

00361 16 203



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE POSTGRADO

ETNOBOTANICA Y DIVERSIDAD  
DEL GENERO BRUGMANSIA  
EN MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A :

CONSTANZA LA ROTTA CUELLAR

DIRECTOR DE TESIS: DR. ROBERT BYE B.

MEXICO, D. F.

MARZO 1993.

TESIS CCN  
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 está 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.

## INDICE

INDICE	i
INDICE DE MAPAS, TABLAS, FIGURAS, Y APENDICES	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	v
NOTA DE LA AUTORA	x
INTRODUCCION	1
Objetivos	3
CAPITULO 1: REVISION HISTORICA	6
1.1 Aspectos Taxonómicos y Nomenclaturales	7
1.2 Aspectos Ecológicos y de Distribución	13
1.3 Aspectos de Biología Reproductiva	14
1.4 Aspectos Etnobotánicos: Generalidades	16
1.4.1 Aspectos Etnobotánicos en México	17
1.4.2 Aspectos Etnobotánicos en Colombia	20
1.4.3 Aspectos Etnobotánicos del Ecuador	23
1.4.4 Aspectos Etnobotánicos en el Perú	24
1.5 Aspectos de Propagación	25
1.6 Aspectos Químicos	29
1.7 Descripción Botánica de las especies registradas para México	30
CAPITULO 2: DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	38
Estados de VERACRUZ, PUEBLA, GUERRERO	
CAPITULO 3: METODOLOGIA	41
3.1 Revisión bibliográfica	41
3.2 Revisión de Ejemplares de Herbario	41
3.3 Trabajo de Campo	41
3.4 Ensayo Experimental: Metodología de Cultivo bajo Condiciones Controladas	42
3.5 Análisis de Resultados	44
CAPITULO 4: RESULTADOS	52
4.1. Aspectos Taxonómicos, Ecológicos y de Distribución	52
4.2. Aspectos de Biología Reproductiva	53
4.3. Aspectos Etnobotánicos	55
4.4. Aspectos de Propagación	61
4.4.1. Propagación en el campo	61
4.4.2. Propagación en condiciones controladas	62
CAPITULO 5: INTERPRETACION DE RESULTADOS	73
5.1. Ensayo Experimental	73
5.1.1. Análisis de Conglomerados	73
5.1.2. Análisis de Coordenadas Principales	75
5.2. Aspectos de Taxonomía, Ecología y Distribución	79
5.3. Aspectos de Biología Reproductiva	83
5.4. Aspectos Etnobotánicos	84
5.5. Aspectos de Propagación	87

CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA CITADA	107
APENDICES	
Apéndice # 1: Ficha Guía para la toma de datos en el herbario	114
Apéndice # 2: Análisis Estadísticos: Matriz básica de datos y Matriz de eigenvalores y eigenvectores	115
Apéndice # 3: Lista de ejemplares de herbario revisados en este estudio	119
Apéndice # 4: Características de los municipios de los estados de Veracruz, Guerrero y Puebla. Sitios de colecta del género <u>Brugmansia</u> en este trabajo	122
INDICE DE MAPAS, TABLAS, Y FIGURAS	
MAPAS	
MAPA # 1: Area de Estudio	40
MAPA # 2: Distribución del género <u>Brugmansia</u> en México	48
MAPA # 3: Distribución de <u>B. x candida</u> en México	64-65
MAPA # 4: Distribución de <u>B. suaveolens</u> en México	66-67
MAPA # 5: Posibles Rutas de Difusión de Especies desde Suramérica a Mesoamérica	91
TABLAS	
TABLA # 1: Revisión Histórica del Género <u>Brugmansia</u>	34-37
TABLA # 2: Caracteres usados para el Análisis Estadístico	49
TABLA # 3: Las especies cultivadas en el Jardín Botánico	50
TABLA # 4: Vegetación en donde se encuentra a <u>Brugmansia</u>	68
TABLA # 5: Datos de Herbario y Datos Originales	69-70
TABLA # 6: Usos de <u>Brugmansia</u> en los Estados de Guerrero, Veracruz y Puebla	71
TABLA # 7: Características de los OTUs resultante en el Fenograma del Análisis de Conglomerados	92-93
TABLA # 8: Cuantificación de los OTUs según los agrupamientos de Análisis de Conglomerados, los taxa y los estados de procedencia	94
TABLA # 9: Matriz de la Variación Explicada (Eigenvalores) resultante del Análisis de Coordenadas	95
FIGURAS	
FIGURA # 1: Distribución del Género <u>Brugmansia</u> según la Altitud y la Epoca de Floración	72
FIGURA # 2: Arbol Fenético resultante del Análisis de Conglomerados	96
FIGURA # 3: Proyección de OTUs en un espacio de factores	97
FIGURA # 4: Proyección de OTUs en un espacio multidimensional	98

CONSTANZA LA ROTTA.

A.P. 6-807, Col. Juárez, Del. Cuauhtemoc

C.P. 06600, Mexico, D.F.

## RESUMEN

TITULO: La Etnobotánica y Diversidad del género Brugmansia (Solanaceae) en México (Estados de Puebla, Guerrero, y Veracruz).

### OBJETIVOS:

#### General:

1. Documentar la diversidad del género Brugmansia con base en la correlación de los aspectos taxonómicos, etnobotánicos, ecológicos, de distribución, biología reproductiva, y propagación, para entender su historia y sus relaciones evolutivas.

2. Documentar la presencia de Brugmansia en México antes de la conquista.

3. Determinar las especies de Brugmansia en México y evaluar las características morfológicas.

4. Determinar si los diferentes grupos étnicos manejan y utilizan a Brugmansia en formas distintas o similares.

5. Corroborar si el hombre (grupos étnicos) ha seleccionado nuevas formas de Brugmansia (por ejemplo, incrementando la diversidad).

6. Conocer, comparar y analizar el desarrollo, a partir de estacas, y la variación morfológica de Brugmansia x candida y B. suaveolens bajo condiciones controladas por medio de los métodos complementarios de las técnicas estadísticas multivariadas.

#### Específicos:

1. Revisar y recopilar información etnobotánica, y taxonómica, ecológica, de biología reproductiva y de propagación del género Brugmansia en México, tanto aquella consignada en los ejemplares de herbario como la de especies colectadas en el campo, en algunos municipios de los estados de Guerrero, Puebla, y Veracruz.

2. Comparar el crecimiento y la variación morfológica de las especies Brugmansia x candida y sus diferentes variaciones morfológicas y Brugmansia suaveolens, en condiciones controladas (invernadero).

#### METODOLOGIA:

Para lograr el primer objetivo se revisaron los ejemplares de herbario depositados en MEXU, IMSSM, CHOLO, XAL, CHAPA y se

realizaron salidas de campo para coleccionar ejemplares botánicos y recabar información directa con las comunidades mestizas y las diferentes étnias Nahuá, Totonaca, Popoluca y Otomí.

Para cumplir con el segundo objetivo se realizó la siembra de clones o estacas en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para comparar los individuos, se emplearon las técnicas y métodos computarizados estadísticos multivariados de los programas NTSYS 1.3, Statgraphics, y Lotus.

#### RESULTADOS:

Se constató la existencia de dos especies de Brugmansia para México y para los estados de Veracruz, Guerrero y Puebla.

En el campo se recabó información etnobotánica, taxonómica y de biología reproductiva. Así mismo, en el trabajo de herbario se recopiló información a nivel nacional sobre el género Brugmansia.

Se detectó y determinó los insectos visitantes a la corola de la especie Brugmansia x candida.

Se logró comparar la variación morfológica del género Brugmansia en condiciones controladas.

#### CONCLUSIONES:

De acuerdo a los aspectos tratados en este trabajo se pueden realizar algunas conclusiones parciales, en el sentido de que por ser una primera aproximación, se requiere de más investigación en varios de los temas y por consiguiente, algunas afirmaciones sólo se hacen para este caso particular de datos, de matrices y de caracteres.

#### Taxonomía y Nomenclatura:

Respecto a la taxonomía y nomenclatura se trataron en este trabajo a Brugmansia x candida que es un híbrido originado en los Andes suramericanos y a B. suaveolens que es una especie originaria del sur este de Brasil. Estas plantas fueron introducidas a México, posiblemente durante la conquista. Sin embargo, no existen evidencias contundentes tales como arqueológicas, históricas, etnobotánicas que permitan datar y ubicar las formas de introducción de especies desde América del Sur.

En la literatura se encuentran varias hipótesis y posibles rutas de introducción de especies a Mesoamérica, no obstante, es necesario seguir investigando en los aspectos etnohistóricos para entender este fenómeno.

Los caracteres diagnósticos de Brugmansia permiten afirmar que los arbustos se distinguen de las hierbas (Datura) por la morfología de los frutos, de las flores, y el hábito.

En este trabajo se coleccionaron dos posibles razas distintas de B. cf. x candida y B. cf. suaveolens sería importante continuar con los estudios taxonómicos, y nomenclaturales para determinar si se trata afectivamente de dos razas distintas.

## Ecología y Distribución:

Brugmansia x candida y B. suaveolens se distribuyen en América del Sur. La primera se encuentra en zonas andinas y altitudes mayores de 1500 msnm, mientras que B. suaveolens se ha reportado especialmente en la zonas cálido húmedas del trópico, de las zonas templadas frías, y cálido secas de México.

Por la revisión de los ejemplares de herbario y por el trabajo de campo, se dedujo que en México Brugmansia x candida y B. suaveolens se localizan en climas cálido húmedos, templados fríos y cálidos secos, y en altitudes desde 40 hasta 2800 msnm. La variedad de climas en donde habita refleja también los diferentes tipos de vegetación en los que puede sobrevivir. Desde bosques de coníferas hasta bosque tropical perennifolio (Clasificación de los tipos de vegetación de Rzedowski 1978).

Se encuentran sembradas las plantas de B. x candida y B. suaveolens en áreas de vegetación secundaria, por lo tanto es una especie colonizadora con una alta capacidad adaptativa y con las características propias de este tipo de plantas.

Es posible que estos dos géneros tengan centros de origen y diversificación diferentes: Las formas herbáceas (Datura) pueden haberse originado en el sur de Estados Unidos y los arbustos (Brugmansia) en los Andes Peruanos y en la costa este del Brasil.

## Biología reproductiva:

En esta investigación se identificaron a los coleópteros habitantes de las corolas de B. x candida y B. suaveolens. Se pudo corroborar que las familias de cucarones más frecuentes fueron Nitulidae y Euphuphineae (crisomélidos). Son de hábitos diurnos y utilizan la base de la corola como refugio debido a que le brinda humedad y un lugar fresco.

Se encontraron moscas de Prosochila y abejas Apis mellifera la cual manipulaba los estambres pero no se confirmó como efectivo polinizador de B. x candida.

La bibliografía habla de algunos posibles polinizadores de Brugmansia, no obstante, no existen observaciones diurnas ni nocturnas claras que permitan definir los polinizadores de estas plantas.

La reproducción vegetativa por clones sigue siendo la única posible en México y es la empleada por los campesinos y mestizos de las zonas cálido húmedas y templadas frías. Sin embargo, existe la producción de frutos con semillas en la zona de Veracruz, Puebla y Michoacán. Este tipo de reproducción reproductiva es posible que se deba a un polinizador. Es importante continuar con los estudios de biología reproductiva de Brugmansia en México, porque la fructificación en este género es muy escasa y por ahora no se conocen las razones por las cuales este fenómeno es tan esporádico.

En este trabajo se colectaron ejemplares de herbario con fruto (C. La Rotta 772), debido a la inmadurez de las semillas no se pudo comprobar su viabilidad. Valdría la pena continuar con pruebas de germinación para comprobar si existe la posibilidad de reproducción sexual en donde hay recombinación genética y los frutos

producen semillas fértiles en Brugmansia.

#### Aspectos Etnobotánicos:

La información etnobotánica consignada en los ejemplares de herbario es escasa, en las etiquetas se registra más información acerca de la ecología, de los colectores, suelos que del uso y forma de empleo de las especies.

Con base en la literatura revisada y en el trabajo de campo, se comprobó que en México B. x candida y B. suaveolens son plantas empleadas ampliamente por las étnias totonaca, nahua, popoluca, y otomí de los estados de Veracruz, Puebla y Guerrero. Estas plantas son empleadas como antiinflamatorio, antiinfeccioso, cicatrizante, y para afecciones del pulmón, de los riñones y de la piel. Una de las diferencias notorias en el uso, se detectó en Veracruz (Xico, Xalapa, Naolinco) allí los campesinos indígenas y mestizos emplean las hojas y las flores de Brugmansia como abortivo y también se registró como pócima para causar idiotez, es decir en bebidas embriagantes se da de tomar la infusión de hojas o flores de Brugmansia, resultando una afección en las facultades mentales de los individuos.

El uso enteogéno y psicotrópico en México no es tan importante como para América del Sur, en donde esta planta desempeña funciones rituales y en las prácticas shamanicas tienen significación entre las étnias andinas y de las zona selváticas de la costa occidental de suramericana. Comunidades indígenas en Colombia han seleccionado cultivares especiales de acuerdo a su morfología y compuestos secundarios (Bristol (1969)). Sería interesante profundizar en el significado cultural en mesoamérica como en suramérica de Brugmansia para entender las diferencias en el chamanismo entre las dos regiones americanas.

#### Propagación:

Los resultados experimentales y estadísticos de la variación morfológica de Brugmansia bajo condiciones controladas indican que en México existen 6 formas biológicas diferentes de Brugmansia y posiblemente existan otras razas de B. x candida y B. suaveolens.

Respecto a la forma de desarrollo y crecimiento entre las dos plantas B. x candida y B. suaveolens no se apreciaron diferencias significativas ni tampoco se registró cambio en la forma y dimensiones de las hojas y flores como lo afirmaba Bristol (1969).

Las diferencias o similitudes se deben principalmente a las diferencias genéticas por que bajo condiciones controladas se eliminan los factores ambientales que pueden estar contribuyendo a la variación morfológica del género en condiciones naturales.

En consecuencia, los agrupamientos de individuos fueron determinados por los caracteres vegetativos y florales como también por la velocidad de crecimiento de la rama y la del área foliar. Es decir, los individuos de Brugmansia procedentes de Veracruz, en general, tienen una forma biológica diferente de los individuos de Puebla y de Guerrero.



Esto puede estar indicando que las plantas de Veracruz provienen de una zona diferente a las plantas que se encuentran en Puebla y Guerrero, por consiguiente, estos fenómenos pueden también estar expresando que provienen de individuos introducidos por diferentes rutas o vías a México. Es conocido que la reproducción vegetativa por clones es una forma en la cual la planta madre se puede reproducir exactamente igual en millones de individuos. Este es posiblemente el caso de Brugmansia en México. Por los resultados de este trabajo se diferencian seis formas biológicas distintas.

Es necesario seguir investigando al género Brugmansia en varios de los temas tratados en este estudio. Esta es la primera aproximación y se debe considerar como tal. Existen aún muchas preguntas sobre este género que no han sido resueltas. Se requiere de mayor trabajo de campo y experimental para avanzar en México y otros países suramericanos, en el conocimiento de estas importantes especies.

Por otro lado, el estudio de los parientes silvestres en Suramérica sería de gran utilidad para los estudios de rutas de introducción y domesticación de especies en México y Colombia.

## NOTA DE LA AUTORA

Este trabajo se realizó por el interés que el género Brugmansia (comúnmente llamados "floripondios") suscita dentro de las comunidades de taxónomos, etnobotánicos e industriales. Así mismo, por ser un género de origen suramericano que ofrece la posibilidad de hacer trabajos comparativos a nivel taxonómico, etnobotánico, y de biología reproductiva, entre Colombia y México.

Brugmansia tiene una importancia preponderante en la industria farmacéutica por presentar alcaloides tropanos (atropina, escopolamina) en las hojas, las flores, las semillas y raíces, los cuales tienen propiedades narcóticas, antiasmáticas y somníferas que actúan sobre el sistema nervioso central, por tales propiedades es ampliamente utilizada en Medicina.

Existe en el mundo una importante demanda en el mercado de estas sustancias, y Alemania es uno de los países compradores de la escopolamina. Por lo tanto, es importante que los países que poseen estos recursos conozcan la diversidad y variabilidad del género Brugmansia y determinen cuales son las diferentes especies, los distintos cultivares, cuales tienen mayor actividad biológica y cuales las más promisorias.

Mi intención al realizar esta investigación sobre la diversidad y la etnobotánica del género Brugmansia fue buscar un camino científico que pueda llegar a convertirse en una alternativa para contribuir a la economía mexicana y en general a la de los países latinoamericanos en donde existe estas especies vegetales.

Esta alternativa puede ayudar a evitar el empobrecimiento tan acelerado de los países de América Latina en estas dos últimas décadas. Esto no significa que sea la única alternativa para nuestros países, que son los más ricos en recursos vegetales y muchas veces no tenemos conocimiento sobre su utilización.

Esta idea se desarrolla con base en algunos principios humanistas, que son los que deben regir toda actividad profesional en América Latina.

Bién lo decía Eduardo Nicol en su obra sobre el humanismo en los albores del siglo XXI "El humanismo no es un saber es una forma de ser".

## INTRODUCCION

La complicada discusión de la diferencia entre el género Datura y Brugmansia se puede apreciar en este estudio. Desde Linneo quien describió en 1753 a Datura arborea, que es un arbusto de origen suramericano, se incluyeron los arbustos dentro del género Datura sección Brugmansia. Otros autores posteriores, como se vera más adelante, trataron los arbustos dentro de Brugmansia. En este trabajo se maneja a Brugmansia como un género diferente a Datura teniendo en cuenta las diferencias morfológicas tales como el habitat, la forma de cáliz, las flores, los frutos, como lo han sugerido los autores Persoon (1895), Lagerheim (1895), Barclay (1953) y Lockwood (1973).

En varias citas del capítulo de revisión histórica aparecerá el nombre de Datura porque se cita tal como aparece en las diferentes referencias. Sin embargo, estas especies se refieren a los arbustos, por ejemplo en el caso de Fuentes (1981, 1983, 1986) Xiquez (1981, 1986) y otros.

El género Datura (hierbas) ha sido muy estudiado en México y al sur de Estados Unidos, pero al género Brugmansia (arbustos) no se le ha dedicado tanto estudio en esta zona; por consiguiente, en las disciplinas de la taxonomía y de la etnobotánica no ha sido descrito claramente.

Es un género que presenta gran variabilidad morfológica en la diferencia de coloración de la corola, cambios genéticos expresados en la presencia de estambres petaloides (por ejemplo, corola doble y corola escindida en D. x candida) y cambios en la morfología de las hojas. El trabajo sistemático de Lockwood (1979) es el más completo que se ha hecho pero desafortunadamente aún no se ha publicado. La presencia de virus en este género se ha reportado como el posible causante de las variaciones morfológicas. Sin embargo, el continuo manejo y cultivo del género durante milenios (Lockwood, 1979) por parte del hombre, hace pensar en una larga asociación en la cual el hombre ha seleccionado las especies con características enteógenas y medicinales de mayor utilidad. Bristol

(1969) afirma que los indígenas Sibundoy del Putumayo en Colombia han seleccionado formas de B. aurea, que tienen una mayor concentración de alcaloides (escopolamina), como es el caso de los cultivares seleccionados de acuerdo a su contexto cultural.

En México, el híbrido B. x candida y la especie B. suaveolens no se reproducen por mecanismos reproductivos sexuales, sino que es propagado por los indígenas y experimentalmente por clones (estacas), lo cual hace que el intercambio de material genético sea limitado. Pudo suceder que desde su introducción a México, las variaciones morfológicas hayan sido expresadas también como adaptaciones a los diferentes ambientes en los que crecen las especies. El género es originario de América del Sur, es posible que allí se encuentren sus parientes silvestres lo cual nos permitiría ejecutar trabajos detallados sobre formas o procesos de domesticación. Estos estudios requieren de un exhaustivo y minucioso rastreo de especies. Esta tesis constituye una primera aproximación sistemática al estudio de la diversidad y de la etnobotánica y por supuesto de la domesticación del género Brugmansia.

En México, no se han encontrado poblaciones silvestres de Brugmansia y en pocas ocasiones se ha colectado la especie con fruto. Parece ser que el polinizador actúa solamente en condiciones muy especiales, o existe una alta especialización a nivel geográfico, puesto que se ha reportado la presencia de frutos en las zonas montañosas, pero no en zonas de baja altitud. Otro fenómeno común en este género es la alta hibridización. Dos taxa son híbridos establecidos; tal es el caso de B. x candida y B. insignis. Según Lockwood (1973 b) B. x candida es un híbrido entre B. aurea y B. versicolor, usualmente se encuentra entre 1000 msnm y 1500, donde el hombre ha introducido las especies parentales. Las especies híbridas presentan una gran variación y han sido colectadas en el este y oeste de los Andes en el Ecuador.

Brugmansia suaveolens es una especie originaria de la costa selvática del este de Brasil, habita en zonas cálidas húmedas a diferencia de B. x candida que es de origen andino.

Las especies no son, por lo general, fértiles, y su reproducción por vías reproductivas tendrá que ser investigada aún más.

Los objetivos de este trabajo son:

### I.1 Objetivos Generales:

1. Documentar la diversidad del género Brugmansia con base en la correlación de los aspectos taxonómicos, etnobotánicos, ecológicos, y de biología reproductiva, para entender su historia y sus relaciones evolutivas.

2. Documentar la presencia de Brugmansia en México antes de la conquista.

3. Determinar las especies de Brugmansia en México y evaluar sus características morfológicas.

4. Determinar si los distintos grupos étnicos manejan y utilizan a Brugmansia en formas diferentes o similares.

5. Corroborar si el hombre (los grupos étnicos) han seleccionado nuevas formas de Brugmansia (por ejemplo incrementando la diversidad).

6. Conocer, comparar y analizar el desarrollo a partir de estacas y la variación morfológica de B. x candida y B. suaveolens bajo condiciones controladas empleando los métodos y las técnicas estadísticas multivariadas. Las técnicas fueron aplicadas usando el "Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System".

### I.2 Objetivos Específicos:

1. Revisar y recopilar información taxonómica, etnobotánica, ecológica, de propagación y biología reproductiva sobre el género Brugmansia en México.

2. Conocer y comparar la variación morfológica y el comportamiento en el desarrollo de los individuos de B. x candida y B. suaveolens bajo condiciones controladas, comparando individuos colectados en los estados de Puebla, Guerrero y Veracruz.

Las localidades visitadas en Veracruz fueron : Xalapa, Xico, Coatepec, Catemaco, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Santa Rosa Siltepec, La Barrosa, Acayucan, Minatitlán, Naolinco; en Guerrero: Ayutla Los Libres, Ayotzinapa; y en Puebla: Jilotzingo, Nauzontla, Tetela de Ocampo, San Marcos Eloxochitlán, Talchichico y Pahuatlán.

En este estudio se trabajó con las étnias Totonaca, Nahua, Popoluca y Otomí.

En el primer capítulo de esta tesis se presenta una revisión bibliográfica e histórica, por orden cronológico, de los trabajos realizados en México, Colombia, Cuba, Ecuador, Perú y Chile. Sin ser exhaustiva, esta revisión da una idea de los trabajos que se han realizado en America Latina.

También se presentan descripciones botánicas del género y de las especies con base en el material colectado en este trabajo.

En el segundo capítulo se ofrece información resumida acerca de la descripción de área y en el Apéndice 4 se presentan los aspectos climáticos, geográficos, edafológicos, de vegetación, etnológicos y demográficos de los tres estados que se consideraron y de las localidades en donde se colectó el material clonal.

En el capítulo tercero se presentan las metodologías desarrolladas en las diferentes etapas de la investigación. Para el caso de las técnicas experimentales en condiciones controladas, se emplearon algunas sugeridas en trabajos realizados en Cuba.

En el capítulo cuarto, de resultados, se presentan las aportaciones de este trabajo al conocimiento etnobotánico, de la ecología y distribución, de la biología reproductiva y del cultivo de las especies en condiciones controladas, y se consignan los datos de los ejemplares de herbario.

Así mismo, se incluyen el análisis de resultados y su interpretación a nivel biológico. Se ofrece el análisis estadístico multivariado realizado utilizando técnicas y métodos computarizados, por medio de los programas LOTUS, STATGRAPHICS y NTSYS. Se presentan el Análisis de Conglomerados, Análisis de Coordenadas Principales, y también la interpretación de los fenómenos biológicos.

En el quinto capítulo se interpretan y discuten los resultados y se presentan las conclusiones y recomendaciones para el futuro. Finalmente se ofrece la bibliografía citada en el texto.

En el Apéndice 1 se presentan la ficha que sirvió de base para la toma de datos en el herbario.

En el Apéndice 2 se anexa la matriz básica de datos tomados en el cultivo de Brugmansia bajo condiciones controladas.

Finalmente en el Apéndice 3 se ofrece la lista de ejemplares de herbario que se revisaron en este estudio.

En el último aparte 4 se ofrece la descripción detallada de los aspectos climáticos, geográficos, suelos y demás aspectos que caracterizan el área de estudio.

## CAPITULO 1

### REVISION HISTORICA

La revisión bibliográfica e histórica se hizo con base en el material disponible en la biblioteca del Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, la biblioteca del Jardín Botánico de la UNAM, la biblioteca del Instituto de Ecología con sede en Xalapa, la biblioteca del Centro de Ecología de la UNAM, la biblioteca particular del Dr. Robert Bye, en la ciudad de México, y la biblioteca particular del Dr. Ricardo La Rotta Salgado en la ciudad de Bogotá. En algunos casos en los cuales no se logró consultar la fuente original, la información se tomó de recopilaciones ya existentes y este hecho se indica en el texto.

Para comprobar algunas informaciones históricas y la ubicación de ciertas obras antiguas se consultó a Langman (1964), Stafleu y Cowan (1976), y el archivo de la biblioteca del Instituto de Biología.

El trabajo sistemático más completo que se ha realizado sobre Brugmansia es el de Lockwood (1979) quien presenta una amplia revisión histórica del género Brugmansia, además de proporcionar información detallada sobre hibridización, ecología, distribución, taxonomía y etnobotánica.

En este capítulo se incluyen los aspectos taxonómicos, de ecología, de distribución, de biología reproductiva, de etnobotánica, y de propagación de Brugmansia.

Se ha procurado ofrecer información a nivel latinoamericano, y se ha tratado con los países que son centro de origen de Brugmansia tales como Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, además con los países latinoamericanos en los cuales fué introducido el género, como México y Cuba.

Por otro lado, se ha incluido en este capítulo la descripción botánica del género y de las dos especies reportadas para México,



B. x candida y B. suaveolens, así como su nomenclatura y sinonimia.

Por la literatura revisada se nota que el género Brugmansia ha sido estudiado en los aspectos taxonómicos, ecológicos, distribución, hibridización, etnobotánicos, y propagación en varios de los países de América Latina.

Este género tiene una importancia preponderante en las zonas cálidas húmedas, templadas frías y cálidas secas como lo han consignado varios autores.

Las especies fueron introducidas a México antes o después de la conquista o quizás durante la conquista, pero aún no se tiene pruebas contundentes para afirmar sobre la forma de introducción del género Brugmansia.

Se requiere de mayor estudio biogeográfico, etnobotánico, histórico y arqueológico para determinar los procesos de introducción y distribución del género. Sin embargo, al revisar la bibliografía se encuentra mucha información respecto al género Datura pero a Brugmansia no se la ha dedicado tanto estudio.

Este trabajo cumple con la tarea de registrar y recopilar parcialmente los estudios que se han realizado en América Latina.

Sería importante y necesario establecer trabajos comparativos entre los países de la región y establecer las diferencias, profundizar en cada uno de los aspectos tratados en esta tesis. La ausencia de trabajos detallados sobre la biología reproductiva es notoria en la literatura. Sería interesante continuar con las investigaciones en este campo.

Así mismo explorar los compuestos secundarios para determinar si efectivamente existen variaciones en la concentración de alcaloides en las diferentes formas biológicas de B. x candida y en B. suaveolens y entender si el conocimiento etnobotánico se relaciona con la variación morfológica y la química.

### 1.1 Aspectos Taxonómicos y Nomenclaturales

La pregunta principal que se hacen los taxónomos sobre los "floripondios" de Suramérica es si son un género diferente al

género Datura o si son una sección de Datura (Lockwood, 1973 a). Esta pregunta ha sido objeto de debate entre los botánicos.

El género Datura fué establecido por Linneo (1753) e incluyó el nombre de D. arborea una de las especies que actualmente forman parte del género Brugmansia. Posteriormente, Ruiz y Pavón (1798) describieron una nueva especie de "floripondio", D. sanguinea, y según Lockwood (1973 a) describieron otra especie D. arborea L. incorrectamente nombrada.

Blume (1828) usó el nombre de Brugmansia para designar un nuevo género de Rafflesiaceae (nombres ilegítimos, debido a que Linneo designó el género Datura, en el cual estaba incluida la sección Brugmansia para Solanaceae antes que Blume).

Berhardi (1833) puntualizó que algunos de los caracteres utilizados por Persoon para separar Brugmansia fueron encontrados en D. ceratocaula (una especie única herbácea de México). Varios de los caracteres citados por Berhardi fueron aceptados consistentemente por varios taxónomos de la época y esta fué la base para definir a Brugmansia como una sección o subgénero de Datura. El valor relativo de estos caracteres fué discutido después, pero hasta la fecha la incertidumbre continua. Berhardi usó en sus descripciones indistintamente el género Brugmansia o el de Datura para las nuevas especies.

La descripción confusa de D. arborea, según Lockwood (1979) hecha por Ruiz y Pavón fué utilizada por Persoon (1895) como base para la descripción de B. candida. Persoon distinguió dos géneros diferentes Datura y Brugmansia por la morfología de las flores, del fruto y del hábito. El tratamiento de Persoon no tuvo aceptación universal.

Lagerheim (1895) publicó una monografía de las especies ecuatorianas de Brugmansia, en la cual este autor acepta el punto de vista de Persoon, afirmando que los dos géneros son diferentes morfológicamente. A pesar de esto, Lagerheim cometió varios errores en la identificación de las especies. Su trabajo para la época fué muy completo, basado en varios años de trabajo de campo en el Ecuador y en el Perú. En su monografía puso especial atención al

hecho de que Blume (1828) usó el nombre de Brugmansia para designar nuevos nombres de Rafflesiaceae.

Van Zijp (1920) propuso un nuevo género, Pseudodatura. Es un hecho que Van Zijp desconocía el trabajo de Lagerheim (1883) y Persoon (1895) debido a que estos dos autores discutieron largamente el nombre del género y por consiguiente, este nuevo género no fué aceptado por los taxónomos.

Van Steenis (1930) junto con Persoon (1895) y Lagerheim (1893) (citados por Lockwood, 1973 a) afirmaron que los caracteres diagnósticos entre Brugmansia y Datura justificaban la diferenciación del género.

Posteriores trabajos de Safford (1920, 1921), De Wolf (1956), Barclay (1959), Darnert (1965), y Bristol (1969) han considerado al género Brugmansia como una sección de Datura siguiendo los argumentos de Berhardi, aceptando a D. ceratocaula como una especie intermedia entre los dos géneros.

Barclay (1959) durante sus estudios con los arbustos de Brugmansia en los Andes Colombianos, en el volcán del Puracé encontró una especie nueva para la ciencia. En la Universidad de Harvard fué determinada por Barclay como B. vulcanicola y está estrechamente relacionada con B. sanguinea por su morfología.

Brugmansia fué trabajado por Lockwood (1973 b), en su monografía, Datura y Brugmansia están separados claramente por su morfología (habito, flores, frutos) y biología. Ambas especies, B. x candida y B. suaveolens son cultivadas y en México no se ha encontrado en estado silvestre lo que induce a pensar en la larga asociación de esta especie con el hombre por sus propiedades narcóticas especialmente. Lockwood (1973 b) afirma que el norte de los Andes es el centro de variabilidad y de origen del grupo; sin embargo, Bristol (1969) escribió: "Muchos autores han notificado la frecuencia de la asociación de los árboles de Datura con las habitaciones humanas, pero esta asociación no ha sido plenamente entendida".

Schultes y Hofmann (1980) consideraron al género Brugmansia con siete (dos de ellas son híbridos establecidos de arbustos y

pequeños árboles, todos nativos de Suramérica principalmente de los Andes, pero algunas especies son cultivadas como ornamentales en muchas partes del mundo. Schultes también afirma que los géneros Datura y Brugmansia están estrechamente relacionados en su morfología y en su química.

