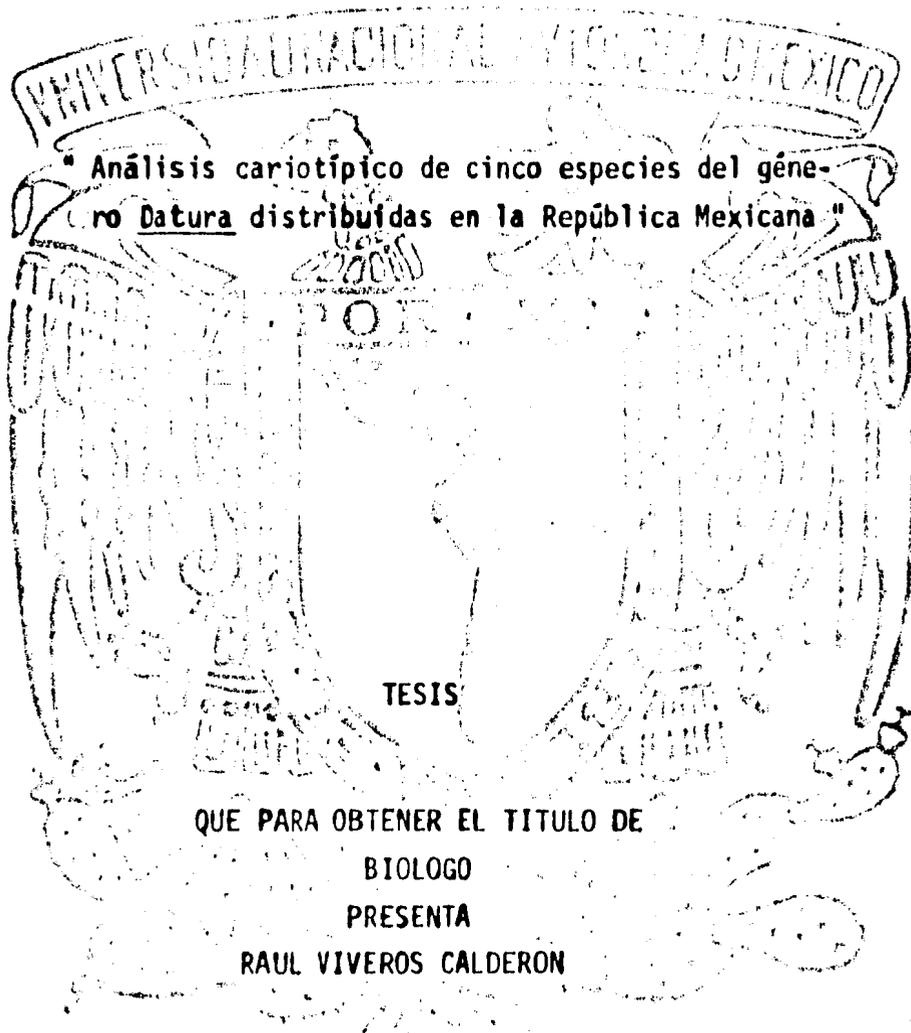


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



"Análisis cariotípico de cinco especies del género Datura distribuidas en la República Mexicana"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO

PRESENTA

RAUL VIVEROS CALDERON

MAYO 1985.



## **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.

## RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el análisis cariotípico que se realizó en las siguientes especies del género Datura: D. stramonium, D. discolor, D. inoxia, D. wrightii, D. lanosa, ésta última una especie nueva todavía no publicada y endémica de México. El nombre común de algunas especies que integran al género es "toloache", la presencia de alcaloides como la tropina y la escopolamina ha hecho de Datura un material valioso tanto farmacológica como etnobotánicamente. El centro de origen y diversificación de las especies de este género es el centro y Noroeste de la República Mexicana. Se discuten los siguientes parámetros: longitud total de cromatina, presencia de cromosomas con constricción secundaria, índices de asimetría TF% y F%, así como se proponen el número básico y el número fundamental para las cinco especies.

## INTRODUCCION

El ADN es el material portador de la información hereditaria, se encuentra constituido por cuatro tipos de nucleótidos. Cada uno de ellos formado por tres componentes: una molécula de azúcar desoxirribosa, un grupo de fosfato y una base nitrogenada que puede ser una purina (adenina o guanina) o una pirimidina (citosina o timina). Los desoxirribonucleótidos de adenina, timina, citosina y guanina se presentan en pares, adenina con timina y citosina con guanina, como consecuencia, la molécula de ADN consta de dos cadenas de nucleótidos, apareadas. La secuencia particular de estos nucleótidos es lo que transfiere la información genética (Smith-Keary, 1979; Watson y Crick, 1953).

La duplicación de la molécula de ADN es semiconservativa, las dos cadenas se separan y cada una de ellas sirve de molde para la formación de una nueva cadena complementaria. El apareamiento es muy exacto y a causa de ello cada molécula hija tiene la misma secuencia de nucleótidos que la molécula progenitora, de este modo la información genética se conserva inalterada (Watson y Crick, 1953).

Se denomina gen a la unidad básica con una secuencia particular de nucleótidos a lo largo de la molécula de ADN y representa una unidad funcional hereditaria que actúa determinando la biosíntesis de un polipéptido específico a menudo una enzima o una sustancia reguladora de la biosíntesis (Rieger et al., 1976).

La información genética se encuentra almacenada en los cromosomas, localizados generalmente dentro del núcleo celular y que caracterizan a las células eucarióticas. Un cromosoma está constituido por una secuencia

lineal y específica de genes ( Rieger et al., 1976).

Las funciones de los cromosomas son: el almacenamiento, duplicación y transmisión de la información hereditaria contenida en los genes. Esto se lleva a cabo gracias a los procesos de la meiosis y la mitosis ( Stebbins, 1971).

La mitosis consiste de una división nuclear que da como resultado dos células hijas cada una de ellas con el mismo número de cromosomas que la célula progenitora . Los cromosomas se duplican en un periodo anterior a la mitosis llamado periodo S o de síntesis . La fase S es precedida por un periodo G1 y seguida por uno G2. En la mitosis se pueden distinguir cuatro estados: profase, metafase, anafase y telofase ( Ayala et al., 1980 ).

La morfología del cromosoma generalmente se estudia en la metafase mitótica que es cuando los cromosomas se han contraído al máximo. Pocos cromosomas son uniformes a lo largo de su longitud, la mayoría muestran regiones localizadas de diferente amplitud o intensidad de tinción- esta diferenciación de la cromatina refleja diferencias en la configuración macromolecular de las nucleoproteínas y puede estar asociada con diferencias en la composición y grado de repetición de la secuencia de bases del ADN ( Dyer, 1979).

Las principales estructuras de reconocimiento que pueden observarse en un cromosoma metafásico como resultado de esta diferenciación son el centromero y las constricciones secundarias ( Dyer, 1979; Lewin, 1980).

El cariotipo es el fenotipo del complemento cromosómico, la suma de todas las características detectables de los cromosomas. El cariotipo es un caracter fenotípico y el análisis de éste permite entender las relacio

nes que existen entre los organismos ( Dyer, 1979; John, 1976).

En el análisis del cariotipo se pueden detectar alteraciones del material genético (mutaciones). Las mutaciones ocurren a tres niveles: cambios en el número de los cromosomas, cambios en la estructura de los mismos y mutaciones puntuales ( John, 1976).

Se analizan seis características en el cariotipo: los números cromosómico, básico y fundamental, tamaño absoluto de los cromosomas, la posición del centrómero y el número de los satélites.

Uno de los primeros datos que se requieren en el análisis cariotípico es el número de los cromosomas que es constante para cada especie. Este número de cromosomas de cualquier célula somática se dice diploide ( $2n$ ) - mientras que en los gametos se reduce a la mitad ( $n$ ) y se dice haploide - los gametos proceden de células especiales que en la meiosis y mediante dos divisiones ( una reductora y otra ecuacional) originan células germinativas, cada una con la mitad de cromosomas que poseía el núcleo madre. El núcleo diploide se restablece en el proceso de la fecundación al formarse el cigoto ( Ayala et al., 1980). El número de cromosomas varía entre límites muy amplios, desde  $2n = 4$  en Haplopappus gracilis hasta 1250 en el poliploide Ophioglossum ( Soto, 1982 ).

Se llama número básico u operacional al menor haploide encontrado en un género, familia, etc. Así, en el caso de los sauces ( Salicaceae) el número básico ( $x$ ) es igual a 19. Este número puede ser o no constante dentro de una categoría sistemática. Por ejemplo, en la familia de la remolacha ( Chenopodiaceae)  $x=9$ , mientras que en otra muy emparentada con ella, a la que pertenecen los claveles ( Caryophyllaceae)  $x$  es notablemente variable: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17 ( Soto, 1982).

En los sauces no todas sus especies tienen el mismo  $2n$ , aunque sí idéntico  $\times (19)$ . Así, hay sauces con  $2n = 38, 76, 114, 152$ , todos múltiplos de 19. Este hecho se llama poliploidía y las especies en que ocurren pueden constituir una serie más o menos numerosa. La poliploidía se origina por cruzamiento (aloploidía) o por autoduplicación de los cromosomas (autopoliploidía). La poliploidía es consecuencia de la duplicación de cromosomas cigóticos o de la no reducción de cromosomas gaméticos. La poliploidía es bastante frecuente en el reino vegetal y representa uno de los mecanismos de formación de nuevas especies (Rieger et al., 1976; Lewis, 1980).

A veces la alteración del número cromosómico no representa un múltiplo del número básico sino una ganancia o pérdida de uno o más cromosomas a este fenómeno se le llama aneuploidía. La variación se puede explicar por la duplicación de un cromosoma aislado, la fragmentación de alguno o su pérdida ocasionada por irregularidades en la distribución de los cromosomas durante la meiosis (Gurdev, 1973; Rieger et al., 1976).

