

**CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE OPUNTIA OSPINAE
(CACTACEAE)**

Resumen del trabajo de tesis presentado por MARÍA
ELVIRA OSPINA CASTAÑEDA para optar al título de
Químico-Farmacéutico.

Presidente de Tesis: Dr. SVEN ZETELIUS.

INTRODUCCION

No menos de unas doscientas especies de "tunas" (*Opuntia spp*), están actualmente reconocidas. Dentro de la familia *Cactaceae*, el género *Opuntia* Mill, parece ser el más numeroso en cuanto a la cantidad de especies, así como el que cuenta con una distribución más amplia pues se extiende desde las praderas del sur del Canadá hasta los confines del erial patagónico, en la República Argentina, incluyendo las Antillas y desde el nivel del mar hasta grandes elevaciones en las punas del Perú, Bolivia y el N. O. de Argentina. El origen de las *Opuntiae* debe buscarse al parecer en el Terciario de Norte América, como lo sugiere la circunstancia de que la mayor concentración de especies actuales se halla en los desiertos del suroeste de los Estados Unidos de América y México septentrional, así como el hecho de que Chaney (1944) señaló un cladodio fósil en yacimientos eocénicos del Estado de Utah, adscribiéndolo al género *Eopuntia*.

En particular dos especies mexicanas (*Opuntia ficus indica* (L) Mill., y *O. tuna* Mill.) fueron introducidas a España poco después de la Conquista de América, y desde allí se esparcieron bajo condiciones de cultivo por la cuenca del Mediterráneo, haciéndose incluso subespontáneas y llegando a caracterizar muchos matorrales y cercados de las islas de Madeira, las Azores y Canarias. Otro tanto ocurrió con esta especie en Australia meridional (véase Toumey & Rose in Bailey, 1939).

No en vano se ha considerado a *Opuntia* como el grupo de Cactáceas con mayor potencial económico. Aparte de su valor ornamental y para

la formación de setos vivos, los frutos de muchas especies son agradables y objeto de activo consumo por los pobladores de regiones áridas y semi-áridas. También sus flores suministran considerable cantidad de polen y néctar por lo cual merece el aprecio de los apicultores; su leño se emplea localmente como combustible o para elaborar artefactos decorativos y en algunas regiones los cladodios se chamuscan a fin de eliminar las espinas y ofrecerlos como forraje al ganado durante las épocas de sequía. Tanto en México como en Estados Unidos, han llegado a adquirir verdadera importancia en el desarrollo de la ganadería en regiones áridas, particularmente desde que se han logrado por selección algunas variedades desprovistas de espinas. Finalmente, algunas especies de *Opuntia*, así como el “nopal” (*Nopalea coccinellifera*), son las plantas que sirven de alimento a un insecto chupador del orden *Homoptera*, la “cochinilla”, del cual se extrae un colorante rojo, ya utilizado por los Aztecas desde períodos precolombinos con diversos fines, incluso el de colorear alimento. La importancia económica de este producto motivó un famoso estudio de Caldas (1810) acerca de la conveniencia de incrementar su explotación en el entonces Virreinato de la Nueva Granada. Si bien la cochinilla elaborada fue uno de los principales productos de exportación de México hacia Europa, su importancia decayó abruptamente con el advenimiento de las anilinas.

Las razones anotadas, evidencian que *Opuntia* es un género digno de mayor estudio en cuanto a sus posibilidades de aprovechamiento, particularmente como base posible de nuevas industrias en regiones áridas y semiáridas. Por este motivo se emprendió el estudio químico de los frutos de una de las especies silvestres de *Opuntia* que se hallan en los alrededores de Bogotá, acerca de la cual Rivera Castro (1967) practicó el análisis microbiológico de vitaminas en el fruto.

Como en la región de Bogotá son plenamente reconocibles dos especies silvestres de *Opuntia* y la identificación del material se dificulta por las semejanzas que exhiben entre sí, se prestó atención a este problema, con el ánimo de establecer cuáles criterios revisten mayor validez para reconocerlas. La descripción de la especie que nos ocupa, así como el problema de establecer su identidad y relaciones, junto con observaciones sobre su *habitat*, etc., constituyen la primera parte de este trabajo.

La segunda parte versa sobre el análisis químico de los frutos.

METODOS GENERALES

I. — METODOS DE CAMPO

Para la recolección en el campo del material destinado al estudio químico, se presentaron los siguientes problemas:

a) La presencia de varias especies de *Opuntia* en el área de estudio, de las cuales los frutos no tienen el mismo valor económico.

b) La identificación de la especie a estudiar. La circunstancia de que aún no existe una revisión actualizada del género *Opuntia* en Colombia, lo que dificulta la determinación del material.

Para solucionar este problema se adelantó el trabajo de campo en las siguientes etapas:

1. Reconocimiento en el campo de las distintas especies, recolección de material de herbario y de muestras para análisis. Todos los frutos destinados a comparación y análisis fueron obtenidos por recolección directa por frutos de plantas silvestres que habían completado su madurez en condiciones normales.

2. Reconocimiento de las especies utilizadas comercialmente en base a información local y al examen de los frutos que se venden en los mercados.

3. Una vez asegurada la identidad de las especies a estudiar, se emprendieron sucesivas recolecciones de material para determinar su variabilidad y la manera de distinguirlas con mayor facilidad, se realizaron repetidas recolecciones de material para análisis y se obtuvo información adicional acerca de aspectos ecológicos, floración y fructificación, usos, etc., de estas especies.

II. — METODOS DE LABORATORIO

a) Para determinar la constancia de algunos caracteres de posible valor distintivo entre las *Opuntiae* de la región, se precisaron tonalidades de coloración y se tomaron dimensiones seleccionadas. Las dimensiones lineales de los cladodios fueron tomadas con cinta metálica y aproximación de 0.5 cm. y las restantes mediante un calibrador con aproximación de 0.1 mm. Los pesos fueron determinados con aproximación de 0.0001 gm. en balanza de precisión, y las cifras obtenidas fueron abreviadas a la milésima de gramo más próxima.

b) Los datos cuantitativos, siempre que fue aconsejable, se sometieron a análisis estadístico (q. v.) para lograr una interpretación más objetiva de los mismos.

c) Los métodos utilizados para los análisis químicos se exponen en la Parte III de este trabajo.

a) *Material de herbario.*

El material de las especies comparadas fue coleccionado en el área donde se realizó el trabajo de campo (Zanjón de las Cátedras) y se halla depositado en el Herbario Nacional Colombiano, Instituto de

Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Dicho material es el siguiente:

1. *Opuntia ospinae*: M. E. Ospina N° 2 (Agosto 1964); C. Saravia T., M. E. de Saravia & M. E. Ospina N° 4741 (Agosto 23, 1964).

2. *Opuntia futensis*: M. E. Ospina N° 3 (Agosto 1964); C. Saravia T., M. E. de Saravia & M. E. Ospina N° 4742 (Agosto 29, 1964).

3. *Opuntia muiscorum*: M. E. Ospina N° 1 (Agosto 1964); C. Saravia T., J. Hernández C. & R. Jaramillo M. (Julio 1º, 1962).

b) Colores.

