

PROGRESO DE

ASOCIACION PARA EL



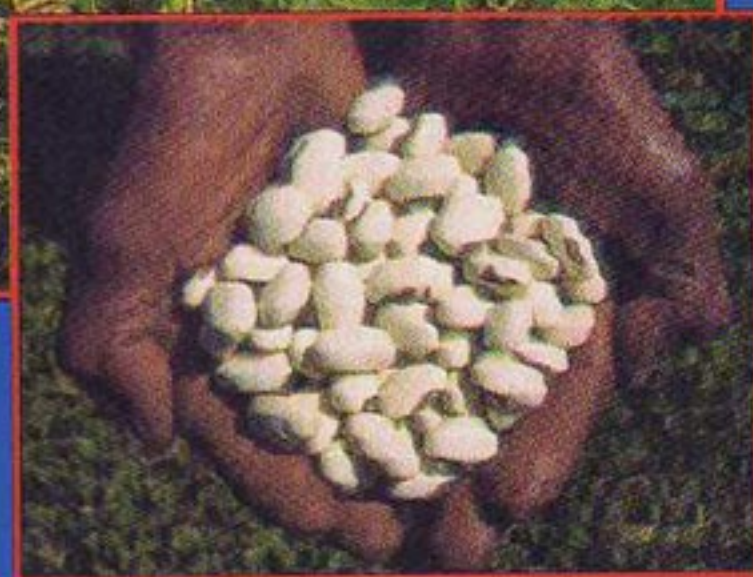
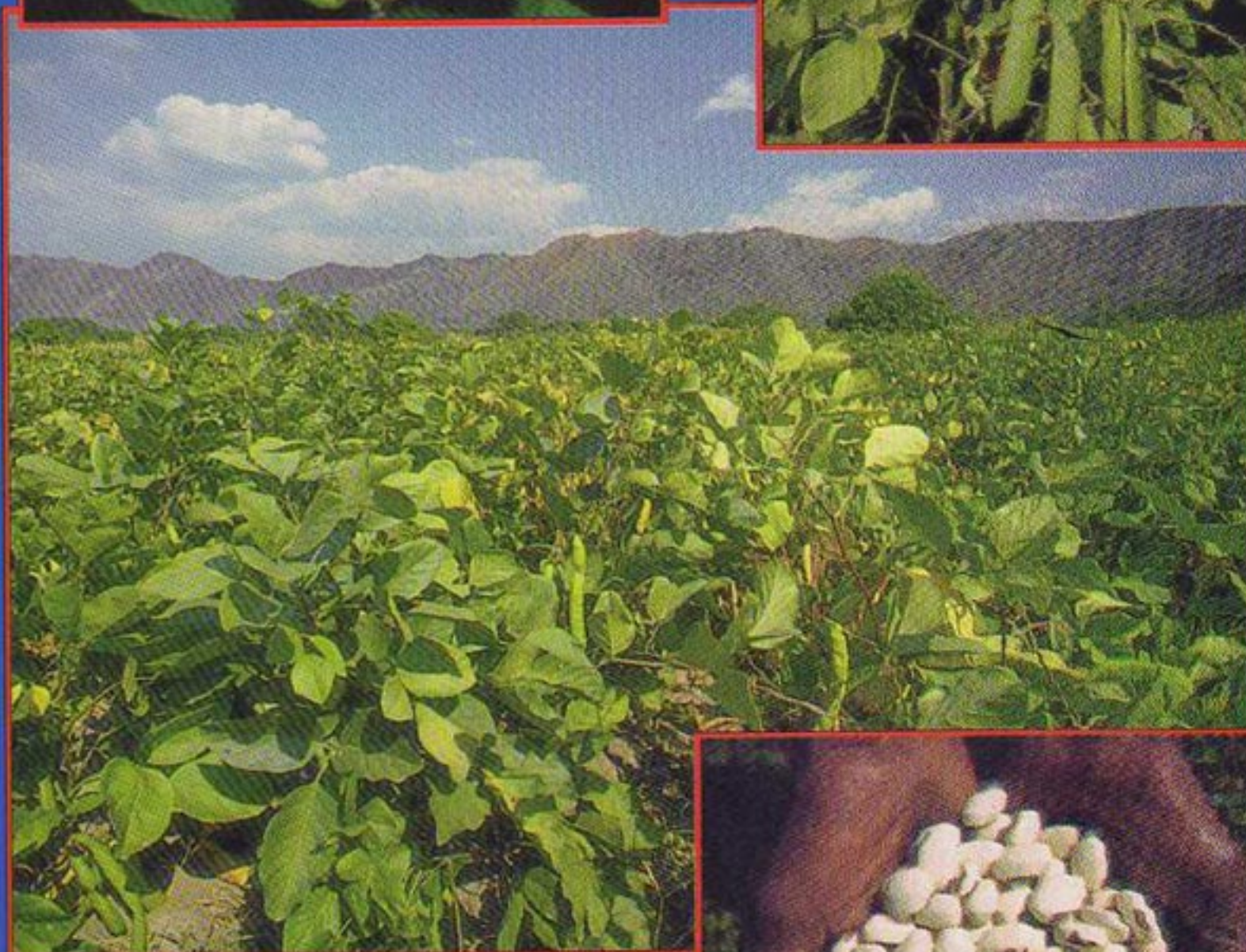
LA INVESTIGACION

UNIVERSITARIA

TRIBUNA

Volumen 2, número 1, 1995

DEL INVESTIGADOR



**Revista
de la
Asociación
para el
Progreso
de la
Investigación
Universitaria
(APIU)**

TRIBUNA DEL INVESTIGADOR

Depósito Legal pp 84-0014
Nº ISSN 1315-3374

CONSEJO EDITORIAL

Dayssi Marciano
Directora

Jocelyne Ascensio
Agronomía

María Cristina Di Prisco
Medicina

Maximo García Sucre
Ciencias

Jesús Alberto León
Ciencias

Luis Marciano González
Arquitectura y Urbanismo

Enrique Marín Quijada
Ciencias Jurídicas y Políticas

Maritza Montero
Humanidades y Educación

Hector Navarro
Ingeniería

CONSEJO DIRECTIVO APIU 1995 - 1996

José Miguel Cortázar
Presidente

Rubén E. Vargas
Vicepresidente

Aria María Acevedo
Secretaria de Actas

Margarita Salazar-Bookaman
**Secretaria
de Correspondencia**

Isaac Blanca Pereira
Tesorero

Coordinación:
Lic. Inés Marciano
CNP: 3959

Diseño y diagramación:
Simón Rodríguez

Impresión:
Editorial Venezolana H. SRL

Tribuna del Investigador es una revista semestral publicada por la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria (APIU) cuyos objetivos fundamentales son:

1. Propiciar la difusión de estudios e investigaciones de carácter interdisciplinario relacionados con el quehacer científico y tecnológico nacional e internacional.
2. Estimular el estudio interdisciplinario, promoviendo en forma especial las relaciones entre las humanidades y las ciencias básicas.
3. Contribuir al esclarecimiento de diversos aspectos relacionados con definición e instrumentación de las políticas científicas y tecnológicas nacionales, en sus implicaciones teóricas y prácticas.
4. Ofrecer la oportunidad de confrontar puntos de vista respecto a problemas que afectan a la comunidad de investigadores.
5. Ser el correlato impreso del espíritu que ha animado a la Tribuna del Investigador, vale decir, ser un espacio para la divulgación y la confrontación de los hallazgos alcanzados por los miembros de la comunidad científica y tecnológica.

La revista Tribuna del Investigador es una publicación financiada por la Comisión Permanente de Ciencias y Tecnología de la Cámara de Diputados del Congreso de la República de Venezuela, el Convenio UCV-APIU y la Facultad de Medicina de la UCV.

Tarifa de suscripción anual:

Individual Bs. 600.00

Bibliotecas e Instituciones Bs. 1000.00

Instituciones en el exterior \$ 50

Los pagos deben hacerse en cheque a nombre de:

Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria (APIU)

Los miembros de APIU recibirán la revista sin costo.

Reproducción:

Derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida sin permiso escrito de los editores.

Copyright:

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without written permission from the publisher.

Dirección:

Universidad Central de Venezuela. Los Chaguaramos. Instituto de Medicina Experimental, PB. Teléfonos: 619811 al 30 Ext. 3312 tel. Fax: 6930327. Apartado Postal 50587, Sabana Grande. Correo Electrónico: apiu@dino.conicit.ve.

Portada:

Plantación de *Canavalia ensiformis*, flores, legumbres y granos. Fotos tomadas por Carlos Ferraro en el Campo Experimental del Instituto de Genética, Facultad de Agronomía, UCV.

Indexada en LIVECS

TRIBUNA DEL INVESTIGADOR

**Enero-Junio 1995
Volumen 2, número 1**

Página

- ◆Importancia y significación
del ritmo circadiano de la presión arterial.
José Andrés Octavio.....10

- ◆El impacto del paludismo en Venezuela
y la organización de la Dirección Especial
de Malariología en 1936.
Germán Yépez Colmenares.....16

- ◆*Canavalia ensiformis*, un cultivo desarrollado mediante
un esfuerzo de investigación interdisciplinaria.
Juan de J. Montilla, Julio A. Viera
y Rubén E. Vargas.....27

- ◆Uso de tamices moleculares como catalizadores
en la reacción de hidrogenación de CO.
M. R. Goldwasser, J. Pérez Zurita,
M. L. Cubeiro y C. M. López.....35

Instrucciones para los autores

1. Preparación del manuscrito: El manuscrito (original y tres copias) deberá ser escrito en papel tamaño carta a doble espacio, inclusive tablas, leyendas de las figuras, notas de pie de páginas y referencias, con un margen de 3 cm, arriba, abajo y, a cada lado. (máximo 20 pag.)

La primera página debe contener: título, nombre y afiliación institucional del (los) autor (es), un título corto (que no exceda de 45 caracteres, incluyendo los espacios), para ser usado como encabezamiento de páginas. Todas las páginas deberán ser enumeradas en el margen superior derecho. La segunda página debe incluir un resumen y una lista de palabras claves (máximo seis).

2. Figuras: Las figuras deben ser enviadas en la forma definitiva para su publicación, enumeradas en forma consecutiva y contener una leyenda que describa su contenido. Las leyendas deberán ser enviadas en página aparte.

3. Tablas: Las Tablas deben ser enviadas en páginas separadas y enumeradas en forma consecutiva. Cada tabla debe incluir: Título, leyenda (que describan la tabla con suficiente detalle como para que ella sea comprensible sin referencia al texto). El encabezamiento de cada columna debe expresar claramente su contenido.

4. Referencias: Las referencias citadas en la literatura deben ser agrupadas al final del manuscrito bajo el encabezamiento de «Referencias». Las citas bibliográficas deben ser:

a) Citadas en el texto, ejemplo: como ha sido observado por Chávez (1992), ó (Chávez, 1992); (Chávez y col., 1992). Para distinguir dos o más trabajos del mismo autor (es) en el mismo año, puede usarse sufijos a, b etc. ej: Chávez, 1992a.

b) Ordenadas en orden alfabético del apellido del (los) autor (es), en la siguiente forma: autor (es), fecha de la publicación, título del artículo, nombre de la revista, número del volumen; 1ra y última página (para los artículos), ej: Chávez, H. y Arias J. (1992). **Técnicas para el uso de microcomputadoras**. J. Software, 178, 129-156., y para los libros ej: Navarro, H., Pérez, J. M. y Díaz L. C. (1991). **Estudio del Comportamiento Humano**. Fondo de Cultura Económica ó Rossien J. y Bloom, F. (1989). Central neuropharmacology of taurine. En: **Neurotransmitters** (J.B. González y T. Fuentes eds.), pp. 165-186. Dekker. New York.

c) Unicamente los artículos publicados o en prensa podrán ser incluidos en las referencias.

d) Si dos o más referencias del mismo autor son citadas, deberán ser ordenadas en orden cronológico.

5. Si lo desea el (los) autor (es) puede (n) enviar el artículo en diskette, el cual debe reunir las siguientes características:

a) MS DOS, Macintosh o compatibles

b) Procesador de palabras: Word 5.0 ó 5.5, WS 5.0 ó 5.5, WP 5.1

c) Diskette 5 1/4 ó 3 1/2

d) Con el diskette deberá enviar tres copias impresas, el nombre del software y la versión que utilizó.

CARTAS AL EDITOR

Caracas, 5 de febrero de 1995

Dra. Dayssi Marcano
Directora
Tribuna del Investigador
Asociación para el Progreso de la Investigación
Universitaria (APIU)

Querida amiga

Recibí en mi laboratorio - en la fecha prevista para su distribución - el volumen 1, número 2 de **Tribuna del Investigador**, correspondiente a 1994. Quisiera, en esta breve nota, comunicarles mi entusiasmo y solidaridad con todos y cada uno de los programas que viene adelantando APIU, y en particular con la revista **Tribuna del Investigador** que tan acertadamente diriges desde su fundación. Al leerla con detenimiento, como lo hice con el primer número, encuentro avances sustanciales no solo en aspectos formales, sino en coherencia editorial. **Tribuna del Investigador** es - al entrar este año en su segundo volumen - ya un programa consolidado que viene a llenar un vacío en el medio universitario, ya que sirve como medio plural para la difusión de la actividad creativa de la comunidad científica de la Universidad Central de Venezuela, siendo al mismo tiempo tribuna abierta para la libre discusión y confrontación de ideas en el ámbito de nuestras universidades. **Tribuna del Investigador** es, en definitiva, un buen ejemplo de una revista de divulgación - que sin perder la rigurosidad propia de cada disciplina representada - logra comunicar a un público amplio y heterogéneo información actualizada sobre las actividades de investigación que se vienen desarrollando en nuestro medio. Finalmente quiero extender mis consideraciones de aprecio y solidaridad a todo el equipo editorial con el cual comparto las mismas angustias de editor.

Vidal Rodríguez Lemoine, PhD.
Editor Acta Científica Venezolana

**Asociación Venezolana
para el Avance de la Ciencia
de la Ciencia (Acta Científica Venezolana)**

24 de marzo de 1994

Ciudadanos
Profesores José Miguel Cortázar y Dayssi Marcano
Presidente de la APIU y Directora
Revista Tribuna del Investigador
Presente

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes, en ocasión de avisar recibo de su comunicación N° 114 de fecha 15-03-94, recibida en esta Presidencia el 24-03-94, con la cual nos hacen llegar la Revista **«Tribuna del Investigador»**. En tal sentido, les solicito la posibilidad de que me remitan unos cuatro (4) ejemplares adicionales, para las Universidades fundadoras de la Asociación.

Aprovecho la oportunidad, para agradecerles su gentileza en el envío y les deseo un cúmulo de éxitos en la labor emprendida.

Con mis sentimientos de consideración y alta estima, les saluda.

Atentamente,

Luis Fuenmayor Toro
Presidente
Asociación de Universidades Andinas

**Asociación de Universidades Andinas
Presidencia
Caracas**

Caracas, 12 de abril de 1994

Doctora
Dayssi Marcano
Directora de la Revista «Tribuna del Investigador»
Presente.-

Estimada amiga:

Me es grato dirigirme a usted, en la ocasión de saludarle y agradecerle su gentileza al hacerme llegar la publicación TRIBUNA DEL INVESTIGADOR, Volumen 1, número 1, 1994, extensiva a la directiva de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria (APIU). Aprovecho la oportunidad para felicitarles por el excelente trabajo que han logrado para la realización de esta publicación, esfuerzo que se hace merecedor de todo mi reconocimiento.

Me despido no sin antes expresarles mi agradecimiento y augurarles muchos éxitos.

**Guillermo Yépez Boscán
Primer Vicepresidente
Cámara de Diputados
Particular**

Dra. Dayssi Marcano
Instituto de Medicina Experimental
Universidad Central de Venezuela
Presente

Caracas, 25 de abril de 1994

Estimada Dra. Marcano:

Con mucho placer he leído el primer número de la revista Tribuna del Investigador, de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria (APIU). Pienso que una publicación de esta naturaleza viene a cubrir un vacío en la divulgación de trabajos de un amplio rango de investigadores. Es también muy evidente que una empresa semejante es el resultado de mucho esfuerzo y trabajo, especialmente considerando la crítica situación en la que se encuentra, no sólo en nuestra institución, sino el país entero. Quiero por ello felicitarla a usted y a todo el equipo que hizo posible plasmar estos esfuerzos en una realidad concreta y le deseo el mayor de los éxitos en la continuidad de las publicaciones.

De usted, atentamente
Tatiana Wikander

Facultad de Ciencias

Barinas, 2 de mayo de 1994

Ciudadano
Prof. José Miguel Cortázar
Presidente de la Asociación para el
Progreso de la Investigación Universitaria (APIU)
Caracas.

Tengo a bien dirigirme a Ud., con la finalidad de acusar recibo de su gentil comunicación de fecha 15-03-94, con la cual me hace llegar el primer número de la Revista «Tribuna del Investigador», cuyo propósito es divulgar resultados obtenidos en la actividad científico-técnica. Para nosotros constituye motivo de legítima satisfacción, el que la Asociación que Ud. preside, haya promovido este órgano de publicación; el cual contará con todo nuestro apoyo y cooperación. En la UNELLEZ existe gran interés por dar a conocer los logros de la actividad académica, razón por la cual celebramos la presencia de dicha publicación, que representa una posibilidad para difundir los hallazgos en materia de investigación. Al agradecerle su distinción y reiterándole nuestra manifestación de solidaridad con la iniciativa emprendida, me suscribo de Ud.

Atentamente,
Clemente Quintero Rojo
Rector

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
Ezequiel Zamora
«UNELLEZ»**

Caracas, 28 de abril de 1994

Doctora
Dayssi Marcano
Directora de la Revista
«Tribuna del Investigador»
Presente.

Estimada Dra. Marcano:

Me complace saludarle en la oportunidad de hacerlo llegar mis felicitaciones por el primer número de la publicación «Tribuna del Investigador», órgano informativo que, sin duda alguna, contribuirá de manera importante a la divulgación de las actividades científicas y tecnológicas a nivel nacional e internacional. En la seguridad de que esta revista de la APIU se convertirá en un instrumento de gran utilidad para la comunidad científico-tecnológica, me reitero a sus gratas órdenes.