Las ploidías constituyen cambios en el número de los cromosomas. Las alteraciones estructurales son: las deleciones o pérdidas de fragmentos de cromosoma; las inversiones, que ocurren cuando un segmento del cromosoma cambia de posición respecto al resto del cromosoma; las translocaciones, debidas al cambio de un segmento de cromosoma que se une a otro cromosoma (John, 1976).

Tanto las ploidías como las deleciones, inversiones, translocaciones generalmente pueden detectarse si modifican el cariotipo, no así en el caso de las mutaciones puntuales ya que estas implican la sustitución o pérdida de una o más bases y no es posible detectar estas alteraciones en el cariotipo.

La reducción en el tamaño cromosómico como indicativo de avance evolutivo en plantas vasculares fue postulado por vez primera por Delaunay ( 1927), Srivastava (1963) en Vicia faba observó este fenómeno y Stebins ( 1971) menciona que los géneros que pertenecen a familias altamente especializadas como Arabidopsis ( Cruciferae) , Panicum ( Gramineae) tienen cromosomas de tamaño menor que los pertenecientes a plantas vasculares primitivas como Psilotum, Tmesipteris y Lycopodium . Se ha encontrado que esta reducción puede deberse a la eliminación de regiones heterocromáticas. En el género Lathyrus se han realizado análisis de la cromatina, resultando que en la evolución de las especies de este género las regiones heterocromáticas presentan una variación cuantitativa y cualitativa considerable, en tanto la eucromatina se conserva en todas las especies de este género ( Fox, 1972) .

Existen otros autores que consideran que en el transcurso de la evolución de las especies, los cambios en la longitud de los cromosomas no se deben solamente a la eliminación de segmentos heterocromáticos sino también a la duplicación de segmentos cromosómicos que puede resultar en la acumulación de regiones heterocromáticas y en el desarrollo de sistemas de poligenes . Los cambios en el grosor de los cromosomas se deben a diferencias en la espiralización de la cromatina ( Chuksanova, 1969; Mosolov, 1969; Tshinkin, 1968 ) .

En la mayoría de los cromosomas, el centrómero se localiza en una región particular del cromosoma, aunque existen organismos como el dinoflagelado Blastodinium cuyos cromosomas tienen varios puntos de unión -- al huso acromático y no se distingue un centrómero ( Soyer, 1971 ) .

De acuerdo a la posición del centrómero expresada como el índice

centrómerico, los cromosomas se designan acrocéntricos, telocéntricos, metacéntricos y submetacéntricos. Los telocéntricos se originan a partir de birrameos por medio de rupturas en la región centromérica. Igualmente los metacéntricos se pueden originar debido a la fusión de dos telocéntricos. Estas fusiones y fisiones cromosómicas son conocidas como cambios robertsonianos. Los cromosomas submetacéntricos son producidos por inversiones pericéntricas y pérdida de parte de brazos a partir de metacéntricos ( Stebbins, 1971 ).

Levitsky, (1931 ) señala que las especies primitivas tienen en la mayor parte de su complemento cromosómico cromosomas metacéntricos o submetacéntricos ( cariotipo simétrico ) en tanto las especies avanzadas poseen cromosomas acrocéntricos o telocéntricos ( cariotipo asimétrico ). La evolución de un cariotipo asimétrico a partir de uno simétrico ha sido estudiado ampliamente por varios autores ( Babcock, 1937; White, 1945 ). Como ejemplo puede mencionarse que el cariotipo asimétrico de Delphinium ( Ranunculaceae ) está asociado con las flores zigomórficas y sumamente especializadas y géneros de la misma familia con cariotipos menos asimétricos tienen flores menos especializadas ( Stebbins, 1971 ).

El número fundamental ( n.f. = nombre fundamental ) es el número de brazos de cromosomas en un complemento cromosómico ( Mathey, 1945 ). Este número puede o no variar en un género o familia. En la evolución cromosómica la pérdida y deleciones de cromosomas originan disminución del número fundamental, mientras que en las poliploidías se incrementa.

El satélite usualmente aparece como un cuerpo pequeño unido al resto del cromosoma por una hebra delgada, se asocia con el organelo conocido como nucleolo y al cadena que conecta al satélite es un segmento de -

ADN cromosómico que codifica para ARN ribosomal (ARN r). Este ADN ribosomal es altamente repetitivo y está relacionado con la heterocromatina. - El número de genes de ARN ribosomal es proporcional al número de regiones organizadoras de nucleolos. En ocasiones, pueden observarse cromosomas con constricciones secundarias las cuales no se asocian al nucleolo y su función es desconocida. También pueden producirse constricciones secundarias por efecto de agentes tales como los rayos X (Dyer, 1979; Henning, 1970; Jaylet, 1971; Lewin, 1970 ).

Sarbhoy (1980) considera que en la evolución cromosómica de las angiospermas un carácter avanzado es el menor número de cromosomas con satélite ya que en Phaseolus, los cromosomas metacéntricos por delección de parte de los brazos cromosómicos que llevan satélites han dado origen a cromosomas submetacéntricos. Schweizer (1976) encuentra que en la familia de las Compositae, las especies anuales tienen tres pares de cromosomas con constricción secundaria, y las especies perennes poseen solamente dos pares, por lo que concluye que las especies más avanzadas (anuales) tienen un mayor número de satélites que las primitivas (perennes).

En los poliploides se ha hallado una disminución en el número de cromosomas con constricción secundaria, como en Ranunculus ficaria donde los individuos diploides ( $2n=16$ ) tienen un par de cromosomas con satélite, pero los tetraploides tienden a presentar un solo par. Se sugiere que los segmentos heterocromáticos de las regiones organizadoras de nucleolos pueden ser eliminados o condensados en los poliploides (Lewis, 1981)

La especie no es una entidad inmutable ni tampoco puede ser tipificada por un ejemplar, sino por poblaciones, es decir, un conjunto de individuos de la misma especie que ocupan una extensión definida (en tiempo y espacio) bajo determinadas condiciones ambientales y que por

cruzamiento ( siempre que se trate de poblaciones con reproducción sexual ) intercambian su material genético, son complejos dinámicos, no estáticos ni fortuitos.

En la actualidad la exploración sistemática cuidadosa de un grupo de plantas o animales ya no se limita a claves, descripciones y material consultado sino que, por lo general tiene algo que cambia el panorama, que lo enriquece. Las monografías actuales aportan más elementos de juicio que permiten el desarrollo y establecimiento de relaciones de parentesco sobre bases más amplias y sólidas ( Soto, 1982 ).

La aceptación general de la evolución ha llevado a sopesar y juzgar los caracteres que definen los peldaños de la taxonomía a partir de otros patrones. Este proceso implica la adquisición de nuevos atributos en un grupo, que se denominan avanzados o especiales por oposición a primitivos o generales ( Soto, 1982 ).

Entre estos patrones se tiene el uso de los caracteres aportados por los cromosomas para resolver problemas sistemáticos tales como la diferenciación de entidades en grupos críticos y las relaciones de parentesco, este análisis cromosómico aplicado a la taxonomía forma parte de la citogenética.

Estudios citogenéticos y citotaxonomicos se aplican cada vez más frecuentemente para resolver problemas filogenéticos. Por ejemplo, Nicotiana ( Solanaceae ) que es un género con cerca de 60 especies ha sido estudiado ampliamente, y al correlacionar los patrones de distribución y las diferencias morfológicas con aspectos cromosómicos, se demostró que este género está compuesto de tres subgéneros y once secciones ( Soto, 1982 ).

La familia Solanaceae está constituida por plantas herbáceas o leñosas con hojas alternas o simples y sin estípulas, las flores son actinomorfas o ligeramente zigomorfas, hermafroditas y solitarias en las axilas de las hojas; el caliz es pentadentado, la corola gamopétala, pentalobada, tubular o estrellada con cinco estambres alternos con los lóbulos de la corola, el fruto es capsular o abayado. Esta familia es de interés económico, muchos de sus representantes son plantas de cultivo: Solanum tuberosum (papa), Lycopersicon esculentum (tomate), Capsicum frutescens (chile), Nicotiana tabacum (tabaco), etc. La familia cuenta con cerca de 90 géneros y más de 2000 especies distribuidas en las zonas templadas y tropicales de todo el mundo ( Sánchez, 1968 ).

Esta familia probablemente tiene un origen polifilético y está relacionada con la familia Scrophulariaceae y ambas derivaron de la familia Linaceae . Solanaceae incluye cinco tribus: Nicandreae, Solaneae, Datureae, Cestreae y Salpiglossideae ( Lawrence, 1963 ).

La tribu Datureae está constituida por los géneros Datura y Brugmansia. Datura es una herbácea de vida corta con flores erectas que cierran de día y abren de noche, el caliz abre en cinco lóbulos, siendo la cápsula dehiscente con pericarpio usualmente espinoso; en tanto Brugmansia es arbustiva o leñosa con flores pendulosas que permanecen abiertas todo el día y el caliz abre por un lado, siendo el fruto una baya indehiscente con pericarpio liso ( Barclay, 1959; Bye, 1982 ).

Estas características son adaptaciones para poder sobrevivir en medios semiáridos.

En la República Mexicana se distribuyen las siguientes especies de Datura : D. stramonium L., D. discolor Bernh., D. ceratocaula Ort., -

D. inoxia Mill., D. wrightii Regel, D. reburra Barclay, D. kimatocarpa - Barclay, D. quercifolia HBK., y D. lanosa Barclay ex Bye ined. (Avery, - 1959, Bye, 1982).

Los centros de origen y distribución de Datura son el suroeste de Estados Unidos y el noroeste y centro de la República Mexicana (Avery, 1959).