Para la terminología cromática en la descripción de la especie estudiada, el material apropiado se comparó en fresco con los atlas de color Ridgway (1912) y de Maerz & Paul (1951).

c) Análisis morfométrico.

Con el objeto de establecer la variabilidad de algunas características y la utilidad diagnóstica de éstas en cuanto al reconocimiento de las especies de *Opuntia* de la región de Bogotá, se ejecutaron algunos análisis estadísticos de algunas características seleccionadas. Las dimensiones pertinentes no requieren explicación, salvo las concernientes al fruto. Tales son:

1. *Longitud máxima*. Tomada desde el punto basal de inserción del fruto hasta el borde de la cicatriz del perianto.

2. *Diámetro máximo del fruto*.

3. *Diámetro máximo de la cicatriz del perianto*.

4. *Longitud medial del fruto*. Se tomó, una vez que el fruto había sido seccionado longitudinalmente. Es la distancia entre la extrema base del fruto y el punto medio o central (generalmente el más profundo) de la excavación de la cicatriz del perianto.

5. *Longitud y diámetro máximo de la cavidad del ovario*. Tomadas en el fruto seccionado longitudinalmente, incluyendo la pared del ovario propiamente dicho.

6. *Espesor medio de la corteza*. Se obtuvo en cada fruto medido, sustrayendo el valor del diámetro máximo de la cavidad del ovario, del valor correspondiente al diámetro máximo del hipanto, y dividiendo por 2 dicha diferencia.

ASPECTOS QUIMICOS

METODOS DE ANALISIS

Para mayor facilidad de consulta se detallan los métodos empleados en cada caso, de acuerdo con las siguientes técnicas:

a) *Humedad y sólidos totales.*

El método empleado sigue las normas planteadas por Calderón Gómez y Gaviria S. (1958 : 105).

No se prefirió una temperatura mayor de 80-90°, pues los intentos efectuados con temperaturas de 100-105°C, dieron por resultado que la muestra se caramelizara.

b) *Cenizas.*

Se utilizó el método prescrito por el AOAC (1955 : 368).

c) *Fibra cruda.*

También se utilizó el método usual, consignado en el AOAC (1955 : 372-373).

d) *Substancias nitrogenadas.*

Se prefirió el micro-método de Kjeldahl (AOAC, 1955 : 805) para proteínas (N x 6.25).

e) *Grasa.*

Básicamente se empleó el método de AOAC (1955 : 37), aunque sin extraer previamente los carbohidratos.

f) *Carbohidratos.*

Se utilizaron para determinar su contenido, tanto el método polarimétrico (véase Villavecchia, 1944 : 138) como el método volumétrico de Lane-Eynon (AOAC, 1955 : 544 *et seq.*) y para establecer su identificación se desarrollaron varios ensayos, escogiéndose finalmente el de cromatografía ascendente en papel.

Cromatografía ascendente en papel. Como es difícil obtener resultados concordantes por carecer de técnicas ya comprobadas, fue necesario adaptarlas. Con tal objeto se partió de técnicas consignadas por Smith (1960 : 248 *et seq.*).

Para separar los azúcares se utilizaron diversos solventes y reveladores buscando obtener un resultado satisfactorio, dando el solvente 4 con el revelador 4, las manchas más aceptables.

Como solventes fueron empleados los siguientes:

1. Iso-propanol	40	ml.	4. Fenol	40	ml.
Agua	10	ml.	Agua	10	ml.
2. Acetato de etilo	30	ml.	Amoníaco	0.25	ml.
Piridina	12.5	ml.	5. Iso-propanol	30	ml.
Agua	10	ml.	Piridina	10	ml.
3. n-Butanol	20	ml.	Agua	10	ml.
Piridina	20	ml.	6. n-Propanol	35	ml.
Agua	10	ml.	Acetato de etilo	5	ml.
			Agua	10	ml.

7. Iso-propanol	35 ml.	8. n-Butanol	30 ml.
n-Butanol	5 ml.	Acido acético	7.5 ml.
Agua	12.5 ml.	Agua	12.5 ml.
		9. Acetato de etilo	35 ml.
		Acido acético	7.5 ml.
		Agua	7.5 ml.

Como reveladores se emplearon los siguientes:

a) Anilina 0.1 ml. disuelto en 10 ml. de acetona.
 b) 0.3 gramos de difenil-amina disuelto en 30 ml. de acetona. La solución reveladora se prepara en el momento de usarse añadiendo a 27 ml. de la solución (b), 3 ml. de (a) y agregando a esta solución 3 ml. de ácido fosfórico al 85%.

a) Anilina 1.3 ml. disuelto en 50 ml. de acetona.
 b) 0.6 ml. de ácido fosfórico, disuelto en 20 ml. de ácido acético y 30 ml. de acetona.

Mezclar las dos soluciones.

a) Acido peryódico 0.280 gr. para disolver en 10 ml. de agua y 19 ml. de acetona.

b) Bencidina 92 mg., ácido acético 3 ml., agua 2.2 ml., acetona 47.5 ml.

Atomizar la solución b).

Patrones de azúcar. Se tomaron de una colección de azúcares de fabricación alemana de la casa E. Merck A. G. Darmstadt, sustancias comparativas para la cromatografía en papel. Para comparación se siguió la técnica siguiente:

Pesar una muestra vecina a los 20 gr. de pulpa de tuna sin semillas, pasarla con ayuda de agua destilada al balón aforado de 200 ml., agregar 5 ml. de solución normal de acetato de plomo y otro tanto de crema de alúmina, agitar y dejar en reposo 10 minutos, completar a volumen con agua destilada, mezclar y filtrar por papel seco en un vaso seco.

Tomar exactamente una alícuota de 100 ml. y pasarla a un balón de 200 ml. Agregar solución de oxalato o sulfato de sodio, hasta precipitar todo el plomo; completar la marca con agua destilada, agitar y filtrar por papel seco, a un erlenmeyer seco, de lo cual resulta la solución para correr en la cromatografía.

Los patrones de los azúcares se hicieron al 0.1%. Se siguió la técnica corriente para cromatografía.

Patrones de azúcares:

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1. Sacarosa. | 6. d-(—) Manitol. |
| 2. Lactosa. | 7. l-(—) Sorbosa. |
| 3. Levulosa. | 8. d-(—) Sorbitol. |
| 4. d-(+) Xilosa. | 9. d-(+) Galactosa. |
| 5. Glucosa. | 10. l-(+) Arabinosa. |

g) *Vitamina A.*

Se aplicó el ensayo cualitativo para carotenos por cromatografía de adsorción, descrito por Eliel (1944 : 584).

h) *Vitamina B₁.*

Se practicó el método del tiocromo preconizado por la AVC (1951 : 111).

i) *Vitamina B₂.*

Se adoptó el método fluorométrico descrito por la AVC (1951 : 166-170).

j) *Vitamina C.*

Se siguió en detalle el método de la 2,4-dinitrofenilhidrazina tal como lo plantea la AVC (1951 : 93-100).

k) *Substancias minerales.*

El método usado fue el planteado por Calderón Gómez y Gaviria S. (1958 : 71). Para este análisis se partió de las cenizas, siguiendo el análisis como está indicado, en el texto Fe y Al.

