42A

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Datos de estructura de la raíz en 7 especies de <i>Stanhopea</i> (Arditti, 1992).	7
2. Material vegetativo usado en esta investigación con el origen de cada planta.	19
3. Parte superior del cuadro de las muestras.	23
4. Parte inferior del cuadro de las muestras.	23
5. Observaciones adicionales del cuadro de las muestras.	23
6. Cuadro de resumen de todos los ejemplares usados en esta investigación.	27
7. Especies de <i>Stanhopea</i> en orden descendiente según el promedio de las áreas celulares epidérmicas del haz y del envés.	28
8. Resumen de los datos de los ejemplares de <i>S. tigrina</i> .	30
9. Comparaciones estadísticas de C15 <i>S. nigroviolacea</i> con ejemplares de <i>S. tigrina</i> (& C29 <i>S. huselowiana</i> ). Los datos del Anexo III, pg. 11, col. 2.	32
10. Comparaciones estadísticas de las células epidérmicas del haz de C83 <i>S. cf. amoena</i> con los ejemplares de <i>S. wardii</i> y <i>S. Love Potion</i> ( <i>S. connata</i> x <i>S. tigrina</i> ). Los datos del A III 10, col. 1.	34
11. Comparaciones estadísticas de las células epidérmicas del envés de C83 <i>S. cf. amoena</i> con los ejemplares de <i>S. wardii</i> y <i>S. Love potion</i> ( <i>S. connata</i> x <i>S. tigrina</i> ). Los datos del A III 20, col. 3.	34
12. Áreas y desviaciones estándar de las células epidérmicas del haz y del envés de los ejemplares de <i>Govenia</i> , <i>Malaxis</i> , y <i>Spiranthes</i> .	38
13. Comparación de los datos de las células foliares del híbrido C60 <i>S. Love Potion</i> con cada padre, mostrando el porcentaje de cada padre en esta planta híbrida.	41
14. Comparaciones estadísticas de C21 <i>S. reichenbachiana</i> con las especies más cercanamente relacionadas.	42

IN MEMORIAM



George Riley Cagle 1925 - 1997

We were of only slightly different eras,...yet, in many ways the same.  
We did not run from a flag...we ran to it.  
We did not burn it,...we saluted it.

We fought in different killing fields during different epochs;  
you on the ground and I also in the air,  
but each in the same causes of dedication and freedom,  
and on the same side.

In another place and another time, we shared another war with the same battlefields  
as we worked together in blackboard jungles to educate a new generation.  
As in other wars at other times, we were always on the same side.

Riley, the temptation is great to make the dedication of this work to you, and—indeed—  
without assistance by Wilma and you, I'm not certain how well the work would have progressed.

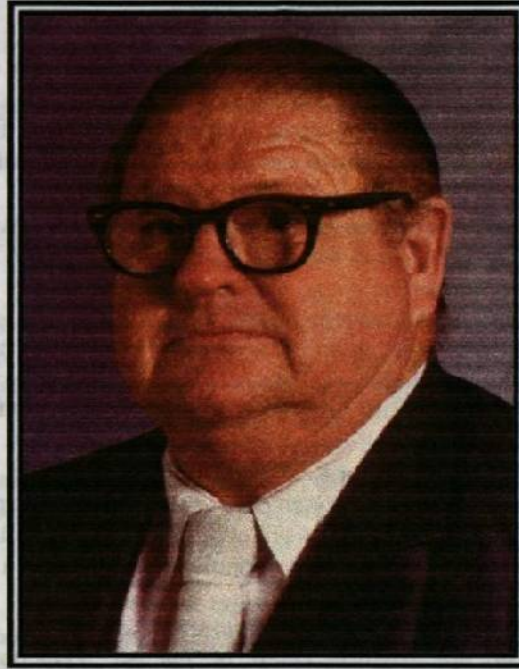
However, were I in your place and you in mine,  
I know that the dedication choice for this work would be no different.

However, at least in advance of that dedication,  
for what you have been, and for your part in work that reaches beyond life itself,

Riley  
—once again—  
I salute you!