Los diversos órganos de las especies de Datura contienen alcaloides entre los que predominan los derivados del núcleo tropano: hiosciamina, escopolamina y atropina. Las tasas de estos compuestos pueden variar fuertemente según los estadios ontogénicos y bajo diversas condiciones del medio ambiente (Brachet, 1981).

La concentración de los alcaloides es diferente de una especie a otra y depende además del órgano analizado (Adzet et al., 1979).

La atropina es el alcaloide más usado en la medicina ya que se utiliza para dilatar la pupila, para contrarrestar el efecto depresivo provocado por la morfina, como antídoto contra los insecticidas altamente tóxicos como el tetraetilpírofosfato (Spurná et al., 1981).

Los efectos hipnóticos que siguen a la ingestión de casi cualquier parte de la planta son conocidos desde hace mucho tiempo y se han aprovechado en América en las ceremonias religiosas, en la adivinación oracular y en la predicción de eventos futuros. Los aztecas utilizaban a D. stramonium y a D. inoxia contra casi todas las enfermedades y consideraban sus semillas como objeto sagrado. Los indígenas norteamericanos hacían uso de Datura en ceremonias de iniciación de los adolescentes. Se han hallado en Estados Unidos evidencias arqueológicas del conocimiento de este género tales como artefactos de cerámica en forma de

los frutos de Datura (Avery, 1959; Litzinger, 1981).

Los códigos Badiano, Florentino y de Francisco Hernández hacen referencia a D. stramonium, D. inoxia y D. ceratocaula, las que fueron empleadas por sus propiedades medicinales y psicotrópicas (Bye, 1982).

En México a las especies del género se les conoce con diversos nombres étnicos: toloache, toloatzin, chamico, hierba del diablo, tepate, tlapa, etc. La administración por vía oral produce estados de estupor, desorientación, confusión, percepción distorsionada, alteraciones motoras y demencia (Bristol, 1969; Díaz, 1976).

Existen trabajos taxonómicos, ecológicos y etnobotánicos sobre Datura, por ejemplo, la especie más recientemente descrita fue Datura velutinosa en Cuba (Fuentes, 1980; Lemordan, 1981).

Otros aspectos que se han estudiado son el embriológico y el molecular, como en Datura inoxia, donde se han caracterizado fracciones altamente repetitivas de ADN satélite rico en G-C, se han obtenido individuos haploides a partir del cultivo de granos de polen (Saavedra et al., 1980; Sangwan-Norrel, 1981, 1982).

No se han realizado estudios citogenéticos formales en Datura y los reportes indican solo números cromosómicos. Se han publicado los de D. discolor, D. inoxia, D. ceratocaula, D. stramonium, D. wrightii, D. leichardtii, D. pruinosa y D. meteloides, todas con  $2n = 24$  (Federov, 1974; Goldblatt, 1981; Moore, 1982; Spurná, et al., 1981).

Bara (1981) es el único autor que propone el número básico  $x = 12$ . En D. stramonium y D. wrightii se menciona la existencia de aneuploides (Gurdev, 1973; Spurná, et al., 1981).

La única revisión taxonómica amplia de Datura fue hecha por

Barclay (1959) donde se reconocen nueve especies de Datura, pero pueden encontrarse hasta 14 especies biológicas y hallarse más de 50 nombres - publicados para este género ( Bye, 1982 ).

Datura lanosa, una especie endémica de México aún no publicada, todavía no tiene una situación taxonómica definida en un principio - fue considerada como una subespecie de D. inoxia.

La carencia de información adecuada, dada la importancia etno- botánica y farmacológica de Datura, el establecimiento de las relaciones interespecíficas del género y la contribución a definir la situación taxonómica de D. lanosa hacen necesario un estudio cariotípico de las especies que se distribuyen en la República Mexicana.

Este trabajo tiene como objetivo conocer los números básico, cromosómico y fundamental de las siguientes especies: D. stramonium, D. discolor, D. inoxia, D. wrightii y D. lanosa; elaborar sus cariotipos y analizar sus semejanzas y diferencias; así como sus índices de asimetría F% y TF% y su longitud total de cromatina . Se espera que con toda esta información y las características fitogeográficas se puedan entender las relaciones interespecíficas y las tendencias evolutivas en estas especies . De esta manera se dará un apoyo al conocimiento biosistemático además de contribuir al conocimiento de los mecanismos que involucran cambios citogenéticos y que han operado en la evolución del género Datura.

## MATERIAL Y METODO

En la siguiente lista se muestra el material biológico con el que se realizó la investigación.

Especie	Colector y año	Localidad
<u>D. stramonium</u>	R. Bye 1981	Iztapalapa, D.F.
	R. Viveros, 1983	Morelia, Mich.
<u>D. discolor</u>	R. Bye, 1983	Acayucan, Ver.
	E. Lott, 1982	Chameja, Jal.
<u>D. inoxia</u>	F. Chiang, 1982	Arroyo Seco, Que.
	G. Palomino, 1983	Yucatán.
<u>D. wrightii</u>	R. Bye, 1982	Guachóchtic, Chih.
<u>D. lanosa</u>	R. Bye, 1982	Barranca de Batopil las, cerca de la Bu fa, Chih.
	R. BYe, 1982	Suroeste de la Barran ca de Batopilas, Chih.

Las características morfológicas de las cinco especies se indican en la tabla 1 y su distribución aparece en el mapa anexo.

### GERMINACION

Las semillas pertenecientes al laboratorio de Citogenética del Jardín Botánico de la UNAM fueron escarificadas y 'puestas a remojar en 100 ml. - de agua destilada a 20 °C y burbujeadas con bomba de aire por 24 horas. -

con el objeto de acelerar la germinación. Se seleccionaron semillas para obtener diez plántulas de cada colecta.

Para evitar que las semillas se contaminaran con hongos y con bacterias, terminado el burbujeo se transfirieron a una solución de hipoclorito de sodio al 5% y las semillas se sembraron dentro de cajas Petri previamente esterilizadas en un autoclave. Estas cajas contenían una capa de papel filtro y una de algodón humedecidas con agua destilada. Las cajas con las semillas se envolvieron con papel aluminio y se mantuvieron en una estufa a 30°C hasta su germinación. De las plántulas con raíces secundarias se tomaron los meristemas radiculares.

#### ENRAIZAMIENTO

Cuando las plántulas tenían sus dos primeras hojas se trasladaron a macetas con vermiculita (medio inerte) siendo alimentadas con solución de sales Hoagland cuya composición se muestra en la tabla 2. Al momento en que los individuos alcanzaron aproximadamente diez centímetros de altura se plantaron en un medio compuesto por dos partes de tierra de hoja y una de tierra negra y se colocaron en los invernaderos del Jardín Botánico.

#### OBTENCION DE MERISTEMOS RADICULARES

Los meristemas radiculares elegidos para la observación de células en metafase provenían de una raíz secundaria y estaban en división celular activa lo que se asociaba al color blanco de la raíz. Se cortaron entre 1.0 y 1.5 cm de raíces, se lavaron con agua destilada y se introdujeron en tubos con una solución de 8-hidroxiquinoleína 0.002M anotando la fecha, especie, individuo y tiempo de pretratamiento. Los tubos se conservaron en la obscuridad durante cinco horas a 18°C. Transcurrido este tiempo, los meristemas se lavaron con agua destilada y se fijaron con una so-

lucción fresca de Farner (alcohol absoluto-ácido acético, 3:1). La hora óptima para cortar los meristemas fue a las 7:00 AM. La 8-hidroxiquinoleína actúa sobre el huso acromático disociándolo e inhibiendo su formación, acentuando la contracción de los cromosomas los cuales se conservan contraídos durante la metafase (Parmentier, 1952; Sentein, 1970).

#### OBTENCION DE CELULAS EN METAFASE

Las puntas de raíz se sometieron a hidrólisis en HCl 1N a 60°C durante diez minutos. Esta hidrólisis suave libera los grupos aldehído de las bases púricas y de los carbohidratos del ADN. El siguiente paso fue colocar las raíces hidrolizadas en solución de Feulgen a temperatura ambiente una hora, aquí se involucra una reacción entre los grupos aldehído liberados por la hidrólisis del ADN y el compuesto ácido sulfuroso de fucsina - (García, 1977). Se agregó celulosapéctinasa al 5% (pH 4) para que el tejido se ablandara.

Los meristemas se colocaron en un portaobjetos, se les añadió una gota de acetorceína al 1%, se golpeo el cubreobjetos suavemente para lograr una mejor separación del tejido. Cuando las células se encontraban dispuestas en una sola capa y si se observaban cromosomas se presionó sobre cubreobjetos con una goma de lápiz para separarlos. Las observaciones se hicieron con el microscopio en campo claro.

Se colocó la preparación en un trozo de hielo seco, se dejó congelar cerca de 15 minutos y con un bisturí se separaron el portaobjetos y el cubreobjetos, ambos se sumergieron en alcohol absoluto dos veces y se dejaron secar. Se añadió una gota de bálsamo de Canada sobre el tejido y se colocó de nuevo el cubreobjetos sobre el portaobjetos. Las preparaciones se mantuvieron en una estufa durante una semana. Se analizaron veinte cé-

lulas por especie provenientes de cinco plantas por colecta.

#### DETERMINACION Y ANALISIS DEL CARIOTIPO

De cada especie se seleccionaron cinco células en metafase y se fotografiaron en un fotomicroscopio Carl Zeiss y se amplificaron en una amplificadora Besseler Dichro 67. Los cromosomas se dibujaron con el auxilio de una cámara lúcida Carl Zeiss, enseguida se recortaron y se ordenaron por parejas de homólogos de acuerdo a su tamaño y posición del centrómero (Levan, et al., 1964).

A los cromosomas se les tomaron las siguientes medidas: longitud total y longitud de los brazos corto y largo. A partir de estos datos se determinó el índice centromérico y los índices de asimetría F% y TF%.