La determinación del calcio y el magnesio se llevó a cabo por espectrofotometría de absorción atómica. La técnica empleada está detallada en el manual del aparato (modelo 303 de la casa Perkin-Elmer) donde se indican las condiciones del mismo.

No se detectó fósforo en las muestras analizadas.

RESULTADOS Y COMPARACIONES

Algunos de los resultados de los análisis químicos practicados en la pulpa de *O. ospinae* se exponen en las Tablas II a IX.

Debe advertirse que infortunadamente los datos analíticos publicados y disponibles acerca de frutos de especies de *Opuntia*, son bastante limitados y por tanto no permiten realizar una comparación tan detallada como fuese deseable. Igualmente esta escasez de información necesariamente hace que las comparaciones practicadas hayan de aceptarse con algunas reservas, pues ignoramos la gama de variabilidad que los resultados obtenidos y comparados pueden llegar a tener dentro de los frutos de una misma especie. Para facilitar el cotejo de datos, éstos se resumen en las Tablas VI, VII, VIII y IX, junto con los datos correspondientes a *O. ospinae*.

En *O. ospinae* la densidad media de la pulpa, sin semillas, es de 1.50 y la acidez, determinada potenciométricamente, es de 3.60.

El pH de la pulpa de *Opuntia ospinae* tiene un valor considerablemente inferior al que alcanza en las otras especies comparadas (Tabla

VI), siendo menor de 4.5, coloca la pulpa de esta especie en la categoría de “*alimentos ácidos*”, según el criterio utilizado en Bromatología.

a) *Humedad relativa* (Tabla II).

Los análisis practicados en diferentes muestras, recolectadas en meses lluviosos y secos, no mostraron diferencias perceptibles en cuanto a la cantidad de humedad.

Comparando el grado de humedad de la pulpa con el de la corteza, hay una ligera diferencia entre los promedios respectivos, siendo mayor el de la corteza. Empero, la variabilidad observada en muestras de pulpa y corteza se sobrepone.

El contenido en agua, así expresado, es comparable al de otras especies del género.

b) *Cenizas* (Tabla III).

El contenido de cenizas en la pulpa con semillas probablemente varía de manera notable conforme al número y volumen de las semillas, y tanto el número de éstas como su peso, son muy variables en *O. ospinae*. Existe una considerable diferencia entre promedios de la corteza y de la pulpa.

La testa de las semillas, contenidas en las muestras de pulpa que fueron procesadas para determinación de cenizas, no se desintegró y de las cenizas pudieron recuperarse las testas, las cuales resistieron muy bien, y sin romperse, la presión y el frote de los dedos.

Una muestra de pulpa sulfatada sin semillas, dio un 1.1% de cenizas; esta cantidad es casi una tercera parte de la hallada en muestras que contenían semillas. Además este valor coincide virtualmente con el señalado para *O. ficus-indica* (véase Tabla VI) y es apreciablemente mayor que los señalados en *O. bonplandii* y *O. schumannii*.

c) *Fibra cruda* (Tabla IV).

La pulpa con semillas, por comparación con la corteza, revela un contenido relativamente alto de fibra cruda. Dado que la fibra cruda está constituida principalmente por celulosa vascular de la corteza es moderada, y que el elevado contenido en la pulpa se debe a las semillas. De cualquier manera el contenido en fibra cruda de la pulpa con semillas, es bastante bajo en *O. ospinae*, pues cuando se compara (Tabla VI) con el de muestras de pulpa sin semillas de otras especies, es menor (salvo el caso de *O. schumannii*) y es bastante menor que en *O. ficus indica*.

d) *Substancias nitrogenadas* (Tabla V).

Un sorprendente resultado de este estudio ha sido el hallazgo de un alto contenido de sustancias nitrogenadas (incluyendo desde luego

proteínas) en la pulpa sin semillas de *O. ospinae*. Tal contenido es mucho mayor que el registrado en *O. bonplandii*, *O. schumannii* y *O. ficus indica*, únicas especies con que pudo establecerse comparación (Véase Tabla VIII).

e) *Grasa.*

Para esta experiencia el resultado fue negativo, lo cual concuerda con resultados publicados para *O. schumannii*, aunque se han encontrado grasas en la pulpa de *O. ficus indica* (Véase Tabla VIII).

f) *Carbohidratos.*

Si bien el contenido de éstos en la pulpa de *O. ospinae* es menor que en la de *O. ficus indica*, es bastante elevado y prácticamente coincide con el señalado en *O. schumannii*.

Utilizando el solvente 4 y el revelador A, en tiras de papel Whatman número 4 de 25 x 3 mm. para la obtención de cromatografías, se obtuvieron los resultados que aparecen en la Tabla X. El R_f que corresponde al de la muestra de *O. ospinae* es el del patrón de *levulosa*.

g) *Vitamina A* (Carotenos).

Inesperadamente no se halló traza alguna de carotenos en la pulpa de *O. ospinae* ya que este pigmento se conoce en la pulpa de otras especies de *Opuntia*, aunque tampoco se ha comprobado su presencia en *O. schumannii* (Véase Tabla IX).

h) *Vitamina B₁* (Tabla IX).

El contenido en tiamina de la pulpa de *O. ospinae* es bastante bajo comparado con otros frutos: es menor que en *O. schumannii* y algo mayor que en *O. bonplandii* (Véase Tabla IX).

i) *Vitamina B₂* (Tabla IX).

El resultado obtenido se aproxima notablemente al de Rivera Castro (1967 : 10), quien utilizó el método microbiológico. Ambos resultados indican que la pulpa de *O. ospinae* tiene un contenido de riboflavina relativamente alto y mayor que el de otras especies de *Opuntia* con las cuales se comparó.

j) *Vitamina C* (Tabla IX).

Su contenido es moderado en *O. ospinae*, aun cuando es menor que en otras especies de *Opuntia*. Es digna de mención la gran variabilidad que a este respecto exhibe *O. ficus indica* (incl. *O. Megacantha*), pues en muestras de México oscila entre 13.5 y 42.0 mgr./gr (Villarreal, de Alba y Romero, 1964), mientras que en una muestra de Italia, estudiada por Cocuzza (1946) es de 40.0 mgr./gr. Tan acentuadas discre-

pancias dentro del material mexicano deben obedecer a que las muestras analizadas provenían de diferentes variedades.

Otros datos adicionales que Rivera Castro (1967) obtuvo por el método microbiológico en pulpa sin semillas de *O. ospinæ*, se incluyen en la Tabla IX. Así, el contenido en niacina es moderadamente elevado pero es algo menor que el registrado en *O. bonplandii* y *O. schumannii*. Además contiene un promedio de 117.3 mcg/100 gr. de pantotenato de calcio y 6.025 mcg/100 gr. de ácido fólico.

k) *Minerales* (Tabla VII).

Si bien los frutos de *Opuntia* tienen un alto contenido en calcio, las muestras de pulpa en *O. ospinæ* revelan un contenido bastante bajo, aun por comparación con la pulpa de *O. schumannii*. En una muestra de corteza con gloquidios de *O. ospinæ* el resultado fue aún más bajo (1 mg/100 gr.). Asimismo, tanto la pulpa como la corteza de *O. schumannii* dieron resultados negativos para fósforo, lo cual es llamativo si se atiende al notable contenido que de este elemento ha sido señalado en *O. bonplandii*, aunque por otra parte Villarreal, de Alva y Romero tampoco hallaron fósforo en su análisis de *O. ficus indica*.