Como se aprecia la importancia farmacéutica del género es muy notoria, por consiguiente, la diferenciación entre los dos géneros es también un aspecto definitivo para aclarar la ambigüedad que se presenta en la nomenclatura y en la taxonomía.

Lockwood (1973 a) con base en el trabajo de Barclay (1959) ilustra claramente las diferencias entre Datura y Brugmansia, información que es muy útil debido a la confusa determinación en la bibliografía. Se resumen la comparación en la siguiente manera:

CARACTER DE GENERO	BRUGMANSIA	DATURA
Habito, Crecimiento Forma y Longevidad	arbustos que producen cilindros vasculares de considerable talla, perennes y leñosos	plantas herbáceas, anuales o de corta vida, sin leño en la raíz
ejes vegetativos	no están limitados exclusivamente a la porción basal	restringidos a la porción basal de la planta
ramificación	no está restringida a la inflorescencia	unicamente en la inflorescencia
reproducción vegetativa	por estacas, de las raíces o por la formación de clones	carente de una efectiva reproducción vegetativa
Inflorescencia	monocásica	dicásica
localización	presente en los ejes vegetativos	la parte superior no en los ejes vegetativos
la mayor parte de la planta	no tiene	si tiene
Flores	son péndulas o inclinadas, nunca erectas	erecta

antésis	abiertas durante el día	permanecen cerradas durante el día y abren al anochecer
duración	4 - 6 días	1 o 2 días
cáliz	frecuentemente semeja una espata o está abierto de un lado y no tiene verdaderos dientes	no semeja una espata excepto en <u>D. ceratocaula</u> , tiene dientes usualmente separados y más o menos iguales
	no caedizo, permanece o forma una estructura alrededor del fruto	circumsesil, persistente una parte en la base formando un disco membranoso
Fruto	largo, baya péndula con pedicelo	relativamente pequeño, baya dehiscente, cápsula con pedicelo corto erecto o suberecto
ovario	bicarpelar y bilocular, carente de falsas septas	bicarpelar y tetralocular con presencia de falsas septas
dehiscencia	indehiscente	dehiscente
pericarpio	suave y desarmado	usualmente espinoso
Semillas	con testa corchosa y sin carúncula	pequeñas y carentes de testa corchosa, con carúncula

Por la bibliografía revisada, Fuentes no acepta a Brugmansia como un género diferente al género Datura sino como una sección de este; sus trabajos señalan las diferencias entre los arbustos y las hierbas pero dentro de esta clasificación Linneana. Esta idea se puede apreciar en los trabajos que se citan a continuación.

Fuentes (1981 a) describió una nueva especie de Datura sección Brugmansia para Cuba, D. cubensis que habita en la zona de Topes de Collantes, provincia de Sancti Spiritus a 750 msnm.

En ese mismo año Fuentes (1981 b) revisa la taxonomía de las especies de Datura sección Brugmansia en Cuba. Se ofrece una clave para las especies cubanas.

Dos años después, Fuentes (1983) investiga la actividad

peroxidasa en extractos de hojas de cinco taxa del género Datura pertenecientes a la sección Brugmansia. También con este mismo método estableció diferencias entre doce taxa del género Datura, las diferencias entre los taxa arbustivos y herbáceos, pero no es recomendable para la identificación a nivel específico. En seguida, estudió las bandas de isoenzimas peroxidasa en cuatro taxa de Datura sensu stricto la sección Stramonium y en tres taxa infraespecíficos de D. metel. Los patrones enzimáticos sugieren la identidad específica de los taxa de la sección Stramonium estudiados, indicando su categoría infraespecífica. Iguales resultados fueron obtenidos para las variedades de D. metel evaluadas. La presencia de bandas comunes para los dos taxa, parece constituir un nexo entre ambas secciones del género.

Xiquéz, Lera y Sánchez (1986 a) determinaron cuatro taxa y 89 híbridos arbustivos del género Brugmansia por medio de un análisis de componentes principales y tomaron en consideración cuatro cosechas de material vegetal. Seleccionaron dos componentes que presentan el 74.6% de la variabilidad, en la componente 1 se incluyen la altura, las dimensiones de las hojas y el rendimiento del material vegetal, número de ramificaciones y de hojas. En ese período los investigadores Xiquéz y Fuentes (1986 b) (por medio de técnicas de análisis multivariado: análisis de "CLUSTER" y análisis de componentes) estudiaron la posición taxonómica de 14 taxa del género Datura, evaluando treinta variables morfológicas reproductivas y bioquímicas. Los resultados obtenidos indican que se pueden distinguir dos grandes grupos de especies: herbáceas y arbustivas, así como establecer relaciones entre los componentes de cada grupo. Los tres primeros componentes principales comprenden el 82-85% de la variabilidad, lo que facilita la selección de las variables adecuadas para la determinación taxonómica. También utilizaron las técnicas de análisis multivariado (análisis de "CLUSTER" y componentes principales) para estudio poblacional de 13 progenitores y 55 híbridos del género Datura por medio de la evaluación de 18 caracteres cualitativos. El fenograma permitió observar dos ramas, una rama formada por taxa herbáceos y la otra

por arbustivos. Dentro de cada rama se presentan diferentes particularidades. Dos de los componentes, que representan el 81.48% de la variabilidad fueron seleccionados como los de mayor utilidad.

El análisis multivariado permitió agrupar morfológicamente las poblaciones de híbridos F1, con respecto a sus progenitores.

## 1.2 Aspectos de Ecología y Distribución

Según Lockwood (1973 b) las especies de Brugmansia son plantas que crecen en hábitats abiertos y perturbados. No se presenta en zonas de bosque y siempre se han encontrado asociadas con el hombre. Este hecho afecta la distribución actual de Brugmansia. Sus especies presentan las características propias de las especies colonizadoras de la sucesión secundaria del bosque, tales como rápido crecimiento, maduración temprana, y vida relativamente corta. Brugmansia necesita mucha luz, es poco tolerante a la sombra y tiene una efectiva reproducción asexual.

Según Lockwood (1973 b) Brugmansia carece de mecanismos reproductivos por semilla. La reproducción vegetativa por propágulos puede ser una habilidad desarrollada por las especies del género para competir y reproducirse en bosques secundarios.

Brugmansia es originario de zonas indígenas del sur de Brasil y norte de los Andes de Suramérica. El hombre ha jugado un papel muy importante en la producción de hábitats perturbados, en donde crecen especies características de la sucesión secundaria. Lockwood (1973 b) cree que desde hace 10.000 o 15.000 años, en los Andes particularmente, por la intervención humana debido al uso del fuego y a la agricultura, se crearon ambientes abiertos que facilitaban la colonización de especies sucesionales, como Brugmansia.

Desde este período Lockwood (1973 b) cree en la asociación de este género con el hombre. En algunas áreas, Brugmansia ha sido introducido por el hombre, y reproducido vegetativamente, por lo cual hay poca variación morfológica.

Numerosos son los ejemplos de introducción de especies del trópico del Viejo y Nuevo Mundo, fenómeno que depende del medio en

el cual son introducidas. Las hierbas introducidas pueden desarrollar una alta agresividad o depender totalmente del hombre para su propagación.

Tiene una gran tolerancia a diferentes y variadas condiciones ambientales (puede crecer desde el nivel del mar hasta 2000 msnm).

Brugmansia x candida ha sido cultivada y distribuida como ornamental en los trópicos. Crece en el norte de Chile, a lo largo de la costa Peruana, en Ecuador, en Colombia, en América Central y México y en la zonas caribeñas. Se encuentra también en los trópicos del Viejo Mundo.

Lockwood (1973 b) comenta que B. suaveolens es la única especie que no es originaria de las zonas indígenas de los Andes. El centro de origen es la selva tropical de la costa del sur este de Brasil; se extiende desde el norte del Rio Grande do Sul a Santa Catarina, Parana, Sao Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espiritu Santo, y sur de Bahia.

De acuerdo a Smith (1962, citado por Lockwood, 1973 b) este género es disyunto, pues sus diferentes especies se localizan en el sur de Brasil y en los Andes. Brugmansia suaveolens representa un buen ejemplo de migración muy antigua. Brugmansia suaveolens ha sido distribuida como ornamental desde el Brasil a Venezuela, América Central, México y el Caribe; también ha sido introducida en los trópicos del Viejo Mundo.

### 1.3 Aspectos de Biología Reproductiva

En cuanto a la biología reproductiva de Brugmansia, se han realizado muy pocos trabajos. Sin embargo, en la literatura varios autores se han referido a los insectos tales como coleópteros, himenópteros, lepidópteros, dípteros y hemípteros como posibles polinizadores de Datura. Entre los vertebrados se han mencionado a aves de la familia Trichilidae ("colibrís") y a los quirópteros ("murciélagos") como posibles polinizadores.

Grant y Grant (1983) afirman que D. metaloides es polinizada por los esfingidos Manduca quinquemaculata, M. sexta e Hyles



lineata. La longitud del tubo de la corola corresponde con la longitud de la probóscide del insecto (10 -11.2 cm y 10.5-11 cm, respectivamente).

Grant y Grant se refieren a los murciélagos como visitantes y confirman haber detectado rastros de estos quirópteros alrededor de las poblaciones de Datura, pero también comentan que estos animales producen mucho daño a las flores, lo que indica que este fenómeno debe ser aún más investigado.

La estructura floral de Brugmansia y de Datura es básicamente similar. Los nectarios se encuentran ubicados en la base del ovario y secretan néctar por los cinco canales. Los estambres se encuentran a la misma altura del estilo en algunos individuos, mientras en otros el estilo sobrepasa a las anteras.

En las formas herbáceas de Datura, la posición erecta de la corola facilita la entrada de la probóscide de la polilla Manduca quinquemaculata. La posición de los órganos reproductivos es ideal para la colocación correcta del insecto en los estambres. Las características florales son ideales para la polinización por parte de las polillas. Varios visitantes de las corola de Datura son considerados como intrusos y no son polinizadores.

Grant y Grant (1983) corroboran que las especies de Brugmansia son polinizadas por aves de la familia Trochilidae ("colibrís") e ilustran algunas adaptaciones relacionadas con la polinización. En el caso de Brugmansia la posición péndula de las flores facilita la entrada del colibrí quien es el único que se puede sostener en el aire mientras liba. Las flores de Brugmansia (arbustos) mantienen abierta su corola durante el día y el anochecer. En ese periodo tiempo exhalan un fragante aroma, mientras que las especies herbáceas mantienen cerrada la corola durante el día y sólo la abren al anochecer.

Gosttsberger (1985) escribe "No hay observaciones claras diurnas, que puedan ayudar a determinar la diferenciación entre la polinización de Datura y de Brugmansia "; sin embargo, confirma la presencia de murciélagos en este fenómeno.

También Barclay (1959 a) ha anotado que los alcaloides se

encuentran presentes en toda la planta y por consiguiente, el néctar contiene algunos de estos.

Grant y Grant (1983) concluyen que las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de Brugmansia y Datura están correlacionadas con el tipo de polinización.

Barclay (1959 a) afirma que Brugmansia es un género al cual el fotoperíodo no lo afecta, es de día neutral y pueden florecer todo el año, si las condiciones son favorables.

#### 1.4 Aspectos Etnobotánicos: Generalidades

Los estudios etnobotánicos sobresalientes de este género fueron recopilados por Lockwood (1973 a,b, 1979). Según el autor, este género es muy usado por los indígenas americanos debido a la presencia de alcaloides tales como atropina, hiosciamina y particularmente por la alta concentración de hioscina (escopolamina), la cual es altamente psicoactiva y medicinal.

La experimentación normal con todo tipo de plantas, práctica que es inherente a los recolectores de alimentos y cazadores, pudo haber inducido a detectar plantas con propiedades psicoactivas y aquellas que poseen espíritus poderosos, tales como Datura y Nicotiana. Lockwood (1979) afirma que estas pueden haber sido las primeras plantas utilizadas por los indígenas y que su uso puede haberse difundido posteriormente. Es probable que el conocimiento y uso de Datura en México y el suroeste de los Estados Unidos haya sido tomado de los inmigrantes suramericanos. Según Lockwood (1979) el uso de Brugmansia antes de la conquista en Suramérica no ha sido bien documentado como para Datura, Lophophora williamsii, Psilocybe y Stropharia de México. Una considerable cantidad de información fue recopilada en los escritos de misioneros, viajeros y científicos como Humboldt y Bonpland, quienes lograron penetrar en Suramérica hispánica. El uso de Brugmansia no fué tan difundido como el del tabaco, aunque si era conocido por muchos grupos del oeste de Suramérica.

Cooper (1949, citado por Lockwood, 1973 a) recolectó material

en el Pacífico, desde Colombia, hasta el Perú y parte media de Chile. Específicamente reportó el uso entre los Chibchas y Chocó de Colombia; los Quechua del Ecuador, Perú y Bolivia; los Mapuche Hüllliche de Chile; los Záparo, los Jívoro, los Canelo, e Inga del Alto Amazonas; los Siona, los Pioje, y los Omagua de los Andes. Así como B. suaveolens es ampliamente usada por los indígenas del Alto Amazonas, es probable (según Lockwood, 1973 a) que también sea empleado en el Bajo Amazonas y el sureste de Brasil. Sin embargo, no existen registros sobre de su uso. Brugmansia tiene un valor notorio por sus propiedades psicoactivas médicas; es difícil separar las propiedades médicas y las propiedades psicoactivas del contexto shamanico debido a que se encuentran estrechamente relacionadas con las características mágicas, malévolas y sobrenaturales como causantes de la muerte.

Ciertos patrones en el uso y preparación pueden ser discernidos con estudios antropológicos y etnológicos en sociedades no mestizas y en condiciones culturales aún conservadas.

#### 1.4.1 Aspectos Etnobotánicos en México

En México, las investigaciones y referencias bibliográficas indican los amplios estudios que se han hecho para Datura, y en parte también para Brugmansia. Sin embargo, no existe un trabajo detallado de la taxonomía, la diversidad y la etnobotánica. Esto se puede notar con las referencias que citaremos a continuación.

Los primeros registros de la presencia y uso de Brugmansia para México no están muy claros.

En el centro del valle de México, De la Cruz y Badiano (citado por Emmart, 1940, y por Miranda y Valdés, 1964) en el código azteca de 1552 registra la presencia de B. arborea (como D. arborea) con base en los dibujos que acompañan los textos originalmente escrito por Martín de la Cruz, indígena amigo de Juan Badiano, quien lo tradujo al latín. Esta determinación debe tomarse con cuidado debido a que Emmart (1940) menciona que posiblemente se trate de D. stramonium y no del arbusto Brugmansia (D. arborea)

debido a la posición erecta de las flores en el dibujo. Miranda y Valdés (1964) la han determinado como D. stramonium. Desde este momento comienza ya a detectarse la confusión que existe en la denominación y diferenciación entre los dos géneros.

Según el Padre Acosta (1571-1578, citado por Martínez, 1969, 1979) la planta B. candida (como D. candida) en México es registrada como ornamental.

El Padre Cobo (1653, citado por Martínez, 1969, 1979) describe la especie documentando también sus usos medicinales. El Padre Luis Feuille (1714), y Clavijero (1788, citados por Martínez, 1969, 1979) mencionan al "floripondio" como una especie importante. Clavijero (1672) usa el nombre de "floripondio" para designar al arbusto de B. arborea (como D. arborea) y describe la planta.

La Sociedad Farmacéutica de México (1904) describe someramente a B. suaveolens (como D. suaveolens), sus compuestos químicos, las partes utilizadas, cita los nombres vulgares y afirma que sus propiedades son análogas a las de Atropa (Belladona). De igual forma proporciona estos datos para B. arborea (como D. arborea).

Hernández (1943, 1959) menciona a las plantas designadas con el nombre Tecomaxóchitl (Nahuatl) e incluye a B. arborea (como D. arborea) ampliamente distribuida en América tropical y conocida vulgarmente como "floripondio", afirma que B. candida (como D. candida) es similar a B. arborea y se usan las hojas como cataplasma para madurar tumores.

Martínez (1969, 1979) menciona parte de la historia de B. x candida (como D. candida), con base en las referencias históricas de archivos y códices.

Por otro lado, los estudios etnobiológicos son significativos desde el punto de vista cultural, pues permiten apreciar el contexto global en donde se encuentra ubicado el género Brugmansia.

Berlin, Breedlove y Raven (1974) reconocieron que los Tzeltales denominan a B. x candida "Kampána nicim". Los nombres comunes utilizados son: "campana", "cambanda", "campanilla", "chamico", "floripondio", "palpanichum". Los Tzeltales lo incluyen dentro del grupo de árboles de madera blanda y de flores pálidas.

La planta muy raramente fructifica. Las hojas y las flores pueden ser usadas para el tratamiento de granos y para la enfermedad cultural denominada "Viento en el Cuerpo". También es empleada como purgante. Es una planta cultivada en áreas antiguas.

Morton (1981) provee información sobre plantas medicinales de Mesoamérica, y consigna datos sobre descripción de la planta, origen, distribución, sinónimos, nombres vulgares, usos medicinales, propiedades y efectos incluyendo su toxicidad. En el caso de Brugmansia, se refiere a la especie B. candida (como D. candida).

Hernández y Gally (1981) describieron y registraron los nombres vulgares ("Almizcillo", "Flor de Campanilla", "Trompeta") y usos medicinales (calma los dolores musculares, y los dolores de origen reumático) de B. arborea (como D. arborea).

Von Reis y Lipp (1982) en la recopilación de trabajos realizados en Centroamérica, mencionan a la "flor de la compañía", B. candida (como D. candida) como una especie medicinal empleada por los mixes en los ritos de adivinación y en la cría de pavos.

Aguiar y Zolla (1982) describen botánicamente las especies de B. x candida y B. suaveolens, registran sus nombres comunes, su distribución y toxicidad.

Alcorn (1984) cita el uso de B. x candida (como D. candida), D. stramonium y Solandra nitida como especies alucinógenas que alteran la mente, además proporciona los nombres vulgares, los usos medicinales y el hábitat. Hace referencia a los usos dados por los mayas de la Huasteca mexicana. Así mismo, describe un proceso de adivinación de un joven Maya en el que predice la destrucción parcial de su étnia por el mestizaje.

Es de notar también la importancia de algunas tesis de grado realizadas en diferentes localidades de la república mexicana. A continuación se incluye un resumen de parte de la valiosa información consignada en estos trabajos.

Gómez Salazar y Chong de la Cruz (1985) encontraron que B. x candida es empleada para curar granos y también para contrarrestar el mal olor en la orina. Es usada de esta forma por los habitantes

de los municipios de Tepoztlán en el estado de Morelos. Describen la forma de preparación y proporcionan información farmacológica con base en una revisión bibliográfica.

Morales y Toledo (1987) trabajando en Coxquihui, Veracruz, hacen referencia a los usos medicinales de B. x candida, especialmente para "pujos". Es una planta de calidad fría y también es ornamental.

López y Villafranco (1988) proporciona información acerca de los usos medicinales de B. x candida dados por las comunidades étnicas de Mecapalapa, Puebla, donde es empleada para el catarro, para "el cuerpo cansado" y también como ornamental.

Hernández y López (1988) trabajó con los grupos mestizos e indígenas de Misantla, Veracruz, y registró el uso de B. x candida mo auxiliar en caso de insomnio, y de "disipela"; es considerada como una planta fría.

Castro (1988) en un estudio comparativo sobre plantas medicinales utilizadas por dos grupos étnicos de Pahuatlán, Puebla, ofrece información sobre el uso de B. x candida para la curación de "tlacotes" (granos en la piel) y también para el "Ataque de Tsonsomán" que es un tipo de aire que puede darle a cualquier persona, sobre todo a las personas nerviosas.

En la delegación de Xochimilco, Distrito Federal, Ruiz Salazar (1989) consignó el uso de B. x candida para tratamiento de granos en forma de baño corporal.

Barquín López y Zamora (1991) registraron que B. x candida se emplea para la "calentura" (fiebre) en los municipios de Mineral del Monte y Mineral el Chico en el estado de Hidalgo.

#### 1.4.2 Aspectos Etnobotánicos en Colombia

En Colombia, han sido estudiados principalmente los arbustos del género Brugmansia.

Juan de Castellanos (1522, citado por Schleiffer, 1973) reportó el uso del género Brugmansia entre los jefes indígenas Chibchas del Medio Magdalena, quienes preparaban las tumbas de sus

señores en lugares muy secretos. Cuando alguno de estos grandes señores moría, antes de ser enterrado se llamaban a los espíritus del inframundo y para lograrlo una mujer daba de beber a los jefes una pócima preparada con tabaco, chicha (bebida fermentada de maíz) y hojas de Brugmansia. De esta manera, se eliminaba el entumecimiento por miedo de los jefes cuando se ponían en contacto con estos espíritus de otras capas de la tierra.

Los exploradores Humboldt y Bonpland (1825, citado por Schultes y Hofmann, 1979) designaron a la "tonga" como B. sanguinea, planta sagrada de los sacerdotes del sol en Colombia. Las semillas de B. sanguinea, B. aurea y B. arborea son empleadas como aditivo en la chicha, las hojas y las flores se toman como té o pueden ser mezcladas con la infusión de tabaco.

Uphof (1968) registra la presencia de B. candida (como D. candida) en Colombia y territorios adjuntos. Sus hojas son altamente venenosas, narcóticas y son utilizadas por los médicos de algunas tribus de indios, entre ellos los Sibundoy, para la adivinación y terapia. La intoxicación, según el investigador, resulta en delirio durante varios días, a menudo acompañado de inconsciencia. La toma de narcóticos es ceremonialmente dada durante dos o tres horas y son solamente usados en ritos mágico-terapéuticos con D. doliocharpa (Lagerh.) Safford.

Bristol (1969) analizó la morfología y la variabilidad genética de las especies arbustivas de Brugmansia del valle de Sibundoy, Colombia, a la vez que se preocupaba por entender su importancia etnomédica, farmacológica, química y fitopatológica.

Sin embargo, hay que continuar explorando sus especies debido a que la diversidad de los ejemplares de herbario se usan hasta treinta nombres científicos o mas de árboles de Brugmansia.

Bristol (1969) puntualizó que todos los arbustos de Brugmansia pertenecen a tres especies y que las demás son probablemente híbridos o individuos aberrantes. La variabilidad de Brugmansia ha sido relacionada con el manejo y cultivo de las especies por parte de las comunidades indígenas americanas, en efecto, la ausencia de la forma silvestre implica que su variación ha sido dada por la

influencia humana.

García Barriga (1975) ofrece información sobre usos, descripción botánica, nombres vulgares, sinónimos, distribución, componentes químicos, y variedades cultivadas de las diferentes especies de Brugmansia de Colombia. Las especies analizadas por el fueron: D. affinis (B. x candida); D. candida (actualmente identificada como B. aurea) y sus cultivares cv. "Culebra", cv. "Quinde", cv. "Amaron", cv. "Biangan", cv. "Salaman", cv. "Buyes"; D. sanguinea (B. sanguinea); D. suaveolens (B. suaveolens); D. vulcanicola (B. vulcanicola).

Schultes y Bright (1977) conocieron un significativo dibujo realizado por un artista indígena de Silvia, Cauca, llamado Francisco Tumina, en el cual aparece la planta alucinógena del sur de Colombia. Estos autores la determinaron como B. vulcanicola.

Schultes y Hofmann (1979) comentan que desde la época de la Condamine ya se mencionaba el uso de Brugmansia entre los Omagua del Río Marañón. Según estos autores, en Perú esta planta es llamada "Huaca" y "Huacachaca". En el oeste del Amazonas B. suaveolens y B. insignis son utilizadas como alucinógenos mezcladas con Banisteriopsis ("ayahuasca").

Schultes y Hofmann (1980) analizaron los aspectos etnobotánico, taxonómico y químico de las especies de B. arborea, B. aurea, B. sanguinea, B. suaveolens, B. versicolor, B. x candida y B. x insignis.

Schultes (1982) reconoce a la planta que tiene flores con pétalos escindidos, como Methysticodendron, pero posiblemente esta variación morfológica sea producto de una mutación causada por la frecuencia de virus en este género, o por el manejo continuo por el hombre. Según Schultes (1982) las especies registradas para Suramérica son: B. arborea, B. aurea, B. sanguinea, B. suaveolens, B. x insignis.

Von Reis y Lipp (1982) recopilaron información sobre los colectores (J. Duque Jaramillo, R. Fosberg, P.C. Standley y G. Klug) durante la década de los treinta y los nombres vulgares (florifundio, floricultia, flaripondio, culebra borrachero, cacao



sabanero, borrachera) de B. x candida, B. aurea, B. affinis, B. insignis.

Duke (1985) describe los nombres vulgares, los usos médicos, la química, la toxicidad y los efectos físicos sobre el cuerpo así como los antidotos en caso de intoxicación con B. x candida (como D. candida), además con D. inoxia, D. metel, D. stramonium y Dubosia myoporoides R.Br.

Schultes y Raffauf (1989) citan a géneros de Brunfelsia, Lochroma, Brugmansia, Methysticodendron (Brugmansia) como géneros de suma importancia en el noroeste del Amazonas Colombiano no sólo como alucinógenos sino por sus cualidades insecticidas, medicinales, repelentes, y una variedad de aplicaciones por su naturaleza bioactiva.

En 1990 Schultes reconoce seis especies: B. arborea, B. aurea, B. sanguinea, B. suaveolens, B. versicolor, B. vulcanicola; dos híbridos de B. x candida, y B. x insignis. Afirma que Brugmansia es un género diferente de Datura por su morfología y biología, aunque contiene los mismos alcaloides tropanos. Todas las étnias en los Andes y en el oeste del Amazonas y zonas cercanas a los Andes emplean a Brugmansia como alucinógeno y en sus prácticas de shamanismo. Este uso en Suramérica es muy antiguo. La preparación y uso de Brugmansia es diferente en cada una de las étnias y frecuentemente es administrada en forma de polvo (semillas trituradas) junto con bebidas fermentadas.

#### 1.4.3 Aspectos Etnobotánicos del Ecuador

En el Ecuador R. Karsten (1879, citado por Schleiffer, 1973) menciona que los indios Jíbaros y Canelo denominan a B. x candida (como D. candida) "Maikoa" y "Huántua", respectivamente. Es igualmente importante que el "Natema" (Banisteriopsis) por sus propiedades narcóticas. "Maikoa" es preparado del arbusto B. candida y tiene propiedades parecidas a las de la "belladona" y del "opio". Esta bebida es ingerida especialmente por los guerreros, de esta manera, pueden ver y exterminar al enemigo. En el caso de ser

ingerida por la mujeres esta bebida les permite obtener información sobre el trabajo doméstico y ciertas ocupaciones que conciernen a la mujer.

Camp (1945, citado por Joyal, 1987) comenta que B. arborea tiene la reputación de ser la planta más venenosa del grupo de las plantas enteógenas. Esta especie y sus variedades son plantadas en las provincias del norte del Ecuador, en donde son usadas como árbol protector.

Frust (1980) comenta que tanto el Nuevo Mundo como en el Viejo Mundo comparten los géneros Datura y Brugmansia en ambos se usa. No es sorprendente, a la luz del énfasis puesto en experiencia extática por la mayoría de los nativos americanos, que se hayan utilizado más especies ni que el género tuviera un estatus más alto y duradero en el Nuevo Mundo, siendo empleado en la adivinación, la profecía, la iniciación extática, la intoxicación ritual, la diagnóstico y la medicina. Los jíbaros del Ecuador, fortalecen el natéma, la bebida alucinógena hecha básicamente con Banisteriopsis, añadiéndole una variedad de Brugmansia y algunas veces Guayusa, un té estimulante que contiene cafeína hecho con Ilex guayusa, una variedad de acebo.

#### 1.4.4 Aspectos Etnobotánicos en el Perú

Skinner (1805, citado por Schleiffer, 1973) se refiere a B. x candida (como D. candida) como una planta empleada por los mohanes (algoreros) en el Perú para diagnosticar las enfermedades, conocida como "floripondium".

J. Von Tschudi (1818, citado por Schleiffer, 1973) comenta que los Matucanas del Perú denominan a B. sanguinea (como D. sanguinea) como "Huacacachua", "Huaca", "Hierba de Borrachero", y "Tonga". Esta bebida narcótica la preparan con los frutos. Al ingerirla se ponen en contacto con los espíritus de los antepasados. Así mismo, este autor describe los síntomas y se refiere a la función de esta planta dentro de la comunidad para detectar guacas (tesoros, o lugares de los antepasados). Uphof (1968) recopiló de otras fuentes

bibliográficas, en el diccionario de plantas con valor económico, el uso de B. arborea (como D. arborea) en Chile y Perú. Brugmansia arborea (como D. arborea) es conocida como "floripondio" y B. sanguinea (como D. sanguinea) como "tonga". Además de ser una planta ornamental, la intoxicación con estas plantas es considerada como divina.

### 1.5 Propagación

Cuba es el país que más ha investigado Brugmansia (reportado como Datura) desde el punto de vista taxonómico, de propagación, químico y de hibridización. En el Jardín Botánico Nacional de la Habana se han realizado ensayos agronómicos con estacas de diferentes híbridos a fin de poder establecer los mejores y más productivos en hioscina (escopolamina). A continuación se citan los diferentes autores, para ilustrar estas importantes investigaciones.

Riques y Díaz (1979) compararon dos formas de B. x candida (como D. candida): con flores blancas y con flores anaranjadas. En este trabajo se compararon en cuanto al porcentaje de brotación, número de ramificaciones por planta, tamaño, número de hojas mayores de 9 cm de largo, ancho, y tamaño del peciolo de las dos últimas hojas de la ramificación, características de los cromosomas durante el proceso meiótico, fertilidad del polen y contenido de alcaloides. Los resultados indican que existen diferencias significativas en varios de los caracteres antes mencionados.

Acosta (1981) realizó dos experimentos a fin de determinar los factores que afectan la brotación en estacas de B. x candida (como D. candida) provenientes de plantas diferentes edades, y de diferentes partes del tallo, plantadas en fechas también diferentes. Los resultados fueron evaluados estadísticamente. Las estacas provenientes de plantas de 12-15 meses de edad fueron las mejores y los resultados con estas fueron óptimos. Los factores "fechas de siembra" y "parte del tallo" empleada no resultaron significativos.

Xiqués y Fuentes (1981 a), en vista del interés fitoquímico que presentan algunas especies arbustivas de Datura (= Brugmansia) y por la necesidad de mejorar en ellas los caracteres económicamente deseables, obtuvieron híbridos entre B. suaveolens y B. x candida de flores blancas y de flores anaranjadas. En los híbridos y en los parentales se estudiaron once caracteres cuantitativos y tres cualitativos, los cuales fueron evaluados estadísticamente. Estos autores reportaron que el contenido de escopolamina es superior en B. x candida que en las demás especies reportadas por Mollov (1976, citado por Xiqués y Fuentes, 1981 a). Por medio de cruzamientos interespecíficos entre dos formas de B. x candida y B. suaveolens, utilizando esta última como progenitor masculino, se obtuvieron frutos en B. x candida pudiéndose propagar la especie por semillas híbridas, lo que constituye una fuente de variación genética. En este trabajo también se estudiaron algunos caracteres botánicos y fitoquímicos de los progenitores, así como de las poblaciones de híbridos obtenidos, tomándose una información preliminar de la variabilidad lograda en los caracteres de interés económico. En ese mismo año, los mismos autores estudiaron los caracteres taxonómicos y los caracteres de importancia económica en las poblaciones de híbridos (F1) entre B. suaveolens y B. x candida y sus parentales. Se destaca la alta repetibilidad de caracteres de importancia económica, taxonómica y reproductiva. Los resultados muestran las posibilidades de selección y mejoramiento que poseen algunas especies arbustivas e híbridas del género Brugmansia. Los autores se refieren a la necesidad de implementar estudios de mejoramiento genético en esta especie. La continuación de los estudios sobre este género demanda que se conozcan los valores de heredabilidad en estos caracteres, a fin de obtener híbridos con características económicamente deseables. No se conocen estudios de cálculos de heredabilidad en B. x candida, ni en otras especies del género.

En este mismo período, Fuentes y Xiqués (1981 c) decidieron, por la dificultad que presentan algunas especies arbustivas de Datura (= Brugmansia) en su reproducción sexual, estudiar en

híbridos de B. suaveolens y B. x candida los aspectos morfológicos, los biométricos del pólen de híbridos y sus progenitores, así como su fertilidad.