Atentamente,
Michael Suárez Fontuguel
Vicepresidente

**Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Tecnológicas**

Caracas, 14 de diciembre de 1994

Ciudadano
Dr. José Miguel Cortázar
Presidente
Asociación para el Progreso de la
Investigación Universitaria (APIU)
UCV
Presente.-

Por medio de la presente me es grato dirigirme a usted para agradecerle su envío de la Tribuna del Investigador, Vol. 1, Nº 2, año 94, gentilmente remitido.

Se observa en esta edición una presentación grata a la vista, con diseño y diagramación artística, además su contenido es bien interesante y los temas seleccionados contribuyen a realzar la importancia de la misma. El Directorio, las Comisiones y Sub-Comisiones que conforman el Consejo de Desarrollo Científico, se unen para hacer llegar a usted, extensivo a todos los que laboran en la producción de dicha revista, un cúmulo de felicitaciones y éxitos en el nuevo año.

Atentamente,
Fulvia Nieves de Galicia
Secretario General

**Consejo de Desarrollo Científico
y Humanístico
Universidad Central de Venezuela**

Coro, 04 de Mayo de 1994
Ciudadanos
Prof. José Miguel Cortázar
Presidente de la APIU
Dra. Dayssi Marcano
Directora Revista «Tribuna del Investigador»
Su Despacho.-

Con gran satisfacción estoy dirigiéndome a ustedes, para acusar recibo de la comunicación APIU N° 114, de fecha 15 de marzo próximo pasado.

Permitanme, expresarles mi felicitación por tan loable esfuerzo, considero que avanzamos por los reales caminos que son objetivos de aquellos los que nos identificamos con los alcances de la información, esto es el desarrollo de los valores humanos y científicos por el bien de nuestro país.

Estimo que la publicación editada ha de encontrar no sólo el conocimiento de la ciencia y de la tecnología sino la cultivará y abonará más con las inteligencias claras y transparentes del universo científico de la Nación.

El Rectorado que tengo el honor de ejercer, brindará la máxima colaboración para la divulgación de este medio de comunicación científica. Espero una continuidad del esfuerzo, ocasión propicia para reiterarles los augurios y éxitos como también los sentimientos de mi más alta consideración y estima.

Atentamente,
Oscar Abreu A.
Rector

**Universidad Nacional Experimental
Francisco de Miranda**

San Cristóbal, 18 de mayo de 1994
Ciudadano
Prof. José Miguel Cortázar
Presidente de la APIU
Caracas

Distinguido Profesor:

Complacido hemos recibido su primer número de la Revista «Tribuna del Investigador», que estamos seguros es el resultado de la conjunción de esfuerzos y voluntades de la prestigiosa asociación que usted dignamente dirige.

La tarea de divulgar los avances de la Ciencia y la Tecnología a nivel nacional e internacional por la comunidad científica en general es muy significativa, si tomamos en cuenta el invalorable aporte de este importante sector a la solución de los problemas del país.

Nuestro compromiso de mantener y fortalecer los vínculos con la APIU permitirá a los académicos unetenses, intercambiar ideas, programas y proyectos con el propósito fundamental de contribuir a elevar la cantidad y calidad de vida de la sociedad venezolana. Deseo expresarle a Usted y a la Dra. Dayssi Marcano Directora de la Revista, éxito en su nueva gestión.

Reciban de la UNET nuestros sentimientos de alta estima y consideración. De usted,

Atentamente,
Humberto Acosta
Rector

**Universidad Nacional Experimental
del Táchira**

**Las alergias son controlables,
no dejes que limiten tu vida**

■ Mas de 35% de los venezolanos sufre de alergias tales como asma bronquial, rinitis, eczemas, urticaria, reacciones a medicamentos, alimentos y otros componentes del ambiente tropical

■ El control de estos procesos requiere adecuado diagnóstico y tratamiento para cada individuo.

■ Bioalergenos C.A. del Instituto de Biomedicina (IB) ofrece servicios de consultas especializadas, pruebas diagnósticas e inmunoterapia.

Los alérgenos utilizados son fabricados en el IB y adaptados a las condiciones tropicales

Consulta médica especializada

Instituto
de Medicina Integral
Piso 8
Av. Manscal Sucre
San Bernardino
Caracas, Venezuela

Prevía cita

Tels. 52 2666 - 52 2164



20% de descuento para la comunidad universitaria

bioalergenos

DISCURSO PRONUNCIADO POR EL DR. LUIS ANTONIO BIGGOTT EN EL ACTO DE ENTREGA DE LOS PREMIOS "FRANCISCO DE VENANZI", 1994.

Estimados amigos:

En actos como estos, cargados por una parte de solemnidad y por la otra de bochinche interior, provoca pensar un poco en aquel siglo XVIII cuando alguien, creyendo que el hombre era sólo un ser racional inventó aquello de la objetividad que, caminado el tiempo y muertas innumerables lunas se tradujo en el ser objetivo. Desde entonces se nos pide que cumplamos con esa norma y sobre todo los hacedores de sueños, perdón hacedores de investigación. Resulta que un traspiés de la lógica parece decir que el hombre no sólo razón, cerebro, juicio. Es además corazón, emoción, sentimiento. Es cierto, entonces, como dijo alguien, que Descartes se equivocó cuando dijo «Pienso, luego existo» porque ha debido decir «Pienso y siento, luego existo». Lo subjetivo juega un papel significativo en nuestra existencia. Es por todo esto que el derecho más importante de nosotros-seres de nuestro tiempo es el sagrado derecho a equivocarnos. Equivocación con claridad, transparencia, con sinceridad. No por fastidiar decía Unamuno «pídanme que sea sincero, no me pidan que sea objetivo».

En Venezuela a medida que se fundan

más Universidades e Institutos de Educación Superior el índice de analfabetismo crece. En la medida que se aumenta el número de horas discursivas en el mundo de la teorización agrícola, en el mismo espacio-tiempo en el cual los investigadores que juegan al ajedrez genético en busca de mejoras de especies vegetales y animales, en cada huella, en cada surco que dejan, muere un niño de desnutrición. Si en un acto solidario acordáramos levantarnos y guardar un minuto de silencio por cada niño que muere diariamente en nuestro país ese mal de nuestro tiempo y nuestro espacio, nos encontraría el siglo XXI en silencio. Pareciera que vivimos una trampa descomunal. En la mayoría de nuestras Universidades se encuentra una simbiosis maligna y amorosa a la vez: profesores que asisten a ella más por un sueldo que por un trabajo con alumnos que pasean salones y jardines en busca de un título y no de una profesión. Y sin embargo la Universidad es para nosotros razón de existencia.

Acá, en este Parainfo acompañamos al Doctor Francisco de Venanzi para aquellos que tuvimos la suerte de escuchar sus reflexiones y sentir su

cálida amistad, en su último recorrido por los espacios que fue su mundo, su gran vivencia. El día de su despedida nos encontramos alumnos de todas las Facultades, alumnos en el sentido de vida compartida. La tragedia consistió en que nos veíamos a los ojos y no podíamos reconocernos. Los mismos que gritamos meses atrás consignas libertarias y autonomistas, los que alguna vez rayamos las paredes con consignas relativas a «una vida sin utopías es una muerte adolescente» nos encontrábamos fraccionados. Habíamos olvidado demasiado temprano que el verdadero sentido y destino del hombre es vivir su tiempo, no traicionarlo. Es por todo esto que hoy recuerdo al Maestro. Sólo su recuerdo ha permitido que yo acepte esta distinción. La única obtenida en mi vida de treinta y cinco años de vida como maestro de escuela en todos sus niveles, de aprendiz del alma popular, de cantor solitario de aquellos mensajeros de los dioses: Humberto Cuenca, Salvador de la Plaza, José Agustín y Ludovico, Silva Michelena, José María Bianco, José Vicente Abreu u Orlando Araujo.

Dice Octavio Paz que «La jarra de agua o de vino en el centro de una mesa es un punto de confluencia, un pequeño sol que une a los comensales. Pero ese jarro que nos sirve a todos para beber, mi mujer puede transformarlo en un florero. La sensibilidad personal y la fantasía desvían al objeto de su función e interrumpen su significado: ya no es un recipiente que sirve para guardar un líquido sino para mostrar un clavel».

La docencia es el equivalente de la jarra octaviana, la investigación la mano, el cerebro, el cuerpo que la transforma en el más bello, útil y comprensible mensaje floral. Y sin embargo, quienes

nos acercamos a ese mundo somos incomprendidos, humillados, perseguidos por nuestros fantasmas y por un mundo de insolidaridad que la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria trata de subsanar en un mundo universitario altamente burocratizado y silencioso.

Amigos investigadores, alguna vez se dijo que Jesucristo tuvo una vida y una sola muerte; nosotros tenemos diferentes vidas y a diario sufrimos innumerables muertes. El poeta Antonio Machado gritaba que «bueno es saber que los vasos nos sirven para beber, lo malo es que no sabemos para qué sirve la sed» y en la transmutación del tiempo, Oscar Wilde aseguraba: «Si, soy un soñador. Porque sólo un soñador es el que puede hallar su camino a la luz de la luna y que, en castigo de eso, ve la aurora antes que el resto del mundo.

Eso es. El verdadero premio que a diario recibimos es ver la aurora antes que el resto del mundo y el verdadero sentido de nuestra existencia es unir, conjugar todo nuestro esfuerzo, toda nuestra investigación para construir un país donde cada uno de sus habitantes tenga un pan del tamaño de su hambre. Nuestro único destino: morir en el camino y no al lado del camino.

Gracias, muchas gracias.
Luis Antonio Bigott

Caracas, 17 de marzo de 1995

Importancia y significación del ritmo circadiano de la presión arterial

José Andrés Octavio.

Cátedra de Patología General y Fisiopatología
Escuela de Medicina Luis Razetti e Instituto
de Medicina Experimental, Facultad de Medicina
Universidad Central de Venezuela,
Caracas - Venezuela

Resumen

El advenimiento en las últimas dos décadas, del uso de registradores automáticos de presión arterial (PA), ha permitido conocer el ritmo circadiano de la misma y los factores que los determinan. Fundamentalmente, dicho ritmo está influido por el ciclo sueño-vigilia, y por la actividad. El conocimiento de la variación diaria de este parámetro, ha llevado inevitablemente a la revisión del valor de las tomas de la PA en forma aislada o casual, como parámetro que permite distinguir los sujetos normales y los hipertensos, y más importante aún, a la revisión de la capacidad de predicción de estas tomas de PA, en lo que se refiere a la aparición de daño de los órganos blanco de la enfermedad hipertensiva.

La evidencia de la literatura sugiere, por un lado, que individuos catalogados como hipertensos con los métodos tradicionales pueden en realidad padecer lo que se denomina «hipertensión de bata blanca» (cifras anormales de PA que aparecen sólo cuando son determinadas por el médico), cuya significación está por

establecerse. Por otro lado la literatura señala que las cifras de 24 horas son mejores predictoras de daño vascular.

Los registros de 24 horas de PA ofrecen además la ventaja de ser más reproducibles que las tomas aisladas o casuales, y permiten por otra parte estudiar los valores de PA durante el sueño y durante las fases iniciales del día o la vigilia, períodos estos donde las determinaciones parecen tener importancia fisiopatológica.

No existen sin embargo, parámetros aceptados universalmente como normales para los valores de PA de 24 horas, ni tampoco se han realizado estudios de seguimiento de individuos con estos valores, sin tomar en cuenta su PA casual, ya que esto podría acarrear omisión en el tratamiento de sujetos hipertensos. Estos hechos unidos a factores ligados a los costos operativos, restringe hasta el momento el uso de estos sistemas a estudios experimentales o a indicaciones clínicas muy precisas. Sin embargo, éstas se han ido ampliando con la experiencia cada vez mayor acumulada en este campo.

Palabras Claves:

Presión arterial, ritmo circadiano

Es bien conocido que la presión arterial sufre variaciones en todos los individuos durante el día (Bevan y col., 1969, Mancía y col., 1983a). Cambios durante las 24 horas no solo ocurren en esta variable, sino también en otros parámetros; (Moore-Ede y col., 1983) físicos, como la temperatura, o bioquímicos, como es el caso de algunas hormonas. El ritmo de dichas variables en las 24 horas, es lo que se conoce como ritmo circadiano (del latín; aproximadamente un día).

Estas variaciones están determinadas por múltiples factores, algunos de los cuales son internos (el llamado reloj biológico), y parecen estar controlados por centros hipotalámicos (Moore-Ede y col., 1983). Otros factores son externos, posiblemente relacionados con el ciclo noche-día, ya que dichos ritmos pueden modificarse en personas cuyas actividades son nocturnas. Pueden también ser afectados por el ciclo actividad-reposo (Moore-Ede y col., 1983), sin embargo, los ritmos circadianos persisten en personas que se encuentran en reposo permanente. Por último, situaciones emocionales o influencias ambientales que ocurren a lo largo del día influyen también en el perfil del ritmo circadiano en un individuo (Mancía y col. 1993).

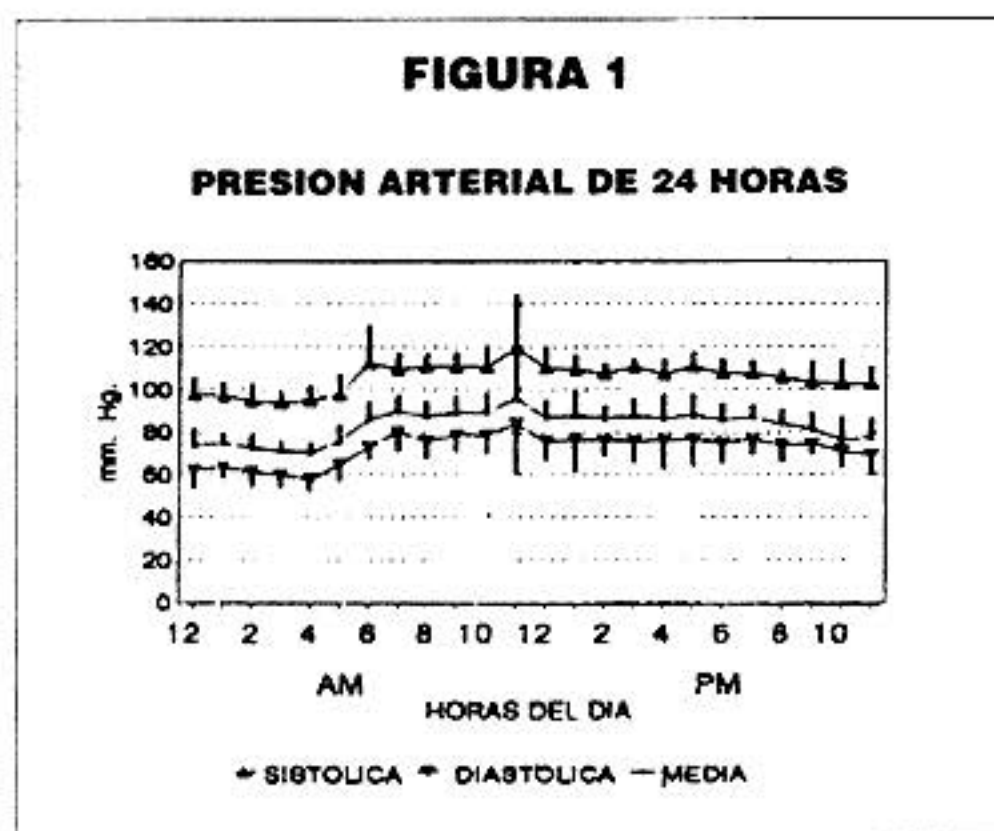
La posibilidad de medir la presión arterial a lo largo de las 24 horas en sujetos humanos surge en los años sesenta, cuando se empezaron a realizar mediciones directas de dicha variable utilizando cánulas insertadas en arterias periféricas, conectadas a registradores portátiles (Bevan y col. 1969).

Con este método se establecieron los patrones normales de variación de la presión arterial lo largo de las 24 horas, así como la presencia de numerosos componentes oscilatorios en dichos registros (Parati y col. 1993) (componentes irregulares, componentes de baja, media y alta frecuencia etc.), cuya significación está por establecerse.

En años mas recientes, el estudio del ritmo circadiano de la presión arterial se ha visto enriquecido y popularizado por la aparición de registradores «no invasivos» o incruentos, que permite mediciones a grupos mayores de individuos, sin el riesgo de molestias o complicaciones (Sokolow y cols., 1966).

Estos últimos sistemas tienen la desventaja de que las determinaciones se realizan cada 10, 15 o 30 minutos y no en forma continua, y lógicamente no permiten hacer análisis de variabilidad instantánea. Tienen la virtud ya mencionada; la ausencia de problemas o molestias colaterales en el sujeto en estudio.

En forma característica, el ritmo circadiano de la presión arterial, obtenido con un registrador no invasivo tiene un perfil que es bastante constante y reproducible, tanto en individuos sanos, como en sujetos que sufren de hipertensión arterial. En la figura, que corresponde a los promedios horarios de 10 sujetos normales, se observan (Figura 1), como fenómenos fundamentales,



La gráfica muestra los registros promediados de 10 individuos sanos durante las 24 horas del día. Las líneas verticales hacia arriba y abajo representan las desviaciones estándar de cada hora de registro. Obsérvese el ascenso matutino y el descenso nocturno de las presiones.

un ascenso matutino y un descenso nocturno. El primero de ellos, comienza al inicio, o inmediatamente antes de la vigilia, y se mantiene con algunas oscilaciones durante este período. Este ascenso está posiblemente en relación con el cambio de nivel del sueño y en menor medida con la actividad. El descenso nocturno, coincide con el reposo y el sueño.

Desde el punto de vista clínico la existencia de este patrón en las 24 horas tiene una serie de implicaciones de significación. La más importante de ellas, se relaciona con el hecho de que a pesar de ser la presión arterial cambiante a lo largo del día, tanto el diagnóstico de la hipertensión arterial, o enfermedad hipertensiva, como el manejo de la misma, han sido establecidos sobre la base de tomas aisladas de presión arterial realizadas generalmente por personal médico (Kannel y col., 1974). Surge de acuerdo con esto la interrogante de si dichas tomas de presión arterial reflejan en realidad el comportamiento de esta variable a lo largo del día.