El análisis para hierro, apenas permitió detectar trazas en la corteza y pulpa de *O. ospinæ*; este resultado concuerda en líneas generales con el bajo contenido que se ha señalado en las especies comparadas.

En cuanto a magnesio, la pulpa de *O. ospinæ* tiene un mayor contenido (2.6 mg/100 gr.) que la corteza con gloquidios (0.4 mg./100 gr.).

OBSERVACIONES SOBRE EL PIGMENTO PURPUREO DE LOS FRUTOS DE OPUNTIA Y SU METABOLIZACION

I. — GENERALIDADES

Tanto el colorido externo como el colorido de la pulpa en los frutos maduros de esta especie, se deben a pigmentos purpúreos pertenecientes al grupo de los antocianos o antocianinas, solubles en agua, alcohol y acetona, e insolubles en cloroformo, éter de petróleo, etc. Los pigmentos en cuestión, no fueron identificados.

Tiene interés observar que su coloración varía de acuerdo con el pH. Así con valores de 3 a 5 es rojo purpúreo; a medida que se aproxima al punto neutro pasa a un tono rojo sangre, y en medio alcalino pasa a ser amarillo.

Ferreira Ardila (1964 : 120), observó que la solución resultante del tratamiento de la pulpa de *O. ospinæ*, retiene el color purpúreo; si se agrega bromo, se decolora tomando un tono violeta pálido. El

mismo autor atribuyó este fenómeno a óxido-reducción de los pigmentos en presencia del bromo, con aparición de un leucoderivado; cuando el bromo desaparece, la solución vuelve a su color inicial.

Ya en 1810, Córdova, cuando discutía la identidad taxonómica de las *Opuntiae* del interior de Colombia, anotó: "Esforzamos nuestras conjeturas con un rango de Mr. de Réaumur (Mèmoire pour servir a l'histoire des insectes LV, p. 119. Amsterdam, 1740), y con lo que nosotros experimentamos todos los días. Aquellos, dice el sabio observador, que comen por primera vez el fruto del nopal [= *Nopalea coccinellifera*], y después ven el color de su orina se asustan creyendo que lo que arrojan por esta vía es verdadera sangre. Todos los habitantes de Santa Fe de Bogotá, saben que acá se experimentan los mismos efectos con los frutos de nuestros tunos".

Por otra parte Pearson (1958 : 415), señaló que los huesos y vísceras de algunos ejemplares de un pequeño roedor *Phyllotis darwini posticalis* Thomas) eran rosados en ejemplares de los Departamentos de Ayacucho y Huancavélica, Perú. El mismo autor atribuyó tentativamente esta coloración a la posible ingestión de cochinilla por parte de estos roedores. Esta circunstancia sugiere la posibilidad de que el tinte rosado de los huesos y vísceras del mencionado roedor peruano, pudiesen deberse a la ingestión de frutos de *Opuntia*, ya que algunas especies de este género existen en el área ocupada por *Phyllotis darwini*.

En ejemplares de la "mirra blanca" (*Mimus polyglottos tolimensis* Ridgway) cuyo contenido estomacal contenía restos de frutos de cactáceas, entre ellas *Opuntia*, se halló que la pared intestinal presentaba colorido rojizo amoratado aun después de ser suficientemente lavada en agua y removido todo el contenido del canal alimentario.

Hershkovitz (1962 : 295), después de corroborar los hallazgos de Pearson en el mismo roedor y señalar dos ejemplares de otro ratón silvestre (*Calomys sorellus* Thomas) obtenidos en el Departamento de Ayacucho, Perú, y cuyos esqueletos también estaban pigmentados, añade un hecho de particular significación: "I have tested the theory of Pearson by feeding cochineal to laboratory mice (*Mus musculus*)".

En vista del hecho que destacó Córdova, así como de la coloración visceral observada en *Mimus polyglottos*, se optó por intentar determinar las posibilidades de inducir una coloración ósea y visceral en ratones de laboratorio, sometidos a una dieta con pulpa de *Opuntia*.

II. — EXPERIMENTACION

Para lograr el citado objeto, se planeó la experimentación con cinco ratones blancos de laboratorio (*Mus musculus*) adultos, los cuales a

partir del 16 de noviembre de 1965 fueron sometidos a una dieta de alimento concentrado (marca "Fisca") y pulpa de frutos de *Opuntia ospinae*, y, en reemplazo de agua, se usó jugo de la misma pulpa. La ración diaria consistió en 10 gr. de concentrado y la pulpa de cuatro tunas maduras para los cinco ratones.

El lote de ratones empleados no había estado sujeto a experimentos previos. Para la disección y examen, los ratones muertos se compararon con ratones no sometidos previamente a tratamiento alguno.

III. — RESULTADOS

La pulpa fue consumida activamente por los ratones y tanto las deyecciones como la orina, de inmediato adquirieron un color morado. El 24 de noviembre falleció una hembra grávida (por una afección cardíaca como lo reveló la autopsia), que contenía 7 fetos casi a término. La disección y el examen detenido del esqueleto de esta hembra no indicó presencia de los pigmentos. Dado que por la orina estos pigmentos se eliminan y por tanto después de ser absorbidos pasan por el torrente circulatorio para luego ser eliminados por vía urinaria, es de interés observar que la disección y examen de los fetos no indicó trazas de pigmentos, hecho que sugiere que la placenta actúe en este caso como barrera filtrante que impida el paso de los mismos a las crías en desarrollo.

El 29 de noviembre fue sacrificado un macho adulto con resultados negativos, y este día nacieron 10 ratones de una de las hembras sometidas previamente a esta experimentación.

El 16 de diciembre se sacrificó otro adulto, sin que el examen mostrase rastros de fijación de los pigmentos ni en las vísceras ni en el esqueleto. El 8 de marzo de 1966 otra hembra fue muerta y contenía un feto; tanto la madre como el feto dieron también resultados negativos. En vista de estos resultados, el experimento fue suspendido, siendo entendido que la dieta alimenticia se mantuvo con la misma composición desde la iniciación del experimento.

Los resultados obtenidos permiten concluir:

a) Que en ratones los pigmentos de la pulpa de *Opuntia* son eliminados parcialmente en las materias fecales, y el excedente absorbido es, a su vez, eliminado por vía urinaria sin que llegue a fijarse ni en el esqueleto, ni en los tejidos blandos.

b) Que los fetos tampoco asimilan los pigmentos, ya sea por incapacidad fisiológica propia, o porque la placenta actúe como un filtro selectivo, impidiendo el exceso de éstos, que están contenidos en la san-

gre de la madre, a los tejidos del primero. Del feto muerto el 8 de marzo, se ignora su edad, pero es obvio que la madre había estado sometida a dieta de pulpa de tunas por espacio de unos 100 días antes de que se iniciase la embriogénesis del feto en cuestión, ya que el período de gestación en los ratones comunes del género *Mus* es de 18 a 21 días (Véanse Walker *et al.*, 1964 : 922).