Acosta y Lerch (1983 b), experimentando con estacas de B. x candida y con tallos enteros cortados en el momento de la plantación y sometidos a diferentes períodos de almacenaje, teniendo en cuenta las cosechas trimestrales, evaluó la altura total, las partes con hojas, y el rendimiento del follaje fresco. Según la autora los mejores rendimientos se obtuvieron con el almacenaje no mayor de seis días, con plantas enteras. Las cosechas en las diferentes épocas del año mostraron una influencia notable sobre el crecimiento y rendimiento, pero no cambiaron esencialmente los efectos principales de la forma y del período de almacenaje. En otro experimento realizado en ese mismo año, la autora sembró estacas con heridas horizontales, los resultados de crecimiento y rendimiento fueron evaluados y comparados con un control. Los resultados obtenidos demuestran la superioridad de la multiplicación en forma vertical e indican que si las plantas se plantaron horizontalmente, estas deben medir 20-40 cm, pero en caso de ser mayores, se realizaran heridas en las yemas de las mismas y su longitud nunca excedera 60 cm.

Acosta y Lerch (1984) concluyen que la especie B. x candida es altamente sensible frente a los factores climáticos en todos sus procesos de crecimiento, de la producción de material vegetal, en lo general, y de alcaloides, en lo particular. Cualquier extensión de cultivo de B. x candida con fines de explotación industrial, debe tomar en cuenta esta susceptibilidad, y se deben garantizar las condiciones óptimas del clima cuando se desea lograr el más alto rendimiento de esta importante droga. Las plantas de B. x candida exigen condiciones del ambiente con temperaturas templadas, hasta frescas de un clima tropical, con buena humedad. Pero su productividad es afectada notablemente, por un exceso de lluvias y por temperaturas altas.

Como orientación preliminar se puede plantear que, para un buen rendimiento el promedio de las temperaturas mínimas, durante

los primeros 30 días antes de la cosecha, no debe exceder un límite de 20 grados centígrados y una suma de precipitaciones de 200 mm para este periodo. No se ha logrado una información satisfactoria en cuanto a las condiciones óptimas para la producción de alcaloides. Tales estudios detallados con una metodología perfeccionada son indispensables.

Cualquier estudio mas profundo en cuanto a la vinculación de procesos del crecimiento y rendimiento con las condiciones climáticas exige medir dichos factores climáticos en el propio lugar del experimento. Considerando la alta susceptibilidad de esta especie frente a los cambios climáticos, se debe identificar y registrar las pequeñas modificaciones del microclima local. Datos registrados por estaciones ajenas aún cuando su ubicación parezca cercana solamente permiten estimar relaciones aproximadas y nunca pueden sustituir el conocimiento detallado del clima local que rodea las plantas experimentales durante su vida.

El clima de Cuba brinda condiciones muy favorables para un cultivo extenso de *B. x candida*, con el fin de su explotación comercial, la cual podría ahorrar considerables cantidades de divisas. Pero para lograr tal meta, se necesita iniciar y ejecutar investigaciones coordinadas, sobre las condiciones óptimas del clima y de suelo para esta especie, y tales experimentos se deben realizar en los distintos climas-regiones del país, con el fin de averiguar la región óptima para el cultivo extenso.

Perea y García (1989, citado por Nee, 1989) han experimentado con la técnica de cultivo de tejidos la regeneración de *B. arborea*, *B. candida* y *B. sanguinea*. Los resultados indican que fueron encontradas las concentraciones óptimas de los reguladores de crecimiento en el medio, así mismo, se registraron las observaciones cualitativas y cuantitativas del alcaloide las cuales dependen del tiempo de cultivo de los callos.

En el Ecuador, Levi y Regalado (1989) propagaron por medio de cultivo de tejidos cuatro híbridos de *B. aurea* (como *B. aurea*) x *B. candida* (como *B. candida*) y tres híbridos recíprocos de la línea *B.* Cada híbrido original fué propagado por clonación. Se sembraron en

altitudes de 550 msnm y 3000 msnm. Los resultados indicaron que la producción de hioscina (escopolamina) es más alta a una altitud de 550 msnm. Dos de los siete híbridos son candidatos promisorios, como fuente de producción comercial de hioscina.

## 1.6 Química

Existen varios estudios químicos sobre Brugmansia entre ellos se destacan :

Evans y Than (1962) aislaron hioscina como el principal alcaloide de las hojas, flores, pericarpio y semilla de D. cornigera (= B. arborea). La noratropina está en las hojas, flores y pericarpio. Los siguientes alcaloides han sido obtenidos de las raíces: (-)-3 $\beta$ ,6B,ditigloyloxitropano, 7-hidroxi-3,6-ditigloyloxitropano, hioscina, hiosciamina, atropina, norhiosciamina, noratropina, 3 $\beta$ ,4B,dihidroxitropina, y la presencia de otros. La hiosciamina es el principal alcaloide de las raíces, pero el leño de la raíz, a pesar de tener una baja cantidad de total de alcaloides, contiene una relativa alta proporción de noratropina.

En el Perú el género Brugmansia ha sido estudiado por Wallis (1965), quien comprobó que las semillas de B. sanguinea contienen hioscina y son utilizadas como las de D. stramonium. La estructura es descrita y comparada con las semillas de D. stramonium con el objetivo de poderlas identificar por su química en forma de polvo.

Griffin (1976) cultivó la planta florecida de B. candida (como D. candida) y estudió el efecto del nitrógeno, las fechas de cosecha, la posición de la hioscina en las hojas en el campo. Por análisis con cromatografía de gases de las hojas colectadas de los nudos sucesivos del tallo principal, demostró que el porcentaje registrado de hioscina (peso seco) decrece a medida que la planta se desarrolla y la hoja madura. El alto porcentaje registrado en el campo fué de 0.56%. Los brotes jóvenes de las hojas fueron colectadas en intervalos mensuales. Se notó que hubo una pequeña variación significativa en la producción de hioscina, aproximadamente fué de 0.35% en el noveno mes del período.

Brugmansia x candida es comparada con Dubosia (híbrida), la cual es una fuente estable de hioscina.

Parte de la revisión histórica sobre el género Brugmansia se resume en la Tabla # 1.

### 1.7 Descripción botánica de Brugmansia en México

Existen numerosas descripciones sobre el género y las especies entre ellas se destacan las de Standley y Steyemark (1946) Matuda (1952), Gentry y Standley (1974), D' Arcy (1973), Lockwood (1973 b), que corroboran las diferencias entre Datura y Brugmansia. El estudio taxonómico más reciente con la descripción de Brugmansia en México (y en particular en Veracruz) es el de Nee (1986).

#### DESCRIPCION

Clase : Spermatophyta

Subclase: Metachlamydeae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Género: Brugmansia

Arboles o arbustos, inermes, la pubescencia de pelos simples. Hojas simples, pecioladas, enteras, o repandas. Flores solitarias, péndulas, grandes, vistosas; cáliz tubular, con 5 lóbulos cortos o hendido en forma irregular o algunas veces con una sola división y entonces espatáceos; corola blanca, roja o verdosa, tubular infundibuliforme, glabro o pubescente, el limbo 5-lobado, en formas cultivadas, algunas veces doble o variablemente torcido; estambres 5, iguales, los filamentos insertos cerca de la parte superior del tubo, las anteras linear-oblongas, basifijas, con dehiscencia por aperturas longitudinales, libres o coherentes; ovario 2, locular, los óvulos numerosos; estilo filiforme; estigma algo agrandado, 2 lobado. Fruto en baya, ovoide o alargado, indehisciente, inerme, coriáceos, semillas grandes, a menudo corchosas. Embrión recto, inmerso en el endospermo.

El nombre del género Brugmansia es derivado del nombre de Sebald Justin Brugmans (1763-1819), profesor de Historia Natural y de Botánica en Leiden, Holanda (D'Arcy, 1973).



Las especies B. x candida y B. suaveolens son las únicas que se han registrado para México, es posible que con muestreos posteriores y estudios siguientes se pueda determinar la distribución y la diversidad del género para Centroamérica, el Caribe y Suramérica.

Con base en los ejemplares de herbario; en las muestras colectadas durante este estudio y en el trabajo de campo, se hizo la descripción botánica de B. x candida y B. suaveolens. Se describe el fruto con especial atención debido a las pocas descripciones que existen en México y por lo tanto, puede ser bastante útil para determinar si se trata efectivamente de otras razas de Brugmansia y para compararlo con el material botánico, que hasta el momento, se ha colectado en México. Se reportan para México dos especies de Brugmansia: B. x candida y B. suaveolens. Así mismo, se reporta la especie de B. suaveolens de corola blanca, caso ya registrado para las zonas tropicales de México por Nee (1986).

#### Brugmansia x candida

1. Brugmansia x candida Pers., Syn. Pl. 1: 216. 1805. Pro. Sp.  
Datura arborea L., Sp. Pl. 1: 498, Pl. 128. 1753.  
Datura arborea Ruiz y Pavón, Fl. Peruv. 2: 15, Pl: 128. 1799,  
nom L.  
Brugmansia arborea (L.) Lagerh., Engl. Bot. Jahrb. 20: 663,  
tab. 11, fig 1. 1895.  
Brugmansia cornigera Lagerh., Engl. Bot. Jahrb. 20: 663,  
Pl. 11. 1895.  
Brugmansia mollis (Safford) Moldenke, Boissiera, 7: [1]. 1943.  
Brugmansia affinis (Safford) Moldenke. Boissiera, 7: [1].  
1943.  
Datura x candida (Pers.) Safford  
Brugmansia aurea x B. versicolor Lockwood, A Tax. Rev. Gen.  
Brugmansia. 1973.

Planta hermafrodita, perenne, arbustos de 2.50 m de alto; tallos leñosos de color verde. Hojas simples, opuestas, ovadas a elípticas, enteras a escasamente repandas, acuminadas en el ápice, la base aguda a redondeada, a menudo asimétricas; pecíolo de 3 a 6 cm de largo. Flores solitarias, terminales, perfectas, actinomorfas; péndulas, fragantes; cáliz tubular inflado en

prefloración, espatáceo de 10-14 cm de largo, 1.5-3 cm de ancho, hendido por un lado en un tercio del largo total; pedicelo curvado corto; corola blanca, de 25-30 cm de largo, el tercio basal angostamente tubular y escondido dentro del cáliz, los lóbulos extendidos, de ca. 3 cm de largo, caudados; estambres 5, insertos por abajo de la parte media de la corola, anteras libres; estilo de 17 a 19 cm de largo, el estigma de 5-7 cm agrandado. Fruto en baya, indehiscente, fusiforme, bicarpelar, inerme, de 4.3 cm de largo por 1.8 cm de ancho, pedúnculo curvado de 4.8 cm de largo. Cáliz no persistente. Semillas cuneiformes, con una testa gruesa de corcho, numerosas.

Florece con mayor intensidad los meses de junio y julio, aunque el arbusto tiene flores todo el año si las condiciones son favorables.

Se ha reportado en las zonas tropicales fundamentalmente, como veremos adelante, también se encuentra en las zonas templadas y semidesérticas de México.

ESPECIMENES ESTUDIADOS: MEXICO. GUERRERO: Mpio. Ayutla los Libres, El Refugio, 1991, C. La Rotta 764 (MEXU, IMSSH); Mpio. Ayotzinapa, Ayotzinapa, 1991, C. La Rotta B. y Rendón 775 (MEXU, IMSSH); PUEBLA, Mpio. Nauzontla, Nauzontla, 1991, C. La Rotta 766 (MEXU, IMSSH); Nauzontla, 1991, C. La Rotta 768 (MEXU, IMSSH); Nauzontla, 1991, C. La Rotta 769 (MEXU, IMSSH); Nauzontla, 1991, C. La Rotta 770 (MEXU, IMSSH); Mpio. Zacatlán, Jilotzingo, 1991, C. La Rotta 772 (MEXU, IMSSH); San Marcos Eloxochitlán, 1991, C. La Rotta 773 (MEXU, IMSSH); carr. interserrana a Talchichico, 1991, C. La Rotta 774 (MEXU, IMSSH); Mpio. Pahuatlán, Pahuatlán, 1991, C. La Rotta 776 (MEXU, IMSSH); VERACRUZ, Mpio. Xalapa, Xalapa, 1991, C. La Rotta 779 (MEXU, IMSSH); Mpio. Coatepec, Coatepec, 1991, C. La Rotta 781 (MEXU, IMSSH); Coatepec, 1991, C. La Rotta 783 (MEXU, IMSSH); Mpio. Naolinco, Naolinco, 1991, C. La Rotta 785 (MEXU, IMSSH); Mpio. Xico, Xico, C. La Rotta 787 (MEXU; IMSSH).

### Brugmansia suaveolens

2. Brugmansia suaveolens (Willd.) Bercht. y Presl, Rostl.1. Solaneac. 45. 1823.

Datura suaveolens Humb. y Bonpl. ex Willd., Enum. Pl. Hort. Berol. 227. 1809.

Brugmansia suaveolens (Willd.) Berch. y Presl. Prirozenosti Rostlin aneb Rostlinar 1: 45. 1823.

Planta hermafrodita, perenne, arbustos de 1.60 cm de alto; leñosos de color verde. Hojas simples, opuestas, ovadas a elípticas, enteras, a escasamente repandas,

acuminadas en el ápice a agudo, la base obtusa a aguda, desigual; peciolas de 2.5 cm de largo. Flores solitarias, terminales, perfectas, actinomorfas, péndulas, fragantes; cáliz tubular ampliamente inflado en prefloración y después, el ápice endido en 5 (algunas veces menos), lóbulos acuminados, pedicelo corto; corola blanca a rojiza, la mitad basal angostamente tubular y de menos de 2/3 de diámetro del tubo calicino, abruptamente expandida, los lóbulos extendidos, de 10 a 15 mm de largo, caudados; filamentos insertos de 1/3 -1/2 de la distancia desde la base de la corola, anteras conniventes formando un tubo de 25-30 cm de largo, algunas veces separándose cuando prensadas o con la edad; estilo de 18 -22 cm de largo. Fruto (desconocido para Veracruz, Puebla y Guerrero).

Florece con mayor intensidad los meses de junio y julio, aunque el arbusto tiene flores todo el año si las condiciones son favorables.

Se encuentra en las zonas tropicales (cálido húmedas) fundamentalmente aunque también se ha reportado en las zonas templadas (templadas frías) y semidesérticas (cálido secas) de México, como veremos en los resultados mas adelante.

ESPECIMENES ESTUDIADOS. MEXICO. PUEBLA, Mpio. Nauzontla, Nauzontla, 1991, C. La Rotta 767 (MEXU, IMSSH); Nauzontla, 1991, C. La Rotta 771 (MEXU, IMSSH); Mpio. Pahuatlán, Pahuatlán, 1991, C. La Rotta 778 (MEXU, IMSSH); Pahuatlán, 1991, C. La Rotta 777 (MEXU, IMSSH); Mpio. Tetela de Ocampo, 1991, C. La Rotta 765 (MEXU, IMSSH); Mpio. Coatepec, Coatepec, 1991, C. La Rotta 780 (MEXU, IMSSH); Coatepec, 1991, C. La Rotta 782 (MEXU, IMSSH); Mpio. Naolinco, Naolinco, 1991, C. La Rotta 784 (MEXU, IMSSH); Mpio. Xico, Xico, 1991, C. La Rotta 786 (MEXU, IMSSH); Mpio. Acayucan, Acayucan, 1991, C. La Rotta 788 (MEXU, IMSSH).

Revisión histórica del género Brugmansia  
Tabla No. 1

FECHA	TEMA	AUTOR Y PROFESION	IDEAS DEL AUTOR	CITA ORIGINAL O RECOPIACION (AÑO)	LUGAR
1522	Etnobotánica	Juan de Castellanos Historiador	Uso de <u>Brugmansia</u> por los indígenas Chibchas de Colombia	Compil. Schleifer 1973	Colombia
1552	Etnobotánica	M. de la Cruz y Badiano	Registros de la especie <u>Brugmansia arborea</u> usadas por los Aztecas, Nombres Nahuatl	Emmart 1940 y Miranda y Valdéz 1964	México
1571	Etnobotánica	P. Acosta Religioso	Registros de <u>Brugmansia arborea</u> como planta ornamental	Compil. M. Martínez 1969	México
1653	Etnobotánica	P. Cobo Religioso	Descripción de <u>Datura</u> <u>arborea</u> y usos medicinales	Compil. M. Martínez 1969	México
1714	Etnobotánica	P. Luis Feuillie Religioso	Registro de la existencia de floripondio como especie importante	Compil. M. Martínez 1969	México
1753	Taxonomía	C. Linneo Botánico	Descripción del género <u>Datura</u> e incluye <u>D. arborea</u>	Fascimile de la primera edición (1957)	México
1785	Etnobotánica	P. Clavijero F.X. Religioso	Registro de <u>D. arborea</u>	Compil. M. Martínez 1969	México
1798	Taxonomía	Ruiz y Pavón Botánicos	Descripción de <u>D. arborea</u> y <u>D. sanguinea</u>	Flora peruvianna et chiliensis 1898	Perú

continua Tabla No 1 (b)

FECHA	TEMA	AUTOR Y PROFESION	IDEAS DEL AUTOR	CITA ORIGINAL Y RECOMPILACION (AÑO)	LUGAR
1805	Etnobotánica	J. Skinner historiador	Registro de usos mágico religiosos y medicinales de <u>D. candida</u>	Compil. Schlegler 1973	Perú
1805	Taxonomía	Persoon Taxónomo	Diferencia entre los dos géneros <u>Brugmansia</u>	Compil. por Lockwood 1973a	
1818	Etnobotánica	J. Von Tschudi Historiador	Registro del uso de <u>D. sanguinea</u> por los Indios del Perú	Compil. Schlegler 1973	Perú
1820	Taxonomía	Van Zijp Taxónomo	Propuso el género <u>Pseudodatura</u>	Compil. por Lockwood 1973a	
1825	Taxonomía	Humboldt y Bonpland Viajeros, Científicos	Registro de <u>Brugmansia</u> en la América Hispánica	Voyage de Humbolt y Bonpland Tomo 7	México, Perú, Cuba, Colombia, Venezuela, Ecuador.
1828	Taxonomía	Blume Taxónomo	Uso de <u>Brugmansia</u> para designar otros nombres de <u>Rafflesiaceae</u>	Compil. Lockwood 1973a	
1833	Taxonomía	Berhardi Taxónomo	Definió a <u>Brugmansia</u> como una sección o subgénero de <u>Datura</u> y ubicó a <u>D. caribaea</u> como una especie intermedia	Compil. por Lockwood 1973a	

continua Tabla No.1 (c)

FECHA	TEMA	AUTOR Y PROFESION	IDEAS DEL AUTOR	CITA ORIGINAL Y RECOMPILACION (AÑO)	LUGAR
1879	Etnobotánica	R. Karsten Botánico	Usos dados a <u>B. candida</u> por los indios Jbaro y Canelos del Amazonas	Compli. Schleifer 1973	Ecuador y Perú
1895	Taxonomía	Lagerhelm Taxónomo	Definió los dos géneros colocando a <u>Brugmansia</u> como un género diferente	Compli. por Lockwood 1973a	Ecuador y Perú
1904	Etnobotánica Taxonomía Química	Sociedad Farmacéutica de México	Descripción de usos, taxonomía y química de <u>Brugmansia suaveolens</u>	Publicación de la Sociedad Farmacéutica de México 1904	México
1920	Taxonomía	Safford Taxónomo	Define a <u>Brugmansia</u> como una sección o subgénero de <u>Datura</u>	Citado por Lockwood 1973a	
1930	Taxonomía	Van Steenis Taxónomo	Diferencia entre los dos géneros considera a <u>Brugmansia</u> como diferente	Citado por Lockwood 1973a	
1949	Etnobotánica	Cooper Etnobotánico y Taxónomo	Registro del uso de <u>Brugmansia</u> entre los indios Chibchas, Choco, Quechua Mapuche, Zaparos, Inga y Canelos del alto Amazonas	Citado por Lockwood 1973a	Colombia Ecuador Perú, Chile Bolivia
1952	Taxonomía	E. Matuda Taxónomo	Distribución y descripción de <u>Datura arborea</u>	El género <u>Datura</u> en México 1952	México

continua Tabla No.1 (d)

FECHA	TEMA	AUTOR Y PROFESION	IDEAS DEL AUTOR	CITA ORIGINAL Y RECOPIACION (AÑO)	LUGAR
1956	Taxonomía	De Wolf Taxónomo	Descripción taxonómica de <u>Datura arborea</u> y <u>D. suaveolens</u>	Citado por Lockwood 1973a	
1959	Taxonomía	Barclay Taxónomo	Descripción de <u>Brugmasia sanguinea</u> y <u>Brugmasia vulcanicola</u>	Studies of the genus <u>Datura</u> 1959	Colombia
1962	Química	Evans y Than Químicos	Aislaron la hiocina como alcaloide importante de la <u>Brugmasia cornigera</u>	The alkaloids of genus <u>Datura</u> 1962	

## CAPITULO 2

### DESCRIPCION DEL AREA

Para definir las áreas de estudio (Veracruz, Puebla, Guerrero) y los sitios de colecta, se revisaron los ejemplares depositados en el Herbario Nacional de México (MEXU). Con base en la distribución y localidades consignadas en estos, se determinó que la presencia en México del género Brugmansia se restringe a los estados que se ubican en las zonas cálido húmedas, templadas frías y cálidas secas (Ver Mapa # 1).

Así mismo, se tuvo en cuenta la presencia de las étnias Nahua, Otomí, Popoluca y Totonaca con conocimiento tradicional sobre el uso medicinal de estas plantas.

La información sobre los tipos de clima y de vegetación ha sido cotejada con el sistema de clasificación de García (1973) con base en el sistema de Köppen adaptado para México y con el de Rzedowski (1978). Los datos etnológicos, demográficos fueron consultados en Oliveros y Valverde (1982), y en las enciclopedias de los municipios de México (Los Municipios... 1988 a, b, c).

La descripción detallada de los aspectos geográficos, climáticos, de suelos, de vegetación y étnicos se resumen en el Apéndice 4.

El área de estudio se caracteriza por ser zonas principalmente cálido húmedas (Mpio. Acayucan, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, etc.) en las cuales se encuentra la vegetación de bosque alto perennifolio, bosque mesófilo de montaña. Así mismo, se notó la presencia del género en las zonas templadas frías y de transición tal es el caso de la Sierra Norte de Puebla, donde predominan los bosques de coníferas, y en Guerrero, las características propias de las zonas cálido húmedas. Estas zonas son claves para un estudio comparativo del género Brugmansia entre las distintas áreas.

Puebla es un estado en donde las étnias tiene mayor tradición agrícola en el manejo de la milpa, por tener una alta concentración



de población indígena, mientras que en Veracruz, aunque existen varios grupos étnicos, el mestizaje es mayor. La población indígena es relativamente poca, en algunos de los municipios, debido al proceso de migración tan severo que se ha presentando en los últimos años. Sin embargo, la presencia étnica es fundamental en los estados de Puebla y Veracruz. Según los datos estadísticos, el número de hablantes en lengua cada día se reduce, pero aún así la representación indígena es relevante en estos estados, especialmente la población femenina.

Varios miembros de las étnias se han vinculado al mercado oficial de artesanías y también al mercado nacional de la oferta y la demanda, lo cual los ha obligado a dejar de lado las actividades agrícolas para entrar al mercado y vincularse al sector industrial especialmente en las maquiladoras.

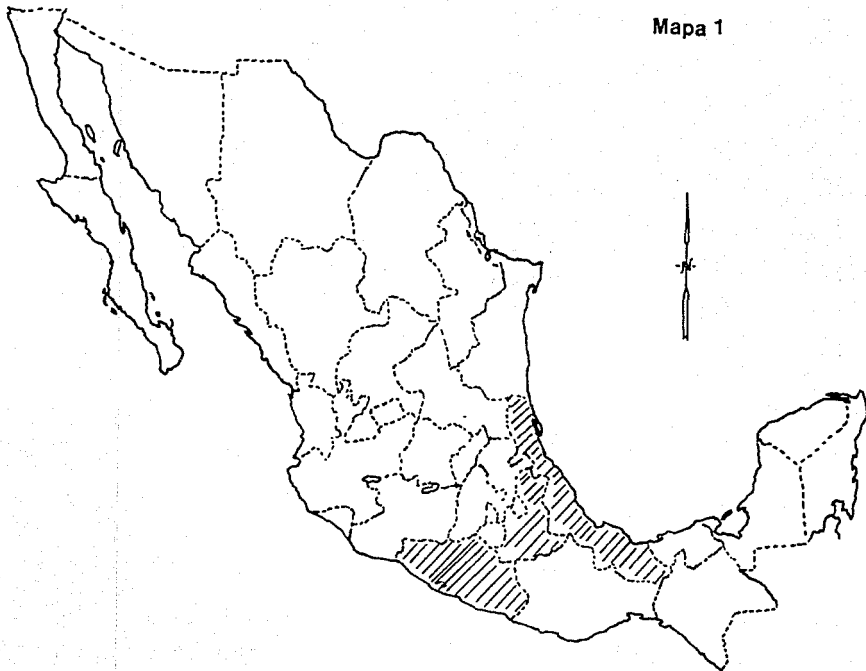
Mucho del conocimiento de las plantas está en manos de las mujeres, quienes no salen de sus poblados, sobretodo aquellas madres que ya tienen familia y permanecen en los pueblos indígenas durante la mayor parte del año.

En Veracruz, los cultivos se reducen principalmente a maíz, cacahuate, cítricos, platano, caña de azúcar, frutales tropicales y oleaginosas. En cuanto al sector ganadero sigue siendo la causa de la deforestación de las selvas y bosques tropicales. Ha tomado especial auge en el estado de Guerrero y Veracruz, lugares en donde se impulsa la actividad ganadera. Desafortunadamente, en nuestro texto de consulta le siguen dando valor exagerado a una de las actividades más destructivas de la vegetación y de los ecosistemas, cuando no se realiza en forma intensiva y estabulada, es el caso de los estados antes mencionados.

En Puebla, por tratarse de zonas montañosas, no existe una actividad ganadera tan notoria como en Veracruz y Guerrero. Puebla es fundamentalmente agrícola, predomina el minifundio, y la milpa con los cultígenos propios frijol, calabaza y maíz, además los frutales de zonas templadas tienen mucha importancia, tal es el caso de la manzana, la pera, el durazno, etc.

Area de Estudio: Veracruz, Puebla, Guerrero

Mapa 1



## CAPITULO 3

### METODOLOGIA

#### 3.1 Revisión Bibliográfica

Para tener una visión relativamente completa del género se revisaron los artículos y textos referentes a los aspectos taxonómicos, a los etnobotánicos, ecológicos, de distribución, de biología reproductiva, y de propagación de Brugmansia. Se visitaron las bibliotecas del Departamento Botánica del Instituto de Biología la Universidad Nacional Autónoma de México, la biblioteca del Jardín Botánico de la UNAM, la biblioteca particular del Dr. Robert Bye en la ciudad de México, la biblioteca del Instituto de Ecología con sede en Xalapa, la biblioteca del Centro de Ecología de la UNAM, y la biblioteca del Dr. Ricardo La Rotta Salgado en la ciudad de Bogotá.

#### 3.2 Revisión de Ejemplares de Herbario

Se realizó la revisión de los ejemplares depositados en los herbarios mexicanos: MEXU, IMSSH, XOLO, CHAPA, XAL y en el Herbario de Plantas Medicinales del Departamento de Fitotécnia de Chapingo. Se recolectó información según la ficha anexa en el Apéndice 1.

#### 3.3 Trabajo de Campo

Con base en la revisión de los ejemplares de herbario, se constató que el género Brugmansia se distribuye en las zonas tropicales y en algunas de las zonas frías de México, en los estados de Puebla, Guerrero, Veracruz, Chiapas, Michoacán, Oaxaca, Morelos, Hidalgo, y en algunos municipios de Jalisco y San Luis Potosí (Mapa # 2).

Según esta revisión se detectó que en los estados de Puebla,

Veracruz y Guerrero la presencia del género era importante por la abundancia de las especies *B. x candida* y *B. suaveolens* en los diferentes municipios y por la presencia de étnias y grupos mestizos que tienen conocimiento sobre el uso y manejo del género.

Por otro lado, por razones operativas tales como la cercanía geográfica y disposición de recursos, se facilitaba la ejecución del trabajo de campo en estos estados.

Para tener un conocimiento geográfico y biológico de los estados que se tratan en este estudio se consultaron la Guía de Campo de Veracruz (Arellano y Balvanera, 1988) y las Enciclopedias de los Municipios de los estados de México (Los Municipios ...1988 a, b, c) publicadas por la Secretaría de Gobierno de cada Estado.

Esta información permitió tener una visión aproximada de la zona antes de salir al campo.

Para recabar información acerca de los aspectos taxonómicos, etnobotánicos, ecológicos, de propagación y de biología reproductiva, se procedió a realizar las diferentes visitas y observaciones de campo diurnas y nocturnas. Así mismo, se efectuaron entrevistas abiertas a los pobladores indígenas y mestizos de los diferentes lugares procurando siempre enfocar las preguntas hacia los aspectos que interesaban en este trabajo. Los sitios investigados fueron en Puebla: Huahuaxtla, Tetela de Ocampo, Zacatlán, Nauzontla, San Marcos Eloxochitlán, Jilotzingo, y Pahuatlán; en Veracruz : Xalapa, Xico, Naolinco, Acayucan, Santa Rosa Siltepec, La Barrosa, Coatepec, Catemaco, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, y en Guerrero: Ayutla los Libres y Ayotzinapa.

Se realizaron observaciones diurnas y nocturnas en individuos de *Brugmansia* en el campo, para determinar los visitantes y los posibles polinizadores.

### 3.4 Ensayo Experimental

El ensayo experimental se realizó para reducir la variación morfológica causada por las diferencias en los factores ambientales. Observando las plantas en condiciones controladas se

facilita la comprobación de si son los factores ambientales o factores genéticos los que determinan la variación morfológica.

Según el trabajo de Bristol (1969), la variación morfológica de las distintas selecciones de Brugmansia se manifiesta en la forma y en las dimensiones de las hojas en la edad juvenil con respecto a la edad adulta de la planta; en la forma y dimensiones de la corola; en la forma y dimensiones de los frutos, y también en los diferentes compuestos secundarios que determinan las propiedades medicinales y enteógenas del género.

Es por estas razones que se tuvieron en cuenta y midieron los caracteres vegetativos y los caracteres florales.

Como se anotó anteriormente, la reproducción vegetativa es la única posible en este género en México; por consiguiente, las estacas o clones fueron obtenidos de arbustos en estado de floración y del individuo correspondiente del cual se colectó el ejemplar de herbario.

Las estacas recolectadas fueron cultivadas en el invernadero de propagación del Jardín Botánico de la UNAM. La temperatura mínima durante 8 meses (período durante el cual las plantas permanecieron en dicho lugar) fué de 14.12 grados centígrados y la máxima fué de 28.06 grados; la humedad máxima fué de 77.98 %, mientras que la mínima alcanza un valor de 41.85 %.

Se tomaron estacas de la longitud de 3 nudos, entre 10 y 30 cm de largo. Posteriormente se aplicó Radix F 1500 (hormonas para acelerar la brotación de raíces) en la base de las estacas, y se sembraron en bolsas plásticas con una mezcla de tenzontle, arena de río, hojarasca, lama, tierra negra, harina de hueso en la proporción: 1:1:2:1:1:1.

Las plantas fueron regadas con agua semanalmente por el método directo.

En dos oportunidades se les aplicó insecticida Baitroydt y Tamarón (1mm x litro) para eliminar las plagas de áfidos, araña roja, y mosca blanca.

Una vez que las plantas produjeron raíces se procedió a tomar cada 15 días los siguientes datos, durante once meses, período

durante el cual se realizaron las observaciones:

1. Número total de hojas
2. Longitud de las dos hojas de mayor tamaño
3. Ancho de las hojas de mayor tamaño
4. Longitud del peciolo de las hojas de mayor tamaño
5. Longitud de la estaca o clon
6. Longitud de las ramas
7. Número de hojas muertas
8. Número de botones florales
9. Longitud de los botones
10. Longitud del pedúnculo floral
11. Longitud de la corola
12. Longitud del cáliz
13. Color de la corola
14. Días a la floración
15. Variación morfológica de la corola (corola simple, corola doble, corola escindida).
16. Tasa de Crecimiento de: Area foliar, Longitud de rama
17. Longitud de estaca, Longitud de peciolo.