IN MEMORIAM



George Riley Cagle 1925 - 1997

Fuimos de eras ligeramente diferentes,...pero, en muchas formas las misma.  
No huimos de una bandera,...corrimos hacia ella.  
No la quemamos,...la saludamos.

Combatimos en diferentes llanos de matar durante diferentes épocas;  
Tú en tierra y yo también en el aire,  
pero cada uno en las mismas causas de dedicación a la libertad,  
y del mismo lado.

En otro lugar y otro tiempo, compartimos otra guerra en los mismos campos de batalla  
conforme trabajamos juntos en pizarrones en la jungla para educar a la nueva generación.  
Como en otras guerras en otros tiempos, estuvimos siempre en el mismo lado.

Riley, es grande la tentación de hacer la dedicatoria de este trabajo para ti, y—claro—  
sin la asistencia de Wilma y tuya, no estoy seguro de que tan bien habría progresado el trabajo.  
Sin embargo, si yo estuviera en tu lugar y tú en el mío,  
yo sé que la elección de dedicatoria de este trabajo no sería diferente.

Sin embargo, cuando menos antes de la dedicatoria,  
por lo que has sido, y por tu parte en el trabajo que alcanza mas allá de la vida misma,

Riley  
—una vez mas—  
¡Me cuadro!

## DEDICATION

### To My Children

Whether by blood, by any legal writings, by the sanctity of our classrooms, or the open door of a home...

...for Enrique, Eric, Margarita Renée, Nora Alicia, Piedad, Rubén, Sandra Evette, and Sylvia Eleanora  
each of whom has known classrooms of their own children...

...for Char who counsels and defends  
and Tanya, mother of Ariel who liked Little brother Robert's toy train...

...for Frances who cares for individuals  
...for Rosa and Rubén who, although studying, make a house more of a home  
...for Cheryl, mother of Tyler, and for Travis who coaches,  
and Wade who—like his father—ran to a flag and not from it.

...for Rami and Robert, Jr.  
who—together—labor and study through days and years to relieve pain and suffering,...  
always that little children's lives be enhanced and prolonged  
No man has ever known a more wonderful daughter nor a finer son!

For Meera and beautiful little Aishwarya\*  
and equally beautiful little Zenitia of Huatusco, Veracruz, Mexico  
and handsome little Kieran, the youngest of all,...  
...and for little children with whom I conversed so many years ago in northern Japan,  
and ones in Korea and Southeast Asia who really deserved a better world.

and for little Nancy Estrada Jimenez who, though gone from us,  
is not forgotten.

May this work illustrate to each of you that the joy of discovery and learning need not be bounded by age  
nor the pursuits and foibles of one phase of a lifetime curse or diminish all effort that follows.

May a love and respect for the prior generation erase and replace condemnation of its members.  
After all, you have walked not in this generation's moccasins,  
and you are only a step from being the senior generation.

May each of you stand strong with and for each other as brothers and sisters,  
yet, in humble admiration and respect of The Almighty,  
and always with love of your neighbor as yourself.

Despite all that life has thrown at me, I have loved each of you,  
and I always will.  
You have been the finest flowers of my life.

In your lives and in the lives of the children who follow you,  
may there always be flowers,  
and may you live together in peace.

Pop

## DEDICACION

### A Mis Hijos

Sea por la sangre, por cualquier escrito escribir, sanidad de nuestro salón de clase, o la puerta abierta de un hogar..

...para Alfie, Enrique, Margarita Renéé, Nora Alicia, Piedad, Rubén, Sandra Evette, y Sylvia Eleanora  
cada uno de quienes ha conocido los salones de clase de sus propios hijos...

...para Char que aconseja y defiende  
y Tanya, madre de Ariel a quien le gustaba el tren de juguete de su pequeño hermano Robert.

...para Frances que cuidaba de los individuos  
...para Rosa y Rubén quien, aunque estudiando convierte una casa en un hogar  
...para Cheryl, madre de Tyler, y para Travis que asesora,  
y Wade quien— como su padre — corrió hacia la bandera y no de ella.

...para Rani y Robert Jr.  
Quienes— juntos — trabajan y estudian por días y años aliviar el dolor y el sufrimiento,...  
siempre para que las vidas de niños pequeños se mejoren y prolonguen  
No hay hombre que nunca ha sabido una hija mas portentosamente ni un hijo mas fino!