En vista de lo anterior parece verosímil que tampoco en el hombre ocurra fijación en sus tejidos orgánicos de los pigmentos de la pulpa de la tuna.

CONCLUSIONES

1. La identificación de material colombiano del género *Opuntia* se dificulta notablemente debido a la falta de un conocimiento adecuado de la variabilidad de los caracteres que tienen utilidad diagnóstica, estudio que debe emprenderse utilizando material vivo o fresco.

2. Pese a conclusiones previas publicadas por Croizat, ninguna de las especies de *Opuntia* de la región de Bogotá puede identificarse con certeza con *O. schumannii*. La identidad de *O. schumannii* es bastante problemática, pues dicha especie fue basada en plantas cultivadas en Italia, y cuya verdadera procedencia se desconocía, aparte de que no se preservó un *Typus* como ejemplar de herbario.

3. Dos o tres especies silvestres, aún no formalmente descritas, pueden reconocerse provisionalmente en la región de Bogotá: *O. ospinae*, *O. futensis* y *O. muiscorum*. Con todo las dos últimas podrían realmente ser variedades de una misma especie, e inclusive ser asignables como variedades de *O. pittieri*.

4. Las especies que tentativamente se reconocen aquí, tienen gran variabilidad de caracteres. La característica más útil para diferenciar en el campo de *O. ospinae* de las restantes es la forma del cladodio.

5. La posición erecta de los segmentos del perianto, a la cual Weber atribuyó valor diagnóstico en su descripción de *O. schumannii*, es variable dentro de las especies estudiadas y parece depender de la intensidad de la luz ambiental.

6. Si bien los frutos de *O. ospinae* son menores en peso y en dimensiones lineales, son los menos variables en cuanto a contenido de pulpa y además poseen mayor contenido de ésta, por lo cual esta especie tiene mayor valor económico que las restantes especies silvestres de la región de Bogotá.

7. En las tres especies hay fructificación y floración durante todo el año, lo cual permite cosecha en diferentes meses a través del año.

8. El rendimiento en cuanto frutos no se ve afectado por plagas con excepción de una baja incidencia de fungosis y 1-2% de frutos parcialmente consumidos por aves, las cuales por otra parte, favorecen la diseminación natural de las tunas por endozoocoria.

9. La distribución en condiciones naturales es muy localizada y se halla en suelos de baja productividad, lo cual unido al gran desarrollo del sistema radicular superficial, hace de las tunas un cultivo apto para zonas marginales erosionables y de baja productividad.

10. La continua floración y la considerable cantidad de polen y néctar, hacen ventajosas estas especies para la apicultura.

11. La mayor parte de las plantas se hallan infectadas por cochinito, lo cual ofrece la posibilidad de desarrollar paralela al cultivo de las tunas, una industria de colorantes destinada a mercados locales y regionales. Resta evaluar cuidadosamente el efecto que la cochinilla pueda causar determinando una posible merma en la producción de frutos.

12. No se comprobó el consumo de ninguna de las especies estudiadas por parte del ganado.

13. La pulpa de *O. ospinae* es un alimento "ácido", pues tiene un pH 3.6.

14. El contenido de agua de la pulpa no discrepa del hallado en otras especies del género y no muestra variaciones estacionales correlativas con los períodos de lluvia o sequía.

15. La testa de las semillas tiene una extraordinaria dureza y como podía esperarse constituye la mayor parte del volumen de cenizas del fruto. Igualmente las semillas contribuyen con un alto porcentaje de fibra cruda, pero la pulpa sin semillas contiene menos fibra cruda que en otras especies incluyendo *O. ficus indica*.

16. El contenido en sustancias nitrogenadas es mayor que en cualquiera de las pocas especies con que se practicaron comparaciones. Sin embargo es llamativa la ausencia de grasa en la pulpa.

17. El contenido de carbohidratos es bastante elevado pero es menor que el hallado en *O. ficus indica*. Cromatográficamente en las muestras de pulpa se identificó levulosa.

18. No se comprobó la presencia de carotenos en la pulpa de *O. ospinae*; el pigmento purpúreo pertenece al grupo de los antocianos o antocianinas. Este pigmento es absorbido después de ingerir pulpa de tuna por los mamíferos, pero es eliminado prontamente por vía urinaria sin que ocurra coloración transitoria o permanente de tejido. Tampoco este pigmento se filtra a través de la placenta. Estos resultados discrepan con la tinción de la pared intestinal observada en miras blancas y con la fijación de rojo de cochinilla en tejidos óseos de ratones que había sido señalada previamente.

19. El contenido de vitamina B₁ es comparativamente bajo, pero el de vitamina B₂ es relativamente alto y mayor que el de otras especies de *Opuntia*. En cuanto al de vitamina C, es moderado pero menor que en las especies comparadas.

20. No se hallaron trazas de fósforo y apenas se hallaron de hierro; comparando el contenido en calcio es relativamente bajo, a diferencia del alto contenido encontrado previamente en otras especies de tunas.

T A B L A I

COMPARACION ENTRE OPUNTIA OSPINAE Y OPUNTIA SCHUMANNII, DEDUCIDAS DEL COTEJO DE MATERIAL DE LA PRIMERA ESPECIE, CON LAS DESCRIPCIONES Y FIGURAS DE WEBER (in Berger, 1904 : 34, Fig. 16) Y DE BRITTON & ROSE (1919 : 34, Fig. 16) CORRESPONDIENTE A LA SEGUNDA ESPECIE

Características	<i>Opuntia ospinæ</i>	<i>Opuntia schumannii</i>	
		(Datos de Weber)	(Datos de Britton & Rose)
1. Porte de la planta.	Arbustiva o arborescente, 1-5 M.	Arbustiva hasta de 4-5 pies (= 1.20-150).	Arbustiva, 1-2 M.
2. Forma y espesor de los cladodios.	Elipsoidales, 1.5-3.5 cm. de espesor.	Obovados u oblongos, 1 pulgada (= 2.5 cm. de espesor).	Obovados u oblongos, espesor no precisado.
3. Longitud y anchura de los cladodios.	Long. 24-39 cm., anchura 10-17 cm.	Longitud 12 pulgadas (30.48 cm.), anchura 5 pulgadas (12.7 cm.).	"1.5 to 2.5 cm. Long." (sic) = 15-25 cm. Long. (?).
4. Espinas centrales de las areolas de los cladodios.	1-5 (usualmente una) blancas o grisáceas, hasta de 4 cm. long.	Su longitud oscila entre 1½ x 2 pulgadas. (= 3.81-5.08 cm. longitud).	1-5 (según figura) de color pardo.
5. Espinas periféricas de las areolas de los gloquidios.	1-12 (usualmente 7-10), muy variables en desarrollo.	2-3, 6-9 más cortas y setulosas, las mayores de 1-1½ de pulgada (= 2.54-3.17 cm. longitud).	1-12.
6. Hipanto (Flor)	Subgloboso o subdoliiforme; longitud 18.4 - 30.5 mm. diámetro máximo 18.6 - 25.8 mm.	Obovado-oblongo; longitud 1½ pulgada (= 38.1 mm), diámetro 1 pulgada (= 25.4 mm).	Obovónico, menos anchos que en <i>O. ospinæ</i> (véase fig. 16 de la obra citada).
7. Areolas del hipanto (Flor).	Con 1-5 setas y una espina central.	Sin setas ni espinas.	Sin setas ni espinas.
8. Segmentos petaloideos del perianto.	<i>Pale Orange Yellow</i> (Ridgway), hasta <i>Xanthine Orange</i> (Ridgway).	"Yellowish turning into a dull red".	"Dull red", o más amarillentos (véase la figura coloreada de la obra citada).