En la Tabla # 2 se presenta detalladamente la descripción de estos caracteres y las fórmulas aplicadas en los casos correspondientes.

### 3.5 Análisis de Resultados

Para el análisis del desarrollo y la variación morfológica de *B. x candida* y *B. suaveolens* en condiciones controladas se usaron los datos tomados del cultivo en el invernadero del Jardín Botánico, con estos datos se construyó una matriz a la cual se le aplicaron dos métodos complementarios de las Técnicas Estadísticas Multivariadas: Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis) y las Técnicas de Ordenación (Análisis de Coordenadas Principales).

Ambas técnicas fueron aplicadas usando el "Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System" (NTSYS-PC versión 1.3; Rohlf

1986).

Se incluyeron 11 caracteres vegetativos y 8 caracteres florales en el análisis. Estos incluyen caracteres métricos como los no métricos (Tabla # 2).

Se debe tener en cuenta que los datos de la tabla fueron tomados durante once meses, en el invernadero del Jardín Botánico, que no florecieron todas las plantas al mismo tiempo, por lo tanto existen muchos valores perdidos. Esta limitante es notoria en el análisis.

La muestra es heterógena por las siguientes razones:

a- No brotaron las raíces en todas las estacas y en algunas colectas sólo sobrevivió un individuo de todas las estacas que sembraron para esa colecta.

b- No florecieron todas las plantas de las diferentes colectas al mismo tiempo.

c- Una alta proporción de caracteres perdidos.

La matriz básica de datos (MBD) fué construída con los promedios y la desviación standard de los 17 caracteres cuantitativos (12 discretos y 5 continuos) y 2 caracteres cualitativos multiestado. Se tomó en cuenta la desviación standard para apreciar el grado de variación de los caracteres con respecto a la media (promedio).

La matriz resultante fué de 18 x 34 en la cual las hileras fueron los caracteres y en las columnas fueron los OTUs (Unidades Taxonómicas Operacionales) o individuos colectados en los estados de Guerrero, Veracruz y Puebla. Estos individuos se describen en la Tabla # 3.

La matriz básica de datos (MBD) se estandarizó por hileras para lograr homogenizar los datos; esto es básico porque hace que los caracteres contribuyan más igualmente a la similitud manteniendo las proporciones, y disminuye la disparidad entre escalas de los datos de las variables consideradas.

La estandarización por hileras se logró por la transformación lineal:

$$\frac{SUB}{DIV} = \frac{Y \text{ BAR}}{ST} \quad (\text{Rohlf, 1986}).$$

Para el Análisis de Conglomerados se tomó la matriz (BDM) estandarizada y se calculó la distancia entre pares de OTUs (colectas o accesiones) por medio del índice de Distancia Taxonómica Promedio (según Rohlf, 1986). Este índice es una variante del Índice de Distancia Euclidiana (según Rohlf, 1986, y Romesburg, 1984).

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_k^n (X_{ki} - X_{kj})^2 / n}$$

Para el Análisis de Conglomerados también se calculó el índice UPGMA (Unweighted Pair Group Method, Arithmetic Averages). Este índice tiene la particularidad de conservar el espacio original de las distancia entre pares de individuos (OTUs) (Romesburg, 1984):

$$d(C1, C2) = \text{Promedio } d(a, b).$$

La representación de los 18 OTUs en un espacio multidimensional de caracteres fué conseguida por el Análisis de Coordenadas Principales (PCO), que es una técnica de ordenación utilizada en el caso de tener mezcla de caracteres (cuantitativos y cualitativos) y en el caso de datos perdidos según Rohlf (1986). PCO fué corrido por columnas para obtener la representación de los OTUs en un espacio multidimensional de caracteres y por hileras para identificar los caracteres que mas contribuyen al agrupamiento (marcadores de diversidad). Para el análisis por columnas se usó la misma matriz de disimilitud usada en el análisis de conglomerados. Para el análisis por hileras se cálculo una nueva matriz de correlación entre variables.

La matriz resultante de eigenvectores fué usada para proyectar las especies en un espacio multidimensional de caracteres y para

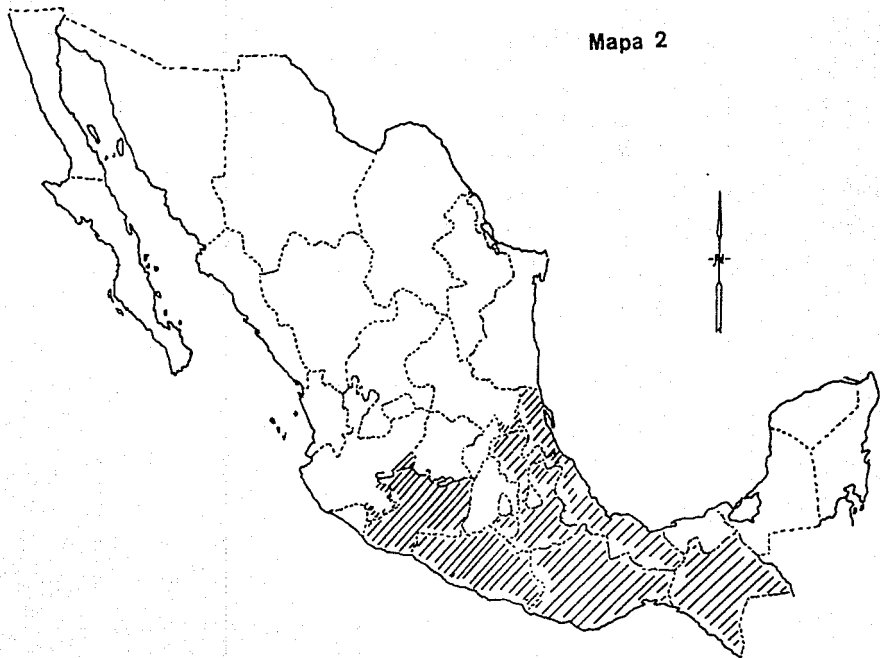


identificar los grupos de individuos.

En México existen varios trabajos sobre domesticación y diversidad de especies, taxonomía y etnobotánica, por ejemplo, en Leucaena esculenta (Casas, 1992), Hibiscus sabdarifa (Rendón, 1992), Porophyllum ruderale (Vasquéz, 1991), huertos familiares (Caballero, 1992) y Cucurbitaceae (Alvarado, Lira y Caballero, 1992) que constituyen una fuente importante de consulta porque permiten visualizar las aplicaciones que tiene estas técnicas y métodos multivariados en estos campos.

# Distribución del Género Brugmansia en México

Mapa 2



**TABLA # 2 CARACTERES**

**Caracteres Cuantitativos:**

- 1-Longitud de la estaca (cm)
- 2-Área Foliar (longitud y ancho de la hojas de mayor tamaño)  
Con estos datos se cálculo el área foliar por medio de la fórmula:

$$AF = \frac{(d1 + d2)}{2} 2PI \text{ (cm}^2\text{)}$$

donde d1 = largo, d2 = ancho, y PI = 3.1416

- 3-Longitud del peciolo (cm)
- 4-Longitud de la rama (cm)
- 5-Longitud de los botones florales (cm)
- 6-Ancho de los botones florales (cm)
- 7-Longitud del pedúnculo (cm)
- 8-Longitud de la corola (cm)
- 9-Longitud del cáliz (cm)
- 10-Longitud del filamento (cm)
- 11-Longitud del estilo (cm)
- 12-Longitud de las anteras (cm)

**Cuantitativos Discretos:**

- 1-Número total de hojas
- 2-Número de hojas muertas
- 3-Número de días a la floración
- 4-Número de botones caídos
- 5-Número de botones florales o de flores

**Cualitativos Multiestado:**

- 1-Color de la corola
- 2-Variación morfológica de la corola:  
sencilla = 1, doble = 2, escindida = 3

**Tasas de Crecimiento:**

- 1-Longitud de las estacas
- 2-Longitud del peciolo
- 3-Longitud de la rama
- 4-Área foliar.

La tasa de crecimiento se cálculo por medio de la fórmula:

$$Tc = \frac{\text{Crecimiento final} - \text{Crecimiento inicial}}{\text{Número total de días}} \text{ (cm}^2\text{/día)}$$

TABLA # 3 ESPECIES DE Brugmansia SEMBRADAS EN EL INVERNADERO DEL JARDÍN BOTÁNICO.

NºOTUS	ESPECIE	LOCALIDAD	ALTITUD	ESTADO	NºCOLECT
1	<u>B. cf. x candida</u>	El Refugio	400 msnm	GUERRERO	764
2	<u>B. suaveolen</u>	Tetela de Ocampo	1550 msnm	PUEBLA	765
3	<u>B. x candida</u>	Nauzontla	1400 msnm	PUEBLA	766
4	<u>B. suaveolen</u>	Nauzontla	1400 msnm	PUEBLA	767
5	<u>B. x candida</u>	Nauzontla	1400 msnm	PUEBLA	768
6	<u>B. x candida</u>	Nauzontla	1400 msnm	PUEBLA	769
7	<u>B. suaveolen</u>	Nauzontla	1400 msnm	PUEBLA	771
8	<u>B. x candida</u>	Jilotzingo	1700 msnm	PUEBLA	772
9	<u>B. x candida</u>	San Marcos Eloxochitlán	1500 msnm	PUEBLA	773
10	<u>B. x candida</u>	Talchichico	1660 msnm	PUEBLA	774
11	<u>B. x candida</u>	Ayotzinapa	1700 msnm	GUERRERO	775
12	<u>B. suaveolen</u>	Pahuatlán	600 msnm	PUEBLA	778
13	<u>B. cf. suaveolen</u>	Coatepec	1252 msnm	VERACRUZ	780
14	<u>B. x candida</u>	Coatepec	1252 msnm	VERACRUZ	781
15	<u>B. suaveolen</u>	Naolinco	165 msnm	VERACRUZ	784

16	<u>B. x candida</u>	Naolinco	165 msnm	VERACRUZ	785
17	<u>B. x candida</u>	Xico	1280 msnm	VERACRUZ	787
18	<u>B. suaveolen</u>	Acayucan	88 msnm	VERACRUZ	788

## CAPITULO 4

### RESULTADOS

#### 4.1 Aspectos Taxonómicos, Ecológicos y de Distribución

Se corroboró que las especies *B. x candida* con tres variaciones morfológicas de la corola (corola simple, corola doble, y corola escindida) y *B. suaveolens* son las únicas especies representantes del género *Brugmansia* de la familia Solanaceae en México.

Por la revisión de los ejemplares de herbario y el trabajo de campo se constató que en México existe, como ya lo había anotado en la clave taxonómica Nee (1986), la especie *B. suaveolens* de corola blanca, en las zonas tropicales. Generalmente, las flores de *B. suaveolens* son de color rosa en México y otras zonas tropicales de Brasil.

En los estados de Puebla, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, se han colectado la mayor cantidad de ejemplares del género *Brugmansia*; por lo tanto, se deduce que se encuentra distribuido principalmente en las zonas cálido húmedas de México, desde 40 msnm (Xalapa, Veracruz) hasta 2800 msnm (Tres Marias, Valle de México). También se conoce de los estados de Hidalgo, Puebla, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Morelos, Jalisco, Guerrero, Tabasco, Estado de México, San Luis Potosí, Sinaloa, y Queretaro. (Mapa # 2).

En las zonas templadas frías se encuentra este género y en México parece ser igualmente importante que en las zonas cálido húmedas.

Este género se encontró siempre asociado con habitaciones humanas, en jardines caseros, en huertos familiares, y en habitats intervenidos por el hombre. No se encontraron poblaciones silvestres sino individuos cultivados por estacas o clones. En los lugares en donde se colectó material clonal se distinguen varios tipos de vegetación, como se indica en la Tabla # 4. Esta

información ha sido cotejada con el Sistema de Clasificación propuesto por Rzedowski (1978).

Como se observa, el género Brugmansia se encuentra en climas y tipos de vegetación diferentes desde zonas tropicales (cálido húmedas), templadas (frías húmedas) y xerófilas (semidesérticas); desde Bosque Mesófilo de Montaña (56) y Bosque de Coníferas (52) hasta Matorral Xerófilo (7), pero crece especialmente en zonas de sucesión secundaria (58), lo cual indica una alta capacidad de adaptación de este género a diferentes ambientes y localidades (ver Mapas # 3 y 4).

En el campo se constató que durante la época de frío (helada), las plantas entran en estado de dormancia pero durante las lluvias retoñan.

Se encuentran en suelos de alta y baja fertilidad desde acrisoles, luvisoles, Rendzina, vertisol, cherozem hasta órticos.

Se encuentra en climas cálidos húmedos, templados fríos, y climas cálidos secos, y en climas de transición como en la Sierra Norte de Puebla y Guerrero.

#### 4.2 Aspectos de Biología Reproductiva

En la literatura existen trabajos acerca de la biología reproductiva de Datura sensu stricto pero no existen estudios sobre el género Brugmansia. De allí la importancia de la información que este trabajo aporta en este campo.

Según la revisión de las muestras de herbario se encontraron 3 ejemplares con fruto de B. x candida en el estado de Veracruz y 1 ejemplar en el estado de Michoacán (Tabla # 5). En este trabajo se colectaron ejemplares con fruto de B. x candida en Jilotzingo, estado de Puebla (C. La Rotta 772).

Estos ejemplares constituyen los primeros registros para zonas montañosas y para zonas templadas frías de México.

Estos datos hacen pensar en la posibilidad de polinización en esta zona, y puede ser que la geografía determine la acción del posible polinizador. Sin embargo, no se realizaron pruebas de

vialibilidad de semillas debido a su inmadurez.

Según la bibliografía no se había registrado la fructificación de Brugmansia en México. Con las observaciones de campo he encontrado que en condiciones naturales también existe la posibilidad de variabilidad genética por reproducción sexual. Sin embargo, tendría que hacerse pruebas para comprobar si estas semillas son maduras y viables. Como se observa en la Tabla # 5, es escasa la fructificación de Brugmansia en México, por razones aún desconocidas.

Por otro lado, se estableció que los meses de mayor floración son junio y julio, aunque también florece a lo largo de los demás meses del año pero en menor proporción (Fig. # 1).

También en el campo se observaron los visitantes a la corola de B. x candida (C. La Rotta 772) y B. suaveolens con la idea de detectar los posibles polinizadores en la zona de Jilotzingo (Puebla). Se identificaron y determinaron en el Instituto de Biología los insectos que visitan la corola de Brugmansia. Se pudo detectar que los coleópteros son los habitantes más frecuentes dentro de la corola, son de hábitos diurnos y usan la corola de Brugmansia como refugio.

Las familias registradas de estos Coleópteros fueron Nitidulidae (Conotelus sp. Conotelus cf. nigricornis D. Sharp) familia Eumorphineae (Diabrotica porraceae Harold) ("Crisomelidos"). Las abejas, Apis mellifera, fueron observadas como visitantes diurnos que penetraban a la corola y manipulaban los estambres, pero en ningún caso se pudo comprobar la presencia de los insectos mencionados como polinizadores en la literatura ni en el campo.

Otros visitantes comunes pertenecen al orden Díptera, posiblemente del género Drosophila; estos permanecían durante el día en la base de la corola, lugar de refugio de numerosas moscas pues les brinda un ambiente fresco y húmedo.

No se detectaron "Colibrís" como visitantes de la corola, esto debido a las condiciones climáticas.

En las observaciones nocturnas no se registraron visitantes en



esta zona. Esto se debió posiblemente a que durante el período de observación el clima no favoreció, porque la temperatura descendió considerablemente y los días fueron lluviosos. Estas condiciones hacen que disminuya o inhiba la actividad de los insectos.

#### 4.3 Aspectos Etnobotánicos

Por otro lado, se recopiló la siguiente información etnobotánica, la cual es sustentada por los ejemplares de herbario depositados en el Herbario Nacional de México (MEXU) y en el Herbario de Plantas Medicinales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSSH), los cuales fueron determinados con base en los trabajos de Lockwood (1973 b) y Nee (1986).

La información etnobotánica se presenta de acuerdo al uso y manejo de las dos especies de Brugmansia en cada uno de los estados en los cuales se colectó material e información.

##### 4.3.1 GUERRERO

###### Brugmansia cf. x candida

Nombres Comunes:

Florifundio  
Floripondio.

Especie de corola doble. Es empleada por los campesinos como planta ornamental, como planta medicinal y como cerca viva.

Uso Medicinal: En el estado de Guerrero se emplea la hoja machacada, a la cual se le refriega aceite rosado, o grasa de cerdo o aceite de cocina y se aplica a manera de emplasto sobre las amígdalas (anginas según el saber popular) para desinflamar en caso de paperas o también para reventar los "tlacotes", "postemillas" o infecciones internas.

Es cultivada por estacas o clones.

**ESPECIMENES:** GUERRERO: Mpio. Ayutla Los Libres, "El Refugio", 400 msnm, 3 de Diciembre de 1990, C. La Rotta 764; Mpio. Ayotzinapa, Ayotzinapa, 1600 msnm, Febrero 1991, B. Rendón Sin Número, C. La Rotta 775.

#### 4.3.2 PUEBLA

##### Brugmansia x candida

Nombres Comunes:

Campana Xanate (Totonaco)

Campana Xochitl (Nahuatl)

Flor de Campana

Florifundio

Florifundio relleno (corola doble)

Floripondio

Florifundio chino (corola doble)

Cuecueta (Nahuatl o Mexicano)

Cuecueta Xochitl (Nahuatl) o Mexicano

Cuecueta cuate (corola doble) (Nahuatl o Mexicano).

Híbrido de corola sencilla y corola escindida o corola doble.

Es empleada por los campesinos como ornamental y medicinal.

Uso Medicinal: A la hoja machacada se le rocía alcohol o bicarbonato de sodio y se coloca a manera de emplasto sobre el estómago para quitar la fiebre (calentura según el saber popular); también se le rocía vinagre para "sacar el calor del cuerpo".

La flor se conserva en alcohol de caña ("refino") y se aplica sobre las articulaciones para calmar el reumatismo.

A la hoja machacada se le rocía aceite rosado y se aplica en forma de emplasto en la zona afectada por infecciones, especialmente a los niños; o en el caso de tener "empacho" (indigestión) se aplica el emplasto sobre el estómago.

La hoja se hierve con epazote y masa de maíz para alimentar a los totoles (pavos pequeños). Según algunos campesinos la hoja de la especie B. x candida con corola doble y con corola escindida mata a los pavitos.

Es considerada como una "planta fresca" por que si no lo fuera ésta no se secaría durante las heladas, o época de frío.

Al respecto, los campesinos afirmaron que la planta de corola de pétalos escindidos es más eficaz que las plantas de corola sencilla y de corola doble.

La hoja machacada con sal caliza se aplica sobre los riñones y el bazo para calmar el dolor. En algunos casos la hoja machacada

se mezcla con "tepescohuite" para el "mal de susto" de los niños y de los adultos.

También se emplean las plantas como cerca viva.

La flor se coloca debajo de la almohada para contrarrestar el insomnio a los niños. Esto está relacionado con la presencia de algún espíritu que molesta a las criaturas cuando no están "rezadas".

Otros usos medicinales y que se relacionan con la mezcla de esta especie con otras plantas se citan a continuación:

La hoja machacada se mezcla con jitomate y se coloca a manera de emplasto sobre los pulmones (espalda) para la "pulmonía"; es decir elimina la infección.

La hoja machacada con pomada "La Madre" se aplica sobre las heridas para que sanen y también para sacar el " calor del Cuerpo".

Así mismo, se coloca sólo la hoja machacada en el huarache (zapato) para quitar la fiebre.

Según los campesinos las hojas quedan muy secas después del tratamiento, es decir, las hojas ("chupan") eliminan la fiebre.

**ESPECIMENES:** PUEBLA: Mpio. Nauzontla, Nauzontla; 1400 msnm. 8 de Diciembre 1990, C. La Rotta 766, C. La Rotta 768, C. La Rotta 769, C. La Rotta 770. Mpio., Zacatlán, Jilotzingo; 1700 msnm., 10 de Diciembre de 1990, C. La Rotta 772; Talchichico; 1660 msnm., 12 de Diciembre de 1990, C. La Rotta 774 ; San Marcos Eloxochitlán 1500 msnm., C. La Rotta 773; Mpio. Pahuatlán, Pahuatlán; 600 msnm., 10 de Marzo de 1991, C. La Rotta 776.

### Brugmansia suaveolens

Nombres Comunes:

Floripondio

Campana Xochitl (Nahuatl o Mexicano)

Cuecueta Xochitl (Nahuatl o Mexicano)

Campanilla

Florifundio

Cuecuetla.

Es ornamental y medicinal y se emplea como cerca viva.

Uso Medicinal: Las hojas se hierven en agua en forma de té y se bañan a los niños con este té para quitar " el susto".

A la hoja y a la flor se les unta leche materna, cuando se

está amamantando a un varón, se machaca la hoja y se aplica en forma de emplasto sobre los pulmones (espalda) para aliviar la "pulmonía".

La hoja machacada con aceite rosado se aplica en forma de emplasto sobre la "erisipela", "postemillas", infecciones internas.

La hoja hervida se le da de comer a los totoles (pavos pequeños) durante los tres primeros meses de vida.

La hoja machacada y mezclada con tabaco Nicotiana tabacum L. se aplica sobre los pulmones a manera de emplasto para eliminar la "pulmonía".

La hoja machacada con aceite rosado, de olivos, o de almendras, o grasa de cerdo, se aplica a manera de emplasto sobre el estómago para eliminar la fiebre (calentura). Junto con la flor se aplica sobre las amígdalas para desinflamarlas (anginas), en caso de padecer paperas. Así mismo, es empleada de esta misma forma para los riñones. También fué manifestado por los campesinos que las hojas quedan muy secas después del tratamiento.

Los usos descritos anteriormente de Brugmansia se concretan al estado de Puebla.

**ESPECIMENES:** PUEBLA: Municipio de Zochitlán, Tetela de Ocampo; 1550 msnm., 7 de Diciembre de 1990, C. La Rotta 765; Mpio. Nauzontla, Nauzontla; 1400 msnm., 8 de Diciembre 1990, C. La Rotta 767, C. La Rotta 771; Mpio. Pahuatlán, Pahuatlán; 600 msnm., 10 y 12 Marzo de 1991, C. La Rotta 777, C. La Rotta 778.

#### 4.3.3 VERACRUZ

##### Brugmansia x candida

Nombres comunes:

Florifundio relleno (Corola doble)

Tápate

Florifundia

Tlapa

Flor de Campana

Campana Xochitl.

Es empleada como planta ornamental, medicinal y se usa como cerca viva.

Uso Medicinal: La hoja machacada con pomada Yodex se aplica a manera de emplasto sobre las "trochaduras" (fracturas) de los huesos o sobre las amigdalas (anginas) para desinflamar en caso de paperas, o de absesos en caso de dolor de muela.

El agua o té de las hojas se usa para bañar a los niños para quitarles la fiebre (calentura).

La flor se coloca debajo de la almohada para contrarestar el insomnio.

Antiguamente la hoja se restregaba sobre la ropa blanca para despercudirla.

También se registró que el agua o té de las hojas se toma para abortar. Este debe prepararse sólo con una hoja o una flor.

A la hoja soasada se le unta manteca de cerdo y se aplica para reventar "postemillas". Una vez que ha reventado la infección se aplica sobre la herida, las hojas tostadas para que sane.

Así mismo, se reconoció que esta planta es utilizada por los brujos para hacer daño, es decir para causar idiotez o volver idiota a alguna persona. Según lo consignado, la preparación de esta pócima venenosa se realiza machacando las hojas con pulque (bebida fermentada de Agave sp.) o aguardiente de caña o miel de caña y se le da de beber a la persona que se le quiere causar este mal.

También es empleada como mezcla con otras plantas así: la hoja mezclada con la Rosa de Castilla y con la cáscara de tomate verde se restrega sobre el cuerpo para bajar la fiebre (calentura). Según los campesinos de San Andrés Tuxtla esta planta es despreciada por que al oler la flor produce enfermedades, su fragancia es nociva para la salud. Produce dolores de cabeza intensos y es prohibida para los niños. Es también conocida como planta venenosa.

Con la nervadura central de la hoja se le hace cosquillas en el ano al niño que padece de estreñimiento y de pujos de esta manera se evita este padecimiento.

En cuanto a usos mágico medicinales sólo se pudo compilar en este estudio que las hojas del género Brugmansia se aplican machacadas en forma de cruz sobre todo el cuerpo para tranquilizar

y eliminar la tristeza.

**ESPECIMENES:** VERACRUZ: Mpio. Xalapa, Xalapa; 40 msnm., 7 de Mayo de 1991, C. La Rotta 779 ; Mpio. Coatepec, Puente Nuevo; 1252 msnm., 9 de Mayo de 1991, C. La Rotta 781, C. La Rotta 783 ; Mpio. Naolinco, Naolinco; 165.3 msnm., 10 de Mayo de 1991, C. La Rotta 785; Mpio. Xico, Xico; 1280 msnm., 11 de Mayo 1991, C. La Rotta 787.

**Brugmansia suaveolens**

Nombres Comunes:

Floripondio rosado  
Florifundio  
Floripondio  
Florifundia  
Tlapa  
Campana  
Campana Xochitl.

Es empleada como ornamental y como medicinal.

Usos Medicinales: Fundamentalmente es empleada como B. x candida; pero es reconocida por los campesinos como menos eficaz que B. x candida.

**ESPECIMENES:** VERACRUZ: Mpio. Coatepec, Puente Nuevo; 1252 msnm. 9 de Mayo de 1991, C. La Rotta 780 , C. La Rotta 782; Mpio. de Naolinco, Naolinco; 165.3 msnm. 10 de Mayo de 1991, C. La Rotta 784; Mpio. Xico, Xico; 1280 msnm., 11 de Mayo de 1991, C. La Rotta 786; Mpio. de Acayucan; 88 msnm., 4 de Junio de 1991, C. La Rotta 788.

Como se observa en la Tabla # 6 (información de campo) el género Brugmansia tiene bastante importancia entre los campesinos Nahua, Totonaco y Otomí del estado de Puebla, especialmente, por las posibilidades que brinda el tratamiento con las hojas de Brugmansia para las afecciones respiratorias y pulmonares. Debido a las bajas temperaturas de la Sierra Norte de Puebla, los lugareños generalmente tienen este tipo de padecimientos pulmonares y respiratorios, los cuales son tratados como anteriormente se describió. Por sus cualidades antiinflamatorias se usa especialmente para los niños, a quienes se les afecta las amígdalas por las enfermedades de paperas e infecciones locales.

La combinación de ser antiinflamatorio y antiinfeccioso, hace que el uso de Brugmansia se halla generalizado para tratar enfermedades infecciosas que causan inflamación, como es el caso de

las paperas, la pulmonía, las "postemillas" y que además sea empleado como cicatrizante y febrífugo.

Otra enfermedad que es tratada con las hojas y las flores de Brugmansia es el "mal de susto"; esta hace referencia a una enfermedad cultural en donde un "mal viento" ha penetrado en el cuerpo, causando en el paciente, ansiedad, frío y tristeza.

En el estado de Veracruz son más importantes por las cualidades somníferas del género Brugmansia y también por sus posibilidades como abortivo; esto se detectó en la zonas de Xalapa, Xico, y Naolinco principalmente. En esta región es importante el uso para causar idiotez, generalmente este uso se asocia con la relación de pareja, y en ocasiones se usan las hojas de Brugmansia para causar mal al marido infiel.

En Guerrero se emplea B. x candida como antiinflamatorio y antiinfeccioso principalmente en emplastos de las hojas.

Sin embargo, en los tres estados se usa en forma muy similar y culturalmente tiene importancia tanto entre las étnias como entre los mestizos. Sus usos como planta ornamental y por la fragancia de las flores hacen que estas especies sean sembradas y reproducidas vegetativamente en muchos jardines y solares del campo y de las ciudades tropicales, en la zonas templadas frías y cálido secas.

Las especies de Brugmansia se emplean en los tres estados como cerca viva y constituyen las plantas de Brugmansia verdaderos linderos entre los terrenos o casas de los habitantes. También es común el empleo de las hojas para alimentar los pavos pequeños, especialmente cuando los crían para la venta o consumo familiar.

En Puebla ni en Guerrero se registró el uso de Brugmansia como abortivo o como sustancia empleada para causar idiotez.

#### 4.4. Aspectos de Propagación

##### 4.4.1 Propagación en el campo

En el trabajo de campo se observó que los campesinos de los tres estados, Veracruz, Guerrero y Puebla, siembran las plantas de

B. x candida y B. suaveolens por estaca, cortan trozos de tallo de 3 a 4 cm de diámetro y de variable longitud los entierran en tierra negra en los jardines y en los huertos. Los campesinos manifestaron que cuando los tallos son de un diámetro menor de 3 cm las estacas se mueren.

Los campesinos mestizos e indígenas de Puebla, Veracruz y Guerrero siembran los clones o estacas de B. x candida y B. suaveolens durante la época de lluvias, en el mes de Marzo.

Cuando las plantas de Brugmansia crecen con varios tallos desde la base, cortan o podan los tallos con machete para que se produzca mas tupida la planta, de esta forma la usan como cerca viva. Cuando la quieren para ornato procuran dejar sólo un eje principal.

Los cuidados después de la siembra se reducen a las podas con machete desde la base del tallo, y en algunas ocasiones la transplantan para conservarla en la época de secas o verano.

Los campesinos comentan que es una planta de fácil transplante y reproducción vegetativa.

Prefieren las plantas de corola blanca y doble por ser más bonitas que las plantas rosadas.

#### 4.4.2 Propagación bajo Condiciones Controladas

La importancia de los ensayos experimentales y de la propagación vegetativa se refleja en el comportamiento de las estacas que indican las diferencias a nivel de taxa, la distinta procedencia (a su vez la asociación con los grupos étnicos y las condiciones ambientales) y la presencia o ausencia de razas. La expresión de las similitudes y diferencias (disimilitudes) del fenotipo de los OTUs sugiere, en parte, la base genética del comportamiento en el crecimiento entre los taxa, como también permite ver si este comportamiento es compartido entre los taxa o no.

El comportamiento de las accesiones de plantas (OTUs) bajo condiciones controladas es singular porque el microclima local de



un invernadero puede variar aun dentro de la misma zona geográfica. El clima del invernadero del Jardín Botánico de la ciudad de México no alcanza las temperaturas y la humedad de las zonas tropicales, seguramente esta situación determina el lento crecimiento de las plantas y por supuesto su ciclo de vida se retrasa.

De las estacas sembradas, habia un promedio de 10 por cada accesión (con un rango de 1 a 28). Hubo por promedio 40% de mortalidad de las estacas (con un rango de 10% a 90%).

Aunque se tomaron las medidas durante el ciclo de propagación de las accesiones, se analizaron únicamente los datos del final del ciclo cuando todas las plantas estaban aclimatadas y tuvieron la oportunidad de expresar su crecimiento inicial.

La forma en el crecimiento y el desarrollo entre *B. x candida* y *B. suaveolens* no fue diferente. No se detectaron cambios en la morfología de las hojas durante el estudio, como lo expresa Bristol (1969) para las taxa de Sudamérica.