Numerosos estudios han mostrado (Mancia y col., 1988, Caldera y col., 1993) que existe una diferencia significativa entre los valores de presión arterial obtenidos en tomas aisladas y las presiones que se obtienen en registros continuos de 24 horas. Estas diferencias son ciertas, tanto para la presión promedio de las 24 horas, como para las presiones promedio diurnas o nocturnas.

Del estudio de esta información, ha aparecido el concepto de «Hipertensión de bata blanca», (Mancia y col., 1983b Julius y col., 1990) que se refiere a la existencia de valores anormalmente altos de presión arterial obtenidos por el médico, que no reflejan las cifras que a lo largo del día están presentes en ese individuo, y que pueden ser normales.

Este fenómeno se ha relacionado con el estrés causado en el individuo por la presencia del médico. (Julius y col., 1990) el cual no ocurre cuando la presión es medida por personal no médico o cuando dicha

medición se realiza en el hogar.

Las diferencias señaladas plantean la interrogante de cuál determinación (presión casual vs presión de 24 horas) refleja con mayor precisión el estado del sujeto, y más interesante aún, cuales parámetros son capaces de predecir mejor la aparición de las complicaciones relacionadas con la hipertensión arterial (cardiopatía, retinopatía, daño renal, encefalopatía etc.), y en consecuencia, cuales deben ser las guías o las pautas para el tratamiento de la hipertensión arterial (Perloff y col., 1983, Whitte y col., 1989).

Para tener una respuesta cierta a este punto, tendrían que desarrollarse estudios prospectivos, sobre la evolución a largo plazo de individuos con cifras tensionales elevadas obtenidas en registros de 24 horas. Existen algunos estudios que apuntan en este sentido (Perloff y col., 1983). Sin embargo, la realización de este tipo de estudio a gran escala no parece factible desde el punto de vista ético, ya que implicaría el seguimiento, sin intervención terapéutica, de personas con cifras elevadas de presión arterial, obtenida por los métodos tradicionales. Es sabido que estas cifras elevadas, son predictoras a mediano o largo plazo, de daño vascular (Kannel, 1974).

Por estos motivos el grueso de la información de que se dispone proviene de cortes instantáneos que correlacionan, los valores de presión arterial con la existencia de daño a "órganos blanco" provocado por la hipertensión (Mancia y col., 1988, White y col., 1989). En este sentido se han utilizado diferentes parámetros derivados de los registros de 24 horas, a saber:

1-El promedio de las presiones de las 24 horas, tanto sistólica como diastólica (Devereux y col., 1984)

2-El promedio de las presiones diurnas o nocturnas (Mancia y col., 1993).

3- La variabilidad en 24 horas de la presión, lógicamente esta información sólo

puede ser obtenida a cabalidad mediante registros continuos, y por lo tanto, invasivos (Parati y col., 1993).

4- La llamada «carga de presión arterial», que se refiere al porcentaje de registros que superan los valores considerados normales (White y col., 1989).

5- La presencia de la llamada «hipertensión de bata blanca», que como ya se señaló consiste en la aparición de cifras elevadas de presión arterial, solamente cuando ésta es determinada por el personal médico (Julius y col., 1990).

La mayoría de estos parámetros han demostrado una correlación significativa, con la presencia de daños en los llamados «órganos blanco» de la hipertensión arterial (corazón, arterias, retina, cerebro etc.), y esta correlación es generalmente mayor que la que se obtiene con los registros casuales o aislados de la presión arterial (Parati y col., 1987, Mancia y col., 1988).

Estos hallazgos, han provocado una utilización cada vez mayor de los registros de 24 horas, para el manejo de la hipertensión arterial. Sin embargo, la ausencia de estudios prospectivos con este método, en contraste con los numerosos estudios de seguimiento, en los cuales se ha utilizado los registros casuales de presión arterial, hace que estos últimos continúen siendo el patrón de referencia para el diagnóstico y manejo de la enfermedad hipertensiva (Kannel, 1974. Join Committee in Hypertension, 1984).

En el momento actual se considera que los registros de 24 horas de presión arterial, tienen gran aplicación como método de investigación, y utilidad desde el punto de vista puramente asistencial en algunas situaciones concretas, entre las cuales destacan (Mancia y col., 1993).

1-La presencia de repetidas tomas elevadas de presión arterial por parte del médico, que no muestren correspondencia con otras tomas realizadas al individuo.

2-La necesidad del control estricto de presión arterial en situaciones de alto riesgo, ej. pacientes con disección aórtica, con insuficiencia cardíaca por cardiopatía hipertensiva o hipertensión durante el embarazo.

3-Evaluación de la eficacia de medicamentos antihipertensivos en pacientes de difícil control.

4-En pacientes en quienes se sospeche crisis hipertensivas aisladas y de breve duración.

5- En individuos en quienes se encuentra una alteración cardíaca (ej. hipertrofia), sin causa evidente.

Existen otros aspectos, ya no en el área estrictamente asistencial que confieren gran interés a la utilización de registros presorios de 24 horas. En primer lugar, es ampliamente conocido que el ensayo de drogas antihipertensivas, debe hacerse utilizando un grupo «placebo», con el cual comparar el efecto que se obtiene con la administración de la droga a probar. Este hecho complica la realización de dichos estudios, e introduce un elemento que puede ser cuestionable desde el punto de vista ético, ya que se administra al sujeto experimental una sustancia, sin que se le pueda informar, o incluso, sin que el investigador conozca, si se trata de la droga activa (droga en prueba), o inactiva (placebo). Los registros de 24 horas, no parecen, de acuerdo a lo descrito en la literatura (Mutti y col., 1991), modificarse por la administración de «placebo», y por lo tanto los ensayos clínicos que se realizan utilizando esta metodología no requieren, la utilización de dichos placebos, y son por lo tanto, mas sencillos de realizar y no plantean los problemas éticos señalados.

Por otra parte, como se muestra en la gráfica de la figura 1, existe un elemento fundamental que se pone en evidencia en dichos registros que consiste en el ascenso matutino de la presión arterial, que se inicia en las primeras horas del día y alcanza su

máximo alrededor del mediodía. Este fenómeno, constante en los registros de presión de 24 horas, ha sido atribuido al aumento de catecolaminas que ocurre en esta fase (Parati y col., 1993). Coincide este período también, con un aumento en la agregabilidad plaquetaria y en la resistencia periférica (Panza y col., 1991), responsable ésta última del aumento de presión arterial descrito. Además de la importancia que puede tener este período desde el punto de vista fisiológico y del control circulatorio, él posee gran interés por haberse demostrado desde hace varios años, que es en esta fase del día cuando ocurren con mayor frecuencia accidentes cardiovasculares y muerte por estos mismos accidentes (Muller y col., 1989, 1991). (Accidentes vasculares cerebrales, infarto del miocardio, angina de pecho o muerte súbita).

Aunque en el momento actual no está establecido si la manipulación de los cambios matutinos puede provocar un cambio en la incidencia de estos eventos patológicos, es posible que en el futuro se establezca la importancia del conocimiento y del manejo de las alteraciones de la presión arterial que ocurren en estas horas, para lo cual resultarían de fundamental importancia los registros continuos o intermitentes de presión arterial a lo largo del día.

REFERENCIAS

Bevan, A.T., Honour AJ, Stott F (1969). Direct arterial pressure recording in unrestricted man. *Clin. Sci.* 36:328-344

Caldera, A., Octavio, J.A., Pérez González JF (1993). Significación de los registros aislados de presión arterial obtenidos en el consultorio. XXIV Congreso Venezolano de Cardiología. Puerto La Cruz.

Devereux, R.B., Pickering TG. (1988). Relationship between ambulatory and exercise blood pressure and cardiac structure. *Am. J. Cardiol.* 116:1124-1133

Join National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the 1984 report of the Join National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Arch. Intern. Med.* 1984;144:1045-1057

Julius, E., Mejia, A., Jones, K., Krause, L., Shork N, VandeVen, C., Johnson, E., Petrin, J., Sekkarie, M.A., Kjeldsen, S.E., Schmoeder, R., Gupta, R., Ferraro, J., Nazzaro, P., Weissfelt J., (1990) «White coat» versus «sustained» borderline hypertension in Tecumseh, Michigan. *Hypertension*, 16:617-623.

Kannel, WB., (1974) Role of blood pressure in cardiovascular morbidity and mortality. *Prog. Cardiovasc Dis.* 17:5-23

Mancia, G., Di Rienzo, M., Parati G. (1993) Ambulatory Blood pressure monitoring use in hypertension research and clinical practice. *Hypertension*, 21:510-524

Mancia, G., Parati, G., Pomidossi, G., Grassi, G., Casadei, R., Zanchetti, A., (1987). Alerting reaction and rise in blood pressure during measurement by physician and nurse. *Hypertension*, 9:209-215.

Mancia, G., Ferrari, A., Gregorini, L., Parati, G., Pomidossi, G., Bertinieri, G., Grassi, G., Di Rienzo, M., Pedotti, A., Zanchetti A. (1983). Blood pressure and heart rate variabilities in normotensive and hypertensive human beings. *Circ. Res.* 53:96-104.

Mancia, G., Bertinieri, G., Grassi, G., Parati, G., Pomidossi G, Ferrari, A., Gregorini, L., Zanchetti, A., (1983). Effects of blood pressure measurements by the doctor on patient's blood pressure and heart rate. *Lancet*, 2:695-698

Mancia, G., Parati, G., Albini, F., Villani, A., (1988). Circadian blood pressure variations and their impact on disease. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 12 (Suppl. 7):S11-S17.

Moore-Ede, M.C., Czeisler, C.A., Richardson, G.S., (1983). Circadian timekeeping in health and disease. *N. Engl. J. Med.* 309: 469-476

Muller, J.E., Toffler, G.H., Stone, P.H., (1989). Circadian variations and trigger of onset of acute cardiovascular events. *Circulation*, 79:733-43.

Muller, J.E. y Toffler, G.H., (1991). Circadian variations and cardiovascular disease *N. Engl J. Med.* 325:1038-1039.

Mutti, E., Trazzi, S., Omboni, S., Parati, G., (1991). Effect of placebo on 24 hours non-invasive ambulatory blood pressure. *J Hypertens.* 9:361-364.

Panza, J.A., Epstein, S.E., Quyyumi, A.A., (1991). Circadian variations in vascular tone and his relations to alfa-sympathetic vasoconstrictor activity. *N. Engl. J. Med.* 325:986-90.

Parati, G., Di Rienzo, M., Mancia, G., (1993). Ambulatory blood pressure monitoring in the elderly: evaluation of antihypertensive treatment and analysis of blood pressure variability. *Current Science*, 1:474-482

Parati, G., Omboni, S., Di Rienzo, M., Freattola, A., Albini, F., Mancia, G., (1992). Twenty-four hour blood pressure variability: Clinical implications. *Kydney International*, 41; (Suppl. 37). S24-S28

Parati, G., Pomidossi, G., Albini, F., Malaspina, D., Mancia, G., (1987). Relationship of 24-hour blood pressure mean and variability to severity of target organ damage in hypertension. *J. Hypertens.* 5:93-98.

Perloff, D., Sokolow, M., Cowan, R., (1983). The pronostic value of ambulatory blood pressure. *JAMA*, 249:2792-2798.

Sokolow, M., Werdegarr, S.H., Hinman A.T., (1966). Relationship between level of blood pressure measured casually and by portable recorders and severity of complications. *Circulation*, 34:279-298.

Tarazzi, S., Mutti, E., Frattila, A., Imholz, B., Parati, G., Mancia, G., (1991). Reproducibility of non-invasive and intra-arterial blood pressure monitoring: Implications for studies on antihypertensive treatment. *J Hypertens.* 9:115-119.

Thibonnier, M., (1992). Ambulatory blood pressure monitoring. When is it warranted. *Postgraduate Med.* 91:266-274

White, W.B., Dey, H.M., Schulman, P., (1989). Assessment of the daily blood pressure load as a determinant of cardiac function in patients with mild to moderate hypertension. *Am. Heart J.* 118:782-795

White, W.B., Schulman, P., McCabe, U.J., Dey, H.M., Average daily blood pressure, not office blood pressure determines cardiac function in patients with hypertension. *JAMA* 1989; 261:873-877.

El impacto del paludismo en Venezuela y la organización de la Dirección Especial de Malariología en 1936

Germán Yépez Colmenares

Instituto de Estudios Hispanoamericanos
Facultad de Humanidades y Educación
Universidad Central de Venezuela
Caracas - Venezuela

Palabras claves:

Paludismo - Impacto - Malariología - Mortalidad -
Descenso - D.D.T.

Resumen

Se hace una aproximación referida al impacto demográfico y económico que la enfermedad del paludismo o malaria generaba en Venezuela durante las primeras décadas del siglo XX. Se analizan algunas de las iniciativas que el Gobierno venezolano adelantaba a nivel nacional y regional para tratar de enfrentar esta enfermedad endémica y en muchos períodos epidémica, como antecedentes a la estructuración de una definitiva y permanente política nacional antimalárica. Asimismo, se ubica el contexto político en el cual se plantea la necesidad de crear una legislación y en particular un organismo público sanitario, por medio del cual se organice la lucha contra la enfermedad y sus secuelas. Es en este marco donde se crea la Dirección Especial de Malariología en 1936, la cual comenzará a cosechar importantes triunfos frente al paludismo, aún antes de incorporar el insecticida Dicloro-Difenil-Tricloroetano conocido ampliamente como D.D.T. Entre 1936 y 1948 los indicadores referidos a la mortalidad por malaria, comienzan a descender en forma evidente, acentuándose este proceso con la incorporación del nuevo insecticida ya señalado, el cual tiene un amplio efecto residual.

La presencia del paludismo a comienzos del siglo XX

Los territorios contenidos en una nación tienen valor y sirven de atracción al inmigrante y al habitante original de esa región, en la medida en que la mano del hombre pueda hacerla productiva y provechosa. El caso de Venezuela resultaba dramático, ya que contando con una extensión territorial de aproximadamente 915.741 Km², se encontraban afectados por la malaria o paludismo más de 600.000 Km², es decir que los habitantes de Venezuela estaban obligados a ubicarse en forma restrictiva en una tercera parte del territorio nacional. Como acertadamente señalaba el líder de la lucha antimalárica en el país, el Dr. Arnoldo Gabaldón:

...»Nadie se aventuraba irse de Caracas a Ortiz en Guárico, a Ospino en Portuguesa, o a Monay en Trujillo, para citar sólo tres lugares tristemente célebres, pues sabían que lo que allí podrían invertir sería tarde o temprano perdido»... (Gabaldón, A., 1965)

Esta afirmación nos coloca frente al testimonio agudo de uno de los principales protagonistas en la lucha contra esta enfermedad. La malaria se extendía por los valles de la cordillera, los llanos, la Guayana y la costa, donde todas las entidades político-administrativas del país, se encontraban golpeadas en diversas medidas por esta enfermedad metaxénica, transmitida por zancudos o mosquitos del género *Anopheles*.

La estructura demográfica del país se veía afectada por el impacto del paludismo. En la mayoría de los estados y regiones se presentaba para estos años de comienzos del siglo XX, cifras decrecientes de la composición poblacional derivadas del mayor número de muertos que de nacimientos. Esta patogenia golpeaba en forma drástica a los habitantes de la nación y las perspectivas de progreso económico

de ésta. Algunos cálculos permiten señalar que:

...»producía anualmente pérdidas no menores de 15% del ingreso nacional, y que corrientemente en un año hasta el 25% de nuestra población era afectada por ella, produciendo para todo el país, en algunos quinquenios tasas de mortalidad por 100.000 habitantes por encima de 300, pero muchas de las divisiones políticas primarias tuvieron tasas de mortalidad por encima de 500 y hasta de 1.000.»... (M.S.A.S., 1974)

La malaria representaba una de las principales causas de despoblación en Venezuela, tanto por el aumento de número de muertos como por la reducción del número de nacimientos. Entre los años de 1910 y 1945, hubo 63 veces en que para una entidad el número de muertos fue mayor que el de nacimientos, es decir que se produjeron índices negativos. De estos 63 sólo 11 sucedieron en años en que la mortalidad por malaria fue menor de 300 por 100.000. (M.S.A.S., 1974). Una muestra contundente del impacto del paludismo o malaria sobre la estructura demográfica venezolana, puede verse en la Tabla 1.

Frente a este cuadro socio-sanitario tan preocupante se intentan tomar algunas iniciativas que pretenden frenar el negativo efecto de esta enfermedad sobre la sociedad. El 19 de diciembre de 1923 se aprueba el decreto sobre Saneamiento de los Llanos de Venezuela, cuyas comisiones apuntaban más hacia el tratamiento de enfermos y profilaxis medicamentosa, sin constituir una lucha efectiva contra la enfermedad y su mecanismo de transmisión. Más adelante se lleva a cabo una iniciativa más coherente y de mayor cobertura científica, constituida por una misión de la Fundación Rockefeller, institución que a partir de 1925 comienza a prestar ayuda técnica, científica y financiera al Ministerio de Salubridad y de Agricultura y Cría. Así llega a Venezuela el Dr. Rolla B. Hill, quien trabaja conjuntamente con el médico venezolano Elías Benarroch y el entomólogo Pablo Cova

TABLA 1

Impacto del paludismo o malaria sobre la estructura demográfica de Venezuela

PREVALENCIA DE LA MALARIA DEMOSTRADA POR LAS TASAS DE MORTALIDAD EN LAS TRES ZONAS DE VENEZUELA*
EN RELACION CON LA POBLACION Y EL INDICE VITAL

Región	1911-1915	1916-1920	1921-1925	1926-1930	1931-1935	1936-1940	1941-1945
Costa Cordillera:							
Población	1.958.865	2.050.944	2.184.447	2.357.140	2.542.240	2.782.450	3.155.393
Índice de población	100	105	112	120	130	142	161
Tasa de mortal. por malaria	211	253	172	140	131	75	93
Índice vital	151	137	158	164	154	189	221
Los Llanos:							
Población	516.336	492.526	499.837	529.231	556.907	610.465	717.724
Índice de población	100	95	97	102	108	118	139
Tasa de mortal. por malaria	527	653	497	418	329	323	217
Índice vital	121	103	109	140	138	165	196
Guayana:							
Población	71.224	74.670	77.343	79.499	81.655	85.807	98.106
Índice de población	100	105	109	112	115	120	138
Tasa de mortal. por malaria	156	151	162	172	154	110	121
Índice vital	162	208	172	176	196	294	260
Venezuela							
Población	2.546.425	2.618.140	2.761.627	2.965.870	2.180.802	3.478.722	3.971.213
Índice de población	100	103	108	116	125	137	157
Tasa de mortal. por malaria	276	308	232	190	164	103	112
Índice vital	145	134	150	161	152	126	218

* Con exclusión de datos pertenecientes a los Territorios Federales Amazonas y Delta Amacuro.