Características	<i>Opuntia ospinae</i>	<i>Opuntia schumannii</i>	
		(Datos de Weber)	(Datos de Britton & Rose)
9. Cicatriz del hipanto (apreciada en el fruto).	Más o menos excavada o umbilicada.	“with a flat excavation at the top”.	Aparentemente más profundamente umbilicada que en <i>O. ospinae</i> .
10. Colorido del fruto maduro.	Varía desde <i>Pansy Purple</i> hasta <i>Deep Hellebore Red</i> (Ridgway).	“Brown Red”.	De una tonalidad mucho más violácea que en <i>O. ospinae</i> , a juzgar por la figura coloreada.

T A B L A II

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DE SÓLIDOS TOTALES O SUBSTANCIA SECA EN FRUTOS DE *OPUNTIA OSPINAE* (EXPRESADO COMO PORCENTAJES DEL PESO DE LA MUESTRA)

Muestra	N	Humedad	Sólidos totales
Fruto total	2	V = 84.83 - 86.88 M = 85.85	V = 13.13 - 15.17 M = 14.14
Corteza	2	V = 87.00 - 89.61 M = 88.305	V = 10.39 - 13.00 M = 11.695
Pulpa con semillas	2	V = 80.90 - 86.80 M = 83.85	V = 13.20 - 19.10 M = 16.15

T A B L A III

CONTENIDO EN CENIZAS DE LOS FRUTOS MADUROS DE *OPUNTIA OSPINAE*

Muestra	Porcentaje de	N	V	M
Corteza (con gloquidios)	Materia seca	2	3.058 - 3.065	3.061
Pulpa (con semillas)	Materia seca	2	12.848 - 13.530	13.189
Pulpa sulfatada (sin semillas).	Peso muestra fresca	1	1.1	....

T A B L A IV

CONTENIDO DE FIBRA CRUDA (EXPRESADO COMO PORCENTAJE DE LOS SÓLIDOS TOTALES DE LA RESPECTIVA MUESTRA) EN FRUTOS DE *OPUNTIA OSPINAE*

Muestra	N	V	M
Fruto total	2	55.94 - 50.95	53.44
Corteza	2	14.37 - 18.20	16.28
Pulpa (con semillas)	2	72.95 - 80.57	76.76

T A B L A V

CONTENIDO DE SUBSTANCIAS NITROGENADAS EN MUESTRAS SECAS (SOLIDOS TOTALES) DE CORTEZA Y PULPA (SIN SEMILLAS) DE FRUTOS DE *OPUNTIA OSPINAE* (EXPRESADO COMO PORCENTAJE DEL PESO DE LAS RESPECTIVAS MUESTRAS)

<i>Muestra</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>M ± SM</i>	<i>S</i>
<i>Corteza</i>				
Nitrógeno	3	1.377 - 1.660	1.473 - 0.093	0.165
Proteínas	3	8.610 - 10.48	9.240 - 0.460	0.800
<i>Pulpa</i>				
Nitrógeno	2	1.038 - 1.337	1.187 - . . . . .	. . . . .
Proteínas	2	6.590 - 8.360	7.470 - . . . . .	. . . . .

T A B L A VI

COMPARACION DE ALGUNOS CARACTERES DE LA PULPA SIN SEMILLAS O JUGO EN FRUTOS MADUROS DE ALGUNAS ESPECIES DE *OPUNTIA*

<i>Especie</i>	<i>Humedad</i> %	<i>Materia seca</i> (sólidos totales) %	<i>Fibra</i> <i>cruda</i> %	<i>Cenizas</i> %	<i>pH</i>
<i>O. ospinae</i>	83.85 ¹	16.15 ¹	0.96 ¹	1.1	3.6
<i>O. schumannii</i> ²	90.6	9.4	0.5	0.4	. . . . .
<i>O. bonplandii</i> ³	91.0	19.0	4.3	0.33	. . . . .
<i>O. ficus indica</i> ⁴	88.4	21.50	3.70	. . . . .	. . . . .
<i>O. ficus indica</i> ⁵	83.21				
.	88.80	16.79 - 19.20	3.70	1.08	5.85
<i>O. megacantha</i> ^{6, 7}	82.06	17.94	. . . . .	. . . . .	5.70
<i>O. megacantha</i> ⁷	84.36	15.64	. . . . .	. . . . .	6.00
<i>O. streptocantha</i> ⁷	81.70	18.30	. . . . .	. . . . .	5.25
<i>O. larreyi</i> ⁷	84.51	15.49	. . . . .	. . . . .	5.20
<i>O. amyclaea</i> ⁷	81.77	18.23	. . . . .	. . . . .	5.70
<i>O. spp</i> ⁷	84.17	15.83	. . . . .	. . . . .	5.60
<i>O. spp</i> ⁷	81.90	18.10	. . . . .	. . . . .	5.40
<i>O. spp</i> ⁸	90.00	10.00	. . . . .	. . . . .	. . . . .

¹ Muestra de pulpa con semillas.

² Con base en datos de Góngora y López & Young López (1953).

³ Con base en datos de Munsell, Castillo, Zurieta & Portilla (1953).

⁴ Con base en datos de Toumey & Rose (*in* Bailey, 1939 : 2358).

⁵ Con base en datos de Villarreal, de Alba & Romero (1964 : Tab. I, III).

⁶ Especie considerada como un sinónimo de *O. ficus indica*.

⁷ Con base en datos de Villarreal, de Alba & Romero (1964 : Tab. III).

⁸ Con base en datos de Lozano (1958).

T A B L A VII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE ALGUNOS MINERALES (CALCIO, FOSFORO, HIERRO Y MAGNESIO) EN LA PULPA SIN SEMILLAS, O JUGO, DE FRUTOS MADUROS DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO *OPUNTIA*

Especie	Ca(mg./100 gr.)	P(mg./100 gr.)	Fe(mg./100 gr.)	Mg(mg./100 gr.)
<i>O. ospinae</i>	3.96	No se encontró	Trazas	2.64
<i>O. schumannii</i> ¹	22.00	7	0.3	....
<i>O. ficus indica</i> ²	24.80	—	0.38	....
<i>O. bonplandii</i> ³	22.20	25.10	0.35	....

¹ Tomados de Góngora y López & Young López (1953).

² Tomados de Villarreal, de Alba & Romero (1964 : Tab. I).

³ Tomados de Munsell, Castillo, Zurieta & Portilla (1953).