Aunque las condiciones del invernadero no fueron iguales a las de los habitats de donde provienen las accesiones, 5 de las 18 colecciones florecieron:

***B. x candida***

Ayotzinapa, Guerrero (1700 msnm); OTU 11; prop. 20 Feb. 1991  
Ayutla, Guerrero (400 msnm); OTU 1; prop. 19 Dic. 1990

***B. suaveolens***

Acajucan, Veracruz (88 msnm); OTU 18; prop. 13 Mayo 1991  
San Marcos Eloxochitlán, Puebla (1500 msnm); OTU 9; prop. 19 Dic. 1990

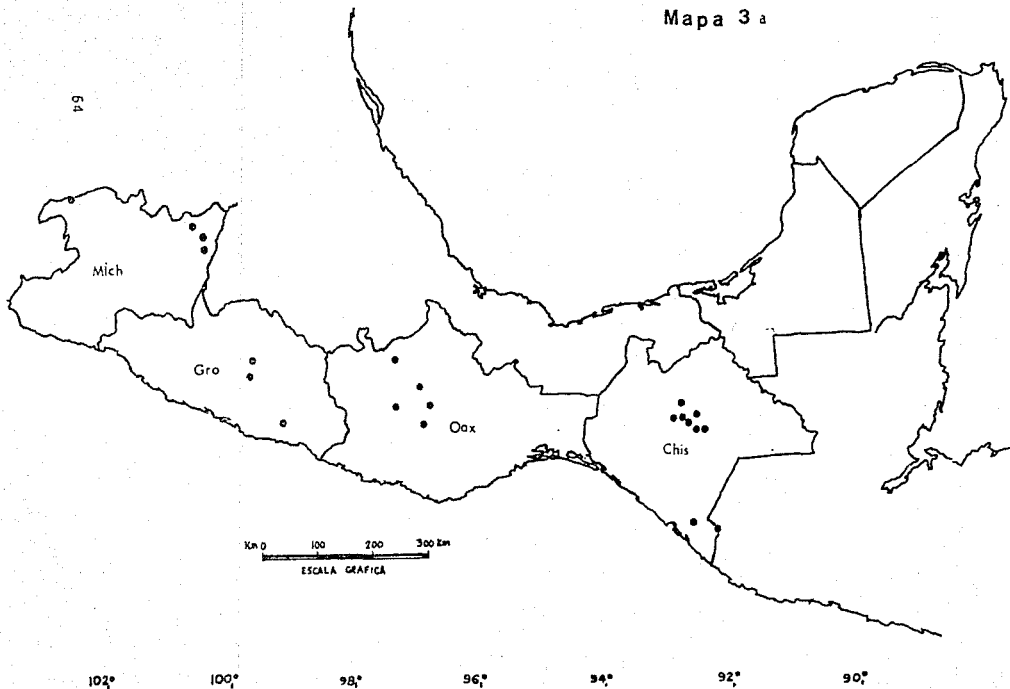
Pahuatlán, Puebla (600 msnm); OTU 12; prop. 19 Marzo 1991.

Sin embargo, ninguna de las plantas frutificó, aunque se realiz o fecundación artificial.

Los resultados de los datos tomados del ensayo experimental de propagación están analizados e interpretados en el Capítulo 5.

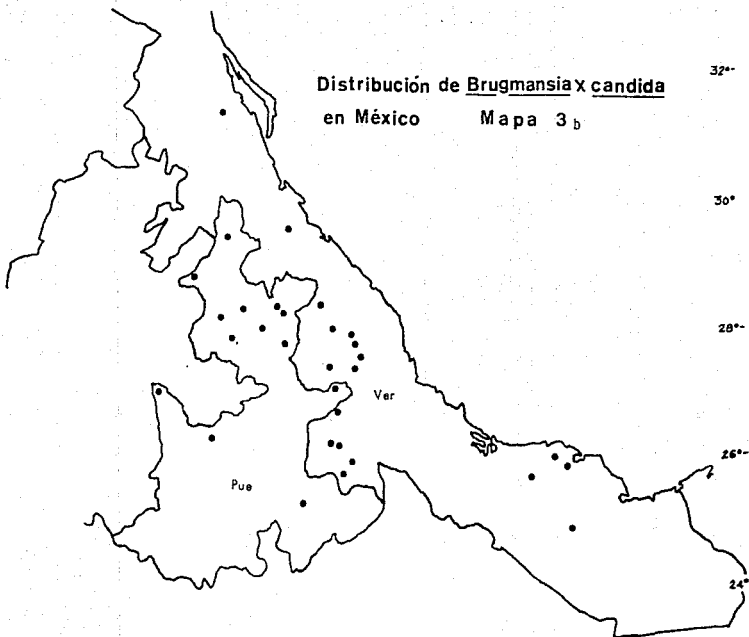
# Distribución de *Brugmansia x candida* en México

Mapa 3 a



Distribución de Brugmansia x candida  
en México      Mapa 3 b

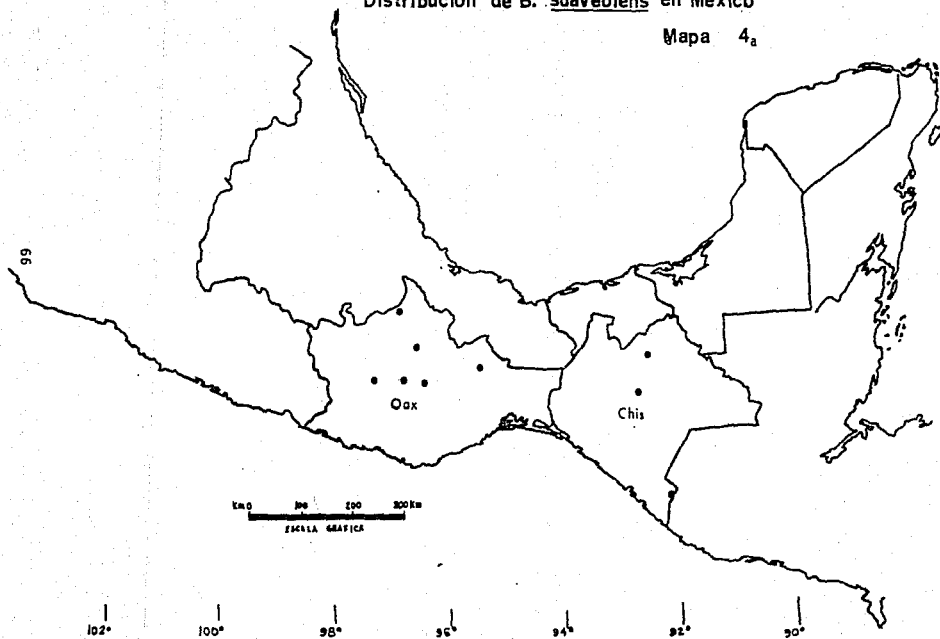
95



0 100 200 km  
ESCALA GRAFICA

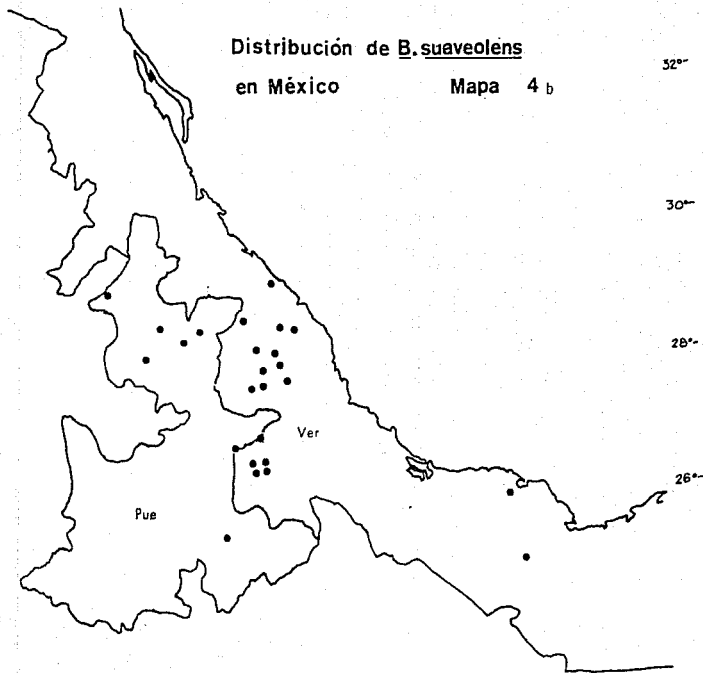
Distribución de *B. suaveolens* en México

Mapa 4<sub>a</sub>



Distribución de B. suaveolens  
en México

Mapa 4 b



67

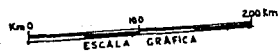


TABLA # 4 VEGETACION EN DONDE SE ENCURENTA A Brugmansia.

TIPO DE VEGETACION	CLIMA	NUMERO DE EJEMPLARES DE HERBARIO	DATOS ORIGINALES DE ESTE ESTUDIO
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	Af, Am, Cfa, Cfb	56	13
BOSQUE DE CONIFERAS	Cf, Cwa, Cwb, Cwc	52	13
BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO	Af, Am	35	2
BOSQUE ESPINOSO	Am, Aw	7	0
MATORRAL XEROFILO	Aw, BSk, BW	7	0
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO	Aw, Cwa	13	10
PASTIZAL	BSk	4	0
BOSQUE CADUCIFOLIO	Cfb	1	0
VEGETACION SECUNDARIA		58	38

Tabla No. 5

INFORMACION DE EJEMPLARES DE HERBARIO E INFORMACION ORIGINAL  
DE *Brugmansia x candida* y *Brugmansia suaveolens* EN MEXICO

ESTADO	No. de ejemplares de herbario, tipo: flor	No. de ejemplares con fruto	No. de ejemplares con flor	No. de ejemplares con fruto	No. de ejemplares originales con fruto	No. de ejemplares originales con flores	No. total de ejemplares	No. total de frutos	No. total de flores	No. de ejemplares originales con frutos	No. total de ejemplares originales	Nombres Vulgares	USOS	Estado cultural	Fuente
Chiapas	21	0 (0)	29(29)	7(7)	0	0	0	0	0	0	0	campana rosada, campana tzejal, kampanichin (tzejal), campana banol, kampanate	golpes, reumatismo, paludismo, fiebre, inflamación de aire en el estómago, aire en cerebro, cercas vivas	cultivo	MEXU:6 IMSSH:5 CHAPA:1 XAL:10
Edo. de México	7	0 (0)	5(5)	1(1)	0	0	0	0	0	0	0	floripondio, floribundio, florfundio	inflamación de estómago, desinflamatorio, ornamental	cultivo	MEXU:2 IMSSH:1 CHAPA:1 XAL:0
Guerrero	2	0 (0)	2 (2)	1(1)	0	0	14	21	9	10	2	floripondio, florfundio, alpuntietzi	ornamental; antifeccioso, antiinflamatorio	cultivo	MEXU:2 IMSSH:0 CHAPA:0 XAL:0
Hidalgo	3	0 (0)	4 (4)	1(1)	0	0	0	0	0	0	0		ornamental	cultivo	MEXU:2 IMSSH:0 CHAPA:1 XAL:0
Jalisco	3	0 (0)	5 (5)	3(3)	0	0	0	0	0	0	0			cultivo	MEXU:3 IMSSH:0 CHAPA:0 XAL:0
Michoacán	4	1 (1)	4 (4)	0(0)	0	0	0	0	0	0	0	floripondio, loloache	p / hemorroides, reumatismo, males fijos, ornamental	cultivo	MEXU:1 IMSS:2 CHAPA:0 XAL:0
Morelos	7	0 (0)	0 (0)	0(0)	0	0	0	0	0	0	0	floripondio, florfundio	granos, abscesos, tumores infecciosos, antiespasmódico, antiinflamatorio, dolores de cabeza y huesos, ornamental	cultivo	MEXU:4 IMSS:1 CHAPA:2 XAL:0
Oaxaca	10	0 (0)	9 (9)	4(4)	0	0	0	0	0	0	0	floripondio	insomnio y ornamental	cultivo	MEXU:4 IMSS:0 CHAPA:3 XAL:3

Puebla	22	0 (0)	28(26)	7(7)	2	7	41	59	25	30	13	campana, xochtl, florifundi, floripondio, xochimait, floribundia, florifundio, tonxui (otomi), floripondio blanco, floripundio, floripondia, flor de junio, cuecuetaxochtl, campanilla, cuecueta, cuecueta, florifundio chino	granos, somnifero, los "tsongu" ejemplo empacho, fiebre desinflamatorio cuerpo cansado, catamo costipado, dolor de muela, ornamental, comida de pavos cerca viva	cultivo	MEXU:8 IMMS:6 CHAPA:3 XAL:5
Querétaro	1	0 (0)	1 (1)	0(0)	0	0	0	0	0	0	0			cultivo	MEXU:0 IMSS:0 CHAPA:1 XAL:0
San Luis Potosí	2	0 (0)	2 (2)	2(2)	0	0	0	0	0	0	0	campana, wits (huasteco)	medicinal y ornamental	cultivo	MEXU:1 IMSS:0 CHAPA:1 XAL:0
Sinaloa	1	0 (0)	1 (1)	1(2)	0	0	0	0	0	0	0			cultivo	MEXU:1 IMSS:0 CHAPA:0 XAL:0
Tabasco	2	0 (0)	2 (2)	0(0)	0	0	0	0	0	0	0		ornamental	cultivo	MEXU:0 IMSS:0 CHAPA:1 XAL:1
Veracruz	63	3 (2)	74(73)	33(30)	0	0	71	76	7	14	11	floripondio, campana xochtl, campana, florifundio, cuecuetaxochtl, (nauatl) floribundio, toloache, floripundia, florifundio relleno	granos, insomnio, desinflamatorio, fiebre, tronchaduras, aborto, pulmones, dolor de muela, ofrenda, comida de pavos, cerca viva, ornamental	cultivo	MEXU:22 IMSS:1 CHAPA:1 XAL:38
NUMERO TOTAL	147	4	176(174)	61(58)	7	7	126	156	41	47	26				

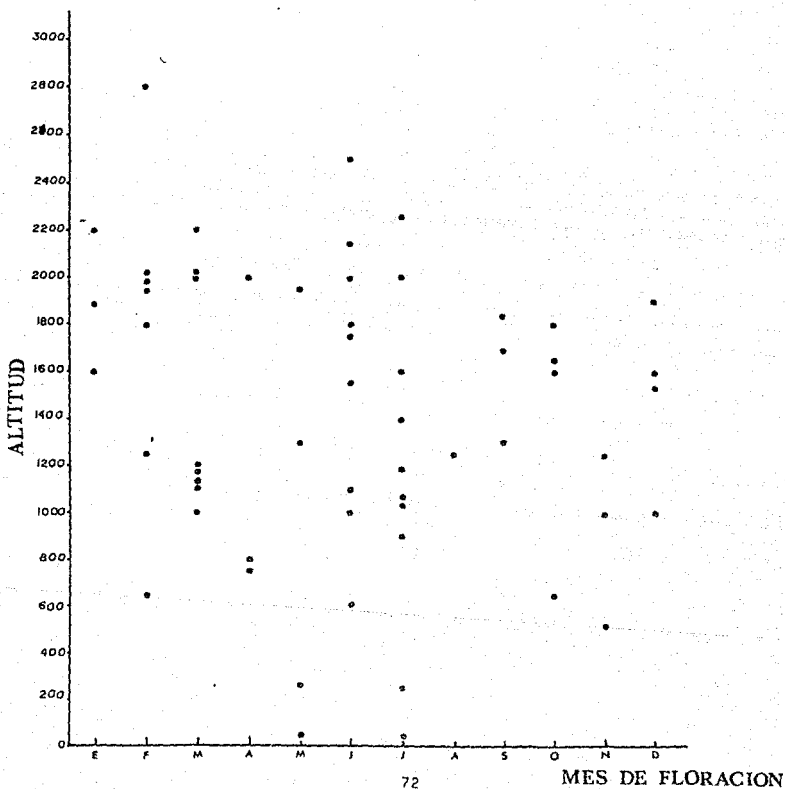


Tabla No. 6

USOS DE <i>Brugmansia</i> EN PUEBLA, VERACRUZ Y GUERRERO														
Estado	Etnia	Especie	Nombre vulgar	USOS MEDICINALES										
				Ornato	Cerca viva	Antiflamatorio	Anti infeccioso	Febrifugo	Antireumático	Riñon y bazo	Mal de susto	Abortivo	Cicatrizante	Pulmonía
Guerrero	Mestizos	<i>B. candida</i>	Floripondio	X	X	X	X							
Puebla	Totonacos	<i>B. candida</i>	Campana xanate		X	X		X		X	X			
Puebla	Nahua y Otomí	<i>B. candida</i>	Cuecueta	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Puebla	Nahua	<i>B. suaveolens</i>	Cuecueta	X	X	X	X	X		X	X		X	X
Veracruz	Mestizos	<i>B. candida</i>	Florifundio	X	X	X		X			X	X	X	X
Veracruz	Popolucas	<i>B. candida</i>	Floripundia	X		X					X		X	X
Veracruz	Mestizos	<i>B. suaveolens</i>	Floripondio rosado	X	X	X	X	X						X

# Distribucción de Brugmansia según la Altitud y Epoca de Floración en México

fig 1



## CAPITULO 5

### INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 5.1 Ensayo Experimental

##### 5.1.1 Análisis de Conglomerados

Los agrupamientos en el Análisis de Conglomerados (Tabla # 7; Fig. # 2) hacen referencia principalmente a seis grupos de accesiones (OTUs).

El primer grupo esta constituido por una sola accesión de B. x cf. candida procedente del Municipio de Ayutla los Libres, Guerrero. OTU 1 es un "floripondio" con un fenotipo diferente a todas las demás. Se distingue por tener una mayor longitud de la corola, la pubescencia de las hojas es más densa, la forma del cáliz y las dimensiones, notoriamente, más pequeñas de las hojas con respecto a los ejemplares de la misma especie pero de otra localidad. Está a 1.90 de distancia entre los demás OTUs.

El segundo grupo comprende accesiones de B. x candida y B. suaveolens (OTUs 2, 3, 4, 5, 6, 7) de la zona de Nauzontla y Tetela de Ocampo, Puebla.

En un tercer grupo se encuentran las accesiones de B. x candida procedentes de Jilotzingo, San Marcos Eloxochitlán y Talchichico de Puebla y los individuos de la accesión B. suaveolens procedente de Naolinco, Veracruz (OTUs 8, 9, 10, 15, respectivamente).

El cuarto grupo esta constituido por los individuos de las accesiones de B. x candida procedentes del estado de Veracruz (OTUs 14, 16, 17).

En el quinto agrupamiento se encuentra la accesión de B. x candida de Guerrero (OTU 11) y de los individuos de B. suaveolens procedentes de Puebla y Veracruz (OTUs 12, y 18).

En el sexto grupo se refiere a la accesión B. cf. suaveolens

de Coatepec, Veracruz (OTU 13). Esta diferencia fenotípica se debe a algunos caracteres distintos en su morfología, tales como la dimensión de la garganta de la corola, es más estrecha que en las otras especies; el tamaño mayor de la corola y la forma y dimensiones de los dientes del cáliz.

Las dos colectas de *B. cf. suaveolens* (C. La Rotta 780; OTU 13) y de *B. cf. x candida* (C. La Rotta 764; OTU 1) pueden ser otras razas coleccionadas en este estudio. Es necesario seguir investigando los aspectos taxonómicos para identificar si se trata realmente de otras razas.

Como se observa, los agrupamientos que se formaron se refieren principalmente a las diferencias y semejanzas entre las accesiones *B. x candida* y *B. suaveolens* de acuerdo a las características florales y a las velocidades de crecimiento de la rama y del área foliar.

Las diferencias entre los OTUs no se relacionan con el taxón ni con el estado de procedencia (Tabla # 8). Existen dos grupos con un único OTU; uno corresponde a *B. x cf. candida* de Guerrero (OTU 1) y el otro a *B. cf. suaveolens* de Veracruz (OTU 13). Los otros cuatro grupos están constituidos por 3 a 6 OTUs.

Dos de estos grupos tienen accesiones de dos o más estados (ej., Veracruz y Puebla; Veracruz, Puebla y Guerrero) las otras dos accesiones pertenecen a un solo estado (ej., Veracruz; Puebla).

Respecto a la distribución de los taxa en el grupo, se aprecia que solo hay dos grupos con un único taxón (ej., OTUs 1 y 13, con *B. cf. x candida* y *B. suaveolens*, respectivamente).

Los demás grupos consisten de una especie (*B. x candida* OTUs 14, 16 y 17) pero de procedencias diferentes; los otros tres agrupamientos tienen ambas especies.

Tres grupos diferentes tienen una accesión que floreció. El quinto "cluster" (grupo) tiene todos los OTUs (11, 12, y 18) con flores pero son de distintas especies, procedencias y fechas de propagación.

De todos los grupos, solamente el grupo cuatro (OTUs 14, 16 y 17) comparte la misma especie (*B. x candida*) y el mismo estado

(Veracruz).

En general, la clasificación taxonómica y la procedencia no son importantes en la agrupación de las 18 accesiones.

### 5.1.2 Análisis de Coordenadas Principales

Las tendencias de agrupamiento en el Análisis de Conglomerados y en el de Coordenadas Principales son similares. Las tres primeras coordenadas principales explican el 82.99% de la variación (ver matriz de eigenvalores, Tabla # 9) lo cual indica que la definición de grupos es clara por las diferencias en la expresión de las formas biológicas de las accesiones en comparación.

Los caracteres (marcadores de diversidad) que definen estas diferencias en la primera coordenada principal son el número de botones caídos (carácter 21 y 22), longitud de la corola (carácter 24), longitud del cáliz (carácter 25); en la segunda, la velocidad de crecimiento de la rama (carácter 32), longitud de los botones (carácter 15 y 16), el número de botones florales o flores (carácter 13), ancho de los botones (carácter 18), y velocidad de crecimiento del área foliar (carácter 33); en la tercera, la longitud de la corola (carácter 23) y longitud del cáliz (carácter 26) (ver matriz de eigenvectores, Tablas # 7 y 9). Aparentemente la caída del número de botones es un carácter aleatorio, sin embargo, en el género Datura como en Brugmansia es común la caída de los primeros botones florales durante las primeras etapas de la floración. En este mismo lugar se origina una rama bifurcada, quedando una cicatriz en el sitio ocupado por el pedúnculo del botón.

Los resultados del Análisis de Coordenadas Principales (PCO) son básicamente similares al de Análisis de Conglomerados (AC). Los grupos AC con un solo OTU (grupo con OTU 1 y grupo 6 con OTU 13) están aislados del primer, segundo y tercer eje (Figs # 3 y 4). El grupo 2 AC (con los OTUs 2, 3, 4, 5, 6, y 7) estos grupos en el PCO se aprecian en las gráficas de dos y tres dimensiones (Figs # 3 y 4), así como el grupo 5 (con OTUs 11, 12, y 18). Ambos grupos

difieren poco en el Análisis de Coordinadas.

En el grupo 3 (con los OTUs 8, 9, 10, y 15) se encuentra el OTU 10 (B. x candida de Puebla) que es más disimil que los otros tres OTUs; en PCO el OTU 10 está más relacionado con el OTU 8 y 9 en los tres ejes que el OTU 15. El OTU 15 es B. suaveolens de Veracruz mientras que los otros tres son B. x candida de Puebla.

El grupo cuatro (con OTUs 14, 16, y 17) tiene el OTU 14 (B. x candida de Veracruz con más disimilitud que los otros. Sin embargo en el PCO, OTU 14 es más cerca a OTU 16 en los tres ejes que es OTU 17 )aunque eje II tiene los tres al mismo grado del coordinado). El último OTU es B. x candida de Veracruz como en los otros dos.

El fenograma del Análisis de Conglomerados tiene tres grupos (3, 4, y 5) en el cual un OTU es significativamente más disimil y más distante. El grado de disimilaridad del OTU 10 respecto a los OTUs 8, 9, y 15 en el grupo 3 está cerca a la separación de los grupos 2 y 3. El OTU 14 del grupo 4 es relativamente más disimil que el OTUs 16 y 17 y casi a un mismo nivel que están dividiendo los grupos 2 y 3. Sin embargo, el PCO muestra que el OTU 14 está relacionado con los OTUs 16 y 17, especialmente en el segundo eje. Todos los OTUs pertenecen al taxón B. x candida procedente de Veracruz.

En el quinto grupo, OTU 11 (B. x candida de Guerrero) es más disimil que los OTUs 12 y 18, también es más disimil que la separación entre los grupos 2 y 3. En el PCO los tres grupos de OTUs están próximos en los tres ejes. Este grupo es el único en el cual todos los miembros produjeron flores, cuyos caracteres son responsable para explicar 82% de la variación. Las plantas de OTU 1 (de grupo 1) y OTU 9 (de grupo 3) produjeron flores también.

Es interesante que otros grupos con más de un OTU (grupos 2, 3 y 4) no tienen características florales (excepto el OTU 9 en el grupo 3) las cuales tienen peso en las tres coordenadas.

Solamente dos caracteres vegetativos (32 = velocidad de crecimiento de la rama; 33 = velocidad de crecimiento del área foliar) son importantes en la segunda coordenada en la cual

miembros que pertenecen a los grupos 2, 3, 4, 5 se agrupan. Aunque los caracteres florales tienen más peso que los caracteres vegetativos en el análisis PCO, estos no parecen estar relacionados con el agrupamiento por AC.

Los caracteres vegetativos en el crecimiento pueden ser más importantes en la definición de grupos durante las primeras etapas del desarrollo que los caracteres florales. El establecimiento de estas plantas depende más de las características de crecimiento que de su reproducción sexual (en las primeras etapas y es posible que en estadios posteriores, pero esto no fue investigado en este trabajo).

La separación de los grupos 2 y 3 tienen un grado de disimilitud menor que los otros (ej., entre el OTU 11 y los OTUs 12 y 18 del grupo 5). Esto parece ser explicado por el aislamiento de los grupos 2, 3 y 5 en el PCO en todos los ejes. Cada grupo tiene ambas especies de Brugmansia. Sin embargo, solo el grupo dos tiene todos los miembros procedentes de Puebla mientras que los otros grupos de Puebla y Veracruz.

En general, estos análisis estadísticos están ilustrando las diferencias morfológicas de Brugmansia que existen entre los individuos de las diferentes localidades de los estados de Veracruz, Puebla y Guerrero. Según los resultados del ensayo experimental y los análisis estadísticos existen en México, por las características estudiadas, seis grupos (expresiones morfológicas) diferentes del género Brugmansia. Los grupos no se diferencian a nivel de especie porque en este trabajo no se tuvieron en cuenta los caracteres taxonómicos diagnósticos.

Según León (1968) los diferentes fenotipos están reguladas por dos factores fundamentalmente, los genéticos y factores ambientales. Los factores ambientales en condiciones naturales pueden estar jugando un papel importante en la expresión morfológica de las plantas; pero en este estudio al ser eliminadas las diferencias ambientales, los resultados nos indican que las diferencias se deben a factores genéticos. Por lo tanto, estos factores son los que determinan los grupos de individuos en los

análisis de conglomerados y en el de coordenadas principales. Los factores culturales (la asociación de las diferentes étnias de los estados de Veracruz, Puebla y Guerrero) no contribuye a seleccionar las diferentes formas morfológicas de Brugmansia.

Existen algunas explicaciones para la agrupación de las accesiones de diferente especies y procedencias dentro el mismo grupo. El hecho de que se encuentren individuos de Veracruz dentro del grupo de Puebla e individuos de Guerrero y Puebla dentro del grupo de individuos de Veracruz, puede estar indicando que exista intercambio de material clonal entre los campesinos de Puebla, Veracruz, y Guerrero.

Por otro lado, la capacidad que tienen las especies de Brugmansia a adaptarse a diferentes ambientes es una característica importante de las especies colonizadoras de la sucesión secundaria, como lo expresa Lockwood (1979). A pesar de que los individuos proceden de estas condiciones climáticas, las plantas prosperaron y florecieron en las condiciones climáticas de la ciudad de México.

Los Análisis de Conglomerados y Análisis de Coordenadas Principales son técnicas y métodos valiosos para explorar las formas de introducción y manejo de las especies, y la distribución actual de las especies cultivadas como se ilustra en este trabajo. Los móviles culturales que facilitan la aceptación o el rechazo de los cultígenos durante las diferentes acontecimientos históricos, como las guerras, los trueques, las migraciones o el intercambio entre poblaciones humanas, es un tema bastante importante de estudio.

En este experimento existieron varias fuentes de error debido a que el material clonal fué colectado en el campo, en donde muchas veces los campesinos no recuerdan la edad de la planta por haber sido sembrada por otra persona y en otra época, es decir existen ciertos parámetros que no se pudieron controlar y preveer desde el inicio del ensayo experimental, tal como, la edad de las plantas de las cuales se colectaron los clones, la longitud de los internodios, el número de yemas, y el estado de desarrollo de las



plantas. Sin embargo, siempre se procuró recolectar los clones de plantas en estado de floración, es decir, se buscaron siempre plantas en estado fisiológico igual. Por otros aspectos, que conciernen al proceso mismo de la siembra, por ejemplo, siembra de los clones a la misma profundidad, igual longitud de las estacas, lograr esto es muy difícil, por ser un proceso manual, en el cual medir la profundidad del hueco en donde se siembra la planta, implica otras técnicas de siembra, que no fueron exploradas en este estudio. Cuando existen estas limitantes, es conveniente, para reducir el margen de error, aumentar el tamaño de la muestra, por ser lo más factible, como lo sugieren Xiquéz y Díaz (1979).

Según los resultados de estos autores la altura, el número de hojas muestran una diferencia significativa entre las formas de B. x candida de flores naranjas y B. x candida de flores blancas.

También el factor lluvias afecto la caída de hojas en ambas formas y no se encontraron diferencias significativas entre las dos respecto a las características que presentan los cromosomas en la meiosis, esto no implica que pertenezcan a la misma especie, por lo cual se deben buscar diferencias morfológicas entre los cromosomas en la confección de ideograma y cariotipo.

## 5.2 Aspectos de Taxonomía, Ecología, y Distribución

Me inclino por la idea de Persoon, Lagerheim, Safford y Lockwood de ubicar a Brugmansia como una categoría taxonómica y generica diferente al género Datura. Las características morfológicas de los frutos, de las flores y el hábito, de Brugmansia son diferentes a los del género Datura aunque la química de los compuestos secundarios (alcaloides) entre los dos géneros sea muy similar, por las razones anteriores considero al género Brugmansia distinto a Datura. Sin embargo, tendrán que hacerse estudios a nivel genético para entender las causas de la variación morfológica del género Brugmansia. A pesar de que en México no se han registrado la variaciones morfológicas tan significativas como para Suramérica, sí se reportaron las tres únicas variaciones en la

corola causadas por la manipulación continua por el hombre o por una mutación causada por la introducción de virus en el ADN celular. Es importante determinar que la variación morfológica de la corola escindida de *B. x candida* no es un carácter fidedigno para determinar esta forma biológica dentro del género como *Methysticodendrum* como lo sugirió Schultes (1979).

En cuanto a los aspectos taxonómicos en este estudio se logró constatar que *B. x candida* y *B. suaveolens* son las dos únicas especies que representan en México al género de la familia Solanaceae.

Por otro lado, *B. x candida* presenta las tres variaciones morfológicas de la corola: la primera presenta corola simple; la segunda corola doble por la transformación de los estambres y la tercera tiene la corola escindida (es decir, por no tener los pétalos unidos no da la apariencia de una corola gamopétala).

La distribución del género *Brugmansia* se restringe, en México, fundamentalmente a las zonas cálido húmedas, y a las zonas templadas frías y cálidas secas. Esta alta capacidad de adaptación a los diferentes ambientes, está corroborando la idea de Lockwood (1979) quien planteaba la alta agresividad de las hierbas y arbustos de la sucesión secundaria para sobrevivir, de tal forma, que se está tratando con especies colonizadoras.

El hecho de que el género *Brugmansia* se halle en zonas con varios tipos de vegetación, además de indicar su alta capacidad adaptativa, también demuestra que se reproduce fácilmente y que es apetecida y cultivada por los campesinos mestizos, y por las diferentes étnias Nahua, Totonaca, Popoluca y Otomí, de las zonas templadas y tropicales de México.

Respecto a la distribución de *Brugmansia* en México y demás países de América Latina es factible plantearse como hipótesis la presencia de dos centros de origen y de distribución del género *Datura* y de *Brugmansia*. Saber con certeza el origen americano del género *Datura* ofrece la opción de pensar, según los estudios realizados hasta el momento, que este género, pudo haber tenido dos centros de origen y diversificación: el origen de las especies

herbáceas (Datura) en el suroeste de Estados Unidos y norte de México y el origen de las especies arbustivas (Brugmansia) en los Andes Peruanos, y la costa este del Brasil.

La especie B. x candida procedente de Ayutla los Libres, Guerrero, es bien diferente en los análisis, lo que realmente expresa es otro fenotipo del individuo, y esto se refleja en la determinación taxonómica correspondiente a B. cf. x candida, posiblemente se trate de otra raza. También la especie B. cf. suaveolens de Coatepec, Veracruz, presenta otro fenotipo, lo cual puede ser indicativo que se trate de otra raza.

Sería valioso un estudio etnohistórico, etnobotánico y biogeográfico amplio, para rastrear detalladamente la historia, las migraciones y la distribución desde la introducción del género Brugmansia por los inmigrantes suramericanos, y reconocer los factores que influyeron para la aceptación de estas especies como plantas de poder, y de tanta importancia ritual, medicinal, mágica, y religiosa.