Índice centromérico (Levan, et al., 1964):

$$I.C. = \frac{p}{p+q} (100) \quad \begin{array}{l} p = \text{longitud del brazo corto} \\ q = \text{longitud del brazo largo} \end{array}$$

Índices de asimetría (Sinha y Roy, 1979):

$$F\% = \frac{\text{longitud del brazo corto}}{\text{long. total del cromosoma}} (100)$$
$$TF\% = \frac{\text{Suma total de la longitud de los brazos cortos}}{\text{Suma total de la longitud de los cromosomas}} (100)$$

Se obtuvo la media, la desviación típica y el error standard a partir de las mediciones de cinco complementos cromosómicos para cada una de las especies.

Para obtener el número fundamental se asignó a los cromosomas metacéntricos y submetacéntricos el valor numérico de dos para cada par de homólogos.

Para saber si el valor promedio de la longitud total de cromatina es o no significativamente diferente en las cinco especies de Datura, se aplicó la prueba de F (análisis de varianza).

ESPECIE	COROLA	CALIZ	SEMILLAS	ANTERAS	FRUTO
<u>D. stramonium</u>	Pentalobada, blanca, 6-10 cm. de longitud y 3 a 4 cm de ancho.	Mitad de largo que la corola.	negras $\pm$ 3mm de longitud.	purpuras, blancas.	Cápsula erecta, ovoide, de 5 a 7 cm de ancho y de 3-5 cm de ancho'.
<u>D. discolor</u>	blanca, violacea-10-dentada, 10-16 cm. de largo.	4-6 cm de largo	negras, 3-4 mm.	blancas	Ovoide, 6-7. cm de largo, 4a 6 cm de ancho, cápsula colgante.
<u>D. inoxia</u>	blanca, 10 dentada 15-18 cm largo, 10 cm ancho.	mitad de largo de la corola.	cafes, 5 mm.	blancas.	Ovoide, 6-6.5 cm de diámetro.
<u>D. wrightii</u>	Blanca, 10 dentada 17-19 Cm largo y 15 cm ancho.	mitad de largo que la corola.	cafés, 6 mm.	blancas	Cápsula globosa, 5cm de diámetro <sup>17</sup> espinas cortas.
<u>D. lanosa</u>	blanca, 10-dentada 15-18 cm largo y 10 ancho.	mitad de largo de la corola.	cafés, 5 mm.	blancas.	pelos lanosos en el fruto, espinas largas.

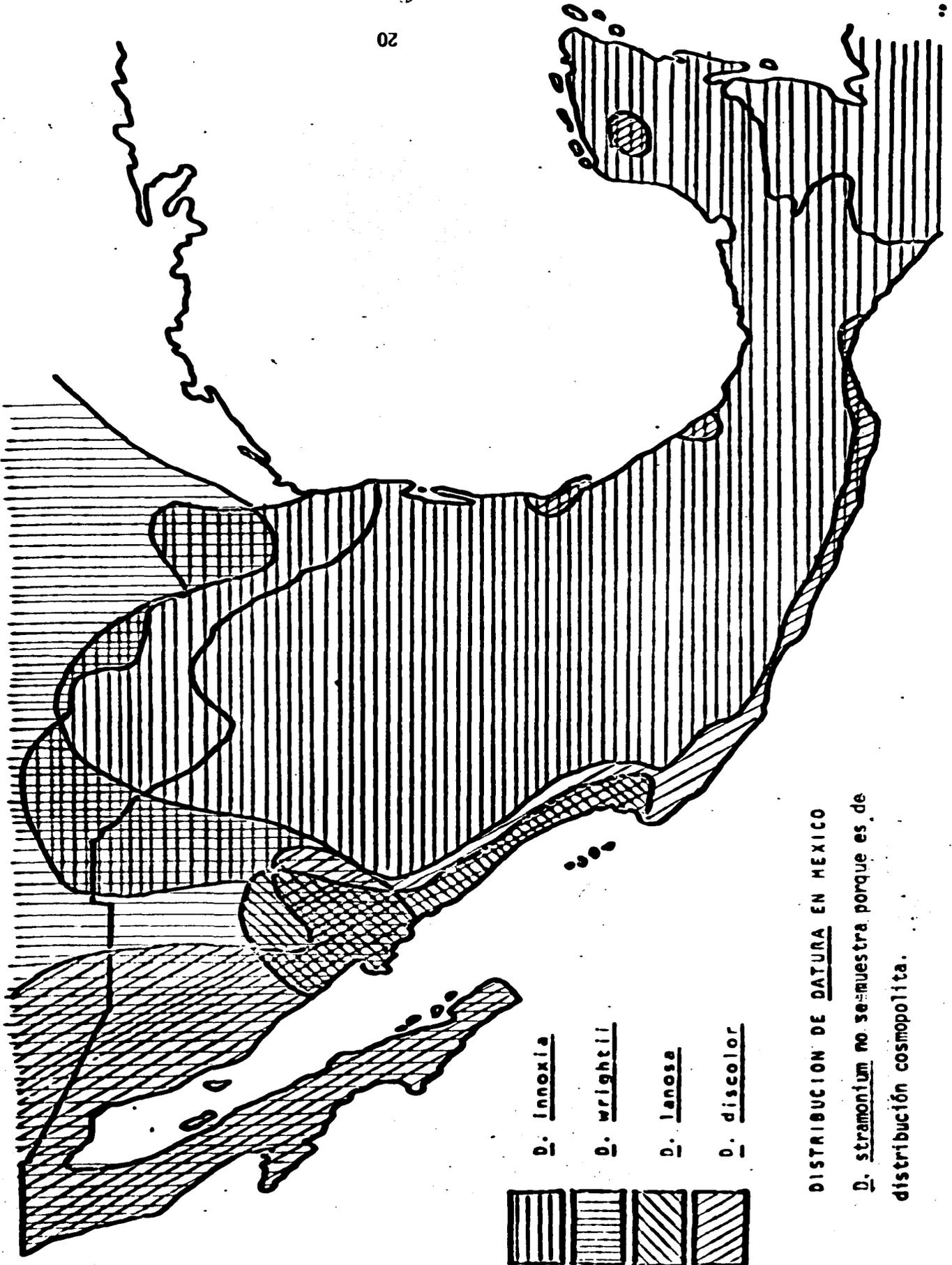
**TABLA 2. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS ESPECIES DE DATURA EN LAS QUE SE LLEVO A CABO EL ANALISIS DEL CARIOTIPO.**

ESPECIE	TALLO	HOJAS
<u>D. stramonium</u>	0.5-2 m de alto verde	5-15 cm de largo, ovadas, levemente dentadas glabras.
<u>D. discolor</u>	1.5 m de alto verde	Ovadas, dentadas, casi enteras poco pubescentes.
<u>D. inoxia</u>	2 m de alto. verde.	ovadas, enteras, con pelos.
<u>D. wrightii</u>	1 m de alto verde	desigualmente dentadas, asimétricas en la base, casi enteras, pubescentes.
<u>D. lanosa</u>	1-2 m de alto. verde.	enteras con pelos.

Tabla 1. (continuación). Características morfológicas de las especies de Datura en las que se llevó a cabo el análisis del cariotipo.

SOLUCION BASE (g/l).	cc de solución base para usarse por litro de agua(cc/litro).
115.1 NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1
101.1 KNO <sub>3</sub>	6
164.1 Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4
120.4 MgSO <sub>4</sub>	2
2.86 H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1
1.81 MnCl <sub>2</sub> :4H <sub>2</sub> O	1
0.22 ZnSO <sub>4</sub> :7H <sub>2</sub> O	1
0.08 CuSO <sub>4</sub> :5H <sub>2</sub> O	1
0.02 H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> :H <sub>2</sub> O	1

Tabla 2.- Composición de sales de la solución de Hoagland.



-  D. innoxia
-  D. wrightii
-  D. lanosa
-  D. discolor

**DISTRIBUCION DE DATURA EN MEXICO**

D. stramonium no se muestra porque es de distribución cosmopolita.

## RESULTADOS

Las cinco especies mostraron un número diploide igual a 24. El número de brazos de cromosomas  $n.f. = 24$  es el mismo para todas las especies.

Datura stramonium tiene cromosomas metacéntricos cuyo intervalo de longitud es  $1.55 - 3.19 \mu\text{m}$ . Existen cuatro pares de cromosomas con satélites, la longitud total de cromatina en esta especie es de  $57.74^{\pm} 0.84 \mu\text{m}$  y el índice F% es igual a  $41.53 - 49.93$  siendo el TF% = 44.34 (Tablas 3 y 8), Figs. 1A y 2A).

Datura discolor tiene un par de cromosomas submetacéntricos, y el resto son metacéntricos, el intervalo de longitud de ellos es  $1.52 - 2.95 \mu\text{m}$ , existen cuatro pares de cromosomas con constricción secundaria. La longitud total de cromatina es  $53.75^{\pm} 0.83 \mu\text{m}$ . Los índices de asimetría de esta especie son TF% = 44.02 y F% =  $31.50 - 49.56$  (Tablas 4 y 8, Figs. 1B y 2B).

Datura wrightii al igual que la primera tiene en su complemento cromosómico somático cromosomas metacéntricos, la longitud de ellos está entre  $1.55 - 2.68 \mu\text{m}$ ; la longitud total de cromatina es de  $50.19^{\pm} 0.89 \mu\text{m}$ , el índice TF% es 46.06 y el intervalo del índice F% es  $41.62 - 49.04$  (Tablas 5 y 8, Figs. 1C y 2C).