T A B L A VIII

COMPARACION DEL CONTENIDO DE NITROGENO, PROTEINAS, GRASA Y AZUCARES EN MUESTRAS DE PULPA SIN SEMILLAS, O JUGO (SUBSTANCIA SECA), DE FRUTOS MADUROS DE ALGUNAS ESPECIES DE *OPUNTIA*

Especie	Nitrógeno %	Proteínas % y subst. (6.25) nitrogenadas	Grasas	Azúcares ¹
<i>O. ospinae</i>	1.187	7.47	No se encontró	9.0 ¹
<i>O. schumannii</i> ² . . . . .	....	0.5	0	8.0
<i>O. bonplandii</i> ³	0.105	....	....	....
<i>O. ficus indica</i> ⁴ . . . . .	....	0.59	1.80	14.0
<i>O. ficus indica</i> ⁵	0.101	....	....	....

¹ Substancias reductoras totales.

² Datos tomados de Góngora y López & Young López (1953).

³ Datos tomados de Munsell, Castillo, Zurieta & Portilla (1953).

⁴ Datos tomados de Toumey & Rose (*in* Bailey, 1939 : 2358).

⁵ Datos tomados de Villarreal, de Alba & Romero (1964 : Tab. I).

T A B L A IX

COMPARACION DEL CONTENIDO VITAMINICO EN PULPA SIN SEMILLAS O JUGO, DE FRUTOS MADUROS DE ALGUNAS ESPECIES DE *OPUNTIA*. LA UNIDAD UTILIZADA (A MENOS QUE SE ANOTE LO CONTRARIO) ES EL MILIGRAMO POR 100 GR. DE MUESTRA

Especie	Caroteno	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vitamina C	Total
			0.033			
	No se encontró		0.030845	.....	22.50 mg./100 gr.	
<i>O. ospinae</i>	encontró	0.00528	—0.001992 ¹	0.2565-0.0177 ¹	15.00 mg./100 ml.	
<i>O. schumannii</i> ¹	0	0.01	0.02	0.3	30.0 mg./100 gr.	
<i>O. bonplandii</i> ²	0.176	0.003	0.014	0.32	28.4 mg./100 gr.	

Especie	Caroteno	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vitamina C	Total
<i>O. ficus indica</i> ³ ..	0.009	...	...	...	42.0 mg./100 gr.	
<i>O. ficus indica</i> ⁴ ..	...	...	...	...	40.0 mg./100 gr.	
<i>O. megacantha</i> ^{5, 6} ..	0.23	...	...	...	13.5 mg./100 gr.	
<i>O. amyclaea</i> ⁶ ..	0.27	...	...	...	32.21 mg./100 ml.	
<i>O. vulgaris</i> ⁷ ..	...	...	...	...	6.57 mg./100 gr.	

¹ Tomado de Rivera Castro (1967).

² Datos tomados de Villarreal, de Alva & Romero (1964 : Tab. I).

³ Datos tomados de Munsell, Castillo, Zurieta & Portilla (1953).

⁴ Datos tomados de Villarreal, de Alva & Romero (1964 : Tab. II).

⁵ Datos tomados de Cocuzza (1946).

⁶ Especie considerada actualmente como sinónimo de *O. ficus indica*.

⁷ Datos tomados de Villarreal, de Alva & Romero (1964 : Tab. II).

T A B L A X

RESULTADOS CUANTITATIVOS DE LOS CROMATOGRAMAS, OBTENIDOS CON SOLVENTE 4 Y REVELADOR A, PARA LA IDENTIFICACION DEL AZUCAR EN PULPA SIN SEMILLAS DE *OPUNTIA OSPINAE*

(Véase figura 84).

Patrón de azúcares	Tipo de azúcar	R _f
1	Sacarosa	0.47
2	Lactosa	0.55
3	Levulosa	0.20
4	d-(—)-xilosa	0.22
5	Glucosa	0.14
6	d-(—)-manitol	0.11
7	l-(—)-sorbosa	0.18
8	d-(—)-sorbitol	0.07
9	d-(—)-galactosa	0.38
10	l-(—)-arabinosa	0.11
Muestra de <i>Opuntia ospinæ</i> /levulosa/	.....	0.20

RESUMEN

En el presente trabajo se discuten y analizan los caracteres de *Opuntia ospinæ* y su variabilidad; asimismo se le compara con las otras especies silvestres de la región de Bogotá y se discute el problema de la identidad de *O. schumannii*. Se presenta además información sobre la distribución, fenología, efectos bióticos y métodos tradicionales de uso de los frutos de la especie. Se practicó un análisis químico sobre la pulpa de los frutos y se adelantó alguna experimentación acerca del pigmento purpúreo (antociano) que ésta contiene.

SUMMARY

The present work considers the general characters of *Opuntia ospinae* and its variability. It studies the distribution, common uses, chemical composition of the flesh and the possible nature of the pigment found in the fruit. A comparison with other species found in the Bogotá area is made. The identity of *Opuntia schumannii* is also discussed.

RÉSUMÉ

Ils sont commentés et analysés les caractères de l'*Opuntia ospinae*, ainsi que la variabilité d'eux; ils sont aussi comparés avec ceux des autres souches sauvages de la région de Bogotá et il est discuté le problème de l'identité de l'*O. schumannii*. On trouve aussi d'information sur la distribution, la phenologie, les effets biotiques et les méthodes traditionnelles d'emploi des fruits de l'espèce. Il a été pratiqué un analyse sur la pulpe des fruits et il a été avancé quelque expérimentation sur le pigment pourpre (anthocyanine) qu'il contient.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AOAC, 1955.—*Association of Official Agricultural Chemists*. Official methods of the Association of Official Agricultural Chemists. Eight edition. Pp. i-xvi, 1-1008; figs. 1-83, tabs. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, U. S. A.
- AVC, 1951.—*Association of Vitamin Chemists, Inc.* Methods of vitamin assay. 2nd. edition. Pp. i-xviii, 1-301. Interscience Publishers, Inc., New York, U. S. A.
- BAILEY, 1939.—Liberty Hyde. *The Standard cyclopedia of Horticulture*. 2 : 1201-2422, figs. 1471-2693. The MacMillan Co., New York, U. S. A.
- BERGER, 1904.—*Garden Chron.*, ser. 3, 35, : 34, figs. 16.
- BORRERO JOSÉ IGNACIO & ANTONIO OLIVARES, 1955.—“Avifauna de la región de Soatá, Departamento de Boyacá, Colombia”. *Caldasia*, 7 (31 : 51-81), 1 fig. Mayo 3.
- BRITTON NATHANIEL LORD & JOSEPH N. ROSE, 1919.—“The Cactaceas. Descriptions and illustration of plants the cactus family”. *Carnegie Inst. Washington*, Publ. 248, 1 Pp. i-vii, 1-236, figs. 1-301, pls. I-XXXVI. June 21.
- CALDAS FRANCISCO JOSEPH DE, 1810.—“Memoria . . . sobre la importancia del cultivo de la cochinilla, que produce el Reino, y la de trasplantar a él la canela, clavo, nuezmoscada y demás especies del Asia . . .” *Semanario del Nuevo Reino de Granada*, 3 : 1-32. Santa Fe de Bogotá. Enero 12.
- CALDERÓN GÓMEZ EDUARDO & GAVIRIA SALAZAR ENRIQUE, 1958.—Análisis químico aplicado. Pp. 1-331 (Conferencias mimeografiadas). Facultad de Farmacia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CARDOZO GUTIÉRREZ HERNÁN, 1965.—Estudio fitoecológico de la región semiárida de “La Herrera” (Cundinamarca). Tesis de grado para optar al título de Botá-