La falta de muestras arqueológicas, de fitolitos, o pólen hacen difícil la ubicación histórica exacta del proceso de origen y domesticación de las especies. Sin embargo, nos atenemos a algunas pruebas históricas y etnobotánicas para determinar los móviles y los mecanismos que pudieron haber intervenido en la domesticación.

La migración de plantas cultivadas es particular en cada especie, de allí que cada caso sea un ejemplo de las diferentes formas o procesos como ocurre la domesticación local. Ford (1984) propone algunas rutas que pueden haber sido los posibles caminos de intercambio, trueque o introducción de especies. Ford (1984) manifiesta que las plantas nativas fueron domesticadas independientemente en Suramérica y Mesoamérica en la época precolombina. La fitogeografía histórica de plantas con valor económico puede ser una herramienta muy valiosa para el estudio de la domesticación y para entender la distribución de especies.

Así mismo, comenta que no son bien fundadas las ideas de que en el trópico, no se conserven los restos fósiles por la acidez,

por la calidad y la humedad de los suelos. Es posible que con otras pruebas se pueda corroborar la época y fecha aproximada del origen y de domesticación de las diferentes especies que habitan las selvas tropicales.

Roosevelt (1984) plantea varias metodologías para descubrir la evidencia directa de la presencia o ausencia de plantas domesticadas en lugares antiguos. De esta forma, los inconvenientes para encontrar evidencias arqueológicas en los trópicos son cada vez menores.

La literatura registra varias versiones y rutas de introducción de especies desde Suramérica a Mesoamérica. Ford (1984) sugiere varias rutas que pueden haber sido los posibles caminos de intercambio, trueque e introducción de especies (ver Mapa # 5).

Hernández Bermejo y León (1992) comentan que Mesoamérica y la región Andina no tenían una comunicación directa cultural antes de la conquista. Estaban separadas por una región intermedia, que incluía gran parte de América Central y parte noroeste de Suramérica cuyo desarrollo cultural era mucho menor. Había, sin embargo, varias plantas que se cultivaban en las dos regiones, lo que representa un substrato común en todo el continente.

La botánica, la arqueología y la historia han permitido comprobar que las dos regiones tuvieron en sus áreas nucleares un número significativo de especies cultivadas autóctonas. Las áreas nucleares estaban rodeadas por otras áreas de condiciones ambientales diferentes, en las cuales había plantas domesticadas de origen local. De ello resulta una norma de distribución según la cual el número de especies y variedades cultivadas disminuye de la región nuclear hacia la periferia.

Según Hernández Bermejo y León (1992) el proceso de difusión de las especies vegetales comenzó en los principios y primeras etapas de la agricultura, por intercambios, robos, guerras y conquistas entre poblaciones primitivas. El éxito de las introducciones dependió de la capacidad de adaptación de las especies a nuevos ambientes, y de su aceptación por los

consumidores.

De menor efecto pudo ser la difusión de cultivares la cual resultó de la emigración, voluntaria o forzada, de comunidades humanas, pero hay pruebas históricas que lo confirman. La concentración de recursos genéticos en Mesoamérica y los Andes, que en el momento de la conquista eran muy extensos, se puede explicar por la acumulación de germoplasma durante una larga historia de domesticaciones locales y la adaptación de cultivos foráneos, con base en unas pocas especies cultivadas comunes entre las dos regiones.

Como se observa, existen varias posibilidades sobre las rutas de introducción de especies desde el sur del continente hacia Mesoamérica pero no hay evidencias adecuadas hasta la fecha. Es por estas razones que no se puede afirmar y concluir, en forma estricta, hasta tener pruebas mas consistentes (históricas y arqueológicas, etnobotánicas y biogeográficas) sobre las formas de introducción y domesticación de las especies, y en particular sobre el género Brugmansia en México.

### 5.3 Aspectos de Biología Reproductiva

En cuanto a la biología reproductiva se nota la importancia de estos trabajos debido a que muy poco o casi nada se ha investigado en los aspectos de la polinización, de la biología floral, y de la posibilidad de procesos de partenogénesis, etc.

Sería interesante poder determinar el polinizador de B. x candida en la zona de Jilotzingo, Puebla. Es posible que sea un vertebrado tal como el "colibrí", o algún invertebrado que la literatura aún no ha reportado.

En este estudio de caso, la especie B. x candida en la zona de Jilotzingo, Puebla, produjo fruto y fué colectada, este hecho, parece estar relacionado con la altitud, y con la acción de un posible polinizador específico, debido a que esta misma especie en las zonas más bajas tropicales no produce fruto. Este fenómeno debería seguir siendo estudiado.

Es notoria la ausencia de frutos en las demás localidades de los estados de México, por lo cual sería interesante realizar pruebas de viabilidad de semillas de las zonas en donde sí fructifica.

#### 5.4 Aspectos Etnobotánicos

León (1968:3) define a "las plantas cultivadas como elementos esenciales a la civilización, igual que los instrumentos y técnicas de trabajo, vestido vivienda o medios de transporte. Las plantas cultivadas son, en cierta forma, obra del hombre y han influido decisivamente en el desarrollo histórico. Cuando el hombre inició la domesticación de las plantas dejó de depender para su alimentación, vestido y otras necesidades de los azares de la recolección de productos silvestres y de la caza y de la pesca. Así pudo consolidar la vida sedentaria y acomodarla a un lugar fijo y al ritmo de la producción de los cultivos, y dispuso de más tiempo para el desarrollo de las manifestaciones artísticas y tecnológicas".

Es así como Brugmansia es uno de los géneros domesticados que mas importancia ritual y medicinal tiene en Suramérica en donde se localiza, posiblemente, su lugar de origen y domesticación.

Hablar del proceso de domesticación de Brugmansia es prematuro, seguramente con este trabajo se esbozan algunas de las ideas como pudo haber sido domesticada en Perú, en el Ecuador y en Colombia, pero esta información aún es insuficiente para poder detectar claramente el proceso y los móviles de la domesticación y por lo tanto, las posibles rutas de introducción a Mesoamérica.

Existen varios ejemplos de especies que son de origen suramericano y mesoamericano que fueron domesticadas en ambos lugares o solamente en uno, por ejemplo, el cacao, Theobroma cacao. Otras especies han tenido orígenes y rutas diferentes, pero presentan en la actualidad ciertas fenómenos similares respecto a su proceso de origen y domesticación, por ejemplo, Manihot esculenta y Ananas comosus que son originarias de Suramérica y fueron

domesticadas en la misma zona.

Otra situación es la de los cultígenos domesticados a través de la reproducción vegetativa, como es el caso de Brugmansia, en donde la selección de las especies o cultivares se ha ejecutado por milenios, de tal forma que en la actualidad el género, en México, solo se reproduce vegetativamente y es necesaria la actividad humana para su reproducción.

Entrando en materia etnobotánica, la única evidencia empírica de mayor eficacia médica del género Brugmansia se detectó en Puebla. Algunos de sus habitantes afirmaron que la especie B. x candida de pétalos escindidos tiene mayor efectividad.

En esta primera aproximación se observa que no existe por parte de las étnias y grupos mestizos una selección a nivel psicoactivo del género Brugmansia como ocurre en Colombia, Perú, y Ecuador, los cuales, la literatura registra como centros de origen de este género, esto seguramente se debe a que por ser una planta introducida las étnias mesoamericanas no tienen tanto conocimiento tradicional y antiguo para Brugmansia. Esta razón, puede ser evidencia de que este género no es tan conocido como el género Datura, el cual si es originario del suroeste de Estados Unidos y norte de México. Es factible, por lo investigado en este estudio, que no exista un aumento en la diversidad del género Brugmansia y por lo tanto no exista una selección de cultivares por parte de las étnias mesoamericanas.

Ford (1984) reporta la importancia de los estudios fitogeográficos en los Andes, especialmente en el noroeste de Colombia, como posible centro de origen y de domesticación de muchas plantas cultivadas y que pueden haber sido trasladadas a Mesoamérica en la época precolombina y ciertamente durante las primeras décadas de la colonización española. Con este conocimiento, anterior a la investigación etnobotánica, se produjeron variedades que actualmente están desapareciendo, lo mismo que ciertas técnicas de cultivo empleadas por los antiguos habitantes de la América Prehispánica.

Con las investigaciones arqueológicas y utilizando los últimos

métodos y otras evidencias indirectas etnobotánicas y ethnohistóricas para descubrir los fósiles de plantas de Suramérica es posible contribuir a resolver algunas hipótesis y preguntas.

Esta exploración etnobotánica puede contribuir a incrementar nuestros conocimientos sobre uso, preparación e importancia de las bebidas rituales por parte de las étnias y a aclarar que tan significativa es esta planta para las diferentes culturas. Parte de los resultados etnobotánicos confirman que el saber acerca de los arbustos de Brugmansia es limitado por parte de las étnias mesoamericanas. Esto no quiere decir que no tengan conocimiento sobre este género, pero si es indicativo de la importancia dentro del contexto cultural, con respecto a Suramérica. Especialmente en las zonas tropicales de Veracruz se comprobó que varias personas usan material de Brugmansia y de Datura en la misma forma, debido a que los reconocen como grupos emparentados. Observaciones a este respecto se realizaron, por ejemplo, con los mestizos de San Andrés Tuxtla.

Dentro de los aspectos etnobotánicos sobresalientes en este estudio se incluye el registro del uso de la flores y de las hojas como abortivo en Xico (estado de Veracruz), lo mismo que para causar idiotez, es decir, para producir daño o causar mal. Estos datos constituyen los primeros registros sobre estos usos. Por la revisión bibliográfica y la consulta de los ejemplares de herbario, los usos se refieren principalmente a contrarrestar ciertas dolencias como: antiinflamatorio, antiinfeccioso, somnifero, cicatrizante y para pulmonía, que son los usos mas frecuentes entre campesinos y mestizos. El uso enteógeno o psicotrópico, sin embargo, es desconocido en México. El único uso mágico-religioso se registró en Veracruz y consiste en restregarse en el cuerpo las hojas de Brugmansia en forma de cruz para calmar la tristeza.

Existe un sincretismo muy marcado entre los usos medicinales introducidos desde Suramérica de las plantas de Brugmansia y la medicina alopática reconocida por la sociedad nacional. En algunos tratamientos se mezclan las hojas del "Floripondio" con las pomadas



Yodex, o La Madre, para que el remedio surta efecto. Esta modalidad de mezclar las plantas con fármacos puede ser cosa de cuidado, debido a que las sustancias alcaloides (escopolamina) que contienen las plantas son sustancias de mucho poder bioactivo. Se puede incurrir en lesiones graves cuando no se tiene conocimiento de los efectos combinados.

En los sitios de estudio de los diferentes estados, las plantas de Brugmansia siempre estuvieron asociadas a prácticas medicinales, a la cría de pavos, y al ornato. Por otro lado, los usos en Suramérica se refieren principalmente a las características enteógenas, y varias étnias han seleccionado las cultivares de acuerdo a la concentración de alcaloides (escopolamina) en las hojas, tallos y semillas Bristol (1969).

#### 5.5 Aspectos de Propagación

Cuando León (1968) se refiere a diferentes métodos especiales de propagación, tales como la propagación vegetativa, define al clon como una población derivada de una sola planta madre. La ventaja de la reproducción vegetativa es que permite la reproducción de una planta individual notable por su rendimiento, resistencia, calidad y otras condiciones favorables para producir, a menudo, millones de individuos de iguales características a la planta original. Todos los cultivos clonales, con la excepción de los triploides, producen semillas si se les planta en un medio adecuado y en condiciones normales de crecimiento. Su esterilidad aparente se debe a que son sembrados en lugares no apropiados para la formación de flores y frutos, o que se les cosecha antes de que éstos se formen. Plantea León (1968:8) que los sistemas reproductivos no son estáticos: "pueden ser afectados por condiciones ambientales y cambiar si se reproducen nuevos genotipos adaptados a condiciones distintas del ambiente en que se originó la especie, por ejemplo el tomate".

En la práctica una especie se distingue de otra por la diferencias cualitativas y cuantitativas en color, forma, tamaño,

pubescencia, y otros caracteres como los florales y los del fruto. Como estas características pueden ser afectadas por el ambiente hay que determinar si las diferencias morfológicas son transitorias o hereditarias y para esto es fundamental conocer el sistema reproductivo de la especie. En general, las poblaciones de propagación vegetativa tienen un fenotipo constante, si se exceptúa las mutaciones de la yema. Ello hace que las diferencias a nivel específico o infraespecífico no sean difíciles de establecer en especies como yuca, agaves, ñame, pero debe recordarse que todas ellas se reproducen sexualmente.

Las étnias mesoamericanas nahua, totonaca, otomí y popoluca cultivan las plantas de Brugmansia por clones o estacas, y en los ensayos que se han realizado con estas plantas, también se reproducen vegetativamente. De tal forma, que el intercambio genético es limitado, y de esta manera es como los caracteres se han fijado genéticamente, a través del tiempo y por el manejo continuo del hombre. En cuanto a los resultados del experimento, en condiciones controladas, se observó que no existe una diferencia significativa en la forma, en las dimensiones de los órganos, y en desarrollo de los mismos entre B. x candida y B. suaveolens. Aparentemente con los datos observados, no se manifiesta diferencia en el crecimiento de la partes vegetativas entre las dos especies estudiadas.

Tampoco se noto un patrón respecto a la fecha de siembra y la floración. Varias estacas fueron sembradas en fechas diferentes y aún así las últimas estacas o clones que se sembraron florecieron. Un aspecto de tener en cuenta es que en el experimento se sembraron clones colectados de plantas en estado vegetativo de floración; es decir se encontraban todas las plantas en el mismo estado fisiológico, lo cual es importante porque el experimento se hizo en las mismas condiciones fisiológicas para todos los clones.

El hecho de tener un híbrido B. x candida nos explica en parte, la infertilidad de la especie, sin embargo, esta conducta no es un patrón generalizado que permita definir categóricamente a las especies híbridas como estériles, debido a que se han cruzado como

es el caso de *B. x candida* y *B. suaveolens*, y han producido semillas viables, según lo manifiestan Xiqués y Fuentes (1981 c).

Cuando se realiza el trabajo de campo junto con los ensayos experimentales correspondientes en un Jardín Botánico, y las colectas con las corroboraciones en el herbario obtenemos varias ventajas como lo sugiere Mione (1992), entre ellas tenemos que facilitan los estudios taxonómicos, permiten estudios detallados de la biología vegetativa y floral. Así mismo, se pueden comparar los individuos del ensayo que son ejemplares vivos con los ejemplares de herbario.

Por otro lado, la variación puede ser explicada, apreciada y comparada con los voucher del invernadero; se logra observar la plasticidad fenotípica y también los cambios de origen genético.

Para fines de determinación e identificación de especies es bastante más fácil determinar con las especies vivas, pues los caracteres se conservan en cuanto color y estructuras que con el secado de ejemplares pueden cambiar. Además se reconocen los caracteres que no son plásticos y se pueden apreciar los caracteres que permanecen iguales (es decir los características que son de origen genético) bajo las condiciones establecidas en el invernadero. También se puede obtener el grado de variación fenotípica de la especie.

Con los resultados de Análisis de Conglomerados y Análisis de Coordenadas (Figs. # 2 y 3) notamos que la expresión fenotípica de los individuos de *Brugmansia* es diferente en los estados de Guerrero, Puebla y Veracruz. Hay por lo menos dos maneras de explicar esta situación. Por un lado, se adaptaron los individuos de *Brugmansia* a los diferentes ambientes geográficos o puede ser que las especies manipuladas por el hombre hayan fijado ciertos caracteres en una zona y otros caracteres en otra localidad. Por otro lado, puede pensarse que los individuos de los diferentes estados tienen una procedencia distinta o sea que las plantas sembradas en Veracruz proceden de un lugar diferente a los individuos sembradas en Guerrero y en Puebla. Es decir que puede ser indicativo de que las plantas fueron introducidas por

diferentes lugares y por diferentes vías o rutas. Sin embargo, es necesario seguir investigando para poder establecer las rutas de introducción del género Brugmansia en México.

Posiblemente estas plantas provengan de una misma población en cada zona, o sea, que haya sido reproducida vegetativamente a partir de un mismo individuo o individuos, por consiguiente, su fenotipo o forma biológica actual puede ser muy parecida a la de la población original. Puede pensarse que todos los individuos de una localidad pueden provenir de una sola planta madre.

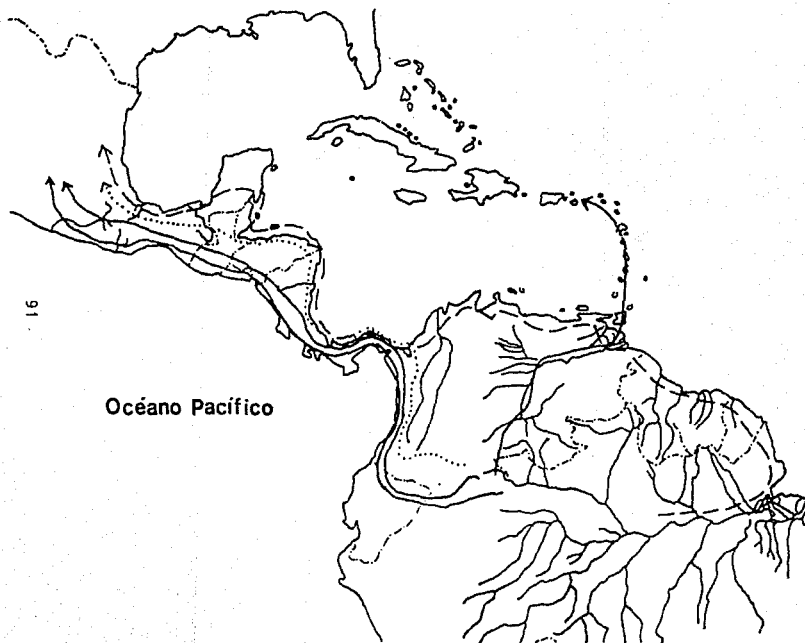
La mayoría de las accesiones de B. x candida y de B. suaveolens de Puebla es diferente a las plantas de procedencia de Veracruz y Guerrero.

Los individuos (OTUs) no se han agrupado taxonomicamente, es decir, los individuos de B. x candida y los individuos de B. suaveolens en grupos aparte porque en este caso no se tomaron en cuenta los caracteres diagnósticos que diferencian a las especies, tales como forma de cáliz, estambres conniventes o separados, forma de la garganta de la corola, y dimensiones de la corola.

Es interesante anotar que aún tomando en cuenta los caracteres que se relacionan fundamentalmente con la forma de desarrollo vegetativo de las especies, en condiciones controladas, los agrupamientos se han formado en razón de las diferencias de la expresión genética y también con base en los caracteres florales y en las velocidades de crecimiento. Este resultado puede estar indicando que a pesar de ser las mismas especies en los estados de Veracruz, Puebla y Guerrero sus orígenes son diferentes y también sus expresiones fenotípicas distintas por factores de selección y/o introducción múltiple.

# Posibles Rutas de Migración desde Suramérica a Mesoamérica

Mapa 5



Fuente: Precolumbian Plant Migration (1984)

TABLA # 7 Tabla de las Características de los OTUs resultante en el Fenograma del Análisis de Conglomerados.

OTUs	TAXA	ESTADO	ETNIA	ALTITUD	FECHA DE SIEMBRA
1	B. x C.	Guerrero	Mestizos	400 msnm	19 Dic. 90
2	B. S.	Puebla	Nahua	1550 msnm	19 Dic. 90
6	B. x C.	Puebla	Nahua y mestizos	1400 msnm	19 Dic. 90
4	B. S.	Puebla	Nahua y mestizos	1400 msnm	19 Dic. 90
7	B. S.	Puebla	Nahua y mestizos	1400 msnm	19 Dic. 90
5	B. x C.	Puebla	Nahua y mestizos	1400 msnm	19 Dic. 90
3	B. x C.	Puebla	Nahua y mestizos	1400 msnm	19 Dic. 90
8	B. x C.	Puebla	Nahua y mestizos	1700 msnm	19 Dic. 90
9	B. x C.	Puebla	Totonacos y Nahua	1700 msnm	19 Dic. 90
15	B. S.	Veracruz	Mestizos	165 msnm	13 May. 91
10	B. x C.	Puebla	Totonacos y Mestizos	1660 msnm	19 Dic. 90

14	B. x c.	Veracruz	Mestizos	1252 msnm	13 May. 91
16	B. x c.	Veracruz	Mestizos	165 msnm	13 May. 91
17	B. x c.	Veracruz	Nahua y Mestizos	1280 msnm	13 May. 91
11	B. x c.	Guerrero	Mestizos	1700 msnm	20 Feb. 91
12	B. s.	Puebla	Mestizos, Nahua, Totonacos	600 msnm	19 Marz. 91
18	B. s.	Veracruz	Mestizos	88 msnm	13 May. 91
13	B. cf. s.	Veracruz	Mestizos	1252 msnm	13 May. 91

B. x c. = *Brugmansia x candida*, B. s. = *B. suaveolens*

Tabla # 8 Cuantificación de los OTUs según los agrupaminos de Análisis de Conglomerados, los taxa y los estados de procedencia (V= Veracruz, P= Puebla, G= Guerrero).

Agrupamieto	Brugmansia					
	x candida			suaveolens		
	V	P	G	V	P	G
1			1			
2		3			3	
3		3		1		
4	3					
5			1	1	1	
6				1		

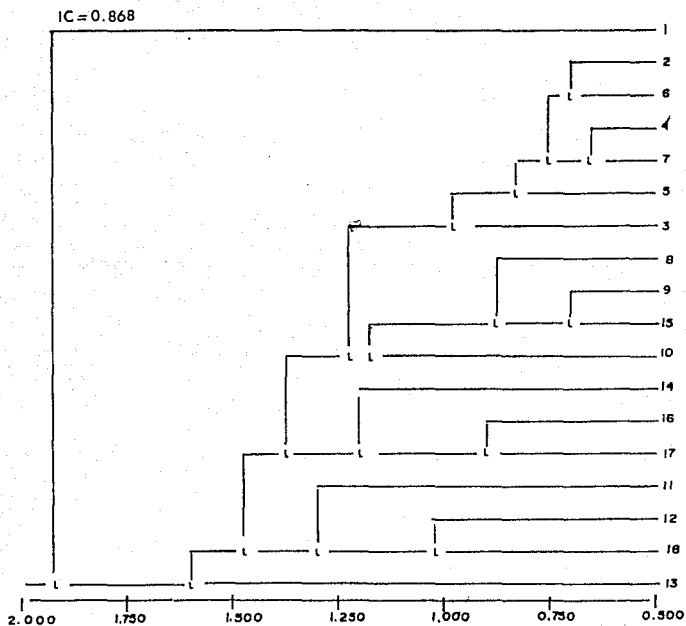


TABLA # 9 Matriz de la Variación Explicada (Eigenvalores) resultante del Análisis de Coordenadas.

	Eingenvvalor	Porcentaje	Acumulado
1	11.82521	39.17	39.17
2	7.95689	26.36	65.53
3	5.25210	17.46	82.99
4	3.85992	12.79	95.77
5	3.83621	12.71	108.48

Matriz del Peso de Caracteres (Eigenvectores) resultante del Análisis de Coordenadas.

	39.17%	65.53%	82.99%	
	1	2	3	
1	0.381	0.535	-0.269	
2	-0.507	0.502	0.002	
3	0.625	0.407	-0.111	
4	0.657	0.469	0.145	
5	-0.759	-0.119	-0.310	
6	-0.274	0.331	0.227	
7	-0.120	0.560	0.521	
8	-0.078	0.494	0.420	
9	-0.106	-0.317	-0.350	
10	0.631	0.619	-0.273	
11	-0.621	-0.337	0.109	
12	0.010	0.074	0.583	
13	-0.016	<u>-0.825</u>	0.194	Número de botones (prom.)
14	0.070	-0.614	0.226	
15	-0.014	<u>-0.828</u>	0.172	Longitud de los botones (prom.)
16	-0.006	<u>-0.832</u>	0.195	Longitud de los botones (d.s.)
17	0.003	-0.592	-0.051	
18	-0.015	<u>0.825</u>	0.159	Ancho de botones (d.s.)
19	-0.637	-0.080	0.387	
20	0.648	-0.361	0.486	
21	<u>1.159</u>	0.094	0.082	Número de botones caidos (prom.)
22	<u>-1.216</u>	0.141	-0.374	Número de botones caidos (d.s.)
23	0.023	-0.246	<u>-1.208</u>	Longitud de la corola (prom.)
24	<u>-1.231</u>	0.119	0.072	Longitud de la corola (d.s.)
25	<u>1.124</u>	0.026	-0.585	Longitud del cáliz (prom.)
26	0.054	0.239	<u>-0.933</u>	Longitud del cáliz (d.s.)
27	0.576	0.219	-0.290	
28	0.467	0.057	0.485	
29	-0.767	0.107	-0.113	
30	0.688	0.489	0.488	
31	-0.016	0.067	0.003	
32	-0.477	<u>0.973</u>	0.158	Velocidad:crecimiento de la rama
33	0.512	<u>-0.811</u>	-0.159	Velocidad:crecimiento area foliar
34	-0.772	0.268	-0.087	

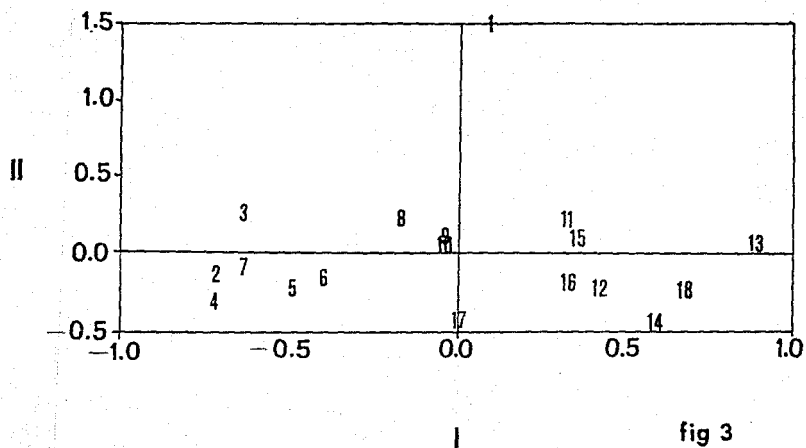


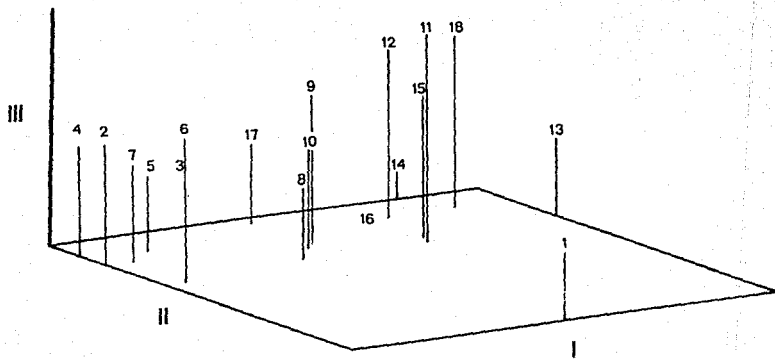
Arbol Fenético de las especies de Brugmansia  
 Fenograma de 18 OTU<sub>s</sub> resultado del Análisis  
 de Conglomerados

fig 2

## Proyección de OTU<sub>s</sub> en un Espacio de Factores

( Análisis de Coordenadas )





Proyección de OTU<sub>S</sub> en un espacio Multidimensional

fig 4

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los aspectos tratados en este trabajo se pueden realizar algunas conclusiones parciales. En el sentido de ser una primera aproximación, requiere de más investigación en varios de los temas y por consiguiente algunas afirmaciones sólo se hacen para este caso particular de datos, de matrices y de caracteres.

### I.1 Taxonomía y Nomenclatura

Respecto a la taxonomía y nomenclatura se trataron en este trabajo a *B. x candida* que es un híbrido originado en los Andes suramericanos y a *B. suaveolens* que es una especie originaria de la costa este de Brasil. Estas plantas fueron introducidas a México, posiblemente durante la conquista. Sin embargo, no existen evidencias contundentes tales como arqueológicas, históricas, etnobotánicas que permitan datar y ubicar las formas de introducción de especies desde América del Sur.

En la literatura se encuentran varias hipótesis y posibles rutas de introducción de especies a Mesoamérica. No obstante, es necesario seguir investigando en los aspectos etnohistóricos para entender este fenómeno.

Los caracteres diagnósticos de *Brugmansia* permiten afirmar que los arbustos se distinguen de las hierbas (*Datura*) por la morfología de los frutos, de las flores, y el hábito.

En este trabajo se coleccionaron dos posibles razas distintas de *B. cf. x candida* y *B. cf. suaveolens*. Sería importante continuar con los estudios taxonómicos para determinar si se tratan afectivamente de dos razas distintas.

### I.2 Ecología y Distribución

*Brugmansia x candida* y *B. suaveolens* se distribuyen en América del Sur. La primera se encuentra en zonas andinas y altitudes mayores de 1500 msnm, mientras que *B. suaveolens* se ha reportado especialmente en las zonas cálidas húmedas del trópico en altitudes menores de 1000 msnm. En México, se encuentra a *B. x candida* y *B.*

suaveolens en las zonas templadas frías como también en la zonas cálido húmedas. No es como en Sur America, en donde se encuentra B. x candida en las zonas andinas, principalmente y B. suaveolens en las cálido húmedas.

Por la revisión de los ejemplares de herbario y por el trabajo de campo, en México B. x candida y B. suaveolens se localizan en climas cálido húmedos, templados fríos y cálidos secos, y en altitudes desde 40 hasta 2800 msnm. La variedad de climas en donde habita refleja también los diferentes tipos de vegetación en los que puede sobrevivir, desde bosques de coníferas hasta bosque tropical perennifolio.

Se encuentran sembradas las plantas de B. x candida y B. suaveolens en áreas de vegetación secundaria, por lo tanto es una especie colonizadora con una alta capacidad adaptativa y con las características propias de este tipo de plantas.

### I.3 Biología reproductiva

En este estudio se identificaron a los coleópteros habitantes de las corolas de B. x candida y B. suaveolens. Se pudo corroborar que las familias de cucarrones más frecuentes fueron Nitulidae y Euphuphineae (crisomélidos). Son de hábitos diurnos y utilizan la base de la corola como refugio debido a que le brinda humedad y un lugar fresco.

Se encontraron moscas de Drosophila y abejas Apis mellifera la cual manipulaba los estambres pero no se confirmó como polinizador de B. x candida.

La bibliografía habla de algunos posibles polinizadores de Brugmansia. No obstante, no existen observaciones diurnas y nocturnas claras que permitan definir los polinizadores de estas plantas.

La reproducción vegetativa por clones sigue siendo la única posible en México y es la empleada por los campesinos y mestizos de las zonas cálido húmedas y templadas frías. Sin embargo, existe la producción de frutos con semillas en la zona de Veracruz, Puebla y Michoacán. Este tipo de reproducción reproductiva se debe a un

posible polinizador. Es importante continuar con los estudios de biología reproductiva de Brugmansia en México, porque la fructificación en este género es muy escasa y por ahora no se conocen las razones por las cuales este fenómeno es tan esporádico.

En este trabajo se colectaron ejemplares de herbario con fruto (C. La Rotta 772), debido a la inmadurez de las semillas no se pudo comprobar su viabilidad. Valdría la pena continuar con pruebas de germinación para comprobar si existe la posibilidad de reproducción sexual en donde si hay recombinación genética en Brugmansia y producción de frutos con semillas fértiles.

#### I.4 Aspectos Etnobotánicos

La información etnobotánica consignada en los ejemplares de herbario es escasa. En las etiquetas se registra más información acerca de la ecología, de los colectores, y suelos, que del uso y forma de empleo de las especies.

Con base en la literatura revisada y en el trabajo de campo, se deduce que en México B. x candida y B. suaveolens son plantas empleadas ampliamente por las étnias totonaca, nahua, popoluca, y otomí de los estados de Veracruz, Puebla y Guerrero.