Datura innoxia presenta únicamente cromosomas metacéntricos, el intervalo de longitud de los mismos es  $1.24 - 2.30 \mu\text{m}$ . La longitud total de cromatina es  $44.36^{\pm} 0.95 \mu\text{m}$ . Los índices de asimetría son TF% = 45.58 y el intervalo de F% =  $42.73 - 48.38$ . (Tablas 6 y 8, Figs. 1D y 2D).

Datura lanosa, con solamente cromosomas metacéntricos cuyo intervalo de longitud es  $1.67 - 2.53 \mu\text{m}$  tiene una longitud total de cromati

na de  $50.32 \pm 0.70 \mu\text{m}$ . El índice de asimetría es igual a  $TF\% = 45.33$  y el  $F\% = 41.14-49.01$  ( Tablas 7 y 8, Figs. 1E y 2E ).

D. lanosa, D. inoxia y D. wrightii tienen tres pares de cromosomas con satélites, las dos últimas con un par cromosómico con constricción secundaria en ambos brazos.

La prueba de F da como resultado un valor de F real (28.44) mayor que el valor F teórico ( 2.60), a un nivel de confianza del 1% por lo que se muestra que las longitudes medias totales de cromatina sí son sig-nificativamente diferentes en las cinco especies de Datura analizadas .

N°	p	q	Lt	I.C.	L
1	0.75 <sup>++</sup> ± 0.03	0.80 <sup>+</sup> ± 0.04	1.55 <sup>++</sup> ± 0.06	48.39	m
2	0.83 <sup>+</sup> ± 0.03	1.06 <sup>+</sup> ± 0.03	1.89 <sup>+</sup> ± 0.05	43.92	m
3	0.93 ± 0.01	1.00 ± 0.02	1.93 ± 0.02	48.18	m
4	0.93 ± 0.04	1.21 ± 0.03	2.14 ± 0.07	43.46	m
5	1.11 ± 0.01	1.14 ± 0.01	2.25 ± 0.01	49.33	m
6	1.01 ± 0.03	1.29 ± 0.02	2.30 ± 0.04	43.91	m
7	1.11 ± 0.05	1.24 ± 0.03	2.35 ± 0.04	47.23	m
8	1.03 ± 0.03	1.45 ± 0.02	2.48 ± 0.04	41.53	m
9	1.08 ± 0.02	1.42 ± 0.01	2.50 ± 0.02	43.20	m
10	1.24 ± 0.03	1.34 ± 0.03	2.58 ± 0.04	48.06	m
11	1.29 ± 0.02	1.32 ± 0.01	2.61 ± 0.02	49.43	m
12	1.39 ± 0.01	1.80 ± 0.04	3.19 ± 0.05	43.51	m

TABLA 3. Longitudes de los cromosomas de D. stramonium en  $\mu\text{m}$ .

N°= número de cromosoma, p=longitud del brazo corto

q= longitud del brazo largo Lt=longitud total

I.C.= índice centromérico. L= Clasificación del cromosoma según Levan et al. (1954).

m=metacéntrico.

Las longitudes corresponden al promedio de cinco mediciones con desviación típica.

N°	p	q	Lt	I.C.	L
1	0.65 <sup>±</sup> 0.01	0.96 <sup>±</sup> 0.02	1.51 <sup>±</sup> 0.02	43.04	m
2	0.57 <sup>±</sup> 0.06	1.24 <sup>±</sup> 0.04	1.81 <sup>±</sup> 0.09	31.50	sm
3	0.85 <sup>±</sup> 0.03	0.96 <sup>±</sup> 0.04	1.81 <sup>±</sup> 0.02	46.96	m
4	0.80 <sup>±</sup> 0.04	1.27 <sup>±</sup> 0.04	2.07 <sup>±</sup> 0.05	38.65	m
5	0.74 <sup>±</sup> 0.04	1.34 <sup>±</sup> 0.05	2.08 <sup>±</sup> 0.08	35.57	m
6	1.11 <sup>±</sup> 0.02	1.14 <sup>±</sup> 0.01	2.25 <sup>±</sup> 0.02	49.33	m
7	0.98 <sup>±</sup> 0.03	1.34 <sup>±</sup> 0.03	2.32 <sup>±</sup> 0.03	42.24	m
8	1.14 <sup>±</sup> 0.01	1.36 <sup>±</sup> 0.01	2.50 <sup>±</sup> 0.01	45.60	m
9	1.03 <sup>±</sup> 0.07	1.50 <sup>±</sup> 0.06	2.53 <sup>±</sup> 0.08	40.71	m
10	1.21 <sup>±</sup> 0.03	1.47 <sup>±</sup> 0.01	2.68 <sup>±</sup> 0.05	45.15	m
11	1.29 <sup>±</sup> 0.02	1.45 <sup>±</sup> 0.02	2.64 <sup>±</sup> 0.02	48.86	m
12	1.27 <sup>±</sup> 0.03	1.68 <sup>±</sup> 0.05	2.95 <sup>±</sup> 0.04	43.05	m

TABLA 4. Longitudes de los cromosomas de D. discolor en  $\mu\text{m}$ .

N°= número de cromosoma. q=brazo corto p=brazo largo.

Lt= longitud total I.C.=índice centromérico.

L= clasificación del cromosoma según Levan et al. ( 1964 ).

m=metacéntrico sm=submetacéntrico.

Las longitudes corresponden al promedio de cinco mediciones con desviación típica.

N°	p	q	Lt	I.C.	L
1	0.75± 0.01	0.80± 0.01	1.55± 0.03	48.39	m
2	0.77± 0.01	1.03± 0.01	1.80± 0.01	42.27	m
3	0.80± 0.03	1.03± 0.02	1.83± 0.04	43.72	m
4	0.77± 0.01	1.08± 0.02	1.85± 0.02	41.62	m
5	0.85± 0.05	1.03± 0.04	1.89± 0.08	45.21	m
6	0.93± 0.04	1.03± 0.04	1.96± 0.07	47.455	m
7	1.03± 0.01	1.11± 0.02	2.14± 0.04	48.13	m
8	1.11± 0.01	1.21± 0.03	2.32± 0.03	47.84	m
9	1.08± 0.02	1.29± 0.03	2.37± 0.05	45.56	m
10	1.08± 0.05	1.39± 0.06	2.47± 0.08	43.72	m
11	1.29± 0.03	1.34± 0.03	2.63± 0.03	49.04	m
12	1.21± 0.04	1.21± 0.05	2.68± 0.08	45.14	m

TABLA 5. Longitudes de los cromosomas de *D. wrightii* ( en  $\mu\text{m}$  ).

N°= número de cromosoma. p=longitud del brazo corto.

q= longitud del brazo largo. Lt= longitud total.

I.C.= índice centrómerico L = clasificación según Levan et al. (1964).

m= metacéntrico. Las longitudes son promedios de cinco mediciones con desviación típica.

N°	p	q	Lt	I.C.	L.
1	0.57 ± 0.06	0.67 ± 0.07	1.24 ± 0.09	45.97	m
2	0.77 ± 0.01	0.83 ± 0.01	1.60 ± 0.02	48.13	m
3	0.83 ± 0.03	0.96 ± 0.03	1.79 ± 0.06	46.37	m
4	0.80 ± 0.04	1.00 ± 0.05	1.80 ± 0.08	44.44	m
5	0.90 ± 0.04	0.96 ± 0.04	1.86 ± 0.04	48.38	m
6	0.90 ± 0.01	1.03 ± 0.01	1.93 ± 0.01	46.63	m
7	0.88 ± 0.01	0.96 ± 0.01	1.84 ± 0.02	47.83	m
8	0.93 ± 0.03	1.03 ± 0.03	1.96 ± 0.05	47.45	m
9	0.85 ± 0.05	1.14 ± 0.04	1.99 ± 0.08	42.71	m
10	0.88 ± 0.03	1.19 ± 0.02	2.07 ± 0.04	42.51	m
11	0.93 ± 0.01	1.24 ± 0.02	2.17 ± 0.03	42.86	m
12	1.03 ± 0.02	1.27 ± 0.01	2.30 ± 0.03	44.78	m

TABLA 6. Longitudes de los cromosomas de *D. innoxia* (en  $\mu\text{m}$ )

N°=número del cromosoma, p=longitud del brazo corto

q=longitud del brazo largo, Lt=longitud total

I.C.= índice centromérico. L=clasificación según Levan et al (1964)

m=metacéntrico.

Las longitudes son el promedio de cinco mediciones con desviación típica.

N°	p	q	Lt	I.C.	L.
1	0.57 ± 0.06	0.67 ± 0.07	1.24 ± 0.09	45.97	m
2	0.77 ± 0.01	0.83 ± 0.01	1.60 ± 0.02	48.13	m
3	0.83 ± 0.03	0.96 ± 0.03	1.79 ± 0.06	46.37	m
4	0.80 ± 0.04	1.00 ± 0.05	1.80 ± 0.08	44.44	m
5	0.90 ± 0.04	0.96 ± 0.04	1.86 ± 0.04	48.38	m
6	0.90 ± 0.01	1.03 ± 0.01	1.93 ± 0.01	46.63	m
7	0.88 ± 0.01	0.96 ± 0.01	1.84 ± 0.02	47.83	m
8	0.93 ± 0.03	1.03 ± 0.03	1.96 ± 0.05	47.45	m
9	0.85 ± 0.05	1.14 ± 0.04	1.99 ± 0.08	42.71	m
10	0.88 ± 0.03	1.19 ± 0.02	2.07 ± 0.04	42.51	m
11	0.93 ± 0.01	1.24 ± 0.02	2.17 ± 0.03	42.86	m
12	1.03 ± 0.02	1.27 ± 0.01	2.30 ± 0.03	44.78	m

TABLA 6. Longitudes de los cromosomas de *D. innoxia* (en  $\mu\text{m}$ )

N°=número del cromosoma, p=longitud del brazo corto

q=longitud del brazo largo, Lt=longitud total

I.C.= índice centromérico. L=clasificación según Levan et al (1964)

m=metacéntrico.