Fuente: La Campaña de Escala Nacional contra la Malaria en Venezuela. A. Gabaldón, 1949.

FIGURA 1
Distribución original de la Malaria en Venezuela
Año 1930 - 1945



Fuente: López Ramírez, Tulio. (1987)

Historia de la Escuela de Malariología y Sanamiento Ambiental de Venezuela. Caracas, Ediciones de la Dirección General de Malariología y Saneamiento Ambiental, p. 31.

García, en la elaboración de la primera encuesta malárica nacional que se realiza en el país y donde se determina la presencia de dos de los principales anófeles vectores de importancia: *Anopheles albimanus* y *Anopheles darlingi*. (M.S.A.S., 1974).

Otro intento de particular importancia en la lucha para enfrentar la malaria, ejecutado antes de la creación de la Dirección Especial de Malariología en 1936, es la preparación y desarrollo de la Conferencia Sanitaria Nacional de 1931. En este último evento se recogió una gran cantidad de informaciones relacionadas con la epidemiología de la enfermedad, los vectores presentes en las diversas regiones, los daños y las medidas propuestas para combatirlas. (M.S.A.S., 1974)

Otras acciones importantes que se realizan antes de 1936 lo constituye la organización de la Semana Sanitaria Contra el Zancudo en 1933, que intenta por medio de diversos mecanismos propagandísticos alertar a las comunidades acerca de las medidas preventivas que pueden tomarse para evitar contraer ésta y otras enfermedades transmitidas por mosquitos o zancudos. (Cova-García, 1940). En este mismo año se reglamenta el precio de las sales de quinina. Para 1935 se organizan las Legiones Sanitarias Escalares y el Dr. A. J. Fernández, por su propia iniciativa realiza un estudio de tratamientos antimalárico en algunas poblaciones del Estado Guárico, cuyos resultados fueron publicados a principios del año de 1936. (Cova-García, 1940). Estas iniciativas acompañadas de otras que involucraban a los empleados de algunas dependencias públicas como correo, telégrafo y educación en el reparto gratuito de quinina, constituyen una muestra importante de las acciones que desde el Estado, el Gobierno y otros organismos nacionales e internacionales se adelantan para tratar de controlar, minimizar o erradicar la malaria y sus secuelas de morbilidad y mortalidad.

Las cifras estadísticas de población referidas a Venezuela en los años comprendidos entre 1905 y 1935, arrojan un

total de 1.770.539 defunciones de las cuales se le adjudican al paludismo una cantidad de 222.646, es decir, que para cada 100 muertos en el país, 12,57 se producían por paludismo. (Fernández, 1937). Venezuela contaba para estos años de mediados de la década del 30 con una población de aproximadamente 3.364.347 habitantes, el 71,1% de estos pobladores estaban ubicados en las zonas rurales que resultaban las más golpeadas por el paludismo y otras enfermedades como la anquilostomiasis, mal de chagas, disentería amebiana, bilharzia y elefantiasis.

Las pérdidas económicas se calculaban en 200 millones de bolívares anuales por los efectos del paludismo en la merma o decrecimiento del rendimiento humano en la actividad económica, lo cual resultaba una situación bastante difícil para una nación donde la mayoría de sus habitantes desarrollaban actividades relacionadas con la agricultura y la cría. (Zúñiga Cisneros, 1966). Las actividades de explotación petrolera que se vienen incentivando en Venezuela desde comienzos de la década de 1920, todavía ocupan escasa población en contraste con la que se dedicaba a otras labores productivas. Además, las empresas petroleras aplican políticas de saneamiento y organización poblacional que les permitía resguardar la productividad de la mano de obra que empleaban en sus actividades. Un ejemplo ilustrativo de esta afirmación podemos ubicarlo en un trabajo presentado por un médico coetáneo de los años referidos, quien señala que comparando:

...»el número de casos de malaria que acarreaban incapacidad para el trabajo entre el grupo de obreros residentes en los campamentos de la S.O.V. (Standar Oil Venezuela), y el grupo de los que viven en las aldeas vecinas, encontramos las cifras siguientes, que corresponden al año de 1934:

TABLA 2

**VENEZUELA: POBLACION RURAL Y URBANA
(1926-1950)**

Año	Urbana * absoluta	% del total	Rural absoluta	% del total	Total
1926	442.120	15,0	2.392.011	85,0	2.814.131
1936	971.903	28,9	2.392.444	71,1	3.364.347
1941	1206.746	31,3	2.644.025	68,7	3.850.771
1950	2411.811	47,9	2.623.027	52,1	5.034.838

(*) Hasta el censo de 1961, el término urbano fue aplicado a población de 1.000 o más.

Las cifras correspondientes a 1926 están basadas en esta definición, lo cual exagera el grado de urbanización del país. Las cifras de los años 1936, 1941 y 1950 están registradas de acuerdo con los siguientes criterios:

Urbana: más de 2.500 habitantes

Rural: menos de 2.500 habitantes

Fuente: PEÑA, Luis. «La malaria y la diplomacia estadounidense en Venezuela (1941-1945)». Tierra Firme. Vol. IV, N° 13, 1986, pp. 60-61.

Número de enfermos por año:

Campamentos de la S.O.V. 86,29 por mil
empleados

Poblaciones vecinas 449,00 por mil
empleados

(Aguilera, 1939)

Estas medidas preventivas se acompañaban de otras referidas a los enfermos de paludismo, quienes debían cumplir con un tratamiento disciplinario, cuyo incumplimiento acarrearía sanciones que llegaban hasta el despido.

**El inicio del diseño
y ejecución de una acción
antimalárica organizada
por el Estado**

Después de la muerte del General Juan Vicente Gómez, ocurrida a finales de 1935, se inicia un intenso debate político en el país. En esta discusión participan diversos sectores e individualidades que buscan diagnosticar la sociedad y proponer posibles

caminos, orientaciones e iniciativas concretas para impulsar un desarrollo socio-económico, político, institucional y científico-técnico de Venezuela, partiendo de las perspectivas ideológicas y doctrinarias que prevalecían en el debate internacional de estos años. Uno de los aspectos que se somete a discusión es el referido a la salud pública y las enfermedades específicas que más daño ocasionaban a la población, con todas sus repercusiones en las actividades productivas del país.

En el «Programa de Febrero» que el Presidente de la República, General Eleazar López Contreras, ofrece en alocución pública el 21 de febrero de 1936, se incorporan elementos que merecen señalarse. En la parte referida a la Higiene Pública y Asistencia Social se afirma que la despoblación es uno de los factores limitantes del desarrollo, siendo una de las causas importantes del problema demográfico, la presencia de enfermedades que reducen la capacidad de trabajo y su vigor intelectual. De allí la pertinencia y urgencia de poner en práctica un amplio

plan de higiene pública y asistencia social. (Suárez Figueroa, 1983)

Este Plan de Gobierno anunciado por el sustituto del fallecido Presidente J.V. Gómez, apunta hacia la ejecución de un conjunto de iniciativas que incluye crear un Instituto de Higiene, una Administración Sanitaria y Estadística Vital; acción permanente de Higiene Rural y luchar contra la anquilostomiasis, el paludismo y la tripanosomiasis; Programa de Higiene Urbana que atienda el agua potable, leche pura, acción contra el zancudo, las moscas y sistema de cloacas. De igual manera se plantea la creación de una sección especial de propaganda sanitaria y educación pública de salud, particularmente relacionada con la educación pública y el servicio militar obligatorio. (Suárez Figueroa, 1983).

Este mismo año se crea el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, en sustitución del Ministerio de Salubridad y de Agricultura y Cría. La conformación de estas instituciones sanitarias pueden explicarse porque:

... "cuando es un hecho la consolidación progresiva del Estado Nacional orientado y vinculado hacia y con el desarrollo de un modelo económico de tipo capitalista se hace importante el cuidado de las condiciones de vida de los trabajadores (...) Ello necesitaba de un desarrollo racional de una Organización Sanitaria Nacional y de políticas referidas hacia la medicina preventiva" ... (Maignon, 1990)

El 10 de julio de 1936, el Presidente de la República le coloca el ejecútase a la **Ley de Defensa Contra el Paludismo**, que le había sido remitida por el Congreso de los Estados Unidos de Venezuela. En este instrumento legal, que por primera vez se sanciona en Venezuela, se incorporan aspectos de gran importancia. Se concretaba la formación de un organismo que en forma permanente, organizada, científica, a nivel nacional y con el necesario apoyo del Poder Legislativo y Ejecutivo, se encargara de planificar y dirigir la lucha contra

la malaria: **La Dirección Especial de Malariología**. (Tejera, 1976). El instrumento de formación de los miembros del personal que debía asumir la inmensa responsabilidad de enfrentar el paludismo a nivel de toda Venezuela, quedaba garantizado teóricamente con la creación de la **Escuela para la Formación de Expertos Malariólogos**.

El Dr. Arnoldo Gabaldón, quien es nombrado primer director de la recién creada institución, se dedica desde el pequeño local que le es asignado para el funcionamiento de la oficina, a organizar el equipo multidisciplinario que lo acompañará en esta difícil responsabilidad de dirigir la lucha contra la malaria o paludismo en Venezuela. Se incorporan un grupo de alrededor de diez ingenieros recién graduados entre los cuales estaban Arturo Luis Berti, Mario Montesinos y Salvador Carrillo; también un grupo de médicos entre ellos Félix Pifano, Tarcisio Anzola y Manuel Vicente Méndez Gimón. La presencia de este grupo fundador y del líder de los malariólogos venezolanos, constituye el bastión fundamental desde donde se emprendieron las diversas acciones anti-maláricas que anteceden a la incorporación del **Dicloro-Difenil Tricloroetano (D.D.T.)** a finales de 1945.

Como apuntara en una entrevista el Dr. Enrique Tejera, ... "para hacer una campaña, era necesario formar un grupo, un Estado Mayor, y ese fue el papel del Dr. Gabaldón, (...). El también supo reunir sus hombres." ... (Tejera, 1976). Este equipo inicial formado por estos profesionales y otros que no hemos nombrado, conjuntamente con los técnicos de laboratorio, el personal administrativo, peritos, topógrafos, albañiles, enfermeras, visitadoras y los heroicos rociadores que recorren el país, utilizando las rudimentarias vías de comunicación y los no menos rústicos medios de transporte como mulas, burros, caballos, canoas, bicicletas, automóviles y también a pie, con la intención de rociar los lugares considerados como zonas palúdicas, con sustancias como piretro, verde de parís

y petróleo. Estos elementos constituyen los recursos humanos fundamentales con los cuales se conquistó un espacio de gran importancia en la Historia Social y Científico-Técnica de Venezuela. Luego incorporan el **D.D.T.**, cuando ya existe una práctica de rociamiento a nivel nacional y se tiene una importante experiencia de trabajo en equipo organizado y disciplinado.

El programa de rociamiento con la nueva sustancia, comenzó el 2 de diciembre de 1945, día Panamericano de la Salud, para ello fue seleccionada la población de Morón en el Estado Carabobo. Este lugar fue escogido por ser una de las poblaciones más palúdicas de la región y el país. La campaña de rociamiento se expande hacia toda Venezuela, teniendo como ventaja el carácter residual del producto, lo cual permitía una efectividad mortal contra los zancudos o mosquitos hasta cuatro meses después de haberse rociado las viviendas. En estas labores se emplearon todos los medios de transporte disponibles. Para finales de 1946, 18.000 casas de 10 Estados Provinciales de Venezuela habían recibido las visitas de las esforzadas cuadrillas de rociadores de malariología. En 1950 se han rociado un total aproximado de cuatrocientos veinte mil (420.000) viviendas que significaron la protección de dos millones de habitantes (2.000.000). Las cifras de

mortalidad por malaria en toda Venezuela permiten constatar el alcance de los esfuerzos que el equipo de malariólogos adelantó entre 1936 y 1948. En este sentido es pertinente mostrar estos resultados en las formas siguientes:

Estas tasas referidas a la mortalidad en el país en varios años y las cifras de casos confirmados de malaria entre 1937 y 1949 expresados en la tabla 3 y la figura 2, nos ayudan a fundamentar algunas consideraciones de particular importancia. En primer lugar observamos que indudablemente la incorporación del D.D.T. en las acciones contra el paludismo en Venezuela a partir de diciembre de 1945, significó un salto cualitativo y un aporte de alto valor. Sin embargo, los resultados favorables tan rápidos y contundentes en la disminución de la mortalidad por malaria a través del ataque al vector (*Anopheles*), fueron posible debido a la existencia de un liderazgo reconocido y ejercido en la conducción del Programa Nacional Antimalárico; la conformación de un equipo coherente, disciplinado, organizado, con una remuneración digna y con un gran sentido de la moral laboral; asimismo es importante la participación de organismos provenientes del exterior, como el Departamento de Estado de los Estados Unidos de Norteamérica y la Fundación Rockefeller. Estos aspectos

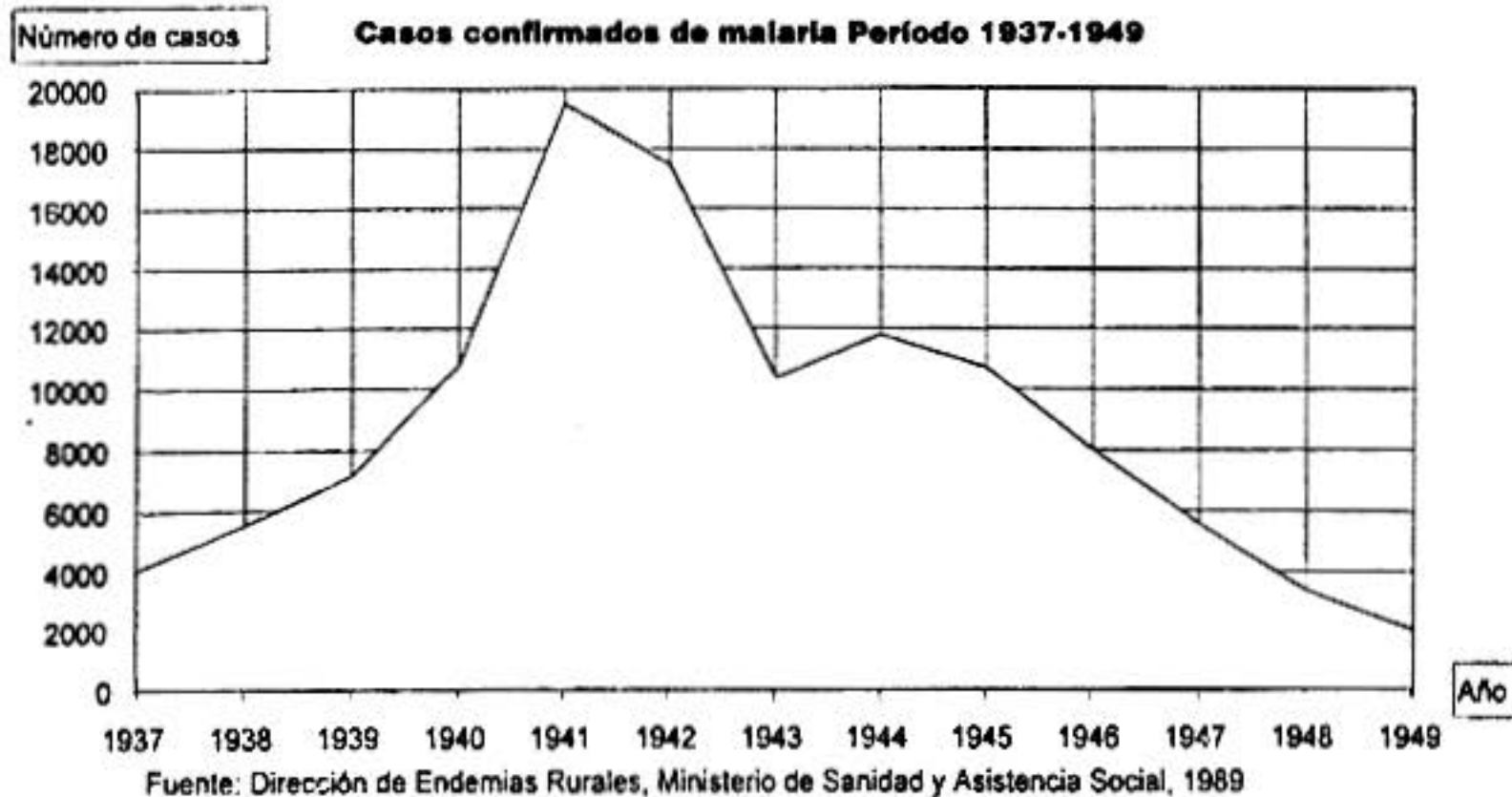
TABLA 3

Tasas medias de mortalidad por malaria

Años	Porcentajes
1930 - 1935	164 por 100.000 habitantes
1936 - 1945	112 por 100.000 habitantes
1946 - 1949	9 por 100.000 habitantes

Fuente: Gottberg, Carlos. Imagen y huella de Arnoldo Gabaldón. Caracas. Publicaciones del INTEVEP, 1981, p. 61.