Estas plantas son empleadas como antiinflamatorio, antiinfeccioso, cicatrizante, y para afecciones del pulmón, de los riñones y de la piel. Una de las diferencias notorias en el uso, se detecto en Veracruz (Xico, Xalapa, Naolinco) en donde los campesinos indígenas y mestizos emplean las hojas y las flores de Brugmansia como abortivo y también se registró como pócima para causar idiotez, es decir, a las bebidas embriagantes se les agrega la infusión de hojas o flores de Brugmansia y se les da de beber, dando como resultado una afección en las facultades mentales de los individuos.

El uso enteogéno y psicotrópico en México no es tan importante como para America del Sur, en donde esta planta desempeña funciones rituales y shamanicas significativas entre las étnias andinas y de las zona selváticas de la costa occidental de suramerica. Comunidades indígenas en Colombia han seleccionado cultivares

especiales de acuerdo a su morfología y compuestos secundarios (Bristol, 1969). Sería interesante profundizar en el significado cultural en mesoamerica como en suramerica de Brugmansia para entender las diferencias en el shamanismo entre ías dos regiones americanas.

### I.5 Propagación

Los resultados experimentales y estadísticos de la variación morfológica de Brugmansia bajo condiciones controladas indican que en México existen seis grupos diferentes (basadas en cácteres vegetativos y florales) de Brugmansia y posiblemente existan otras razas de B. x candida y B. suaveolens. Respecto a la forma de desarrollo y crecimiento entre las dos plantas B. x candida y B. suaveolens no se apreciaron diferencias significativas ni tampoco se registró cambio en la forma y dimensiones de las hojas y flores como lo afirmaba Bristol (1969).

Las diferencias o similitudes se deben principalmente a las diferencias genéticas debido a que bajo condiciones controladas se eliminan los factores ambientales que pueden estar contribuyendo a la variación morfológica de las plantas en condiciones naturales.

En consecuencia, los agrupamientos de individuos fueron determinados por los factores genéticos, los caracteres vegetativos y florales y por las velocidades de crecimiento de la rama y de area foliar. Estos resultados indican que los grupos fueron determinados en la primeras etapa de desarrollo de las plantas por los caracteres vegetativos y florales. Las poblaciones de especies de Brugmansia procedentes de Veracruz, en general, son diferentes en su morfología y su comportamiento a las poblaciones de Puebla y de Guerrero.

Esto puede estar indicando que las plantas de Veracruz provienen de una zona diferente a las plantas que se encuentran en Puebla y Guerrero. Por consiguiente, estos fenómenos pueden también expresar que provienen de individuos introducidos por diferentes rutas o vias a México. Es conocido que la reproducción vegetativa por clones es una forma en la cual la planta madre se puede



reproducir exactamente igual en millones de individuos. Este es posiblemente el caso de Brugmansia en México.

## II Resumen

El objetivo de recopilar y conocer la información, ecológica, etnobotánica, taxonómica, de biología reproductiva, y propagación de las especies B. x candida y B. suaveolens fué logrado. Así mismo, se corroboró en el campo parte de la información en algunos de los municipios de los estados de Veracruz, Puebla y Guerrero. Se documentó la diversidad del género Brugmansia con base en los aspectos taxonómico, ecológico, etnobotánico, de biología reproductiva, y de propagación.

Se consignó y analizó información de los ejemplares de herbario depositados en los diferentes herbarios y colectaron ejemplares de herbario que están depositados en el Herbario Nacional de México y en el Herbario del Instituto Mexicano del Seguro Social.

También se realizaron las observaciones de los individuos de las especies de B. x candida y B. suaveolens, en cultivo bajo condiciones controladas y se tomaron los datos (durante su desarrollo) vegetativos y reproductivos de los individuos durante once meses en el Jardín Botánico de la UNAM.

Se logró realizar el análisis comparativo del desarrollo y crecimiento de las especies en condiciones controladas, se establecieron grupos en el análisis, los cuales están indicando que ciertamente son diferentes los fenotipos de las especies de los distintos estados y por lo tanto puede que también sea diferente procedencia de B. x candida y B. suaveolens. Los grupos fueron definidos por factores genéticos y no por factores culturales.

Los individuos sembrados en Veracruz proceden de un lugar diferente de los individuos de Guerrero y Puebla y estos a su vez también proceden de diferentes sitios, razones por las que podemos pensar que las especies de Brugmansia pudieron haber sido introducidas a México por diferentes rutas desde Suramérica.

Se pudo comprobar en el campo algunos de los conceptos ya

formulados por otros autores y obtener nuevas informaciones respecto a la etnobotánica, a la taxonomía, a la ecología y distribución, a la biología reproductiva, y a la propagación del género.

El conocimiento indígena sobre el género Brugmansia, en México, está orientado hacia los usos medicinales y ornamentales, pero no hacia el uso como planta psicoactiva o enteógena como en Suramérica.

Existe la posibilidad de la polinización en el híbrido B. x candida en las zonas montañosas de la Sierra Norte de Puebla. Se debe seguir investigando para describir y entender este fenómeno.

Las plantas son reproducidas por los campesinos por estaca o clones, de tal forma que no se incrementa la diversidad de este género, razón que puede estar indicando que este híbrido y esta especie desde su introducción han sido reproducidas vegetativamente a partir de una misma población o de la misma planta madre, con una forma biológica igual o muy similar al clon madre. Es importante para los campesinos, debido a que es una planta efectiva para curar sus dolencias de enfermedades "mágico religiosas" (enfermedades del espíritu) tales como "mal de susto", "mal viento", pero no tiene una importancia cultural tan significativa como el género Datura. También tiene importancia por ser empleada como cerca viva para delimitar su casa o finca, y para la cría de Guajolotes (pavos).

Las especies encontradas tanto en el herbario como en la literatura y en el trabajo de campo han sido determinadas como B. x candida y B. suaveolens, corroborando que estas son las dos únicas especies de Brugmansia reportadas para México. En este trabajo se colectaron dos posibles razas diferentes de Brugmansia: B. x cf. candida (C. La Rotta 764) y B. cf. suaveolens (C. La Rotta 780), sería importante continuar con los estudios taxonómicos de estas razas, sería una contribución al conocimiento biosistemático del género en México.

El factor ambiental fue eliminado en el caso de cultivar las plantas bajo invernadero, y sin embargo, el fenotipo de las especies se expresó igualmente que el fenotipo de las especies en

las condiciones naturales. Este resultado se observó a nivel de morfológico, pero tendría que investigarse a nivel genético, debido a que ciertos caracteres en estas especies han sido fijados por el manejo continuo, por parte del hombre, lo cual nos remite irremediabilmente al estudio de tasas de mutación por reproducción vegetativa por yema, como lo expresa León (1964) ya que son las únicas que pueden producir variación fenotípica. Entonces se trata de otro campo de la genética, que sería importante investigar.

## RECOMENDACIONES

Continuar con estudios sobre la frecuencia en la producción de frutos por parte de la especie B. x candida en zonas montañosas de Puebla.

Continuar con los estudios de germinación de semillas, para comprobar su viabilidad.

Estudiar la Biología Reproductiva: Mecanismos de polinización, determinación de polinizadores, actividad de estos.

Los ensayos experimentales, proporcionan bastante información respecto a la variación morfológica y fenotípica, de tal forma que sería muy interesante continuar con los ensayos de cultivos en condiciones controladas.

Análizar los compuestos secundarios y determinar la concentración de alcaloides en las diferentes especies de Brugmansia, como en sus diferentes individuos aberrantes.

Realizar análisis citogenéticos en híbridos de estas dos especies.

Continuar con la exploración etnobotánica a nivel más profundo determinando la importancia en el contexto cultural en étnias no mestizas.

Continuar con los estudios Taxonómicos y de Biosistemática.

Detallar la distribución nacional del género, visitar otras localidades en las zonas tropicales y en las zonas templadas.

Ejecutar estudios Etnohistóricos, para detectar las rutas de introducción del género a México por los inmigrantes sur americanos y realizar un estudio palinológico detallado sobre el género Brugmansia.

Realizar estudios comparativos entre las zonas de origen y las zonas en donde existe la planta por introducción, comparar el género a nivel taxonómico, etnobotánico, y de Biología reproductiva entre México y Colombia.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ACOSTA, L. 1981. Sobre la Brotación de las Estacas en Datura candida (Pers.) Safford. Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba 3(1):80-91.
- ACOSTA, L.G. y G. LERCH. 1983 a. Propagación de Datura candida (Pers.) Safford mediante estacas de tallo de diferentes longitudes. Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba 4(2):145-159.
- ACOSTA, L.G. y G. LERCH. 1983 b. Forma y Periodo de Almacenaje de las Estacas en Datura candida (Pers.) Safford. Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba 4(3):65-96.
- ACOSTA, L., y G. LERCH. 1984. Fechas de Plantación y Cosechas en Datura candida. I Crecimiento y Rendimiento. II Factores Climáticos. Edit. Combinado Poligráfico "Evelio Rodríguez Curbelo. La Habana, 65 pp.
- AGUILAR, A., y C. ZOLLA. 1982. Plantas Tóxicas de México. Instituto Mexicano del Seguro Social. México. 265 pp.
- ALCORN, J. 1984. Huastec Mayan Ethnobotany. University of Texas Press, Austin, TX.
- ALVARADO, J., R. LIRA, y J. CABALLERO. 1992. Palynological Evidence for the Generic Delimitation of Sechium (Cucurbitaceae) and Its Allies. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. 22:109-121.
- ARELLANO, J., y P. BALVANERA. 1988. Excursión Guiada. Sur de Veracruz. Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 72 pp.
- BARCLAY, A. S. 1959 a. Studies in the genus Datura (Solanaceae). I. Taxonomy of the genus Datura. Doct. dissert., Harvard Univ., Cambridge, Mass. 221 pp.
- BARCLAY, A. S. 1959 b. New Considerations in an old Genus Datura. Botanical Museum Leaflets (Harvard University) 18(6):245-271.
- BARQUIN LOPEZ, M.A., y M.A. ZAMORA. 1991. Estudio Etnobotánico de los municipios del Mineral del Monte y Mineral el Chico. Estado de Hidalgo. Instituto Politécnico Nacional. Escuela de Ciencias Biológicas. Tesis para obtener el título de Biólogo. México, D.F.
- BERHARDI, J.J. 1833. Uber die Arten der Gattung Datura Trommsdorf Neues. Jour. Fur. Pharmacie 26: 118-158.
- BERLIN, B., D. BREEDLOVE, y P. RAVEN. 1974. Principles of Tzeltal Plant Classification. An Introduction to the Botanical Ethnography of Mayan-Speaking People of Highland Chiapas. Academy Press. New York, NY.
- BRISTOL, M. 1969. Tree Datura drugs of the Colombian Sibundoy. Botanical Museum Leaflets (Harvard University) 22 (5):165-227.
- CABALLERO, J. 1992. Maya homegardens: Past, Present and Future. Etnoecológica 1(1):35-54.
- CASAS, A. 1992. Etnobotánica y Procesos de Domesticación en Leucaena esculenta (Moc. et Sessé ex A.D.C.) Benth. Tesis de M. en C. (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 233 pp.
- CASTELLANOS, J. de (1522-1607) Historia del Nuevo Mundo de Granada. Traducción Historia del Nuevo Reino de Granada (i.e) Colombia

- 2 Volúmenes. A. Peréz Dubrull. Madrid (1886-87) I, pp. 64-66. (First edition).
- CASTRO, R.A. 1988. Estudio Comparativo del Conocimiento de Plantas Medicinales Utilizadas por Dos Grupos del Municipio de Pahuatlán, Puebla. Tesis (Biológo). Universidad Nacional Autónoma de México, Iztacala, México, D.F. 254 pp.
- CLAVIJERO, F.X. 1882. Breve Historia de las Plantas y Animales de México. *Naturaleza* 6(app):5-27.
- D'ARCY, W.G. 1973. Solanaceae. En: Flora de Panamá IX, Family 170. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 60:582-586 pp.
- DARNERT, S. 1965. Ein Beitr zur Kenntnis der Gattung *Datura* L. Feddes Rep. Spec. Nov. Reg. Veg. 57(3):231-242.
- DE LA CRUZ, M., y J. BADIANO. 1964. *Libellus De Medicinalibus Indorum Herbis*. Manuscrito Azteca. Instituto Mexicano del Seguro Social, México, D.F. 394 pp.
- DE WOLF, G.P. 1956. Notes on Cultivated Solanaceae 2. *Datura* L. *Baileya* 4: 13-23.
- DUKE, J. 1985. CRC. Handbook of Medicinal Herbs. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.
- EMMART, E.W. 1940. *Comentarios The Badianus Manuscript*. (Codex Barberini, Latin 241) Vatican Library An Aztec Herbals of 1552. Baltimore. The Johns Hopkins Press. 341 pp.
- EVANS, W.C., y M. PE THAN. 1962. The Alkaloids of the genus *Datura*, section *Brugmansia*. Part I. *D. cornigera* Hook. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 14 : 147- 156.
- FORD, R. 1984. Prehistoric Phytogeography of Economic Plants in Latin American. En: Doris Stone (ed.), *Precolumbian Plant Migration. Papers of Peabody Museum of Archeology and Ethnobotany*. Harvard University, Cambridge, MA. 76: pp. 175-183.
- FUENTES, V. 1981 a. *Datura cubensis*. Una nueva especie de Cuba Central. *Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba* 2(1):3-6.
- FUENTES, V. 1981 b. Solanaceas de Cuba II: *Datura* L. Secc. *Brugmansia* (Pers.) Safford. *Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba* 3(1):7-15.
- FUENTES, V. y S. Xiqués. 1981 c. Análisis de dos poblaciones de híbridos (F1) de *Datura suaveolens* H.B. ex Wild. x *D. candida* (Pers.) Safford II. *Estudios Reproductivos*. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 2(1):92-102.
- FUENTES, V. y H. LIMA. 1983. Isoenzimas peroxidasa en el género *Datura* L. III. *Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba* 4(2):49-63.
- FUENTES, V., y X. XIQUEZ. 1986 a. Análisis Multivariado en especies del género *Datura* L. *Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba* 3(1):19-20.
- FUENTES, V., L. XIQUEZ, L. LERA, J. SANCHEZ, M.T. CORNIDE, H. LIMA, M. ALVAREZ. 1986 b. Análisis Multivariado en Híbridos y Progenitores del género *Datura* L. Sección 1. *Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba* 3(3):81-92.
- FUENTES, V., S. XIQUES, J. SANCHEZ, L. LERA, M.T. CORNIDE, H. LIMA, M. ALVAREZ. 1986 c. Análisis Multivariado en Especies del

- Género Datura L. Sección 1. Revista del Jardín Botánico Nacional 7(1):19-29.
- FRUST, P. 1980. Alucinógenos y Cultura. Fondo de Cultura Económica. Mexico, D.F. Mexico. 341 pp.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. 243 pp.
- GARCIA-BARRIGA, H. 1975. Flora Medicinal de Colombia. Botánica Médica. III, 56-77 pp. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D.E., Colombia.
- GENTRY, J.L., y P. STANDLEY. 1974. Solanaceae. En: Flora de Guatemala. Fieldiana: Botany 24(10):37-42.
- GOMEZ S. C., y I. CHONG DE LA CRUZ. 1985. Conocimiento y Usos Medicinales de la Flora de Amatlán, Municipio de Tepoztlán, Morelos. Tesis (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 195 pp.
- GOTSBERGER, G. 1985. Botanisches Institut. Der Justus Liebig Universitat. Giessen. Personal Letter by Dr. Robert Bye. Director del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. México. 2 pp.
- GRANT, V. y K. GRANT. 1983. Behavior of hawkmoths on flowers of Datura meteloides. Bot. Gaz. 144 (2): 280-284.
- GRIFFIN, W. J. 1976. Agronomic Evaluation of Datura candida. A New Source of Hyoscyamine. Economic Botany 30:361-369.
- HERNANDEZ BERMEJO, J.H., y J. LEON (eds.). 1992. Producción y Protección Vegetal. Número 26. Cultivos Marginados Otras Perspectivas de 1492. Roma. 337 pp.
- HERNANDEZ, F. 1943. Historia de las Plantas de Nueva España. Tomo II. Imprenta Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- HERNANDEZ, F. 1959. Historia Natural de Nueva España. Vol. I. Obras Completas II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- HERNANDEZ, R., y M. GALLY JORDA. 1981. Plantas Medicinales. Arbol Editorial, México, D.F. 85 pp.
- HERNANDEZ y LOPEZ, J.A. 1988. Estudio Sobre Herbolaria y Medicina Tradicional del Municipio de Misantla, Veracruz. Tesis (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México, D.F. 382 pp.
- HUMBOLDT, A. y J. BONPLAND. 1825. Voyage de Humboldt et Bonpland. Nova Species Plantarum. Botanique. Partie 6. 6. Chez Gide Fils, rue Saint Marc-Feydeau, N° 20. 178 pp.
- JOYAL, E. 1987. Ethnobotanical Field Notes from Ecuador: Camp, Prieto, Jorgensen and Giler. Economic Botany 41 (2): 163-189.
- KARSTEN, R. (1879-1956). The Head Hunter of Western Amazonas. The Life and Culture of the Jibaro Indians of Eastern Ecuador and Peru "Helsingfors Societas Scientiarum Fennica. Commentationes Humanarum Litterarum 7 (1935) # 1, pp. 438-41.
- LAGERHEIM, G. 1893. Eine Neue Goldgelbe Brugmansia. Gartenflora 42:33-35.
- LAGERHEIM, G. 1895. Monographie der Ecuadorianischen Arten der Gattung Brugmansia Pers. Engler Bot. Jahrb. 20: 655-668.

- LANGMAN, I. K. 1964. A Selected Guide to Literature on the Flowering Plants of Mexico. University of Pennsylvania Press. Philadelphia. 1015 pp.
- LEON, J. 1968. Fundamentos Botánicos de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. San José de Costa Rica. 487 pp.
- LEON, J. 1984. The Spread of Amazon Crops into Mesoamerica: The Botanical Evidence. En: Doris Stone (ed.), Precolumbian Plant Migration. Papers of Peabody Museum of Archeology and Ethnology. Harvard University, Cambridge, MA. 76: pp. 165 - 175.
- LEVY, P. E., y E. REGALADO. 1991. En: Hawkes, Lester, Nee, y Estrada (eds). *Datura Hybrids: Clonar Micropropagation and Hyoscine Production under Cultivation at Low and High Altitudes in Ecuador. Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*, 69-74 pp. Royal Botanic Gardens Kew and Linnean Society of London.
- LINNAEUS, K. 1753. *Species Plantarum*. 1:179. A Fascimile of First Edition. Printed for Ray Society sold by Bernard Quaritch Ltd. (1957) Londres. 2 Vol.
- LOPEZ y VILLAFRANCO, E. 1988. Contribución Etnobotánica en las Plantas Medicinales Utilizadas por Dos Grupos Etnicos de Mecapalapa, Municipio de Pantepec, Puebla. Tesis (Biólogo). Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 349 pp.
- LOCKWOOD, T. 1973 a. Generic Recognition of *Brugmansia*. Botanical Museum Leaflets (Harvard University) 23(6):273-284.
- LOCKWOOD, T. 1973 b. A Taxonomic Revision of Genus *Brugmansia*. Ph. D. thesis. Harvard University. Cambridge, MA.
- LOCKWOOD, T.E. 1979. The Ethnobotany of *Brugmansia*. *Journal of Ethnopharmacology* 1:147-164.
- LOS MUNICIPIOS DE GUERRERO. 1988 a. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Guerrero. (Colección: Enciclopedia de los Municipios de México). 400 pp.
- LOS MUNICIPIOS DE PUEBLA. 1988 b. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla. (Colección: Enciclopedia de los Municipios de México). 1178 pp.
- LOS MUNICIPIOS DE VERACRUZ. 1988 c. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Veracruz. (Colección: Enciclopedia de los Municipios de México). 535 pp.
- MATUDA, E. 1952. El Género *Datura* en México. *Boletín Sociedad Botánica de México*. 14:1-13.
- MARTINEZ, M. 1969. *Las Plantas Medicinales de México*. Ediciones Botas. México.
- MARTINEZ, M. 1979. *Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas*. Fondo de Cultura Económico, Mexico, D.F. 1219 pp.
- MIONE, TH. 1992. *The Systematic and Evolution of Jalutomata (Solanaceae)*. Doctor Dissertation. University of Connecticut. 161 pp.
- MIRANDA, F., y J. VALDÉS. 1964. *Estudios y Comentarios Botánicos*. En: M. de la Cruz y J. Badiano, *Libellus De Medicinalibus*



- Indorum Herbis, Manuscrito Azteca. Instituto Mexicano del Seguro Social, México, D.F. 394 pp.
- MORALES, G. y G. TOLEDO. 1987. Contribución al Estudio de la Flora Medicinal y Medicina Tradicional del Municipio de Coxquihui, Veracruz. Tesis (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 394 pp.
- MORTON, J. 1981. Atlas of Medical Plants of Middle America. Charles C. Thomas, Publisher, Springfield, IL.
- NEE, M. 1986. Solanaceae I. Flora de Veracruz. 49:12-75. Xalapa, Veracruz, México.
- NEE, M. 1989. The Solanaceae Newsletter 3(1):28-67 pp. The New York Botanical Garden.
- OLIVEROS, M., ORTIZ y C. VALVERDE 1982. La Población y las Lenguas Indígenas de México en 1970. Mapas y Cuadros. Instituto de Geografía, Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 159 pp.
- PERSOON, C. 1895. Solanaceae. Synopsis Plantarum 1: 216-217.
- RENDON, B. 1992. Estudio de la Variación Morfológica y Aspectos Etnobotánicos en *Hibiscus sabdarifa* L. (Malvaceae) en relación a su Uso y Manejo. Tesis M. en C. (Biología). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 183 pp.
- ROHLF, J. 1986. NTSYS 1.3. PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis. Metagraphics Software Corporation, Scotts, Calif.
- ROMESBURG, H.C. 1984. Cluster Analysis for Researchers Wadsworth Inc., Lifetime Learning Belmont, Calif.
- ROOSEVELT, A. 1984. Problems Interpreting the Diffusion of Cultivated Plants. En: Doris Stone (ed.), Precolumbian Plant Migration. Papers of Peabody Museum of Archeology and Ethnology. Harvard University, Cambridge, MA. 76. pp. 1-15.
- RUIZ H., y J. PAVON. 1798. Flora Peruviana et Chilensis. 2: CCXXII: 76 pp. Typis Gabrielis de Sancha. Anno MDCCXCVIII.
- RUIZ SALAZAR, L. 1989. Contribución al Estudio de las Plantas Medicinales de la Delegación de Xochimilco, Distrito Federal. Tesis (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 154 pp.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. México. 432 pp.
- SAFFORD, W.E. 1920. Daturas of the Old World and New: an account of their narcotic properties and their use in oracular and initiatory ceremonies. Ann. Rep. Smithsonian Inst. (1920):537-567.
- SAFFORD, W.E. 1921. Synopsis of the Genus Datura. Journal Washington Academy Science 11:173-189.
- SCHLEIFFER, H. (Compil.). 1973. Sacred Narcotic Plants of the New World Indians: An Anthology of texts from the 16th Century to Date. Hafner Press, New York.
- SCHULTES, R. E. 1982. Plantas Alucinógenas. Ediciones Copilco. México, D.F. 158 pp.
- SCHULTES, R.E. 1990. The Virgin Field in Psychoactive Plant Research. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Bot., 6(1):7-75.
- SCHULTES, R. E., y A. BRIGHT. 1977. A Native Drawing of

- Hallucinogenic Plant from Colombia. Botanical Museum Leaflets. (Harvard University) 25(6):151- 159.
- SCHULTES, R.E., y A. HOFMANN. 1979. Plants of Gods. Mc Graw Hill Book Company. 192 pp.
- SCHULTES, R. y A. HOFMANN. 1980. The Botany and Chemistry of Hallucinogens. Charles C. Thomas, Publishers. Springfield, Ill.
- SCHULTES, R.E., y R.F. RAFFAUF. 1989. Ethnopharmacological and Chemical Notes on Solanaceae. Solanaceae Newsletter 3(1):56.
- SKINNER, J. (1805). The Present State of Peru. Richard Phillips. London. pp. 275-276.
- SOCIEDAD FARMACEUTICA DE MEXICO. 1904. Nueva Farmacopea Mexicana. [*Datura arborea*, *Datura suaveolens*]. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. Mexico, D.F.
- STANDLEY, P., y J. STEYEMARK. 1946. Solanaceae. En: Flora de Guatemala. Fieldiana: Botany 24(4):294-299.
- STAFLEU, F.R. y S. COWAN. 1976. Taxonomic Literature. A Selective Guide to Botanical Publications and Collections with Dates, Commentaries and types. Vol 1: (1-6). Bohn, Scheletema y Holkema.
- UPHOF, J.C. 1968. Dictionary of Economic Plants. Verlag Von J. Cramer: Lehre.
- VAN STEENIS, C.F. 1930-1931. *Brugmansia* or *Pseudodatura*. Bull. Jar.Bot. Buitenzorg. III, 11:15-18.
- VASQUEZ, C. 1991. Tendencias en el Proceso de Domesticación del Papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (D.C) R.R. Johnson, ASTERACEAE). Tesis M. en C. (Biología). Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Mexico, D.F. 153 pp.
- VAN ZIJP, C. 1920. *Pseudodatura*. Nov. Gen. Natuurdk, Tijd. Ned. Ind. 80:24-28.
- VON REIS, S., y F. LIPP. 1982. New Plant Sources for Drugs and Foods from the New York Botanical Garden Herbarium. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- VON TSCHUDI, J. (1818-1889). Travels in Peru, during the years 1838-1842. Wiley and Putnam. New York (1817) ch.x (The original German edition was published in 1846).
- WALLIS, T.E. 1965. *Datura sanguinea* R. & P., its seeds. Journal Pharmacy and Pharmacology 17:33.
- XIQUES, S., y L. DIAZ. 1979. Estudio preliminar de diferenciación entre las dos formas de *Datura candida* (Pers.) Safford. Revista Cubana de Farmacología 13:123-132.
- XIQUES, X., y V. FUENTES. 1981 a. Análisis de dos poblaciones de híbridos de *Datura suaveolens* H.B. ex Wild. x *Datura candida* (Pers.) Safford I. Variabilidad de Algunos Caracteres Botánicos. Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba 2(1):137-146.
- XIQUES, S. y V. Fuentes. 1981 b. Repetibilidad de caracteres taxonómicos y de importancia económica en poblaciones e híbridos (F1) de *Datura suaveolens* H.B. y sus parentales. Revista del Jardín Botánico Nacional 2(1):137-146.
- XIQUES, X., y V. FUENTES. 1981 c. Análisis de dos poblaciones de

híbridos (F1) de Datura suaveolens H.B. ex Wild. x Datura candida (Pers.) Safford II. Estudios Reproductivos. Revista del Jardín Botánico Nacional de Cuba 2(1):92-102.

XIQUES, X., L. LERA, y J. SANCHEZ. 1986 a. Clasificación de híbridos y taxa arbustivos del género Datura mediante el Análisis de Componentes Principales. Revista Cubana de Farmacología 20 (3):257- 264.

XIQUES, S., V. FUENTES, L. LERA, J. SANCHEZ, M.T. CORNIDE, H. LIMA, y M. ALVAREZ. 1986 b. Análisis Multivariado en Híbridos y Progenitores del Género Datura L. Sección 1. Revista del Jardín Botánico Nacional 3(3):81-89.



**MATRIZ BASICA DE DATOS**  
**VARIABILIDAD MORFOLOGICA EN ESPECIES MEXICANAS DE Brugmansia**

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	13.143	8.500	8.000	9.000	12.000	7.750	7.666	12.375
2	7.941	0.000	0.000	0.000	0.000	1.768	2.754	1.974
3	6.136	6.178	6.477	6.602	6.624	6.626	6.861	7.511
4	7.814	7.621	7.735	7.675	7.546	7.351	7.457	7.815
5	308.592	194.828	274.647	225.647	185.058	201.063	326.546	284.643
6	69.373	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	21.238	190.741
7	7.571	3.000	5.000	3.500	4.250	4.967	5.500	5.875
8	1.566	0.000	0.000	0.000	0.354	1.002	1.000	1.315
9	2.800	2.700	2.800	2.867	2.700	2.710	2.721	3.043
10	2.465	2.711	2.505	2.432	2.399	2.582	2.533	2.788
11	43.182	39.000	31.750	34.000	16.000	23.000	44.000	23.000
12	22.085	0.000	25.809	0.000	14.142	15.556	3.606	8.664
13	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
14	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	0.000	499.000
15	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
16	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
17	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
18	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
19	2.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
20	0.000	0.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
21	1.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
22	16.574	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
23	8.355	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
24	7.895	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
25	1.632	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
31	499.000	-2.224	-8.650	-0.033	0.015	-0.010	0.010	-0.011
32	-3.599	0.013	0.022	7.093	6.772	0.015	7.785	0.013
33	0.017	0.014	0.010	0.080	0.073	0.105	0.021	0.053
34	7.958	0.092	1.058	0.665	0.902	0.772	0.693	1.115
35	0.331	0.093	1.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
36	499.000	3.737	0.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
37	2.394	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	1.000	2.000
38	1.000	196.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000	499.000
39	107.000	2.000	1.000	3.000	1.000	2.000	1.000	1.000



apéndice 2

MATRIZ BASICA DE DATOS  
 VARIABILIDAD MORFOLOGICA EN ESPECIES MEXICANAS DE Bruqmansia

	17	18
1	10.500	17.174
2	0.000	0.870
3	11.067	15.959
4	10.195	3.131
5	95.899	57.415
6	0.000	0.000
7	5.000	5.464
8	0.000	1.235
9	2.828	2.742
10	3.185	3.928
11	6.300	29.185
12	0.000	14.264
13	499.000	2.813
14	499.000	2.290
15	499.000	1.064
16	499.000	0.593
17	499.000	1.745
18	499.000	1.073
19	1.000	499.000
20	0.000	499.000
21	499.000	499.000
22	499.000	499.000
23	499.000	499.000
24	499.000	499.000
25	499.000	499.000
31	5.120	0.020
32	0.020	0.020
33	0.057	0.050
34	0.910	0.577
35	1.000	1.000
36	0.000	0.000
37	1.000	1.000
38	45.000	499.000
39	1.000	1.000

Apéndice 2      Lista de caracteres utilizados en el análisis de los 18 OTUs.

#	caracter
1	Longitud de la estaca (Promed.)
2	Longitud de la estaca (D.S.)
3	Número de hojas (Promed.)
4	Número de Hojas (D.S.)
5	Area Foliar (Promed.)
6	Area Foliar (D.S.)
7	Longitud del peciolo (Promed.)
8	Longitud del peciolo (D.S.)
9	Número de hojas muertas (Promed.)
10	Número de hojas muertas (D.S.)
11	Longitud de rama (Promed.)
12	Longitud de rama (D.S.)
13	Número de botones o flores (Promed.)
14	Número de botones o flores (D.S.)
15	Longitud de los botones (Promed.)
16	Longitud de los botones (D.S.)
17	Ancho de los botones (Promed.)
18	Ancho de botones (D.S.)
19	Longitud del pedúnculo (Promed.)
21	Longitud del pedúnculo (D.S.)
22	Número de botones caídos (Promed.)
23	Número de botones caídos (D.S.)
24	Longitud de la corola (Promed.)
25	Longitud de la corola (D.S.)
26	Longitud del cáliz (Promed.)
27	Longitud del cáliz (D.S.)
28	Color de la corola
29	Número de días a la floración
30	Variación morfológica de la corola (simple, doble, escindida)
31	Velocidad del crecimiento de la longitud de la estaca
32	Velocidad del crecimiento del peciolo
33	Velocidad de crecimiento de la rama
34	Velocidad de crecimiento del area foliar



APENDICE 3: Especímenes de herbario examinados.