Las longitudes son el promedio de cinco mediciones con desviación típica.

Nº	p	q	Lt	I.C.	L
1	0.77 ± 0.02	0.90 ± 0.01	1.67 ± 0.03	46.11	m
2	0.72 ± 0.01	1.03 ± 0.01	1.75 ± 0.03	41.14	m
3	0.83 ± 0.06	0.93 ± 0.06	1.76 ± 0.09	47.16	m
4	0.85 ± 0.03	1.11 ± 0.02	1.96 ± 0.04	43.37	m
5	0.93 ± 0.01	1.11 ± 0.04	2.04 ± 0.05	45.59	m
6	1.03 ± 0.02	1.14 ± 0.02	2.17 ± 0.01	47.47	m
7	0.93 ± 0.01	1.27 ± 0.02	2.20 ± 0.03	42.27	m
8	1.03 ± 0.02	1.19 ± 0.02	2.22 ± 0.02	46.39	m
9	0.96 ± 0.03	1.12 ± 0.02	2.25 ± 0.04	42.67	m
10	0.96 ± 0.02	1.29 ± 0.01	2.25 ± 0.02	42.67	m
11	1.14 ± 0.01	1.24 ± 0.01	2.38 ± 0.01	47.90	m
12	1.24 ± 0.02	1.29 ± 0.02	2.53 ± 0.02	49.01	m

**TABLA 7** Longitud de los cromosomas de D. lanosa (en  $\mu\text{m}$ )

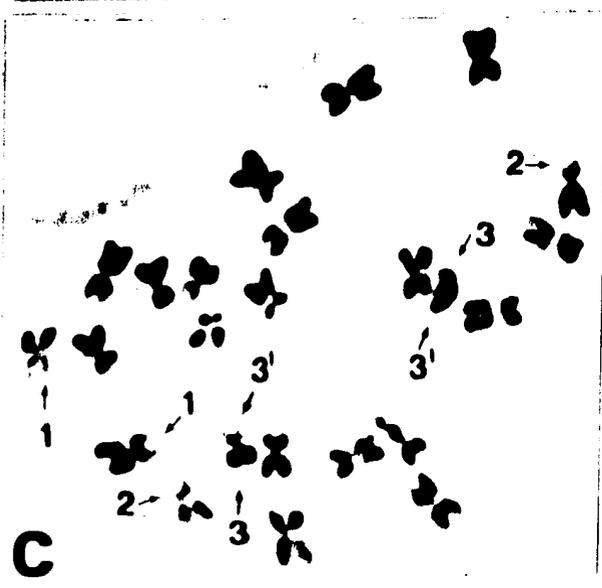
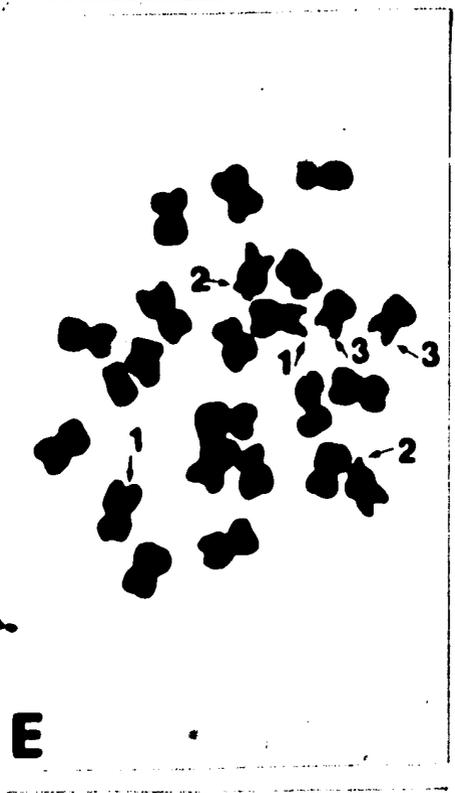
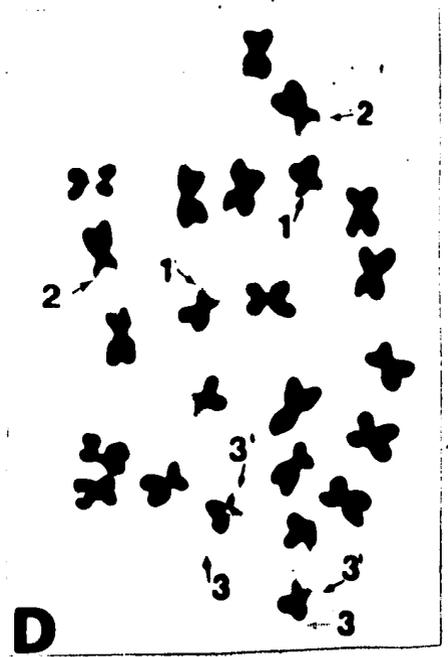
Nº=número del cromosoma. p=longitud del brazo corto

q=longitud del brazo largo Lt= longitud total

I.C.=Índice centromérico. L=clasificación según Levan **et. al. (1964)**.

m=metacéntrico.

**Las longitudes corresponden a la media de cinco mediciones con desviación típica.**



10 μm

Figura 1. Células somáticas de:  
 A, D. stramonium. B, D. discolor.  
 C, D. wrightii. D, D. inoxia.  
 E, D. lanosa. Los números mues-  
 tran los cromosomas con satélite.

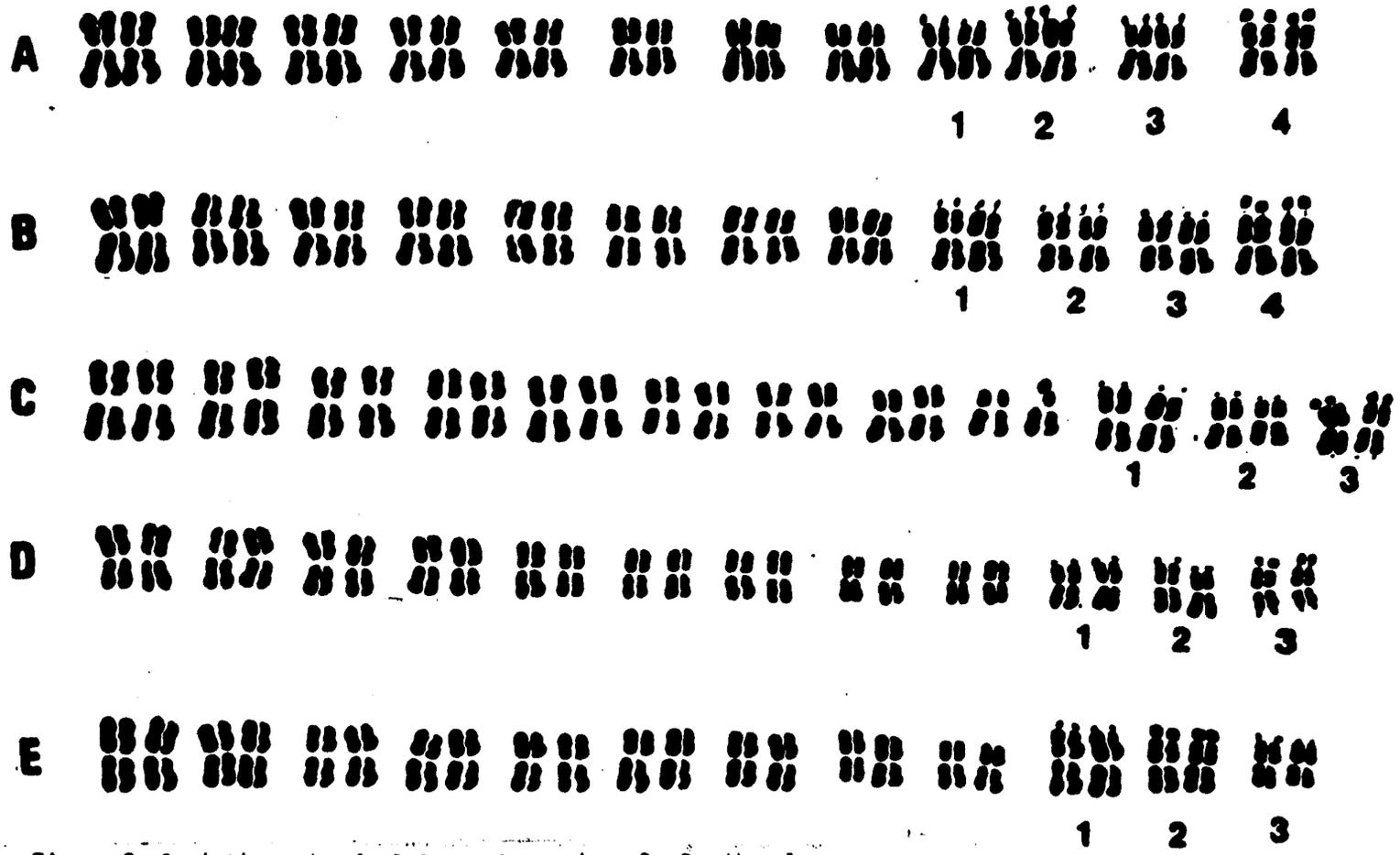


Figura 2. Cartotipos de: A. Datura stramonium; B. D. discolor;  
 C. D. wrightii; D. D. inoxia;  
 E. D. innoxia. Los números señalan a  
 los cromosomas con satélite.