FIGURA 2



estuvieron inscritos dentro del establecimiento de una firme Política de Estado, de parte de los gobiernos presididos por el General Eleazar López Contreras (1936-1941); General Isaías Medina Angarita (1941-1945); Rómulo Betancourt (1945-1947) y Rómulo Gallegos (1947-1948), quienes respetaron el carácter profesional, científico-técnico y de institución Estatal de la División de Malariología. Como puede verse, el descenso en la tasa de mortalidad registrada entre 1935 y 1945 no es producto de la aplicación del D.D.T., sino de las distintas obras de ingeniería sanitaria, las medidas antilarvarias, el reparto gratuito de medicamentos y las acciones contra el zancudo adulto que ejecutó la División durante este lapso. A partir de 1946 si participa activamente este insecticida en la brusca y marcada reducción de las tasas de mortalidad observada en el último período comprendido entre 1946 y 1949.

En las iniciativas desarrolladas contra esta enfermedad y en beneficio del saneamiento de una parte amplia del territorio venezolano, planificadas y ejecutadas desde la institución malariológica, desempeña un papel destacado y particular el jefe y líder de

la campaña sanitaria: el Dr. Arnoldo Gabaldón. Después de graduado de médico, realiza estudios de postgrados sobre malaria en Hamburgo, regresa a Venezuela a trabajar en sus provincias y partir nuevamente al exterior, esta vez a la Universidad John Hopkins, donde obtiene un Doctorado en Ciencias de la Higiene con especialidad en Protozoología en el año de 1936. Regresa al país y colocado al frente del organismo sanitario, Gabaldón participa directamente en la elaboración de manuales para secretarías y otros para inspectores de sanidad, en la preparación y evaluación de los cursos por correspondencia en la publicación de Tijeretazos sobre Malaria y luego en el Boletín Informativo de la División de Malariología, está pendiente del trabajo de los recolectores de muestra de sangre, de larvas, de zancudos y de los rociadores de sustancias insecticidas y antilarvarias como petróleo, verde de París, piretro y a partir de diciembre de 1945 el DDT.

El equipo que acompaña al Dr. Gabaldón en su trabajo desplegado por los amplios espacios afectados por la presencia del zancudo infectado por parásitos de Plasmodium en las cuatro especies que

afectan al ser humano (*falciparum*, *vivax*, *malariae* y *ovale*), organiza el reparto gratuito de quinina y otros medicamentos utilizados para combatir la enfermedad producida por el parásito. En este sentido se establecen centros o puestos de distribución, que fueron identificados con avisos que contenían escritos como el siguiente: "...Aquí se regala quinina. Cure su paludismo. Tome QUININA sin pagar nada?" (Gabaldón, 1937). Para llevar a cabo la distribución de quinina y otras medicinas antimaláricas, se incorporó a los empleados dependientes de los organismos públicos, quienes en forma gratuita se encargaban de hacer llegar estos medicamentos a los pobladores afectados o en peligro potencial de contraer la enfermedad.

Fue muy amplia la variedad de empleados públicos y voluntarios particulares que se incorporaron durante estos años posteriores a 1936 a la lucha contra el paludismo: maestros de las escuelas federales, administradores de las rentas de estampillas y de licores, jefes y trabajadores telegráficos, jefes civiles, inspectores de trabajo, sacerdotes, activistas políticos, dueños de haciendas y hatos ganaderos, jefes y directivos de empresas; además de organizaciones tan variadas como la Sociedad Bolivariana de Venezuela y agrupaciones religiosas como las Hijas de María. Entre 1936 y 1948 se establecieron alrededor de 2.400 locales de reparto, por medio de los cuales llegaron a las manos de los habitantes del país, una cifra mayor a los cuatro millones ochocientos mil (4.800.000) tratamientos antipalúdicos. (Gabaldón, 1949) La participación de diversos sectores públicos y privados en estas campañas de distribución de medicina, puede considerarse como una de las primeras iniciativas de participación comunitaria en el campo de la salud en Venezuela, con un importante resultado favorable y exitoso.

La organización malariológica desarrolla importantes iniciativas para combatir los criaderos de larvas anofelinas buscando reducir y eliminar las colecciones de aguas

donde pudieran reproducirse y crecer hasta alcanzar la fase adulta de zancudo o mosquito. En este sentido se buscó dar continuidad y coherencia a las iniciativas antilarvarias que venían ejecutándose desde años anteriores; se emplean diversas técnicas relacionadas con la ingeniería sanitaria y el saneamiento ambiental. Para eliminar las lavas se utilizaban productos como el petróleo, gasoil, aceite quemado (aceite para motor desechado), kerosene, verde de París y también se emplearon mecanismos naturales como los peces larvivoros que digerían en forma activa las larvas de las aguas estancadas o corrientes. (Hernández, 1990).

A partir de 1936 se desarrollan en diversas regiones afectadas por el paludismo, un conjunto de trabajos que implicaban la construcción de obras de canalización, drenajes, rellenos, empotramientos, desagües, utilizando el cemento como ingrediente básico para reducir los criaderos de los vectores de la malaria. Estas actividades permitieron disminuir poderosos zancudos transmisores de los trópicos americanos como es el *Anopheles darlingi* y también contra otro peligroso portador de parásitos, el *Anopheles albimanus* abundante en las regiones del Caribe. (Gabaldón, 1949)

La intensa actividad de trabajo de campo y laboratorio que se desarrolla durante estos primeros 12 años (1936-1948) de acción del organismo oficial, permiten la identificación y descripción de otras 12 especies de *Anopheles* (en Venezuela se conocían hasta 1936 sólo 19 especies) que habitaban el territorio venezolano. Los principales vectores del paludismo en el país eran el *Anopheles darlingi*, *A. albimanus*, *A. pseudopunctipennis*, *A. albitarsis*, *A. aquasalis* y *A. emlianus*. De todos modos el más potente vector de la malaria en Venezuela y en Iberoamérica era el *A. darlingi*, siendo secundado en este proceso -en el país- por *A. albimanus*, *A. pseudopunctipennis* y *A. albitarsis*. Posteriormente se estableció que el *A. nuñez-tovari* también era un peligroso transmisor para las zonas del occidente del

territorio nacional (Cova-García, 1961). La rigurosidad y la constancia que se emplean en estos procedimientos de investigación entomológica relacionados con los mosquitos anofelinos, producen excelentes resultados en la identificación y localización de las especies.

Esos elementos constituyen una parte importante de las acciones programadas y ejecutadas por el equipo de la Dirección Especial de Malariología, bajo la conducción y liderazgo del Dr. Arnoldo Gabaldón, en los primeros años de actividades de este importante organismo sanitario del país. En otras publicaciones y en investigaciones que continuamos desarrollando desde la Universidad Central de Venezuela, seguimos estudiando la instrumentación de una acción antimalárica a nivel nacional que cosechó importantes éxitos y requiere ser evaluada para obtener reflexiones y recomendaciones que puedan ser utilizadas en la actualidad para incorporarlas a la lucha contra esta y otras enfermedades asociadas a la pobreza. (Yépez, 1995). En este último trabajo que referimos, también abordamos con mayor amplitud aspectos relacionados con los factores que motivaron la participación de organismos internacionales como el Departamento de Estado norteamericano y la Fundación Rockefeller, en la lucha para controlar y erradicar la malaria en Venezuela entre 1936 y 1948. Igualmente estudiamos el contexto político en el cual se inicia la instrumentación de la acción antimalárica formal por parte del estado venezolano.

REFERENCIAS

Aguilera, D., (1939). *El paludismo en la región petrolera de Monagas*. Caracas, Cooperativa de Artes Gráficas.

Archila, R. y Nieto, Mi., (1946). *Geografía Médico-Sanitaria del Estado Cojedes con Especial referencia al Paludismo*. Caracas, Editorial Grafolit.

Cova-García, P., (1940). *Legislación antimalárica venezolana y proyecto de reglamentación*. Caracas, División de Malariología.

Cova-García, P., (1961). *Notas sobre los anofelinos en Venezuela y su identificación*. Caracas, Editorial Grafos.

Fernández, A., (1937). *Curso de Malariología*. Caracas, Dirección Especial de Malariología.

Gabaldón, A., (1937). *Primer Informe Anual de la Dirección Especial de Malariología*. Caracas, Ediciones de la Dirección Especial de Malariología.

Gabaldón, A., (1949). *Conquistas de la Campaña Antimalárica en Venezuela*. Caracas, Tipografía a Vargas.

Gabaldón, A., (1965). *Una política sanitaria*. Caracas, Ediciones del M.S.A.S.

Gottberg, C., (1981). *Imagen y huella de Arnoldo Gabaldón*. Caracas, Publicaciones de INTEVEP.

Hernández, T., (1990). *El paludismo, una pesada carga del sub-desarrollo*. El Nacional. Caracas, C-4.

Maignon, T., (1990). *La intervención del Estado venezolano en la organización del sector salud: 1900-1936*. Cuadernos CENDES. Caracas, Ediciones Hermanos Vadell-CENDES.

Mcneill, W., (1984). *Plagas y pueblos*. Madrid, Siglo XXI de España Editores.

M.S.A.S., (1974). *Relación sobre el estado de la malaria en Venezuela*. Caracas, Ediciones del M.S.A.S.

Otero, M. (1982). *Casas Muertas*. España, Editorial Bruguera.

Peña, L. (1986). *La malaria y la diplomacia estadounidense en Venezuela (1941-1945)*. Tierra Firme. Caracas, Vol. IV, N° 13.

Rodríguez, L. (1983). *Gómez. Agricultura, petróleo y dependencia*. Caracas, Fondo Editorial Tropykos.

Suárez Figueroa, N. (1983). *Programas políticos venezolanos de la primera mitad del siglo XX*. Caracas, Publicaciones del Colegio Universitario Francisco de Miranda, T. I.

Tejera, E. (1976). *La victoria sobre la malaria*. Resumen. Caracas, N° 143.

Yépez, G. (1991). *La lucha contra el paludismo: un objetivo político del Gobierno de Acción Democrática 1945-1948*. I Jornadas de Investigación Histórica. Caracas, Ediciones del Rectorado, Universidad Central de Venezuela, pp. 305-323.

Yépez, G. (1992). *Antecedentes en la lucha para controlar y erradicar la malaria en Venezuela*. Anuario. Caracas, Instituto de Estudios Hispanoamericanos, UCV, 2da. Etapa, N° 4, pp. 67-82.

Facultad de Medicina

Noticias de Interés

CREACION DEL FONDO DE AYUDA A LA INVESTIGACION EN MEDICINA: La Facultad de Medicina creó un Fondo de ayuda a la Investigación. Dicho Fondo se iniciará con un presupuesto de 30 millones de bolívares. Podrán optar todos los investigadores activos de la Facultad.

PREMIO ANUAL A LA INVESTIGACION: Para el fortalecimiento al estímulo de la Investigación, se ha creado el Premio Anual a la Investigación, básica y/o clínica.

Consiste en una asignación en metálico de Bolívares 250.000 cada uno. Podrán optar todos los integrantes del personal docente y de investigación de la Facultad de Medicina.

BASE DE DATOS DEL PERSONAL DOCENTE Y DE INVESTIGACION: Con el objeto de conformar la base de datos actualizada del personal docente y de investigación de la Facultad de Medicina, se ha comenzado a recopilar la información correspondiente.

CENTRO DE ANALISIS DE IMAGENES BIOMEDICAS COMPUTARIZADAS: Actualmente se ha puesto en marcha el proceso para la creación del Centro de Análisis de Imágenes Biomédicas Computarizadas (CAIBCO), coordinado por los Dres. HECTOR ARRECHEDERA y ANDRES RUIZ, dicho Centro tendrá como sede operativa al Instituto de Medicina Tropical de la Facultad.

CENSO PARA NUESTROS ESPECIALISTAS:

Conjuntamente con la Federación Médica Venezolana, la Asociación Venezolana de Escuelas y Facultades de Medicina (AVEFAM), y el Núcleo de Decanos de Facultades de Medicina del País, la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, realizará un Censo de especialistas médicos para definir las prioridades y necesidades de ellos en el País y programar los Postgrados Clínicos.

1er. CURSO DE BIOETICA: En marzo de 1995, se realizó por primera vez en nuestro País, un Curso de Bioética. El mismo fue coordinado por nuestra Facultad y dirigido a profesores de todas las Facultades y Escuelas de Medicina de Venezuela. Luego de la primera etapa del Curso, se aspira extender los cupos de participación a docentes de otras Facultades de la UCV, que deseen participar. Así mismo se ha creado el primer Centro de Bioética con sede en la Escuela de Enfermería.

HACIA UNA GESTION DE CALIDAD EN FACULTADES Y ESCUELAS DE MEDICINA:

Del 8 al 10 de marzo del presente año, se realizó en el Decanato de la Facultad de Medicina la primera reunión de Gestión de Calidad de las Facultades y Escuelas de Medicina del País.

En esta primera reunión, coordinada por los Decanos de las Facultades de Medicina de la Universidad de Los Andes (ULA) y de la Universidad Central de Venezuela (UCV), patrocinada por el Núcleo de Decanos y por AVEFAM, se elaborará la ponencia para el Congreso Mundial de Gestión de Calidad en Medicina, a realizarse en Bogotá - Colombia, durante los días 29 y 30 de septiembre y 1° y 2 de octubre de 1995.

Canavalia ensiformis, un cultivo desarrollado mediante un esfuerzo de investigación interdisciplinaria

Juan de J. Montilla*
Julio A. Viera**
y Rubén E. Vargas*

* Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, e** Instituto de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.

Resumen

Las leguminosas constituyen no solamente una fuente natural de alimento si no también de una variedad de productos derivados y compuestos de amplia utilización industrial y farmacéutica. Su papel enriquecedor del suelo, producto de su capacidad fijadora de nitrógeno del aire, le confiere de por sí un lugar trascendente en la agricultura. En el trópico, el uso de las leguminosas forrajeras y de granos de mayor productividad ha estado limitado, en gran parte, por la escasa disponibilidad de conocimientos en relación al potencial de producción y utilización de las mismas en la alimentación. Las producciones animales intensivas en Venezuela dependen fundamentalmente de la importación de fuentes proteicas - soya - principalmente, para conformar los alimentos balanceados. El presente trabajo resume los principales esfuerzos de organización e investigación conducidos por el denominado «Grupo Interdisciplinario

Canavalia» (GIC), conformado por investigadores de distintas instituciones nacionales e internacionales, que han permitido transformar un cultivo - la *Canavalia ensiformis* - silvestre y desconocido, en una leguminosa de granos que puede ser hoy incorporada a la producción comercial en Venezuela. Se ha definido las prácticas agronómicas y culturales más apropiadas, seleccionando nuevas variedades, mecanizado el cultivo y se cuenta con recomendaciones para el procesamiento y utilización de la planta, en todas sus partes, en alimentación animal. Estos logros, sin duda significativos, no habrían sido posible en tan corto plazo si no se hubieran abordado con un enfoque interdisciplinario de investigación. Es de esperar que el GIC sirva de inspiración y estímulo para promover por parte de los entes financiadores de Ciencia y Tecnología en Venezuela, el abordaje de los grandes problemas nacionales en base a la conformación de grupos interdisciplinarios de trabajo.

Palabras Claves:

Canavalia ensiformis, agronomía, mecanización, alimentación, interdisciplinariedad.

Las leguminosas

Esta familia botánica que incluye 184 géneros y 19.700 especies, es superada sólo por las familias de las orquideáceas y las compuestas, y en importancia económica, por las gramíneas.

La familia, ofrece una de las más extraordinarias riquezas de la biodiversidad del trópico latinoamericano, incluye grandes árboles, arbustos, enredaderas leñosas y herbáceas, hierbas anuales y perennes. En particular, muchas especies de las subfamilias Mimosoideas y Cesalpinoideas son muy apreciadas como árboles madereros, de sombra, ornamentales y fuentes de colorantes, taninos, resinas, gomas, insecticidas y medicinas. Por otra parte, numerosos miembros de la subfamilia Papilionoideas son de gran importancia económica como fuentes de alimentos de alto valor nutritivo para consumo humano y animal, abonos verdes, cultivos de cobertura y sus flores uno de los mejores recursos para las abejas productoras de miel.

La distinción ecofisiológica, agronómica y económica de las leguminosas la constituyen los tubérculos y nódulos de su sistema radical; la nodulación ocurre en la gran mayoría de las leguminosas, para lo cual es condición que las Rhizobias compatibles estén presentes en la rizófera. Este hecho, las independiza en alto grado del abono nitrogenado, el más costoso de los insumos de la agricultura cerealera moderna. También enriquecen el suelo con nitrógeno, cuando se practica la rotación cultural o cuando las leguminosas se utilizan como abono verde. Con base en estas consideraciones, puede afirmarse que la incorporación de las leguminosas en los procesos productivos agrícolas constituye un prerrequisito para el éxito de una estrategia agrícola.

Las leguminosas como fijadoras de nitrógeno

Puede afirmarse que la alimentación del hombre y la de los animales, particularmente de las especies de explotación económica,

es un proceso complejo, en el sentido de que la carencia (o marcada deficiencia) de cualquiera de los nutrientes y/o una limitación en la provisión de energía, o un desbalance entre nutrientes o, entre éstos y el nivel calórico de la ración, puede ocasionar serios trastornos, y en el caso de los animales de explotación económica, afectar el proceso productivo, o al menos deteriorar la economía de la explotación. Sin embargo, aunque se acepte el carácter fundamental y complementario de todos los nutrientes, hay que reconocer la trascendencia del nitrógeno como elementos de primordial importancia en el metabolismo, no sólo de los animales sino también de las plantas. El mismo es indispensable para la síntesis de los aminoácidos, a partir de los cuales los organismos vivos construyen sus propias proteínas, tanto estructurales como funcionales.

El nitrógeno constituye más de las tres cuartas partes del aire, del cual se extraen muchos millones de toneladas anualmente y cantidades proporcionales regresan al mismo como consecuencia de las combustiones y por la descomposición de los residuos vegetales y animales, dentro del llamado CICLO DEL NITRÓGENO. Sin embargo, a pesar de la abundancia, el nitrógeno elemental no puede ser utilizado directamente por plantas y animales. Su utilización implica que debe ser trasladado desde el suelo, a través de las raíces, para eventualmente integrarse al metabolismo vegetal. Existen varios procesos naturales y artificiales que permiten suplir de nitrógeno al suelo. Los procesos naturales incluyen:

1. Formación de óxido de nitrógeno en las tormentas.
2. Fijación biológica de nitrógeno por las algas azul-verde.
3. Fijación biológica por las bacterias libres del suelo.