Para Meera y la pequeña y bella Aishwarya  
e igualmente bella y pequeña Zenitia de Huatusco, Veracruz, México  
e hermoso y pequeño Kieran, el mas joven de todos,  
...y para los pequeños hijos con los cuales he conversado hace tantos años en el norte de Japón,  
y los de Corea y el Sureste de Asia quienes realmente merecían un mundo mejor.

Y por la pequeña Nancy Estrada Jimenez quien, aunque se alejó de nosotros,  
no es olvidada.

Que éste trabajo ilustre a cada uno de ustedes que la alegría del descubrimiento y aprendizaje no necesitan  
estar cercados por la edad  
ni las búsquedas y debilidades de una fase de la vida aflijan o disminuyan todos los esfuerzos que siguen.

Que el amor y el respeto para la generación previa borren y reemplacen la condena de sus miembros.  
Después de todo, ustedes no han caminado en los mocasines de esta generación,  
y ustedes están solo un poso de ser la generación mayor.

Que cada uno de ustedes se levante fuerte con y para cada uno como hermanos y hermanas,  
pero en humilde admiración y respeto del Todopoderoso,  
y siempre con amor a su vecino como a si mismos.

A pesar de todo lo que la vida ha arrojado sobre mí, he amado a cada uno de ustedes,  
Y siempre lo haré.  
Ustedes han sido las flores mas finas de mi vida.

...Que en sus vidas y en las vidas de los niños que los siguen,  
que siempre haya flores,  
y que todos ustedes vivan juntos en paz.

Papá

## ACKNOWLEDGMENTS

I have been particularly blessed by having had Drs. María Julia Verde Star and Leticia A. Húad M. as committee members. Each has been intelligent, beautiful, and each has provided constructive assistance and mentoring with tenderness not often appreciated by males of lesser years. Equally, it has been particularly delightful to receive advice from and share discoveries and opinions with Dr. Mohammed Badii Z. during this work. His observations, common sense, and great humor have been particularly welcome during stressful times. Codirectors Drs. Rahim Foroughbakhch P. and Salvador Contreras B. have been knowledgeable, tactful, and extraordinarily patient with a student who—at times—has exhibited none of those qualities. While I am indebted to each member of this doctoral committee, I am particularly indebted to you two who have had to cope with the heaviest of this student's problems and shortcomings. I thank each of you for your efforts and look with pleasure at the possibilities of working with each and all of you in future research endeavors.

During graduate work I have been especially stimulated by the mentorship of Drs. Ralph Carlson of The University of Texas Pan American, and Verne Grant of The University of Texas at Austin. In orchids, the work of Dr. Carl Withner and contributions of Drs. Calaway Dodson, Robert Dressler, Carlyle Luer, and Govino Rotor, have been particularly insightful. For general orchid knowledge over the years, I am especially indebted to Dr. Benjamin Berlner, Weyman Bussey, Eleanor Frenz, the late Fred Gordon, the late Rodney Wilcox Jones, Bette Jordan, John Lager, Rebecca Northen, the late Richard Peterson, the late Don Richardson, and Noel Schoenrock.

I am grateful for the long and faithful friendship of Guadeloupe Hernández Diaz of La Joya, Texas and Diaz Ordaz, Mexico, and that of Dr. Emilio Olivares Sáenz of Monterrey. Due to your combined influences I was introduced to this university and the many fine individuals in it. I hope my work will prove to be a credit to the university and a compliment to the friendship and faith you have had in me.

I thank Janet Olsen for her work with the initial statistical data entries and their printing.

Special thanks are due Eric Olsen whose computer expertise made possible spreadsheet and linked data capabilities as well as the condensed display of tabular data and all the curves in their various combinations. Without his ingenuity, the computerized display of data would have been a nightmare instead of a joy.

I thank Caroline Herron and Abourhamane Kollo Issoufou for their support during this project, and especially so for their persistence when statistical programs seemed to be particularly perverse. Oscar Mireles Arellano of Brownsville, Texas has patiently assisted during the research and in its write-up as has Jorge Hernández Piñero of Monterrey, Mexico. I am grateful to both of you and I thank each of you.