ESPECIE	2n	FORMULA CARIOTIPICA	LONG. TOTAL DE CROMATINA ( $\mu\text{m}$ ) ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ )	n. f.	TF%	F%	x	INTERVALO DE LONGITUD DE CROMOSOMAS ( $\mu\text{m}$ ).	CONSTRICION SECUNDARIA
<u>D. stramonium</u>	24	12m	57.74 $\pm$ 0.84	24	44.34	41.53-49.43	12	1.55-3.19	4m
<u>D. discolor</u>	24	11m + 1sm	53.75 $\pm$ 0.83	24	44.02	31.50-49.56	12	1.51-2.95	3m+1sm
<u>D. innoxia</u>	24	12m	44.36 $\pm$ 0.95	24	45.58	42.71-48.38	12	1.24-2.30	3m
<u>D. wrightii</u>	24	12m	50.19 $\pm$ 0.89	24	46.00	41.62-49.04	12	1.55-2.68	3m
<u>D. lanosa</u>	24	12m	50.32 $\pm$ 0.70	24	45.33	41.14-49.01	12	1.67-2.53	3m

TABLA 8 ANALISIS CARIOTIPICO DE CINCO ESPECIES MEXICANAS DEL GENERO DATURA .

n. f. = número fundamental      x = número básico      m = metacéntrico      sm = submetacéntrico

$S\bar{x}$  = error standar.

## DISCUSION

El complemento cromosómico  $2n = 24$  fue uniforme para las cinco especies analizadas lo que es congruente con reportes previos de los números cromosómicos para Datura discolor, D. inoxia, D. stramonium y D. wrightii (Federov, 1974; Goldblatt, 1981; Moore, 1982; Spurná, et al., 1981; Vasudevan, 1975). En ninguna se detectó la presencia de cromosomas supernumerarios y el único reporte que menciona cromosomas adicionales al complemento de D. stramonium y D. wrightii es el de Spurná, et al (1981), que encontró en células metafásicas 25 cromosomas en ambas especies. Los cromosomas adicionales son denominados por Spurná como microcromosomas. La existencia de aneuploidías en D. stramonium ha sido reportada por Gurdev (1973). Avery (1959) en esta misma especie discute la formación de tetraploides después de haberse inducido experimentalmente. Spurná (1981) encontró aneuploides en D. stramonium con 21, 22 y 23 cromosomas.

Lo anterior indica que la ploidía no ha sido un mecanismo evolutivo para Datura (al menos en las especies analizadas), no así para otros géneros de la misma familia en la que sí se han hallado poblaciones naturales de poliploides como en Solanum y Nicotiana (Vasudevan, 1975). La ausencia de mecanismos de ploidía indica que la diploidía ( $2n = 24$ ) es la condición fisiológicamente óptima para las especies de Datura. Para géneros de Solanaceae como Solanum y Capsicum se ha propuesto el número básico  $x = 12$  (Vasudevan, 1975), la mayoría de las especies de esta familia poseen números cromosómicos múltiplos de 12. Las familias Scrophulariaceae y Linaceae ambas estrechamente relacionadas con Solanaceae tienen múltiplos de 12. En base a la definición de número básico y considerando que el material analizado correspondió a plantas diploides se propone el

número básico para las cinco especies cariotipadas de Datura como  $x = 12$ , número que corresponde al reportado por Bara (1980) para D. inoxia. El número fundamental  $n.f. = 24$  es el mismo para las cinco especies y no hay reportes previos para este número en el género Datura. Esta uniformidad en el número fundamental es evidente debido a la existencia exclusiva de cromosomas birramios (y la ausencia por tanto de acrocéntricos) en estas cinco especies de Datura. Con todo lo anterior se muestra que Datura durante su evolución cariotípica no ha tenido cambios numéricos en su complemento cromosómico. Pero sí han ocurrido rearrreglos estructurales de los cromosomas como mecanismo de variación en Datura, siendo un argumento en favor de esto la formación de multivalentes durante la meiosis en algunas poblaciones de D. stramonium (Avery, 1959). En este trabajo fue posible detectar modificaciones estructurales cromosómicas que a continuación se discuten. Con la excepción de D. discolor que posee un par de cromosomas <sup>sub</sup>metacéntricos las especies analizadas mostraron únicamente cromosomas metacéntricos. Este par de cromosomas submetacéntricos hacen de D. discolor la especie que posee el cariotipo más asimétrico (TF% = 44.06). La especie con el cariotipo más simétrico es D. wrightii (TF% = 46.00). El TF% es un índice que permite detectar la similitud entre los cariotipos. Los cromosomas submetacéntricos pueden explicarse por medio de inversiones pericéntricas y translocaciones desiguales o por deleciones y reducción en el tamaño de un brazo de metacéntricos que posiblemente el ancestro poseía. El número de cromosomas con constricciones secundarias no es el mismo, D. discolor y D. stramonium se caracterizan por tener cuatro pares en tanto las otras tres especies tienen tres pares de cromosomas con esta característica. Es importante hacer notar que en D. inoxia y D. wrightii exis-

te un par de cromosomas con satélites en ambos brazos. La presencia de un mayor número de satélites involucra un mayor requerimiento de genes de -- ARN ribosomal. Se ha comprobado que la región entre el satélite y el cuerpo principal del cromosoma también se relacionan con la heterocromatina y contiene secuencias altamente repetitivas de ADN que codifica para ARN ribosomal 28S y 15S. Las regiones heterocromáticas en varios grupos de --- plantas como Compositae y Cruciferae son componentes variables que pueden estar sujetos a cambios cuantitativos y cualitativos considerables durante la evolución cromosómica (Schweizer, et al., 1976; Stahl, et al., 1981) Para saber si en Datura ha habido pérdida o adquisición de material heterocromático incluido no solo el relacionado con la región organizadora nucleolar sino también el correspondiente a las regiones teloméricas, in---tersticial o centromérica, se requiere de análisis más profundos utilizándo técnicas tales como el bandeo cromosómico. La especie con mayor longitud de cromatina es D. stramonium ( $57.74 \pm 0.84 \mu\text{m}$ ) y la que tiene menor longitud es D. inoxia ( $44.36 \pm 0.95 \mu\text{m}$ ) Stebbins (1971) considera las especies con mayor longitud de cromatina como las más primitivas, pero o---tros autores cuestionan la tendencia filogenética de los cambios cariotfipicos debidos a la reducción de brazos y del tamaño cromosómico y consideran que puede haber alteraciones que involucren la duplicación y acumulación de regiones heterocromáticas con aumento en la longitud total de la cromatina (Chuksanova, 1969; Mosolov, 1969; Tshinkin, 1968). Si en Datu ra ha ocurrido uno u otro cambio no es posible saber cuál ha sido la di---rección evolutiva si a incrementar o decrementar el tamaño cromosómico. Algunos autores como Sarbhoy (1980) consideran que la gran diversidad de caracteres y habitats en los miembros de un mismo género, se relacionan -

con una variación cromosómica considerable en el número cromosómico. En caso de Datura todas las especies estudiadas corresponden a plantas con características semejantes: ambientes xéricos, herbáceas, anuales, etc. La constancia en el número cromosómico diploide:  $2n = 24$  concuerda con lo afirmado por Sarbhoy (1980). La similitud general en la morfología cromosómica consistiendo principalmente de cromosomas metacéntricos, que se refleja en índices de asimetría semejantes, la existencia de tres pares cromosómicos con satélites así como la longitud de cromatina parecida, indica que D. inoxia, D. lanosa y D. wrightii son especies relacionadas, sin embargo la ausencia de un par de cromosomas con satélites en ambos brazos puede servir como un carácter que separe a D. lanosa de las otras dos especies. El análisis de los mismos parámetros permite indicar que D. stramonium y D. discolor son dos especies relacionadas. Un carácter significativo en la evolución del género Datura es el alto desarrollo de los mecanismos de aislamiento reproductivo ya que cuando se hibridiza D. stramonium con D. discolor se producen híbridos con compatibilidad reproductiva parcial y las cruzas de D. stramonium con las restantes especies manifiestan incompatibilidad total; en tanto las cruzas entre D. inoxia, D. lanosa y D. wrightii originan híbridos con compatibilidad reproductiva en alto grado. La determinación de la capacidad de las diferentes especies a hibridizar pone de manifiesto la presencia o ausencia de barreras de entrecruzamiento. Los experimentos de cruzas presentan resultados que son compatibles con los obtenidos en el presente trabajo (Avery, 1959; Bye, 1982; Schieder, 1980).

con una variación cromosómica considerable en el número cromosómico. En caso de Datura todas las especies estudiadas corresponden a plantas con características semejantes: ambientes xéricos, herbáceas, anuales, etc. La constancia en el número cromosómico diploide:  $2n = 24$  concuerda con lo afirmado por Sarbhoy (1980). La similitud general en la morfología cromosómica consistiendo principalmente de cromosomas metacéntricos, que se refleja en índices de asimetría semejantes, la existencia de tres pares cromosómicos con satélites así como la longitud de cromatina parecida, indica que D. inoxia, D. lanosa y D. wrightii son especies relacionadas, sin embargo la ausencia de un par de cromosomas con satélites en ambos brazos puede servir como un carácter que separe a D. lanosa de las otras dos especies. El análisis de los mismos parámetros permite indicar que D. stramonium y D. discolor son dos especies relacionadas. Un carácter significativo en la evolución del género Datura es el alto desarrollo de los mecanismos de aislamiento reproductivo ya que cuando se hibridiza D. stramonium con D. discolor se producen híbridos con compatibilidad reproductiva parcial y las cruza de D. stramonium con las restantes especies manifiestan incompatibilidad total; en tanto las cruza entre D. inoxia, D. lanosa y D. wrightii originan híbridos con compatibilidad reproductiva en alto grado. La determinación de la capacidad de las diferentes especies a hibridizar pone de manifiesto la presencia o ausencia de barreras de entrecruzamiento. Los experimentos de cruza presentan resultados que son compatibles con los obtenidos en el presente trabajo (Avery, 1959; Bye, 1982; Schieder, 1980).