4. Fijación biológica, mediante asociación simbiótica, de las bacterias del género *Rhizobium* (y también de otros géneros) y plantas de la familia de las leguminosas (y probablemente de otras familias).

A esos cuatro procesos naturales ya señalados debe agregarse el reciclaje que ocurre mediante la descomposición e incorporación al suelo de productos, subproductos, coproductos y desperdicios vegetales y animales.

Como lo refiere Hutton (1972), las cantidades de nitrógeno suplido a la biósfera por las tormentas, las algas azul-verde y las bacterias libres del suelo son relativamente bajas, exceptuando a algunos cultivos de inundación como el arroz, donde las algas azul-verde en la superficie pueden fijar importantes cantidades de este elemento. Por otra parte, los avances tecnológicos agrícolas hacen que cada vez sean menores los restos de cosecha que se incorporan al suelo y el uso de las deyecciones humanas y animales, con frecuencia se ve dificultado por la ubicación urbana de grandes núcleos poblacionales y, en todo caso, por la carencia de infraestructura que permita transportarlos hacia zonas agrícolas. Lo anterior convierte a la fijación de N en los nódulos de las leguminosas en el proceso más importante y útil que permite lograr, no solamente alimento de alta concentración proteica para consumo humano sino también enriquecimiento nitrogenado del suelo, para otros cultivos.

El nitrógeno puede ser también artificialmente incorporado al suelo mediante la fertilización química con urea (46% de N), nitrato de amonio (35% de N) y sulfato de amonio (21% de N). Sin embargo, la síntesis industrial de estos compuestos es costosa. En este sentido, el cultivo de las leguminosas son quizás la vía más eficiente para lograr la independencia de la agricultura de los abonos químicos, como lo ilustra el hecho de que en la agricultura norteamericana la producción de una hectárea de maíz (5.394 Kg. de grano y 400 Kg. de proteína), demanda 1.181 Mcal. en N aplicado como

fertilizante, lo cual representa el 28% de la energía total insumida en el proceso productivo; proporciones similares o superiores requieren otros cereales. (Pimentel y Pimentel, 1979). En cambio, por hectárea de soya (*Glicine max*) (1.822 Kg. de grano y 640 Kg. de proteína), sólo se requiere en N aplicado, 58,8 Mcal. (3,2% de la energía total insumida) y la producción de 6.832 Kg. de materia seca (1,127 Kg. de proteína) de alfalfa (*medicago sativa*) requiere sólo de 103,9 Mcal. en N como fertilizante, el 4,15% en relación con la energía total insumida (Pimentel y Pimentel, 1979).

De lo antes expuesto pudiera concluirse que existen tres vías principales, no excluyentes, para optimizar dentro de una agricultura racional, el aporte de nitrógeno al suelo y, de esta manera, asegurar un adecuado suministro de proteína para consumo directo de la población humana y para la alimentación de los animales domésticos. Tales vías son:

1. Síntesis de fertilizantes nitrogenados.

2. Racionalización del manejo, procesamiento y utilización de subproductos, coproductos y residuos agrícolas, particularmente las deyecciones humanas y animales e incorporación de los llamados abonos verdes.

3. Utilización masiva de las leguminosas en la agricultura, tanto como cultivos de rotación, asociación o cultivos individuales.

Las leguminosas en la agricultura

Es muy desigual el uso de las leguminosas en los países de clima templado y en los países tropicales. En los primeros las cultivan y producen con alta eficiencia, mientras que en los tropicales, aunque las leguminosas de grano son básicas en la conformación del componente proteico de la dieta de la población, su rendimiento es pobre y está prácticamente ausente el cultivo de las leguminosas oleaginosas y forrajeras.

El valor del producto de los principales rubros agrícolas norteamericanos, que incluyen maíz, soya, heno de todos los tipos y trigo, fue en 1991 de 18.036, 11.078, 9.801 y 5.801 millones de dólares, respectivamente (USDA, 1992). Sabiendo que de los henos, aproximadamente el 85% son de leguminosas, resulta que la soya (leguminosa oleaginosa y de granos) y las leguminosas forrajeras ocupan el 2do. y 4to. lugar en cuanto al valor económico de su aporte.

La soya constituye el rubro agrícola de mayor crecimiento a nivel mundial en las últimas cuatro décadas al pasar de 14,2 millones de toneladas, producidas en 1980, a 107,8 millones en 1990 (FAO, 1987; 1991), como consecuencia de incrementos en el área cosechada, de 15,1 a 53,3 millones de hectáreas (253%), y en el rendimiento, de 943 a 1.913 Kg/ha (102,9%).

Del total de 107,8 millones de toneladas de soya producidos en el mundo en 1990, el 57,2% (57,3 millones de t) corresponde a los países desarrollados (clima templado), produciéndose en EUA y Canadá 53,6 millones de t (49,7% del total mundial y 93,5% de la producción de los países desarrollados). Los rendimientos promedian 2.248 Kg/ha (FAO, 1991). Los otros productores importantes son países del Tercer Mundo, Brasil, Argentina y China, con 19,9; 10,7 y 11,5 millones de t, respectivamente. Los dos primeros exportan la mayor parte de su producción al Primer Mundo, mientras que en China casi todo se consume internamente. Los rendimientos en estos países fueron de 1.732, 2.141 y 1.509, respectivamente.

En el trópico bajo, los únicos países que siembran soya a gran escala son Indonesia, Tailandia y Vietnam, con rendimientos de 1.125, 1.183 y 717 Kg/ha, respectivamente (FAO, 1991).

La producción mundial de leguminosas de grano para consumo directo ha pasado de 27,6 a 59,4 millones de t entre los años 1948-52 y 1990. En ese mismo período, en los países desarrollados el rendimiento se incrementó de 607 a 1.758 Kg/ha, mientras

que en los del Tercer Mundo sólo se incrementó de 489 a 666 Kg/ha. Sin embargo, en 1990, en los países desarrollados se produjeron 21,8 millones de t (36,7% del total) y en los del Tercer Mundo 37,6 millones de t (63,3% del total) (FAO, 1991). Venezuela, país en el cual se produjeron 84.000 t en 1960, sólo produce 65.000 t en 1990 (FAO, 1987, 1991), reduciendo así la producción per cápita anual de 12 a 3,3 Kg. Por otra parte, en el mismo período, el rendimiento sólo aumentó de 535 a 581 kg/ha.

El cultivo de las leguminosas forrajeras, que con los cereales y la soya constituyen la base de las producciones animales con rumiantes en los climas templados, es también muy pobre en los trópicos, si se exceptúa su importante utilización en Australia tropical. Con respecto a Venezuela, Chacón (1986) afirma: «en las diferentes regiones ecológicas de Venezuela, se encuentra gran diversidad de leguminosas adaptadas a amplias condiciones edáficas y aun cuando representan un gran potencial para la producción animal, no se les ha prestado la debida atención. Este recurso forrajero constituye quizás la alternativa de mayor importancia para mejorar la calidad de la dieta de los animales a pastoreo».

En el trópico está extendido el uso de Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) como cultivo de cobertura en las plantaciones de palma africana.

El grupo interdisciplinario Canavalia

Conscientes de la trascendencia de las leguminosas en la agricultura y de la marginalidad e ineficiencia de su utilización en el trópico y conscientes también de que la desproporción en su uso entre los países de clima templado y los tropicales se debe en buena medida al esfuerzo desigual que en investigación y extensión se ha realizado en uno y otros en relación a especies de esta extraordinaria familia botánica, se inició en el Núcleo Maracay de la Universidad Central de Venezuela (UCV) desde hace ya más de dos décadas, el estudio de varias especies

tales como: mata ratón (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), toddy (*Stizolobium sp.*), alfalfa (*indigofera sp.*), frijol criollo (*Vigna unguiculata*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*). Sin duda el trabajo más intenso, prolongado y persistente se ha realizado sobre esta última. *Canavalia ensiformis* (L) DC es una leguminosa de grano de la subfamilia *Papilionoideae*, de la tribu *Phaseoleae*, con rendimientos reportados que oscilan entre los 750 (Duke, 1981) y 17.000 Kg/ha (Reyes y Orta, 1977). Los rendimientos, en las pocas siembras comerciales realizadas en Venezuela, oscilan alrededor de los 3.000 Kg/ha. Esta especie puede considerarse como una de las 3.000 o más que el hombre ha utilizado para la producción de alimentos, sin haberse categorizado como cultivo comercial. Se la ha utilizado también como abono verde y como cultivo de protección.

Es una planta de una rusticidad extraordinaria. Al respecto, Marín (1993) reporta: «Una de las ventajas que presenta la canavalia es una amplia tolerancia a las condiciones ambientales extremas, pudiendo crecer en ambientes con temperaturas medias anuales de 14 a 27° C, con precipitaciones de 700 a más de 4.000 mm anuales y desde el nivel del mar hasta 1.800 m de altura. En Venezuela se han encontrado buenos rendimientos en granos y en biomasa aérea, en localidades cuyas pluviosidades anuales fluctúan entre 900 y 2.100 mm. y sobre suelos de variadas texturas, lo cual destaca la capacidad de la planta para tolerar tanto excesos como déficits hídricos temporales. Nuestras observaciones de campo indican que la planta mantiene un crecimiento vegetativo aun después del comienzo de la época de sequía, y que la susceptibilidad a los excesos de agua es alta sólo durante la fase de plántulas».

Sin duda, su extraordinaria capacidad productiva y su adaptación a diversidad de condiciones climáticas y edáficas hacen de la canavalia, una de las leguminosas tropicales de grano de mayor potencial. Sin

embargo, una serie de factores limitaba su establecimiento como cultivo agrícola comercial. Estos factores se clasifican en dos categorías:

1. Los que afectaban el comportamiento agronómico de la planta:

a) El desconocimiento de las prácticas culturales adecuadas para lograr el mayor rendimiento. No se tenía información sobre la época, densidad y forma de siembra, ni sobre los insumos que podían requerirse para proteger el cultivo y mejorar su producción, ni tampoco sobre el momento y la forma apropiada de cosecha.

b) El porte o hábito de crecimiento erecto voluble. Todas las plantas mostraban ramas decumbentes o con ápices que se enrollan sobre las plantas vecinas. Este tipo de hábito conducía, a su vez a tres problemas: i) los ápices dificultaban labores como control de malezas y cosecha, ii) la ramificación excesiva contribuía con la desuniformidad de la maduración, y iii) las ramas decumbentes ayudaban a que los frutos estuvieran más cerca del suelo.

c) Desuniformidad del crecimiento y de la maduración de los frutos. La única variedad existente presentaba esta dificultad.

d) Desarrollo basal de los frutos. Traía como consecuencia la pudrición de sus puntas.

e) Dehiscencia de los frutos. La apertura temprana de los frutos causaba la pérdida de muchos granos.

2) Los que afectaban el valor nutritivo. la presencia en los granos crudos de varios factores antinutricionales deterioraba severamente el comportamiento productivo de los animales monogástricos que los consumían. Entre estos factores se señalaban los siguientes:

a) Una lectina, la concanavalina A.

b) Dos aminoácidos no proteicos, la canavanina y la canalina.

c) Inhibidores de proteasas.

d) Taninos.

e) Ureasa.

Sin embargo, es oportuno acotar que la abundancia de algunos de estos metabolitos en los granos de canavalia ha constituido un aporte trascendental al desarrollo científico. En efecto, el 0,14% de ureasa en los granos de esta leguminosa la convierten en la principal fuente comercial de esta enzima, la cual en su forma cristalina pura es actualmente utilizada industrialmente con fines biológicos y farmacéuticos. Además, esta fue la primera enzima en ser aislada y purificada lo cual contribuyó a establecer las bases para la investigación de la cinética enzimática, desarrollándose la actual enzimología, hoy en día fundamental para todas las ciencias biológicas. El contenido de aproximadamente 4% de concanavalina A en los cotiledones es la única fuente de esta importante lectina hemaglutinante, esencial para las separaciones de polisacáridos específicos alfa-glucano en los diagnósticos biomédicos (Lind y Ansman, 1993).

Para disminuir el efecto de los factores que limitaban el establecimiento de la canavalia como cultivo comercial era necesario desarrollar las prácticas agronómicas y las técnicas de procesamiento particulares y definir experimentalmente los efectos de su inclusión en raciones para distintos destinos productivos de rumiantes y monogástricos.

Las investigaciones iniciales sobre el valor nutricional de los granos de canavalia fueron conducidas por Montilla y colaboradores a mediados de la década del 70 y los primeros resultados fueron presentados en la XVIII Convención Anual de AsoVAC. En años subsiguientes continuaron las investigaciones en Venezuela y México; sin embargo, no fue sino hasta 1983 cuando las investigaciones sobre canavalia lucen enmarcadas dentro de un proyecto global, coherente y sistemático, recogido en un documento, hoy historia, titulado **«Proyecto Canavalia: un Enfoque Interdisciplinario»**, cuyos autores fueron los Profesores Julio Viera, Juan de Jesús Montilla y Rodrigo Parra. Había nacido el

ahora conocido **«Grupo de Trabajo Interdisciplinario en Canavalia»** (GIC). En el documento en referencia se analizaban los resultados obtenidos para la fecha y las limitantes existentes para el momento, se establecieron cuatro áreas principales de investigación vinculadas entre sí:

- 1) Agronomía y Genética
- 2) Mecanización
- 3) Evaluación Bioquímica y Nutricional
- 4) Evaluación Económica del Cultivo

El objetivo general era la formulación de una oferta tecnológica para la producción y utilización comercial de *Canavalia ensiformis* en la alimentación animal. Hacia esta meta, ambiciosa y optimista, se ha avanzado, superando limitaciones económicas y escollos científicos. Al principio se trabajó con los pocos recursos que se conseguían en las propias instancias donde se realizaba la investigación. Pero, era perentorio resolver la cuestión de recursos financieros adecuados y se abordaron tres vías independientes aunque complementarias:

1) Motivando y promoviendo la formulación de proyectos para ser sometidos a diferentes instancias para su financiamiento, especialmente el CDCH-UCV, el CONICIT, la CEE y la IFS. El número de proyectos así financiados llegó a superar los 20. Es digno de destacar que el GIC fue la primera instancia interdisciplinaria que obtuvo la aprobación de una Ayuda Institucional del CDCH de la UCV.

2) Por otra parte, a mediados de los años 80, en una reunión fortuita realizada en Etiopía entre el Profesor Rodrigo Parra y el Investigador Michel Picard (del INRA de Francia), surgió lo que posteriormente ha resultado en un intercambio científico de gran nivel y provecho para el GIC.

Seguidamente, y aprovechando la apertura de Francia hacia Latinoamérica, se estableció un convenio de cooperación entre

Francia y Venezuela (a través del CONICIT) el cual constituye uno de los nueve PCP (Proyectos Cooperativos de Postgrado) hoy vigentes en nuestro país. Este proyecto impulsó aun más las actividades del GIC, involucrando en los trabajos de investigación a varios laboratorios franceses y permitiéndonos la formación de recursos humanos a distintos niveles: doctorados, maestrías, pasantías cortas y largas, así como también permanencias por diversos períodos de tiempo de investigadores franceses en el país.

3) Con base en los antecedentes y vivencias del GIC, en 1986 se presentó el Proyecto Canavalia a la Fundación Polar, institución en la cual encontramos gran receptividad, habiéndose constituido en una de las fuentes de financiamiento seguro y oportuno desde hace ya siete años; también ha sido fuente de estímulo y motivación.

Así pues, a pesar de las muchas dificultades que han debido superarse y gracias a la contribución del CDCH-UCV, el CONICIT y la Fundación Polar, en el ámbito nacional, y la CEE, la IFS, la Embajada de Francia y el INRA, a nivel internacional, se integró el grupo de trabajo original en las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias de la UCV y el CENIAP, al cual se unieron las Facultades de Ciencias e Ingeniería de la UCV, las Universidades Simón Rodríguez, Rómulo Gallegos, Ezequiel Zamora, de Oriente y Simón Bolívar, totalizando en Venezuela unos 40 investigadores que incluyen agrónomos, veterinarios, nutricionistas, geneticistas, biólogos, economistas e ingenieros, habiéndose contado también con la participación de estudiantes de pre y postgrado. Por otra parte, se mantienen importantes vínculos internacionales con instituciones y grupos de investigadores de Francia, Colombia, México, República Dominicana, Brasil, EUA, Nigeria y Escocia. Investigadores de estos países se nos unieron en 1991, presentando importantes trabajos en el PRIMER SEMINARIO-TALLER

SOBRE CANAVALLIA, los cuales están recogidos en el libro «*Canavalia ensiformis* (L.) DC., Producción, Procesamiento y Utilización en Alimentación Animal».

Muchos han sido los logros alcanzados en estos diez años de trabajo; sin embargo, sólo para resumir se pueden señalar los siguientes:

1) Sobre los factores que afectaban el comportamiento agronómico de la planta:

a) De las prácticas culturales y los equipos necesarios para alcanzar una producción alta de frutos se puede destacar que la parte media del período de lluvias es el momento más propicio para la siembra, 50.000 plantas/ha es una densidad adecuada, una mezcla de dos herbicidas permite controlar las malezas hasta la semana sexta después de la siembra, la exigencia de fertilización química sigue siendo mínima, la semilla de canavalia se adapta a la mayoría de las sembradoras comúnmente usadas en el país, los granos de esta planta se pueden cosechar con la combinada de flujo axial. (Ramis y col., 1994)

b) Se han desarrollado variedades de porte erecto con muy pocos ápices volubles, como el genotipo «Tovar». (Viera y Ramis, 1993)

c) La desuniformidad del crecimiento y de la maduración de los frutos ha disminuido con el uso de los genotipos nuevos y el riego.

d) El carácter fruto corto que se ha introducido en algunos genotipos ha ayudado a resolver el problema que constituye el desarrollo basal de los frutos.