I thank Will Bates of Corpus Christi, Texas who provided various specimens for this project.

Dr. Douglas Pulley has given many specimens, color transparencies, and constructive comments to an individual known to him only via the telephone and infrequent written correspondence. Without his material, verbal, written, and photographic contributions, this work would have indeed been impoverished.

I thank Julia Clifton and the households of Dr. Clint Doss, Frank Lunsford, the late Harrell Reed, and Kenneth Witcher, all of northern Georgia during a particular epoch. Thanks are also due the Octavio Bezavides family, Fr. Robert Delis, Ruben and Helen Leal, Enrique Lopez, Alfredo Villarreal, and Olivia Zardenetta, all of I ardo, Texas during other times. This milestone may well not have been reached without your support and loyalty in different ways, particularly during an epoch when a little boy and a man were harshly tried and so many loyalties were severely tested.

The moral and intellectual support of Drs. Rani and Robert continues to be an inspiration to me and a spur to perseverance and excellence. Their approval of my undertaking this project, encouragement during its progress, and faith that Pop still had it in him has made the difference so many times and in so many ways. May my work and my life continue to merit their faith and be worthy of their approval and support.

Wilma Jean and the late George Riley Cagle provided the microscope and equipment so necessary to this work. Their generosity as well as their faith in my determination to see it to fruition have been shining beacons during many an hour of research. I was privileged to work with both of them as a colleague and—beyond life itself—they have both been with me as I have worked. Wilma continues to represent a steadying influence on a man who is—all too often—impatient. I appreciate her calming and steadying influence, and it may be that her diplomatic abilities have been even more appreciated by members of my committee as they have tried to cope with grammar, spelling, and nuances of two languages and—too often—the impatience and tactlessness of this student.

I owe much to many people. To those mentioned above and elsewhere in this work, as well as many others unintentionally omitted, I am deeply appreciative.



## AGRADECIMIENTOS

He sido particularmente bendecido al tener como miembros del Comité a las Dras. María Julia Verde Star y Leticia A. Húand M. Cada una de ellas ha sido inteligente y bella, y me provisto de apoyo constructivo y como mentoras con ternura que no siempre es apreciada por los hombres jóvenes. Igualmente, ha sido particularmente delicioso recibir asesoría de, y compartir con Dr. Mohammed Badi Z. durante el presente trabajo. Sus observaciones, sentido común, y gran sentido del humor han sido bienvenidos particularmente durante los períodos tensionantes. Los Codirectores Drs. Rahim Foroughbakhch P. y Salvador Contreras B. han sido conocedores, cuidadosos, y extraordinariamente pacientes con un estudiante que—frecuentemente—no ha exhibido tales cualidades. Mientras que estoy en duda con cada miembro del Comité Doctoral, estoy en deuda particularmente con ustedes dos que han tenido que lidiar con los mas pesados de los problemas y deficiencias de este estudiante. Le agradezco a cada uno por sus esfuerzos y me anticipo con gusto a las posibilidades de trabajar con cada uno y todos ustedes en las futuras empresas de investigación.

Durante mi trabajo de postgrado he sido particularmente estimulado por la condición de mentores de los Drs. Ralph Carlson de la Universidad de Texas-Panamericana, y Verne Grant de la Universidad de Texas-Austin. En las orquídeas, el trabajo de Dr. Carl Withner y las contribuciones de los Drs. Calaway Dodson, Robert Dressler, Carlyle Luer, y Govino Rotor han sido particularmente introspectivas. A través de los años, estoy especialmente en deuda por su conocimiento general de las orquídeas, con el Dr. Benjamín Berliner, Weyman Bussey, Eleanor Frenz, el finado Fred Gordon, el finado Rodney Wilcox Jones, Bette Jordan, John Lager, Rebecca Northen, el finado Richard Peterson, el finado Don Richardson, y Noel Schoenrock.