No obstante la semejanza que se muestra en la longitud total promedio de cromatina entre las especies de Datura, todas son significativamente diferentes entre sí como lo demuestra la prueba de F, ya que el valor F real (28.44) es mayor que el valor F teórico (2.60) a un nivel de confianza del 1%.

## CONCLUSIONES

- 1.- Datura es un género diploide en el que no se encuentra variación en el número cromosómico  $2n = 24$  en las cinco especies analizadas.
- 2.- Se informa el número cromosómico por vez primera de Datura lanosa sp. nov. y el de las otras cuatro especies concuerda con el número reportado por otros autores.
- 3.- Se informa el número fundamental n.f. = 24 por vez primera para D. stramonium, D. discolor, D. inoxia, D. wrightii y D. lanosa.
- 4.- El género es monobásico con  $x = 12$  y no se han desarrollado poliploidías.
- 5.- La uniformidad de 24 en el complemento cromosómico y en el número fundamental indica que la especiación cromosómica en Datura se ha debido a alteraciones estructurales sin variación intraespecífica en el número de cromosomas.
- 6.- D. stramonium y D. discolor son especies relacionadas debido a los valores cercanos que ambas muestran en la longitud total de cromatina, en los índices de asimetría y en el número de cromosomas con satélite.
- 7.- D. wrightii, D. inoxia y D. lanosa a nivel cariotípico están estrechamente relacionadas por la gran semejanza que muestran a los parámetros analizados.
- 8.- En base al tamaño grande los cromosomas y los índices de asimetría, Datura puede ser considerado un género primitivo.

## BIBLIOGRAFIA

- ADZET, T., J. deDIEGO, J. IGLESIAS. 1979. Contribution a l'etude chimio-taxonomique de quelques taxa de Datura. Plantes Medicinales et Phytotherapie. 8: 292-296.
- AVERY, A. 1959. Blakeslee: The genus Datura. Ronald Press Company. 289 pp.
- AYALA, F. 1980. Modern genetics. Cummings Publishing. 844 pp.
- BABCOK, E. 1947. The genus Crepis I and II. Univ. Calif. Publ. Bot. 21: 1030.
- BARA, I. 1980. Cariutipul unor specii de plante. II Studiul Cromozomilor-mitotici la Datura innoxia Mill. Stud. Ceret. Biol. Ser. Veg. 32: 163-164.
- BARCLAY, A. 1959. New considerations in an old genus: Datura. Botanical Museum Leaflets. 18: 245-272.
- BRACHET, J., L. Cosson, D. DUCOURTIOUX, 1981. Effect du NaCl sur les taux d'esters tropaniques du Datura innoxia Mill cultivé en conditions controlées. Physiol. Veg. 19: 77-85.
- BRISTOL, M. 1969. Tree Datura drugs of the Sibundoy. Botanical Museum Leaflets. 22(5): 165-225.
- BYE, R. 1982. La taxonomia y la etnobotánica de Datura. VI Congreso Nacional de Farmacología. Asociación Mexicana de Farmacología.
- CHUKSANOVA, N. 1969. Ob izmemchivosti velichiny i formy khromosom v evolyutsii pokrytosemyannykh rastenii. Tsitologiya 11: 785-795.
- DELAUNAY, L. 1927. Phylogenetische chromosomenverkürzung. Zeitschr Zellf. U. Mikr. Anat. 4: 338-364.
- DIAZ, J. 1976. Indice y sinonimia de las plantas medicinales de México. Instituto Mexicano para el estudio de las plantas medicinales A. C. 36-38.

- DYER, J. 1979. Investigating Chromosomes. Edward Arnold. London. 215 pp.
- FEDEROV, A. 1974. Kromosomiye Chisla Tsevettkovij Rasteniy. Otto Koelz - Science Publishers. 926 pp.
- FOX, D. P. 1972. DNA content of related species. Chromosome Today. Hafner Publishing Company. New York. 33-37.
- FRAHM-LELIVELD. 1957. Observations cytologiques sur quelques Legumineuses tripocales et subtropicales. Rev. Cytol. et Bio. Veg. 18: 273-292.
- FUENTES, V. 1980. Datura velutinosa, una nueva especie de Solanaceae para Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional, 1: 53-60.
- GARCIA, A. 1977. Manual de técnicas de citogenética. Colegio de Posgraduados de Chapingo. 118 pp.
- GOLDBLATT, P. 1981. Index to plant Chromosome Numbers, 1975-1978. Botanical Garden. 553 pp.
- GURDEV, S. 1973. Cytogenetics of aneuploids. Academic Press. London. 200 pp.
- HENNING, W. 1970. Repeated sequences in the DNA of Drosophila and their localization in giant chromosomes. Chromosoma (Berl) 32: 31-63.
- JAYLET, A. 1971. Création d'une lignée homozygote pour une translocation reciproque chez l'amphibien Pluerodeles waltlii. Chromosoma (Berl). 34: 383-423.
- JOHN, E. 1976. Population cytogenetics. Edward Arnold. London. 301 pp.
- LAWRENCE, T. 1963. Taxonomy of vascular plants. Mc Millan Company. New York. 823 pp.
- LEMORDAN, D. 1981. Cannabis et Datura dans l'Ethiopie. J. Agric. Trat. Bot. Appl. Trav. Ethnobot. Ethnozool. 27(2): 133-152.

- LEVAN, A., K. FREDGA, A. SANDBERG, 1964. Nomenclature for centromere position on chromosomes. Hereditas, 52: 209-220.
- LEWITZKY, G. 1931. Karyotypes in systematics. Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed. 27:220-240.
- LEWIN, B. 1980. Gene expression 2. John Willey, New York, 1160 pp.
- LEWIS, W. 1980. Polyploidy. Plenum Press, New York, 584 pp.
- LITZINGER, W. 1981. Ceramic evidence for prehistoric Datura use in North America. J. Ethnopharm. 4: 57-74.
- MATHEY, R. 1945. L'Evolution de la formule chromosomiale chez les vertébrés. Experimentia, 1: 50-75.
- MOORE, D. 1982. Flora Europae. Check list and Chromosome Index. Cambridge University Press. 423 pp.
- MOSOLOV, A. 1969. Dinamicheskaya model khromosomy. DOKL AKAD. NAUK. SSSR 186: 704-706.
- PARMENTIER, R. 1952. Etude des lésions cellulaires provoquées par divers phenols et amines aromatiques. Rev. Belge. Path. 22: 1-54.
- RIEGER, A. 1976. Glossary of genetics and cytogenetics. Springer-Verlag, Berlin. 647 pp.
- SAAVEDRA, E., J. BLASCHKE, E. DUMRSSEN and K. NEUMAN, 1980. Comparative investigations of haploid and diploid Datura innoxia Mill suspension cultures at the molecular level (DNA and protein). Z. Pflanzenphysiol. 100: 445-460.
- SANCHEZ, O. 1968. La flora del Valle de México. Herrero. México, 513 pp.
- SANGWAN-NORREL, B. 1981. Evolution in vitro du contenu en ADN nucléaire et de la ploidie des embryons polliniques du Datura innoxia. Can.J.Bot. 59: 508-517.
- \_\_\_\_\_. 1982. Corps ribosomiques spécifiques à pollen et em-

- bryogenesis cygotique en Datura. Experientia (Basel). 38: 395-397.
- SARBHOY, R. 1980. Karyological studies in the genus Phaseolus, Lin. Cytologia. 54:363-373.
- SCHIEDER, O. 1980. Somatic hybrids of Datura innoxia Mill. + D. discolor Bernh and D. innoxia Mill + D. stramonium L. var tatula L. Molec. Gen. Genetic. 179: 387-390.
- SCHWEIZER, D., F. EHRENDORFER. 1976. Giemsa banded karyotypes systematics and evolution in Anacyclus (Astereceae). Plant. Syst. Evol. 126: 107-145.
- SENTEIN, P. 1970. Action de la quinoline sur les mitoses de segmentation des oeufs d'urodeles: le blocage de la centrosphere. Chromosoma. 32: 97-134.
- SINHA, S., H. ROY. 1979. Cytological studies in the genus Phaseolus I. Mitotic analysis in fourteen species. Cytologia. 44: 191-199.
- SMITH-KEARY, P. 1979. Genética, estructura y función. Publicaciones Cultural. S.A. México. 367 pp.
- SOTO, E.R. 1982. Taxonomía y la Revolución en las ciencias biológicas. OEA. 80 pp.
- SOYER, M. 1971. Structure du noyau des Blastodinium (Dinoflagellés parasites) division et condensation chromatique. Chromosoma (Berl). 33: 70-114.
- SPURNA, V. 1981. Chromosomal characteristics and occurrence of main alkaloids in Datura stramonium and D. wrightii. Planta Medica. 41: 366-377.

- SRIVASTAVA, L. 1963. Cytogenetical studies in certain species of Vicia.  
Cytologia. 28; 154-169.
- STAHL, A. M. HARTUNG. 1981. L'hétérochromatine. Ann. Genet. 24(2): 69-77.
- STEBBINS, G. 1971. Chromosomal evolution in higher plants, Edward Arnold.  
London. 215 pp.
- TSHINKIN, L. 1968. Sintez DNK i funktsionalnaya artivnost khromosom.  
USP. SOVREM. BIOL. 65(2): 233-244.
- VASUDEVAN, K. 1975. Contribution to the taxonomy and cytogeography of the  
flora of the Western Himalayas with an attempt to compare  
it with the flora of the Alpes. Part II. Berl. Schwe.  
Bot. Ges. 85: 210-252.
- WATSON, J., F. CRICK. 1953. Molecular structure of nucleic acids. A struc-  
ture of deoxyribose nucleic acid. Nature, Lond. 171: 737-  
738.
- WHITE, M. 1945. Animal cytology and evolution. Cambridge Univ. Press.  
375 pp.