2) Sobre los factores que afectaban el valor nutritivo:

a) De los factores antinutricionales que originalmente se pensaba que contenían los granos de canavalia, la mayoría de las evidencias señalan a la concanavalina A y a la canavanina como las sustancias más importantes, tanto desde el punto de vista del contenido como del efecto perturbador del comportamiento nutricional de los animales monogástricos. (Michelangeli y Vargas, 1993; León y col., 1993)

b) Los ensayos realizados indican que los rumiantes pueden consumir los granos crudos, los frutos enteros y el follaje sin muchos inconvenientes. (Mora y col., 1993)

c) Los efectos antinutricionales de la concaavalina y la canavanina se han reducido drásticamente con el tostado (aplicación de calor seco).

Con toda la investigación realizada, consideramos que la canavalia está lista para presentarse al país como un cultivo comercial. Reconocemos que todavía quedan muchos problemas por resolver, como la inestabilidad del rendimiento de granos y las condiciones óptimas para el tostado, pero el trabajo interdisciplinario no ha finalizado.

REFERENCIAS

Chacón, E. (1986). *Manejo y utilización de leguminosas con bovinos a pastoreo*. 2do. Curso sobre bovinos de carne. Mimeografiado. Fac. Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay, Aragua, Venezuela. p. XII-34.

Duke, J. 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. Plenum Press, New York and London.

F.A.O. 1987. *Anuario de Producción 1986*. F.A.O. Roma, Italia.

F.A.O. 1991. *Anuario de Producción 1990*. F.A.O. Roma, Italia.

Hotton, E. 1972. *Conferencias*. Fundación Shell. Cagua, Aragua, Venezuela.

León, A., R. Vargas, C. Michelangeli, J. Montilla, J. Carabano, J. Risso y M. Picard. 1993. *Valor nutricional de los granos de Canavalia ensiformis en dietas para aves y cerdos*. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis (L.) DC. Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal*. Editorial futuro. San Cristóbal, Táchira, Venezuela. 213-228.

Lynd, J. y Ansman. 1993. *Simbiosis nodular tripartita: ¿distinta o gobierna la síntesis de componentes*

altamente nitrogenados en la canavalia (Canavalia ensiformis). *Canavalia ensiformis (L.) DC.* En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal*. Editorial Futuro. San Cristóbal, Táchira, Venezuela. 77-83.

Marín, D. 1993. *Algunos aspectos ecofisiológicos del cultivo de Canavalia ensiformis (L.) DC.* En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal*. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp 65-76

Michelangeli, C. y R. Vargas. 1993. *Posibles efectos de la canavanina sobre el metabolismo de las aves*. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal*. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp 187-198.

Mora, M., M. Domínguez y A. Escobar. 1993. *Alternativas de uso de la Canavalia ensiformis en la alimentación de los rumiantes*. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal*. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp

Pimentel, D. y M. Pimentel. 1979. *Food energy and society*. Whitstable Little Ltd., Whitstable, Kent, Great Britain.

Ramis, C., J. Viera y R. Vargas. 1994. *Un nuevo cultivo: Canavalia*. Venezolana de Publicaciones. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela.

Reyes, H. y C. Orta. 1977. *El haba de burro (Canavalia ensiformis): una alternativa para la producción agrícola del país*. IX Jornadas Agronómicas. Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos, Maracay, Aragua, Venezuela.

United States Department OF Agriculture. 1992. *Agricultural statistics 1991*. Washington, E.U.A.

Viera, J. y C. Ramis. 1993. *Aspectos genéticos del cultivo de la canavalia*. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal*. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp 85-96.

Uso de tamices moleculares como catalizadores en la reacción de hidrogenación de CO.

Resumen

Se describe la utilización de tamices moleculares en la reacción de hidrogenación de CO. Esta reacción, conocida también como síntesis Fischer-Tropsch, produce una gran cantidad de compuestos principalmente alcanos lineales, alkenos y compuestos oxigenados, debido a que la misma sigue un proceso de oligomerización reductiva de monóxido de carbono o de sus derivados superficiales. El reto más importante de éste proceso continúa siendo el control de la distribución de productos.

En el presente trabajo se describe como mediante el uso de diferentes tamices moleculares tales como zeolitas, arcillas pilareadas y aluminofosfatos, es posible minimizar la formación de hidrocarburos con un número de átomos de carbono superior al rango de gasolinas, mejorando de esta forma la selectividad de la reacción hacia productos deseados.

**M. R. Goldwasser,
J. Pérez Zurita, M. L. Cubeiro
y C. M. López**

Centro de Catálisis, Petróleo y Petroquímica,
Escuela de Química, Facultad de Ciencias,
Universidad Central de Venezuela,
Caracas - Venezuela.

Palabras claves:

Hidrogenación de CO, Fischer-Tropsch, tamices moleculares, PILC, zeolitas, aluminofosfatos.

1.- Incentivos para la investigación en la conversión de gas de síntesis

La intensificación en las actividades de investigación y desarrollo para producir combustibles y químicos a partir de materia prima diferente al petróleo, surge como una respuesta al incremento del precio del crudo durante el año 1973. El uso de gas de síntesis ya sea derivado del gas natural o del carbón, ha sido considerado como una de las rutas más promisorias en este sentido. La caída de los precios del crudo al final de la década de los ochenta, hace difícil predecir la extensión del uso de gas de síntesis y metanol como fuente para la producción de combustibles y químicos en un futuro cercano. Sin embargo, a largo plazo, esta vía parece favorable para el desarrollo de la industria química. (Keim, 1987) ha presentado varios argumentos en favor de la investigación y desarrollo de la química del gas de síntesis, los cuales se presentan a continuación:

a) La disponibilidad y bajo costo del carbón y del gas natural hacen necesario su utilización como materia prima a largo plazo. Debido a que el desarrollo de un proceso, desde la escala de laboratorio hasta un nivel comercial, toma entre 10 - 20 años, es obvia, la necesidad de realizar investigación y desarrollo en este momento.

b) La disponibilidad de fuentes y procesos alternos disminuirá las posiciones de monopolio de los países productores de petróleo y estabilizará el precio de la materia prima.

c) La escasez de moneda extranjera o consideraciones estratégicas, creará regiones dispuestas a producir combustibles o químicos a partir de materia prima diferente al petróleo.

d) Pueden preverse situaciones especiales donde compuestos químicos derivados del gas de síntesis, tales como ácido acético, ésteres y anhídridos, puedan competir favorablemente.

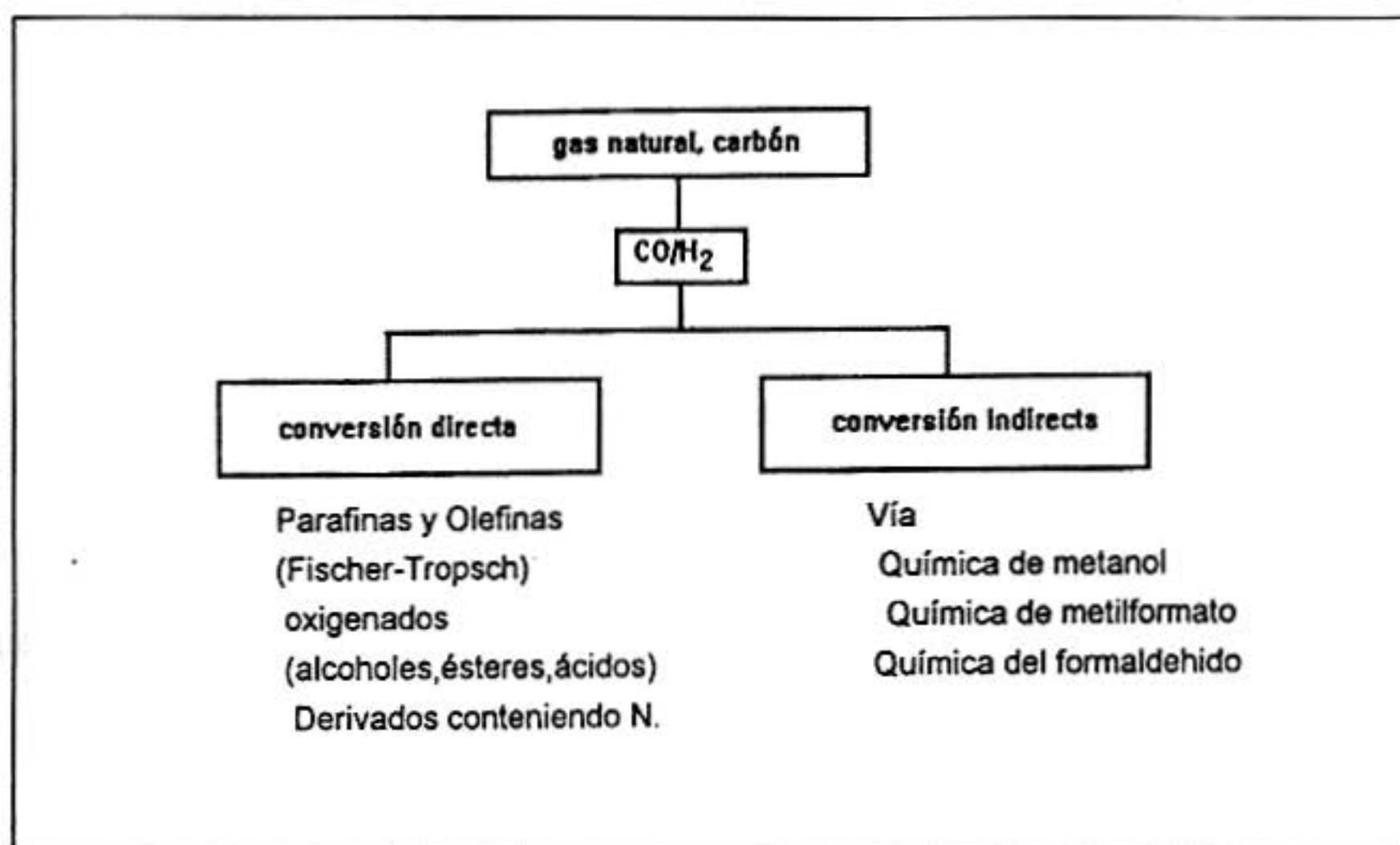
2.- Generalidades

Para la obtención de compuestos químicos a partir de gas de síntesis, es necesario tomar en cuenta tres consideraciones importantes que influyen sobre la economía y factibilidad del proceso, tales como: la composición del gas de síntesis (relación CO/H_2), la pérdida de oxígeno ya sea como H_2O o CO_2 y la interrelación de químicos/combustibles.

La relación CO/H_2 depende tanto de la naturaleza de la materia prima de partida (carbón, gas natural, nafta) como de las condiciones de gasificación. Por ejemplo, el gas de síntesis producido a partir de carbón, normalmente tiene una relación H_2/CO de 1.0, por lo tanto si se utiliza para la síntesis de metanol debe ser ajustado a una relación de 2.0. Mientras que el gas de síntesis producido a partir de CH_4 presenta ventajas en este sentido, disminuyendo el costo del proceso.

La remoción de átomos de oxígeno, se efectúa mediante la formación de CO_2 ó H_2O como subproductos, lo que se traduce en una pérdida de reactivo. La síntesis de n-octano por ejemplo, la cual es representativa de la obtención de gasolina vía Fischer-Tropsch, produce un 57% de H_2O , lo cual se traduce en una pobre utilización de materia prima. Por lo tanto, ambos, la relación $\text{CO}:\text{H}_2$ y la formación de H_2O , afectan significativamente la economía del proceso.

El gas de síntesis ofrece sin embargo, varias rutas a la industria química. Las cuales pueden ser clasificadas en vías directa o indirecta. La conversión directa se refiere a la hidrogenación de monóxido de carbono para producir parafinas, olefinas y productos conteniendo heteroátomos (oxígeno, nitrógeno). La conversión indirecta envuelve intermediarios tales como metanol, formato de metilo y formaldehído. Estos últimos pueden producir una variedad de compuestos químicos deseables, mediante una serie de reacciones consecutivas. Por ejemplo, el ácido acético puede ser sintetizado directamente a partir de CO/H_2 .



sin embargo, por razones de selectividad, se considera a la carbonilación de metanol como el mejor proceso comercial.

3.- Síntesis Fischer-Tropsch

La síntesis Fischer-Tropsch (SFT) es el proceso mejor conocido, dentro de la conversión directa de gas de síntesis, obteniéndose principalmente mezclas de alcanos lineales y/o alkenos. Los elementos activos para esta reacción se ubican en el grupo VIII, tales como Fe, Co, Ni, Ru. Entre estos elementos destaca el Fe el cual es el más electropositivo y por ende tiende a formar enlaces más fuertes con otros elementos tales como el oxígeno y el carbón.

La química de obtención de hidrocarburos a partir de gas de síntesis es un proceso de oligomerización reductiva de monóxido de carbono, o de sus derivados superficiales, que sigue una progresión geométrica de un mecanismo de adición por pasos (distribución Anderson-Schulz-Flory), con una probabilidad de crecimiento de la cadena (α), de un cierto número de átomos de carbono. Si se considera que todas las especies superficiales son igualmente reactivas para la propagación y que las probabilidades de adición de enlaces C-C y la desorción de productos son

constantes, entonces la función de distribución más probable es idéntica a la función de Anderson-Schulz-Flory (ASF) (Henrici-Olivé y Olivé, 1974, 1976) que matemáticamente se representa como:

$$W_n = n \alpha^{n-1} (1-\alpha)^2$$

donde: W_n = Es la fracción en peso de los productos con n átomos de carbono.

α = Es la probabilidad de crecimiento de la cadena

$(1-\alpha)$ = Es la probabilidad de terminación de la cadena.

Esta expresión es ampliamente utilizada y ha demostrado representar satisfactoriamente la distribución de productos de procesos Fischer-Tropsch comerciales. La probabilidad de crecimiento de la cadena se puede determinar graficando: $\log(W_n/n)$ vs n . La pendiente de la línea recta, obtenida por este procedimiento es α .

En la figura 1 aparece representada la distribución de productos obtenidos de acuerdo a la probabilidad de crecimiento de la cadena (α). Se puede observar en esta figura que a una probabilidad de crecimiento de la cadena fija se obtendrá una distribución

de productos determinada. Es importante enfatizar que si la síntesis de hidrocarburos o alcoholes por hidrogenación de CO está regida por una distribución del tipo Anderson-Schulz-Flory, los únicos productos que pueden ser obtenidos con una alta selectividad son las especies C_1 (metano y metanol) y las especies $C_{35}-C_{120}$ (ceras).

Con pocas excepciones, la mayoría de los catalizadores utilizados en la síntesis Fischer-Tropsch a una conversión razonable, se ajustan a una distribución de productos descrita por esta estadística. Un caso particular lo constituye la fracción de C_2 , ya que de acuerdo a esta estadística se esperaría la obtención de un 30% de ella, sin embargo, la mayoría de los catalizadores, con excepción del Mo, producen alrededor de un 20% de C_2 (Murchison, 1986). Catalizadores en base a Mo producen alrededor de un 30% de C_2 y en combinación con la síntesis de alcoholes y parafinas produce entre 45-50% C_2 (Murchison, 1982). El primer paso para aumentar el contenido de olefinas en el rango C_2-C_4 es aumentar la

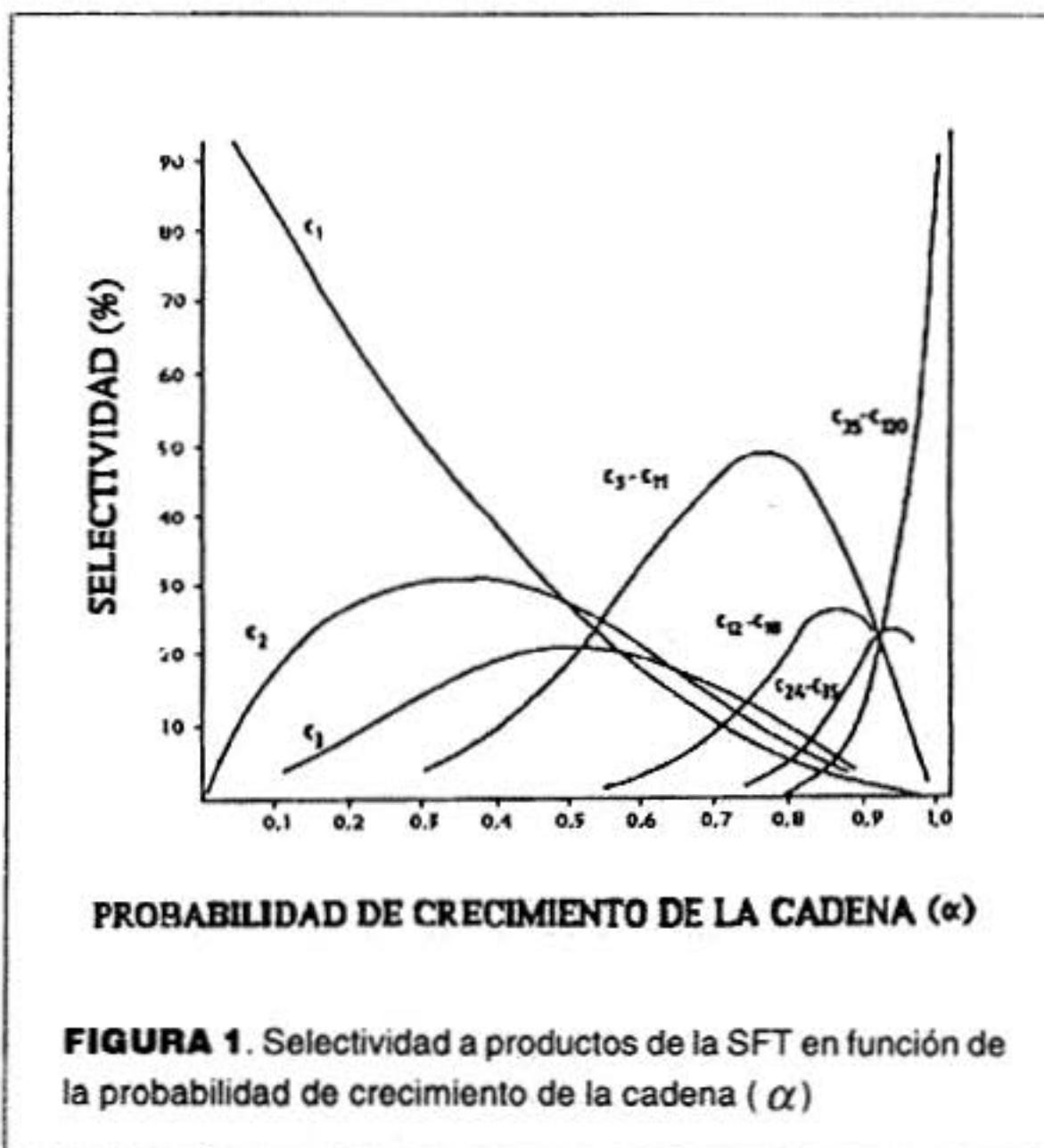
producción total de hidrocarburos en este rango como se sugiere por la distribución Anderson-Schulz-Flory (50-60%).