Estoy agradecido por la amistad de mucho tiempo y fiel de Guadeloupe Hernández Dfáz, de La Joya, Texas y Díaz Ondáz, México, y la del Dr. Emilio Olivares Sáenz de Monterrey. Por sus influencias combinadas llegué a conocer esta Universidad y en ella muchos individuos finos. Espero que mi trabajo pruebe ser un crédito para la Universidad y un cumplido a la amistad y la fe que ustedes tuvieron en mí.

Doy las gracias a Janet Olsen para su trabajo con las entradas iniciales de los datos estadísticos y sus impresas.

Gracias especialmente a Eric Olsen, cuyo experto manejo de la computadora hicieron posible las capacidades de la hoja de cálculo y del enlazamiento de datos tanto como el arreglo condensado de los datos tabulares y de todas las curvas en sus diversas combinaciones. Sin su ingenio, la presentación computarizada de los datos habría sido una pesadilla en lugar de un disfrute.

Agradezco a Caroline Herron y a Abourhamane Kollo Issoufou el apoyo durante el presente proyecto, y especialmente por su persistencia cuando los programas estadísticos parecieron ser particularmente perversos. Oscar Mireles Arellano de Brownsville, Texas pacientemente apoyó durante la investigación y en la escritura tanto como Jorge Hernández Piñero de Monterrey, México. Estoy endeudado con ambos y les doy a cada uno las gracias.

Doy las gracias a Will Bates de Corpus Christi, Texas quién obsequió varias ejemplares para este proyecto.

El Dr. Douglas Pulley obsequió muchos ejemplares, transparencias de color, y comentarios constructivos a un individuo al que conocí sólo por la vía telefónica e infrecuentemente en correspondencia escrita. Sin sus contribuciones verbales, escritas, y fotográficas, este trabajo habría resultado mas bien empobrecido.

Doy las gracias a Julia Clifton y las familias del Dr. Clint Doss, Frank Lunsford, el finado Harrell Reed, y Kenneth Witcher, todos del norte de Georgia durante una época en particular. Debo las gracias también a la familia de Octavio Beauvides, Fray Robert Delis, Rubén y Helen Leal, Enrique López, Alfredo Villarreal, y Olivia Zandenetta, todos de Laredo, Texas, durante otros tiempos. La presente piedra miliar no habría sido alcanzada sin su apoyo y lealtad en diferentes formas, particularmente durante una época cuando un pequeño niño y un hombre fueron tratados duramente y tantas lealtades fueron sometidas a duras pruebas.

El apoyo moral de los Drs. Rani y Robert continúa siendo una fuente de inspiración para mí y un acicate para la perseverancia y la excelencia. Su aprobación por haber tomado este proyecto, empuje durante sus avances, y la fe en que Papi todavía tiene lo suyo han hecho la diferencia tantas veces y en tantas formas. Ojalá que mi trabajo y mi vida continúen mereciendo su fe y valgan su aprobación y soporte.

Wilma Jean y el finado George Riley Cagle proveyeron el microscopio y el equipo tan necesarios en este trabajo. Su generosidad tanto como su fe en mi determinación para verlo fructificar han sido faros brillantes durante muchas horas de investigación. Tuve el privilegio de trabajar con ambos como un colega y—mas allá de la vida misma—los dos han estado conmigo conforme he trabajado. Wilma continúa representando una influencia estabilizante, y puede ser que sus habilidades diplomáticas hayan sido apreciadas aún mas por los miembros de mi comité conforme ellos han tratado de lidiar con la gramática, la ortografía, y los matices de dos idiomas y—demasiadas veces—la impaciencia y la falta de tacto de este estudiante.

Debo demasiado a mucha gente. A los que menciono arriba y en otras partes de esta obra, tanto como a otros omitidos inadvertidamente, estoy profundamente agradecida.