**MÉXICO.** Chiapas: Amatenango del Valle, Shilom sin número (MEXU); 1972, San Cristobal de las Casas, Breedlove y Mcclintock 23675 (MEXU); 1966, Zinacantán, Laughlin sin número (MEXU); 1985, Ventura y López 2513 (MEXU); 1967, Tenejapa, Shilom 2066 (MEXU); 1972, Tenejapa, Breedlove 25492 (MEXU); 1985, Unión Juárez, Ventura y López 1198 (XOLO); 1982, San Cristobal de las Casas Cruz 22 (IMSSH); 1981, Candelaria, Jiménez Blanco 01 (IMSSH); 1982, San Cristobal de las Casas, Cruz 22 (IMSSH); 1982, Tres Puentes, Hernández López 01 (IMSSH); 1980, Huixtlán, Telles y Vasquez 30 (IMSSH); 1977, Unión Juárez, Calzada y Avendaño 3684 (XAL); 1977, Pantelho, Calzada y Marquéz 3579 (XAL); 1976, Ocosingo, Valdiria 2339 (XAL); 1984, Yajalón, Mendéz 7498 (XAL); 1985, Talquín, Ventura y López 2513 (XAL); 1985, Unión Juárez, Ventura y López 1198 (XAL); 1985, Talquín, Ventura y López 2513 (CHAPA); 1985, Unión Juárez, Ventura y López 1504 (CHAPA); 1977, Pantelho, Calzada y Marquéz 3589 (XAL). Estado de México: Mpio. Tres Marias, 1952, Matuda 46313 (MEXU); 1984, Jilotepec, Bringas sin número (MEXU); 1977, Ocutlán, Lamy, Ibarra, Losoya, Meckes, Martínez 072 (IMSSH); 1986, Texcoco, Sanchez 18 (CHAPA). Guerrero: Mpio. Zumpango del Río, Soto y Ramírez y Ramamoorthy 5166 (MEXU); 1977, Chilpancingo, Toledo sin número (MEXU). Hidalgo: Mpio. Atotonilco, Ishikawa sin número (MEXU); 1978, Pachuca, Ishikawa sin número (MEXU); 1976, Tenango de Doria, Calderón sin número (CHAPA). Jalisco: Mpio. Guadalajara, González 56 (MEXU); 1979, Ayutla, Guizar y Niembro 378 (MEXU); 1967, Guadalajara, Oliver y Austin y Mac Bride 843 (MEXU). Michoacán: Mpio. Zitacuaro, 1979, Soto y Ramos 1392 (MEXU); 1984, Cd. Hidalgo, Soto y Ramos sin número (MEXU); 1980, V. Carranza, Rodríguez 474 (IMSSH); 1982, Tuxpan, Losoya 2722 (IMSSH). Morelos: Mpio. Cuernavaca, 1986, Pringle sin número (MEXU); 1976, Coatlán de Río, Torres 334 (MEXU); 1975, Coatlán del Río, Torres sin número (MEXU); 1975, Torres sin número (MEXU); 1983, Losoya y Lozoya 3248 (IMSSH); 1983, Ocutitico, Williams 11 (CHAPA); 1984, Cuernavaca, García 1940 (CHAPA). Oaxaca: Mpio. San Bernardo: Mixtepec, 1984, López y Col. 31 (MEXU); 1980, Ixtlán de Juárez, Martín 199 (MEXU); 1978, Santo Domingo, Tomaltepec, Solano y Vara 252 (CHAPA); 1978, Santo Domingo Tomaltepec, Solano y Vara 257 (CHAPA); 1984, San Bernardo Mixtepec, López y Col. 31 (CHAPA); 1985, Ayutla, Nee 32197 (XAL); 1984, Huautla, Solheim 1348 (XAL); 1984, San Bartolome Ayautla, Solheim 1525 (XAL); 1979, Pluma Hidalgo, Th. Croat sin número (MEXU); 1978, Huautla de Jiménez, Hernández y Ishuakawa 3230 (MEXU). Puebla: Mpio. Tlahuapán, 1990, Bacher sin número (MEXU); 1976, Jonotla, Zizumbo y Colunga 65 (MEXU); 1990, Cuetzalán: Yancuictlalpan, Basurto 346 (MEXU); 1909, Puebla, Hermano Antonio sin número (MEXU); 1976, Teteles, Marquéz y Col. 680 (MEXU); 1979, Tehuacán, Byrne sin número (MEXU); 1966, Tehuacán, R. Rosille sin número (MEXU); 1975, Cuetzalán, Shapiro Q0138 (MEXU); 1983, San Pablito Pahuatlán, Castro 253 (IMSSH); 1983, San Pablito Pahuatlán, Castro 202 (IMSSH); 1983, Mazatzongo de Guerrero, Mendéz 12 (IMSSH); 1983, Pantepec, López E 246 (IMSSH); 1983, Ranchería Ahuatla, Quimixtlán, Vargas y Jacquéz 20 (IMSSH); 1983, Mazatzongo

de Guerrero, Mendéz 16 (IMSSH); 1974, Cuetzalán, Brondo R.22 (CHAPA); 1974, Cuetzalán: Tzicuilan, Ramos y Fernández R.21 (CHAPA); 1976, Jonotla, Colunga y Zizumbo 65 (CHAPA); 1976, Haquatamimilol, Marquéz y Col. 684 (XAL); 1976, Haquatamimilol, Marquéz y Col. 680 (XAL); 1976, Huichila: San Miguel del Progreso, Chazaro 542 (XAL); 1986, Amixtlan, Vargas 311 (XAL); 1975, Cuetzalán, Shapiro 00138 (XAL). Querétaro: Mpio. Arroyo Seco, Fernández 2993 (XOLO); 1972, Sin localidad, D'Arcy 5840 (XAL). San Luis Potosí: Mpio. Aquixmón, 1979, Alcorn sin número (MEXU); 1979, Tampaxal, Alcorn 3052 (XOLO); TABASCO, Mpio. Paraiso, Magaña 1535 (XAL); 1986, Paraiso, Magaña 1535 (CHAPA). Sinaloa: Mpio. Villa Unión, Oliver y Austin sin número (MEXU). Veracruz: Mpio. Coatepec: Antigua carrt. Xalapa- Coatepec, 1990, Castillo y Col. 00217; 1968, La Cumbre: Carrt. Orizaba-Zongolica, M. Rosas 1436 (MEXU); 1976, La Concepción, M. Zola 551 (MEXU); 1970, Ciudad Mendoza, L. Spetzman y M. Zapien 1404 (MEXU); 1976, Nocaxtla, C. Velásquez 66 (MEXU); 1975, Tonayán, R. Ortega y Col. 22 (MEXU); 1969, Atzalan, A. Lot 234 (MEXU); 1976, Nocaxtla, V. Vasquez 00294 (MEXU); 1978, Coatepec, J.I. Calzada 04262 (MEXU); 1969, Palma Sola, A. Gómez Pompa 991 (MEXU); Sin año, Rafael Delgado, M. Rosas 753 (MEXU); 1979, Huatusco, S. Avendaño y Benavides 00289 (MEXU); 1975, Tonayán, S. Avendaño 22 (MEXU); 1976, Jilotepec: Puente Moisés, R. Ortega 318 (MEXU); 1971, Catemaco, J.I. Calzada 610 (MEXU); 1969, Fortin de las Flores, A. Gómez Pom pa y L.I. Nevling 643 (MEXU); 1970, Orizaba, L. Spetzman y M. Zapien 1007 (MEXU); 1982, Xapala, A. Trigos (sin número) (MEXU); 1967, Catemaco, A. Gómez Pompa y I. Nevling 132 (MEXU); 1979, Huatusco, S. Avendaño y R.A. Benavides 00336 (MEXU); 1976, Banderilla, M.G. Zola 00533 (MEXU); 1976, La Concepción, M.G. Zola 645 (MEXU); 1979, Ichcacuatitla Chic., González Corcedo 08 (IMSSH); 1976 La Concepción, M.G. Zola 545 (CHAPA); 1977, Coatepec, G. Castillo y Col. 00217 (XAL); 1976, La Concepción, M.G. Zola 00551 (XAL); 1978, Coatepec, J.I. Calzada 04262 (XAL); 1975, Coatepec, R. Jiménez 00033 (XAL); Sin fecha, Xalapa, C.I.P. 218 (XAL); 1987, Papantla, L.M. Ortega 149 (XAL); 1987, Xalapa, T.Tour (sin número) (XAL); 1988, C. Duran y Burgos 694 (XAL); 1986 tlaquilpa, M.E. Ventura 16 (XAL); 1976, Jilotepec, R. Ortega 318 (XAL); 1975 Tonayán, R. Ortega y Col. 22 (XAL); Zongolica, V. Vasquez 00294 (XAL); 1968, La Cumbre, M. Rosas 1436 (XAL); 1976, Zongolica, C. Velásquez 66 (XAL); 1975, Tonayán, S. Avendaño y Col.22 (XAL); 1986, Tezonapa, R. Robles 619 (XAL); 1987, Nautla, L.M. Ortega 190 (XAL); 1979, Huatusco S. Avendaño y R.A. Benavides 00336 (XAL); 1985, Calcahualco, J.A. Martínez Pérez y A. Esprirtu 154 (XAL); 1982, Naolinco, M. Chagazo y J. Marquéz 2738 (XAL); 1983, Xalapa, A. Hernández G.A. 4626 (XAL); 1979, Xico, A. Chazaro B. 1228 (XAL); 1981 Atzalan, R. Ortega 01854 (XAL); 1967, Fortin de las Flores, A. Gómez Pompa y Nevling 245 (XAL); 1977 Juchique de Ferrer, J.I. Calzada 03239 (XAL); 1976, Banderilla, M.G. Zola 553 (XAL); 1976, Jilotepec, R. Ortega 317 (XAL); 1976, La Concepción, M.G. Zola 545 (XAL); 1967, Orizaba: Santa Ana Atzacón, M. Rosas 684 (XAL); 1977, Juchique de Ferrer, J.I. Calzada 03239 (XAL); 1977, Xalapa, J.I. Calzada 03136 (XAL); 1983, Ixtaczoquitlán: Campo Chico, M.M. Juárez

21 (XAL); 1976, sin localidad, C.I.P 1032 (XAL); 1981, Yecuatla, C. Gutierrez 695 (XAL); 1981, Alzalán, J.I. Calzada 7552 (XAL); 1985, Ursulo Galván, F. Vasquez 2226 (XAL); 1985, Coatepec, F. Vasquez 2190 (XAL).

APENDICE 4: Características de los Municipios de los Estados de Veracruz, Guerrero y Puebla. Sitios de Colecta del género *Brugmansia* en este trabajo.

ESTADO	MPIO	COORDENADAS GEOGRAFICAS	CLIMA según GARCIA Y KOPPEN	CLIMA según RZEDOWSKI	SUELO	VEGETACION según RZEDOWSKI	ETNIA
VRCRUZ	Acayucan	95-10' LO; 18-03' LN	A(W*2) (i')g	(Af, Am)	luvisol vertisol	Bosque Tropical Perennifolio	populucas zapotecos nahua
VRCRUZ	Catemaco	4-02' LE; 18-24' LN	Am(e)g	Af, Am	acrisol	Bosque Tropical Perennifolio	Mestizos
VRCRUZ	Coatepec	02-10' LE; 19-27' LN	(A)C(fm)a(i')g		andoso	Bosque Mesofilo de Montaña	Nahua Totonacos Zapotecos
VRCRUZ	Xico	02-08' LE; 19-25' LN		Cfb	gley laterítico cherozem	Bosque Caducifolio	Mestizos
VRCRUZ	Naolinco	02-13' LE; 19-39' LN	C(fm)b(i')	Cfb	Andoso	Bosque Caducifolio	Mestizos
VRCRUZ	Xalapa	96-49' LO; 19-36' LN	C(fm)b(i')g	Cfb	Andoso Húmico órtico regoso litoso	Bosque Caducifolio	Mestizos

VRCRUZ	San Andrés Tuxtla	95-00' LO; 18-44' LN	Am(w") (e)g	Af, Am	Acrisol litoso l	Bosque Tropical Perennifolio	Mestizos
VRCRUZ	Santiago Tuxtla	95-14' LO 18-33' LN	Am(i')g		cambisol litoso l vertisol	Bosque Tropical Perennifolio	Mestizos
PUEBLA	Zacatlán	97-57' LO; 20-08' LN	C(w"2) (w)b (i')	Cf Cwa Cwb Cwe Am Aw Cf Cwa Cwb Cfb	Luvisol Andoso l Vertisol Cambisol Rendzina	Bosque de Coniferas Bosque Mesofilo de Montaña	Nahua
PUEBLA	Pahuatlán	98-12' LO; 20-21' LN		Af Am	Cambisol Acrisol	Bosque Tropical Perennifolio	Totonacas Nahua Mestizos
PUEBLA	Tetela de Ocampo	97-38' LO; 19-43' LN	C(w"1) (w)b(i')g	Cf Cwa Cwb Cwc Am Aw Cf Cwa Cwb	Andoso l Feozem Luvisol	Bosque de Coniferas	Nahua Mestizos
PUEBLA	Nauzon tla	97-33' LO; 19-56' LN		Cfb	Litoso l Luvisol Andoso l	Bosque Caducifolio Bosque Mesofilo de Montaña	Nahua Mestizos

Guerre ro	Ayutla Los Libres	98-56' LO; 16-46' LN		AW Cwa Cf Cwa Cwb Cwc	cheroz em estepa praire	Selva Baja Caduci folia Bosque de Conife ras	Mesti zos
--------------	-------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------------	----------------------------------	---	--------------

#### Municipio de Acayucan

Se encuentra situado en la zona sur del estado, sobre la región de las llanuras de Sotavento.

Altitud promedio es 88 msnm.

Tiene una superficie de 724.65 kilómetros cuadrados. Limita al norte con los municipios de Hueyapán de Ocampo, Soteapan, al sur con San Juan Evangelista y Sayula de Alemán, al este con Soconusco, al oeste con Rodríguez Clara y al sureste con Oluta.

Se encuentra regado por los arroyos San Juan, Ixhuapan, Mocotilla, y Mexcalapa, tributarios de los ríos Chacalapa y Lalana.

En 1986 la población total fué de 66.312 habitantes, de los cuales al 67.3 % se consideró población urbana y el 32.7 % población rural.

La población económicamente activa en ese mismo año fue de 22.964 habitantes. Las principales actividades son la agricultura y la ganadería.

La actividad agrícola que se realiza en el municipio gira en torno al cultivo de maíz, caña de azúcar, arroz, frijol, chile verde, café, mango, naranja y plátano.

Se cria principalmente ganado bovino, que tiene gran importancia para la economía del municipio y la región.

#### Municipio de Catemaco

El nombre del municipio es de origen Nahuatl: "calli" (= 'casas'), "tematli" (= 'quemar') y "co" (= 'en') que significa: Lugar de las casas quemadas.

Su altitud promedio es de 398 msnm. Limita con los municipios de San Andrés Tuxtla, Hueyapán de Ocampo, Soteapan y una fracción oriental con el Golfo de México.

Tiene una extensión de 710.67 kilómetros. Al municipio lo riegan los ríos San Juan Michapan, Comoapan, San Andrés y Grande.

Se encuentra situado en la zona sur del estado y dentro del conjunto montañoso de la Sierra de los Tuxtlas o de San Martín.

En 1986, la población total fue de 36.667 habitantes, de los cuales el 56.1% se consideró población urbana y el 43.9 % rural.

La población indígena es de 23.905 habitantes, de los cuales el 19.678 son mayores de cinco años y 149 son hablantes de lenguas. La lengua predominante es el Nahuatl con 84 hablantes. Pertenece a la familia lingüística Yutoazteca. Existen 33 hablantes de lengua Popoluca, 5 de Zapoteco, 2 de Totonaco y 25 de lenguas no

especificadas. (Según Oliveros & Valverde 1982).

La población económicamente activa del municipio en 1986 fué de 11.370 habitantes, distribuída de la siguiente manera: 50.6 % en el sector agrícola-ganadero, el 10.5 % en el sector industrial y 17.8 % en el sector de servicios.

Se cultiva principalmente: el maíz, plátano, café, arroz, frijol, mango, naranja y tabaco.

Se cria ganado bovino, para la producción de leche, y carne, equino y porcino, caprino, y diversas aves.

Se explotan principalmente las especies de cedro y palma real.

#### Municipio de Coatepec

El nombre de Coatepec se deriva de la lengua Nahuatl: "coatl" (= 'culebra'), "tepetl" (= 'cerro') o sea significa: En el Cerro de las Culebras.

Su altitud promedio es de 1252 msnm. Limita con los municipios de Xalapa, Las Vigas de Ramírez, Acajete, Tlalnelhuayocan, Jalcomulco, Tlatetela, Tecocelo, Xico, y Pacho Viejo.

Tiene una extensión de 255.31 kilómetros cuadrados. Al municipio lo riegan cuatro arroyos de caudal permanente: El Pixquiác, Los Pintores, El Sordo, y el Huehueyapan, todos tributarios de los ríos Pescadores, o de La Antigua.

Se encuentra situado en la zona central montañosa del estado, sobre las estribaciones del Cofre de Perote.

En 1986 la población total fué de 71.862 habitantes de los cuales el 70% se consideró urbana y el 30% rural.

La población económicamente activa en 1986 fué de 21.746 habitantes, esta se distribuyó así: el 32.4% en el sector agropecuario, el 17% en el sector industrial, el 25% al sector comercio y servicios y el 25.6% en actividades diversas.

Entre los cultivos agrícolas se destacan la caña de azúcar, maíz, naranja, café, frijol, limón agrio, y plátano.

Se cria ganado bovino (de leche y de cria), porcino y aves.

En el municipio se desarrolla la industria del beneficio del café, molinos de Nixtamal.

La población total indígena (según Oliveros & Valverde 1982) en el municipio de Coatepec es de 35969 indígenas; 30.852 son de 5 años o más. Los hablantes de lenguas indígenas de más de 5 años son 33. Hablantes de Nahuatl 14, de Totonaco 1 y de zapoteco 1. De lenguas no especificadas 17.

#### Municipio de Xico

El nombre de Xico chimalco es de origen Nahuatl que significa: en donde hay panales de cera amarilla. Es un pueblo prehispánico que se encontraba situado al N.O. de la fundación actual. En 1519, habian penetrado los teochichimecas arrollando a los totonacas.

Su altitud promedio es 1280 msnm. Limita con los municipios de Coatepec, Ixhuacán, Tecocelo, y Perote.

Tiene una extensión de 176.85 kilómetros cuadrados. Al municipio lo riega el río Texolo, que es tributario del río La Antigua. Cuenta con algunos arroyos como: Pixquiál, Chautenic, Tula, Calpíscan, Huehueyapan, Xoloapan y Payucula.

Se encuentra situado en la zona central del estado, en las estribaciones del Cofre de Perote.

En 1986 la población total fué de 20.703 habitantes, de los cuales el 67% se considero población urbana y el 33 % población rural.

La población económicamente activa de Xico en 1986 fué de 7.465 habitantes, esta se distribuyó en las siguientes ramas económicas: primaria el 40.5 %, secundaria el 9.2%, terciaria el 23.2% y otros el 26.7%.

Entre los cultivos agrícolas se destacan la caña de azúcar, café, frijol, maíz, naranja, papa, y plátano.

Se cria ganado bovino, para la explotación de carne y leche, equino, porcino, caprino, y diversas aves.

El municipio cuenta con fábricas de vino y cafetales.

#### Municipio de Naolinco

El nombre de Naolinco se deriva del Nahuatl que significa las cuatro estaciones del año, simbólicamente quiere decir lugar sagrado del sol. Nahuolin era además un día del calendario Prehispánico. Fué una población prehispánica muy antigua, en 1313 una parte de la población emigro para fundar el barrio de Xallitic (uno de los cuatro pueblos que dio origen a Xalapa).

Su altitud promedio es de 165.3 msnm. Limita con los municipios de Tonayán, Miahuatlán, Tepetlán, Acatlán, Alto Lucero, Jilotepec, Coacoazintla, y Emiliano Zapata.

Tiene una extensión de 123.38 kilómetros cuadrados. Al municipio lo riegan el río Naolinco, que es tributario del río Actopan.

Se encuentra situado en la zona central y montañosa del estado, en las estribaciones de la Sierra de Chiconquiaco o Sierra de Naolinco.

En 1986 la población total fué de 16.656 habitantes, de los cuales el 60.5% se considero población rural y el 39.5% población urbana. La población económicamente activa del municipio en 1986 fue de 5.510 habitantes, esta se distribuyó en las siguientes ramas económicas: primaria 41.4 %, secundaria 18.6%, terciaria 9.3% y otros el 27.7%.

Entre los cultivos agrícolas se destacan el frijol, maíz, café, ciruelo, naranja, y plátano.

Se cria fundamentalmente ganado bovino, lechero, porcino, equino, caprino, ovino y aves.

#### Municipio de Xalapa

Xalapa es una de las poblaciones más antiguas del estado, en el siglo XIV se establecieron en ella cuatro grupos indígenas: totonacas, chichimecas, toltecas, teochichimecas, fundando cuatro poblados Xallitic, Techacapan, Tecuanapan, y Tlalnacapan respectivamente. Xalapa significa manantial de arena.

Su altitud promedio es de 40 msnm.

Tiene superficie de 118.45 kilómetros cuadrados. Limita al norte con los municipios de Banderilla, y Jilotepec, al sur con Emiliano Zapata, y Coatepec, al este con Actopan, al oeste con



Tlalnehuayocan, al noreste con Naolinco, y al noroeste con Acajete. Al norte de territorio se destaca el río Sedeño, al sur los ríos Carneros, el Sordo.

Está situado en la zona central del estado, en las estribaciones del Cofre de Perote, su topografía es irregular pero poco accidentada.

En 1987 la población fue de 340.463 habitantes, de los cuales el 93.9% se consideró población urbana y el 6.1% rural.

La población total indígena es de 130.380 personas, de las cuales 112.178 son mayores de cinco años y 412 son hablantes de lenguas también mayores de cinco años. La lengua predominante es la Nahuatl con 178 hablantes, que pertenece a la familia lingüística Yutoazteca. Por otro lado, existen 69 hablantes de Totonaco, 48 de Zapoteco, 8 de Huasteco y 7 de Otomí y 102 hablantes de lenguas no especificadas.

La población económicamente activa para el año de 1980 fué de 76.442 habitantes, distribuída en las siguientes actividades : el 25.6 % en servicios comunales, el 11.7% en el comercio de mayoreo y menudeo. El 9.1% en la construcción y el 33.5% en actividades no especificadas.

La agricultura gira en torno a los cultivos de café, caña de azúcar, maíz, naranja, frijol y plátano.

Entre las razas de bovino más representativas se destacan criollo, holandes y suizo.

#### Municipio de San Andres Tuxtla

Su altitud es de 323 msnm.

Tiene una superficie de 918.77 kilometros cuadrados. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el Municipio de Hueyapan de Ocampo, al este con Catemaco, y al oeste con Angel R. Cabada y Santiago Tuxtla.

El municipio es regado por el río San Andrés y arroyos como el Sihuan, Matasapa, Tejelate y Pipizole que son tributarios del San Andrés, y este a su vez del río San Juan que es tributario del Papaloapán.

Esta situado en la zona sur del estado, sobre las estribaciones del conjunto montañosos de los Tuxtlas.

En 1986 la población total alcanzó la cifra de 139.410 habitantes, el 47.8 % se considero urbana y el 52.2% rural.

La población económicamente activa en 1980 fue de 37.608 habitantes, la cual se distribuyó en las siguientes ramas económicas : el 47% en la agricultura y la ganadería, el 8.4% en servicios comunales, el 7.4% al comercio de mayoreo y menudeo, y el 25.3 % en actividades insuficientemente especificadas.

La actividad agrícola gira en torno a los cultivos de maíz, plátano, mango, frijol, café, arroz, naranja, sandía, chile verde.

Se crían las especies de bovino, caprino, con las razas representativas de cebú, suizo y holandes.

#### Municipio de Santiago Tuxtla

Su altitud promedio es de 210 msnm.

Tiene una superficie de 621.84 kilómetros cuadrados. Limita al

norte con el municipio de Angel R. Cabada, al sur con Isla y Hueyapan de Ocampo, al este con San Andrés Tuxtla y al oeste con Tlacopalpan e Isla.

Al municipio lo riegan el río Pixixiapan o Tuxtla que es tributario del San Juan que es afluente del Papaloapán.

Se encuentra situado en la zona sur del estado, en las estribaciones de la sierra de los Tuxtlas.

En 1986 la población total fué de 53.635 habitantes; de los cuales el 31.2 % se consideró población urbana y el 68.8% rural. La población económicamente activa en 1986 fué de 18.198 habitantes, esta se distribuyó principalmente en las siguientes ramas : el 51% en agricultura y ganadería, el 7.8 % en actividades comunales, el 6.2% en el comercio de mayoreo y menudeo y el 24.4% en actividades insuficientemente especificadas.

Los cultivos que se siembran en el municipio son la caña de azúcar, mango, plátano, naranja y frijol.

En ganadería las razas que más se explotan son la criollo, la suizo y cebú.

#### Municipio de Zacatlán

El municipio de Zacatlán se localiza en la parte NW del estado.

Tiene una superficie 512.32 kilómetros cuadrados.

El municipio se localiza en la vertiente hidrográfica septentrional, está constituido por cuencas parciales que desembocan en el Golfo de México y pertenecen a la cuenca del río Tocolutla y es recorrido por varios tales como el Ajajalpan, Tulimán, Hueyapán, Cedazo, Maquixtla, Tepexco, ect.

Este lugar se localiza dentro de la Sierra Norte de Puebla, está formado por las sierras escalonadas hacia la costa.

El municipio se caracteriza por tener un altiplano de 14 km de largo y 9 km de ancho.

Entre el altiplano y la sierra del sureste se asienta la ciudad de Zacatlán con una altura de 200 msnm. El municipio presenta una altitud que oscila entre 1360 y 2600 msnm.

La población es de 55.153 habitantes en el año de 1987. La población económicamente activa en 1985 fué de 16.370 habitantes.

El sector primario absorbe el 51.54% el terciario 40.20% y el industrial con el 8.26%.

El municipio se dedica al cultivo de granos como frijol, maíz, haba, trigo, y avena; en cuanto a frutas se cultiva manzana, ciruela, durazno, pera y nogal; en cuanto a hortalizas se cultiva papa, ajo, cebada, alfalfa como forraje.

El ganado bovino y el lanar son los más importantes; se encuentra asnal, mular, y aves de postura.

#### Municipio de Pahuatlán

En el municipio de Pahuatlán se establecieron los grupos otomíes y posteriormente llegaron los grupos totonacas. La triple alianza de Guerra invadió la región y las comunidades quedaron como tributarias de Texcoco, del Rey poeta Netzahualcóyotl.

Actualmente existen familias del grupo totonacas, nahuas y

predominan los mestizos.

El municipio está ubicado en la parte NW del estado de Puebla. Tiene una superficie de 80.37 km cuadrados.

Pahuatlán pertenece a la vertiente septentrional del estado de Puebla, formada por las distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México. El municipio se ubica dentro de la cuenca del río Cazonces, y Tuxpan, Cuarco, Los Maria, Trinidad, etc.

El municipio se localiza en la porción noroeste de la Sierra Norte, la altitud es de 600 a 2000 msnm.

La población total del municipio se estimó en 14.574 habitantes en el año de 1987. La población económicamente activa en el municipio fué de 5.735. La distribución por sectores, el primario fué de 45.99%, el sector terciario participa con 42.12% y el sector industrial con un 11.89%.

Se cultivan granos como el cacahuete, maíz, frijol, y café; en hortalizas se cultiva el chile verde, tomate y calabacita.

El municipio tiene ganado bovino de carne y leche, porcino, caprino, y ovino. Se crían aves para la producción de huevo. En cuanto a la explotación forestal se explota maderas finas y de contrucción tales como pino y encino.

#### Municipio de Tetela de Ocampo

El municipio de Tetela de Ocampo se fundó se llevo a cabo en año de 1219 por cuatro tribus chichimecas que venian del poniente, adoradores de Huitzilopochtli, que combatian en las "guerras floridas" con Zacatlán y Tlaxcala.

El nombre significa donde hay teteles o sea monticulos de tierra o tesoros enterrados.

El estado geográficamente se ubica en la parte norte del Estado. Tiene una superficie de 304.89 kilómetros cuadrados. El municipio se localiza en la vertiente hidrográfica septentrional, vertiente formada por las distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo.

Pertenece a la cuenca del río Tecolutla, lo bañan los ríos de Ayautolonic, Raxicoya y el Zempoala.

El municipio se ubica dentro de la Sierra Norte de Puebla, es francamente montañoso. Los ríos que lo bañan son el Ayautoloni, Raxicoya, y Zempoala.

La población total del municipio se estimo en 28.826 habitantes en 1987.

La población total indígena es 2313 personas de los cuales 1993 son mayores de cinco años. El número de hablantes mayores de cinco años es de 406; la lengua predominante es el Nahuatl con 391 hablantes y pertenecen a la familia Yutoazteca. Existen 2 hablantes de lengua Otomí y 8 de lenguas no especificadas y 5 de Totonaco. (Según Oliveros y Valverde, 1982).

La población económicamente activa en 1985 fué de 8.330 habitantes. Por lo que se refiere a la distribución por sectores, el primario es el que absorbe el 67.98%, el terciario 28.21% y el sector industrial el 3.81%.

Tetela de Ocampo produce maíz, frijol, y arvejón; con relación

a la fruticultura se cultiva nogal, aguacate, manzana, ciruela, limón, membrillo, y durazno. En cuanto a hortalizas se produce ajo, papa, chile verde, heno como forraje.

En la ganadería el municipio cuenta con ganado vacuno, ovino, porcino, caprino, asnal, mular, y conejos como aves.

#### Municipio de Nauzontla

El municipio de Nauzontla fué fundado por los grupos Totonacos desde la época prehispánica. Actualmente existen familias Nahuatl.

El municipio se localiza en la parte norte del estado. Tiene una superficie 47.20 km cuadrados.

El municipio lo riegan los ríos de la vertiente septentrional del estado formada por las cuencas de los ríos que desembocan en el Golfo de México. Se localiza dentro de la cuenca del río Tecolutla y es cruzado por el río Apulco.

La población del municipio se estimó en 3.484 habitantes en 1987.

La población indígena fue de 3158 personas, de las cuales 2667 son mayores de cinco años y 1317 son hablantes de lenguas ; la lenguas predominante es el Nahuatl con 1301 hablantes de la familia lingüística Yutoazteca. Existen 7 hablantes de lengua Otomí y 7 de lenguas no especificadas. (Según Oliveros y Valverde, 1982).

La población económicamente activa del municipio de Nauzontla en 1985 fué de 1627 habitantes. Por lo que se refiere a la distribución por sectores el primario absorbe el 66.15%, el sector industrial el 4.02 % y el sector terciario participa del 29.83%

En el municipio se producen granos como el maíz, frijol, y café. La pera sobresale en el sector frutícola y la lechuga en las hortalizas.

En cuanto a la ganadería cuenta con ganado bovino, tanto de carne como de leche, porcino y equino. Asimismo existen conejos, mulas, y asnos. También hay palomas, patos, pavos y gansos.

Se explotan los bosques de madera para la construcción.

#### Municipio de Ayutla los Libres

El municipio de Ayutla Los Libres, se deriva su nombre de " lugar donde habitan las tortugas".

Tiene una extensión territorial de 735.4 km cuadrados.

La hidrografía pertenece a la vertiente del Pacífico compuesta por los ríos Nexpa, Ahuxutla, Valero, Ayutla, Tlalapa, Unión y Concordia.

El relieve predominante en el municipio son las zonas montañosas localizadas en la parte norte y oriente, las zonas semiplanas ocupan el 27% del territorio se encuentran en el centro y las zonas planas que se hallan en el sur y suroeste y abarcan el 20% del municipio.

La población total del municipio en el año de 1987 fué de 43.212 habitantes lo que represento el 9.9% de población urbana el 90.1% de rural. La población total indígena en 1980 fué de 24050 personas; la población mayor de cinco años fué de 19.019 y los hablantes de lenguas mayor de cinco años fue de 5475. La lengua indígena predominante es el Mixteco con 4406 hablantes. La familia

lingüística es la Oaxaqueña, aunque existen 795 hablantes de tlapaneco, 156 de Nahuatl, y 118 hablantes no especificados. (Según Oliveros y Valverde, 1982).

La población económicamente activa fue de 27.369 personas; la distribución por sectores fue: en el primario 68.9%, el secundario 1.6% y el terciario el 29.5%.

En la agricultura se destaca la producción de maíz, sandía, jitomate, melón, arroz, jamaica, coco, limón, papaya, nanche, tamarindo, y mango.

Se encuentra ganado mayor a saber: bovinos, caprinos, porcinos, y ovinos; en cuanto al segundo está representado por aves de postura y engorda así como colmenas.

En cuanto a la explotación forestal el municipio cuenta con una superficie de 17.283 hectáreas de bosque maderable.

La información sobre el área de estudio de este trabajo, ha sido retomada de la Enciclopedia de los Municipios de México (1988 a, b, c).