- nico. Pp. 1-99, tab. I-IV, figs. (Inédita). Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- COCUZZA, C., 1946.—“Contents of carotene and ascorbic acid in *Opuntia ficus indica*”. *Farmace Sc. Tec.*, 1, : 339-342. (Citado en *Chem. Abs.*, 41 : 2507b. 1947).
- CROIZAT, LEÓN, 1943.—“Euphorbiaceae Cactaceaeque novae vel criticae colombianae 1”. *Caldasia*, 2 (7) : 123-139. Junio 30.
- 1944.—“A check-list of Colombian and presumed Colombian Cactaceae”. *Caldasia*, 2 (9) : 337-355. Enero 6.
- CHANNEY, RALPH W., 1944.—“A fossil Cactus from the Eocene of Utah”. *Amer. Jour. Bot.*, 31 : 507-428.
- CHAPMAN, FRANK MICHLER, 1917.—“The distribution of bird-life in Colombia: a contribution to a biological survey of South America”. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 26 : 1-729, figs. pl. 1-41. November.
- DE SCHAUENSEE, RODOLPHE MEYER, 1951.—“The birds of the Republic of Colombia” (cuarta entrega). *Caldasia* 5 (25) : 873-1112. Agosto 31.
- DEL LLANO BUENAVENTURA, MANUEL & HELENA RESTREPO DE DEL LLANO, 1964. Los suelos y su vegetación en los principales medios geofísicos de un país modelo en el mundo: Colombia. Separata de la IV entrega del Atlas de la Economía Colombiana. 41 páginas, 26 figuras y 2 mapas, sin número. Departamento de Investigaciones Económicas, Banco de la República, Bogotá.
- ELIEL, E., 1944.—“Chromatography adsorption”. *Jour. Chem. Educat.*, 5 (1) : 580-596, figs. 1-2. December.
- FERREIRA ARDILA, SALOMÓN, 1964.—El ácido ascórbico en enlatados, conservas y el bocadillo de guayaba. Pp. 1-227, —3 pp. (correctiva), figs., tablas. Departamento de Farmacia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- GIRAL, F. & C. SUÁREZ, 1943.—“Vitamin C. content of Mexican legumes and other vegetables”. *Ciencia, Mex.*, 4 : 66.
- GÓNGORA Y LÓPEZ, JOSÉ & NORTON YOUNG LÓPEZ, 1963.—Tabla de composición de alimentos colombianos. Pp. 1-79, figs. 1-3. Instituto Nacional de Nutrición, Ministerio de Salud Pública, Bogotá.
- GRIFFITHS, D. & R. F. HARE, 1907.—“The tuna as food man”. U. S. Dept. of Agriculture, Bureau of Plan Industries, *Bull.* 116.
- HERSHKOVITZ, PHILIP, 1962.—“Evolution of Neotropical Gricetina Redents (Muridae) with special reference to the Phyllotine group”. *Fieldiana; Zool.*, 46; 1-524, figs. 1-123, tab. 1-66. Dec. 20.
- HIGUCHI, T. & E. BROCHMANN-HANSEN, 1961.—Pharmaceutical analysis. Pp. i-ix, 1-854. Interscience Publishers, New York, London.
- IGAC. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*, 1962.—Levantamiento agrológico de la cuenca alta del río Bogotá. Primera parte. Pp. I-IV, 1-109, tab. 1-17, Bogotá.
- JARAMILLO MEJÍA, ROBERTO; SARAVIA, CARLOS & HERNÁNDEZ CAMACHO, JORGE, 1963. “Aspectos biogeográficos y biológicos”, en: Informe Nacional, Conferencia para el estudio de las zonas áridas. Pp. 49-64, 1 mapa. División de Territorios Nacionales, Ministerio de Gobierno, Bogotá.
- LOZANO, GUSTAVO, 1965.—Notas sobre las *Opuntiae* de la zona semiárida de la Sabana de Bogotá. (Manuscrito). Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- LOZANO, G. M., 1958.—Contribución al estudio e industrialización del nopal. (*Opuntia* spp.). Tesis. Escuela Superior de Agricultura Antonio Nano, Universidad de Coahuila, México. (Citado por Villarreal, De Alva & Romero, 1964).
- MAERZ, A. & M. ROA PAUL, 1930.—Aditionary of color. First ed. Pp. 1-207, pl. 1-56. Mc. Graw-Hill Book Co. Inc. New York.
- MUNSELL, H. E., R. CASTILLO, C. ZURIETA & J. M. PORTILLA, 1953.—‘Production, uses and composition of foods of plant origin from Ecuador’. Food Research, 18 : 319.
- PEARSON, OLIVER, 1958.—‘A taxonomic revision of the redent genus *Phylletis*’. Univ. Calif. Publ. Zool., 56 (4) : 391-496, figs. 1-21, pls. 6-13. Dec. 8.
- PÉREZ ARBELÁEZ, ENRIQUE, 1951.—‘El primer diario de la Expedición Botánica en la Mesa de Juan Díaz’. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex., Fís. Nat. 3 (31) : 358-379. Bogotá. Diciembre.
- PHILLIPS, ALAN R., 1961.—‘Notas sistemáticas sobre aves mexicanas I’. Ann. Inst. Biol., 32 (1-2) : 333-381. Universidad Nacional Autónoma de México. Marzo 30, 1962.
- RIDGWAY, ROBERT, 1912.—Color Standard and color nomenclatura. Pp. . . . pl. 1-1111. A. Hean & Co. Washington.
- RIVERA CASTRO, LUIS GONZALO, 1967.—‘Determinación microbiológica de vitaminas en la *Opuntia ospinae*’. Heraldo Químico Farmacéutico, 3 (6) : 9-11. Bogotá. Mayo.
- SARAVIA TOLEDO, CARLOS; HERNÁNDEZ CAMACHO, JORGE & JARAMILLO MEJÍA, ROBERTO, 1963.—Vegetación de la zona semiárida de la Sabana de Bogotá. (Manuscrita). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- SMITH, IVER, 1960.—Chromatographic and electrophoretic techniques, i-xvii, 1-617. Interscience Publishers, Inc. New York.
- VILLAMIL, FIDEL; BEATRIZ E. DE ALVA & GUILLERMO ROMERO, 1964.—‘Estudio químico sobre jugos de tunas enlatadas’. Ciencia, Méx., 23 (2) : 75-82, tab. I-VI. Mayo 30.
- VILLARREAL, FIDEL; P. ROJAS MENDOZA, V. ARELLANO & J. MORENO, 1963.—‘Estudio químico sobre seis especies de nopales’. Ciencia, Méx., 22 (2) : 59-65, Tab. I-V. Enero 16.
- VILLAVECCHIA, V., 1944.—Tratado de Química Analítica Aplicada. Segunda Edición. 2; 1-1012.
- WALKERS, ERNEST P. (y colaboradores), 1964.—Mamals of the weld. 2; Pp. i-viii, 647-1500, figs. John Hopkins Press, Baltimore.