## ABSTRACT

In general, orchids have been identified mainly by their flowers, and—in the case of *Stanhopea*—species are identified *only* by floral structure differences. For the first time, statistical analyses of a significant proportion of a genus discloses that measurements of 25 epidermal leaf cells per organelle provides mean adaxial and abaxial epidermal cell areas which correlate with specific recognized species permitting the positive or nearly-positive confirmation of the identity of a species in the absence of flowers being present. Additionally, species arranged in a declining order of their adaxial (ca.  $5623\mu^2$ - $2673\mu^2$ ) and abaxial (ca.  $3766\mu^2$ - $2020\mu^2$ ) epidermal cell areas present a hierarchy of primitive-to-advanced floral forms which further correlates with three general geographical groups from South America (Ad:  $5623\mu^2$ - $4215\mu^2$ ; Ab:  $3766\mu^2$ - $2790\mu^2$ ), Central America (Ad:  $4173\mu^2$ - $3605\mu^2$ ; Ab:  $2747\mu^2$ - $2648\mu^2$ ), and Mexico (Ad:  $3585\mu^2$ - $2673\mu^2$ ; Ab:  $2608\mu^2$ - $2020\mu^2$ ), reflecting the evolutionary radiation of the genus. This leafprinting-statistical analysis protocol establishes that species of *Stanhopea* (Orchidaceae) can be objectively identified within reasonable statistical limits without damage to plants. This thesis also establishes that, in *Stanhopea*, large epidermal leaf cells represent the evolutionary primitive condition in equatorial South America, and that these epidermal cells vary in an orderly manner to smaller-celled, evolutionarily more recent, members in Mexico. An ecological, nondestructive method of leafprinting is associated with the novel use of statistical analyses for the identification confirmation of orchid plants when flowers are not present. Additionally, preliminary investigations with other species indicate that these findings apply to other plant genera and families.

## 1. INTRODUCTION

To investigate and understand the flora of a region, the classical botanical protocol is to collect, press, and dry herbarium samples of the plants of a region, following which they are described, the abundance and diversity of each species assessed, and any new species are described. For a new species to be validly described, classical taxonomy stresses the necessity of selecting, and describing a "Type" from a plant population, filing this dried, pressed Type specimen in a recognized herbarium, and publishing the information in a recognized journal. Following the significance historically placed by Linnaeus on floral structures, many orchids have been described from only floral structures; entirely disregarding the plant as possessing any taxonomic significance. In fact, most professionals usually identify their specimens after they have been pressed and dried (Jones and Luchsinger, 1979).

Following the botanical tradition, most new orchid species have been described by foreign botanists residing in localities remote from the plant's native area, with the great majority of these species identifications made by working with dried pressed floral specimens or ones preserved in alcohol or some other fixative material. In the century and a half of modern orchid family taxonomy, literally thousands of plants were collected from New World tropical countries and shipped to greenhouses and taxonomists in Belgium, England, Germany, France, and the United States (Fig. 1). Little was known of habitat and cultural needs, and although many plants survived, surely thousands more were ripped from their habitats and died in transit or in establishments due to improper transporting and ignorance of their cultural requirements.

In the 1960's orchid conservationists in the United States and tropical countries triggered an international ecological awakening which resulted in the 1973 United States Federal Endangered Species Act which was followed by an international treaty designed to

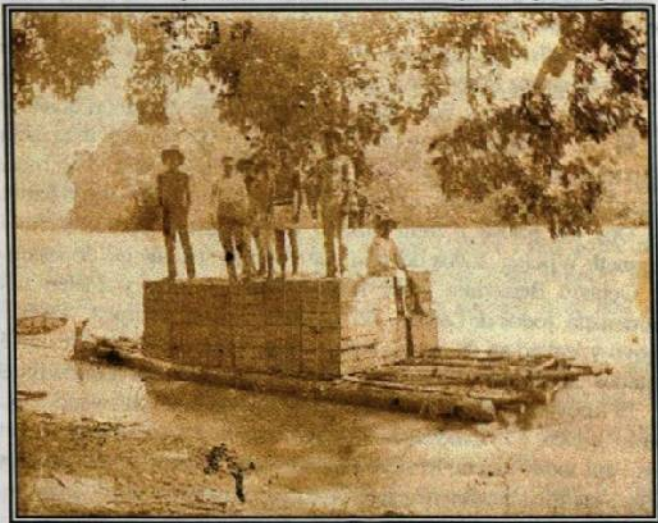


Fig. 1. A raft loaded with the boxes of orchids of a collector. Magdalena River, Colombia. ca. 1880-90 photo: John Lager