El reto más importante de este proceso continúa siendo el control de la distribución de productos (selectividad). Algunos grupos de investigación se enfrentan a este problema modificando el catalizador, mientras que otros, tratan de ajustar la distribución de productos empleando procesos adicionales. En general, una cantidad de esfuerzo se continúa realizando a nivel de investigación en este sentido.

En conclusión, podemos decir que es posible preparar una variedad de compuestos químicos en base a la utilización de gas de síntesis, ya sea por vía directa o indirecta. El futuro del mismo está determinado por la relación de costo entre el crudo y el gas natural o el carbón. Sin embargo, aún cuando los precios del crudo sean bajos, no podemos descartar o ignorar la investigación y desarrollo de la química de C_1 . Es evidente que, a largo plazo, la química del C_1 se impondrá, sólo que por los

momentos es necesario esperar un poco para su aplicación. Actualmente los programas que más se están desarrollando en esta área involucran la obtención de etilen glicol, etanol, ácido acético, olefinas y destilados medios.

Una situación interesante resulta de la combinación de químicos derivados del petróleo con químicos basados en fuentes alternas. Un ejemplo típico lo constituye el uso de gas de síntesis para hidroformilar olefinas obtenidas a partir de aceite mineral. En Alemania Occidental por ejemplo, Hoechst convierte carbón en CO/ H_2 el cual es utilizado



para preparar alcoholes a partir de olefinas derivadas de nafta.

Resulta razonable por lo tanto, pensar que antes del uso exclusivo de compuestos químicos derivados de fuentes alternas al petróleo, los químicos derivados del petróleo y los mismos derivados de fuentes alternas, se complementarán entre sí.

4.- Uso de Tamices Moleculares

Los tamices moleculares tales como zeolitas, arcillas pilareadas (PILC) y aluminofosfatos presentan características en cuanto a su selectividad de forma y acidez que los hacen interesantes como una vía alterna para minimizar la formación de hidrocarburos con un número de átomos de carbono superior al rango de gasolinas, C_5 - C_{11} (Borade, 1987; Wong, 1989).

Se ha propuesto la utilización de tamices moleculares para la SFT de la siguiente forma:

*Como soportes, con el metal impregnado directamente sobre el tamiz molecular, utilizándose como métodos de impregnación, métodos convencionales como el de humedad incipiente (Land y Chang, 1981), por intercambio iónico (Oukaci y col., 1988) o bien con el uso de complejos carbonilos del metal (Zwart y Vink, 1987).

*Mezclados con un catalizador de hidrogenación de CO, donde el tamiz molecular posee propiedades ácidas. Una alternativa consiste en la mezcla física del componente de hidrogenación de CO junto con el tamiz molecular (Gormly y col., 1988) teniéndose así un sistema catalítico bifuncional. Otra modalidad ha sido el empleo de un lecho con el catalizador de hidrogenación de CO seguido de un lecho en serie con el tamiz molecular (Varma y Bakhshi 1987).

*Con el metal incorporado en la estructura del tamiz molecular, pudiendo generarse con un tratamiento post síntesis altas dispersiones del óxido del metal dentro de los canales de la estructura, lo cual puede producir un catalizador altamente selectivo

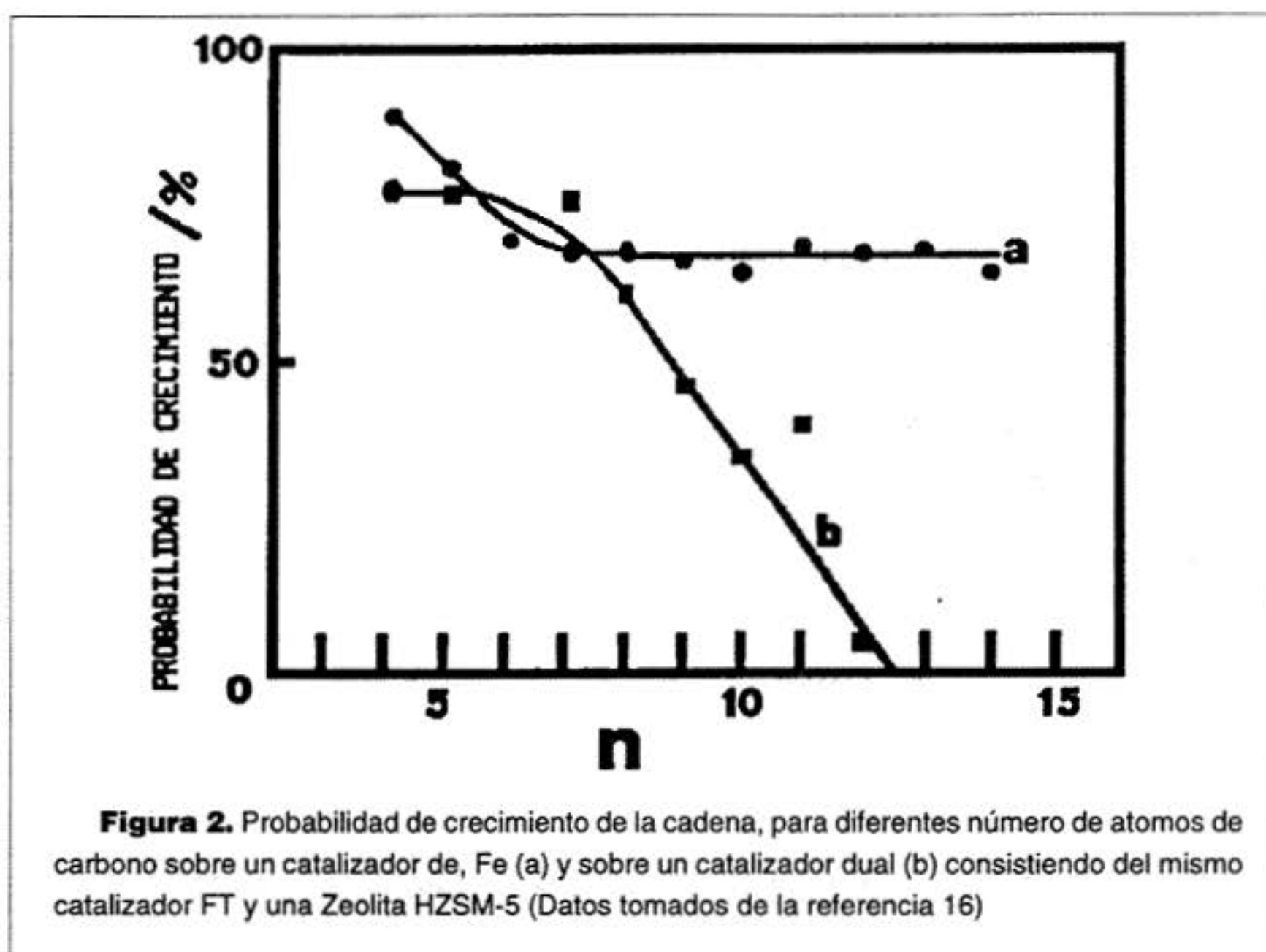
en la Síntesis Fischer-Tropsch (Ulan y col., 1991).

4.1. Uso de zeolitas en la SFT

Cuando en un catalizador se combinan una función reductora de CO con una zeolita con selectividad de forma del tipo pentasil, la selectividad para gasolina de alta calidad se ve incrementada desde un 40%, predicho por la cinética ASF, hasta un 60% con un alto rendimiento en compuestos aromáticos, olefinas y/o hidrocarburos ramificados (Jacobs, 1980).

La zeolita ZSM-5 reduce fuertemente la probabilidad de crecimiento de la cadena por encima de C_7 , tal como se observa en la figura 2. Esto es debido principalmente a que los intermediarios formados sobre el componente FT son interceptados por la zeolita y convertidos a componentes inertes para continuar el crecimiento de la cadena. Sobre la función ácida pueden tener lugar las siguientes reacciones: el craqueo o hidrocrqueo de parafinas pesadas a hidrocarburos más livianos y la conversión de las α -olefinas, intermediarias en la propagación de la cadena, en aromáticos y olefinas internas y/o ramificadas (Bartholomew, 1991). Catalizadores a base de Fe y Ru mezclados con zeolitas ZSM-5 tienden a producir una cantidad considerable de metano. Esto se entiende si se considera que existen dos especies diferentes para la formación de metano y para el crecimiento de la cadena. La formación de metano sobre Fe y Ru parece tener lugar preferencialmente vía carburos superficiales, mientras que el crecimiento de la cadena ocurre a través de intermediarios $=CHOH$, este último parece ser estabilizado por la zeolita (Jacobs, 1980). Por su parte, (Oukaci y col., 1988) sugieren que la hidrogenación de residuos carbónicos depositados sobre los sitios ácidos pueden contribuir a la formación de metano.

El origen de las desviaciones de la cinética ASF reportadas cuando se utilizan tamices moleculares en catalizadores metal/zeolita ha sido materia de controversia, con



explicaciones posibles tales como: selectividad de forma, efectos de dispersión metálica y factores experimentales tales como retención en el soporte de los productos líquidos más pesados (Bartholomew, 1991). Cuando el catalizador posee carácter bifuncional las desviaciones de la cinética ASF pueden explicarse por reacciones secundarias sobre los sitios ácidos.

En la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias de la UCV, se han venido utilizando tamices moleculares tipo pentasil (Goldwasser y col., 1993) en la SFT. Se sintetizaron dos series de catalizadores. La primera está constituida por hierro impregnado sobre zeolita HZSM-5 con relaciones silicio/aluminio entre 19 y 114. La segunda serie de catalizadores está formada por ferrisilicatos con relaciones silicio/hierro de 100 y 3200, los cuales fueron preparados con el mismo precursor catalítico de hierro, utilizando el método de Inui y col. (1986).

Antes de cualquier ensayo los sólidos fueron tratados de acuerdo a los siguientes procedimientos a presión atmosférica:

a) calcinación con aire (30 ml/min, 450°C, 16 h.), muestra C

b) calcinación-reducción, en condiciones similares que en a) (muestra CR) seguida de carburación con CO (12 ml/min., 150-280°C, 14 h) muestra CRC.

Los sólidos fueron caracterizados mediante las técnicas de absorción atómica, área superficial BET, Difracción de Rayos X, EPR, IR y espectroscopía Mössbauer (EM).

Los valores obtenidos para las áreas superficiales (286-312 m²/g) así como los difractogramas y micrografías, indican la obtención de los sólidos sintetizados con alta cristalinidad los cuales presentan una morfología hexagonal típica. No se evidenciaron cambios estructurales importantes en los mismos después de ser impregnados.

Con respecto al comportamiento catalítico de estos sólidos en la reacción de conversión

TABLA 1.
Distribución de Hidrocarburos.

Catalizador W(%)	Fe/HZSM-5(19) CR ^a CRC ^b	Fe/HZSM-5(73) CRC ^c	Fe-Silicato ^d Si/Fe=3200
C ₁	50	35	14
C ₂	21	21	14
C ₃	12	10	9
C ₄	9	14	10
iC ₄	-	-	-
C ₅ ⁺	8	20	53
C ₂ -C ₄	42	40	33
			65
			3
			84

H₂/CO=2; tiempo de reacción = 24 h; p^{a,b,c} = 0,7 MPa; p^d = 1,1 MPa;
T^{a,b,c} = 240°C; T^d = 345°C; X_{CO}^{a,b,c} = 54% X_{CO}^d = 25%

de gas de síntesis, se observa que la distribución de productos depende en gran medida del pretratamiento utilizado. (Tabla 1)

La carburación de los sólidos en la serie Fe/HZSM-5 antes de someterlos a la reacción de conversión de gas de síntesis, se traduce en catalizadores más estables. Así, la actividad inicial de los sólidos precarburados resultó similar a la obtenida para los catalizadores no carburados al cabo de 24 h. Además se obtiene mayor selectividad hacia la formación de compuestos en el rango de gasolinas (Tabla 1: Fe/HZSM-5 (Inui y col., 1986) CRC frente a CR). Al igual que para la reacción de n-hexano, la actividad de la serie de catalizadores Fe/HZSM-5 depende de la relación silicio/aluminio. La distribución de productos gaseosos depende tanto del pretratamiento de los sólidos como de la relación silicio/aluminio. Los mejores resultados de la serie impregnada se obtienen para la zeolita Fe/HZSM-5 con relación silicio/aluminio = 73.

A diferencia de los sólidos preparados por impregnación, los cuales requerían precarburación para lograr una conversión estable, en el caso de los ferrisilicatos, en los cuales el hierro mantiene un carácter iónico,

esta estabilidad se alcanza al cabo de 4h.

Se observa que aquellos sólidos preparados por impregnación producen mayoritariamente hidrocarburos en el rango de gasolinas (53%), mostrando las propiedades de selectividad de forma esperadas, mientras que los Fe-silicatos son selectivos hacia la formación de iC₄ (65%).

Las dos series sintetizadas presentan diferencias marcadas, en el comportamiento catalítico ante la reacción de gas de síntesis, lo que puede atribuirse a las fases de hierro formadas durante su activación. En la serie impregnada el Fe³⁺ extra estructural evoluciona hasta fase de carburos, mientras que en los ferrisilicatos, éste se mantiene como Fe³⁺ - Fe²⁺ intra estructural. Las diferentes fases presentes son responsables de las variaciones en la distribución de hidrocarburos.

Además de las zeolitas tipo pentasil, se ha encontrado que zeolitas Y tipo faujasita con Ru (Nijs y col., 1979) y Fe (Jacobs, 1980) son muy eficientes para limitar el tamaño de los productos FT. Las desviaciones de la cinética ASF son análogas a las reportadas para el Fe/ZSM-5 (Fig. 2). La probabilidad de crecimiento de la cadena cae

bruscamente alrededor de $C_9 - C_{10}$ (Jacobs, 1980).

4.2. Uso de Arcillas Pilareadas (PILC)

La preparación de los pilares está basada en el fenómeno de hinchamiento que es una propiedad típica de las arcillas del tipo smectitas. El hinchamiento es posible debido a que las capas paralelas en estas estructuras, están enlazadas por fuerzas electrostáticas muy débiles, por lo que pueden expandirse al ser penetradas por especies polares.

En principio para la formación de pilares, cualquier catión de gran tamaño, puede ser utilizado como agente pilarizante. Se han utilizado diferentes cationes en la formación de pilares pero los más extensamente estudiados han sido los de aluminio. Figueras y col. (1985), trabajando con pilares de diferentes cationes, encuentran una mayor expansión para Al, Zr, y Cr, siendo los más estables aquellos intercambiados con Al y Zr.

La primera referencia relacionada con la preparación de pilares de hierro utilizando soluciones acuosas de hierro III tales como $FeCl_3$, $Fe(NO_3)_3$, $Fe(ClO_4)_3$ y $Fe_2(SO_4)_3$ aparece en 1983 en un trabajo publicado por Tzou, donde se presenta el efecto de los diferentes aniones usados, la relación OH/Fe, el tiempo de envejecimiento y la temperatura de formación del pilar. En este trabajo se muestra que se pueden preparar pilares de hierro con espaciamentos basales mayores de $26\text{\AA}$. La activación por 3h en atmósfera de nitrógeno a 350°C produce materiales con áreas superficiales entre 244 y $351\text{ m}^2/\text{g}$.

Tzou encontró que todas las soluciones envejecidas a 25°C por 24 h (OH/Fe = 0,0) producen pilares de hierro con espaciamentos basales de alrededor de $12,28\text{\AA}$; sugiriendo que los principales productos de hidrólisis [$Fe(OH)^{2+}$, $Fe_2(OH)_2^{4+}$ y $Fe_3(OH)_4^{5+}$] son los que están presentes en estas soluciones. Un incremento de la relación OH/Fe de 0,0 a 2,0 en los sistemas

clorados y nitrados produce un incremento en el espaciamiento basal desde $12,28\text{\AA}$ a $25,2\text{\AA}$ y $23,8\text{\AA}$ respectivamente, no observándose un incremento cuando la relación OH/Fe se aumenta a 2,5. Para sistemas sulfatados, encontró un espaciamiento basal de $12,28\text{\AA}$ independientemente de la relación OH/Fe empleada. Este espaciamiento se atribuyó a que las especies pilarizantes formadas por la hidrólisis de las sales de sulfato de hierro son más pequeñas que las formadas por otras sales. Finalmente encontró que utilizando largos períodos o altas temperaturas de envejecimiento de las soluciones se pueden obtener espaciamentos basales de $26,8\text{\AA}$.

Yamanaka y Hattori en 1984 presentan la primera referencia relacionada con la preparación de pilares de hierro a partir de una solución acuosa de nitrato de hidroxacetato trinuclear de hierro (III). En contraste con las observaciones de Tzou (1983), encuentran que los pilares de hierro preparados a partir de soluciones parcialmente hidrolizadas de hierro (III), no poseen estabilidad térmica a temperaturas por encima de 300°C . Esta carencia de estabilidad se atribuyó al hecho de que los cationes de hidróxido de Fe(III) no son estables en agua y son parcialmente removidos durante el proceso de lavado. Para solventar este problema este autor, preparó un pilar de hierro intercambiando Na-montmorillonita con iones parcialmente hidrolizados de acetato trinuclear de Fe (III) los cuales calcinados a 500°C presentaron un área superficial de $280\text{ m}^2/\text{g}$ y un espaciamiento basal de $16,7\text{\AA}$.

Por adsorción de diferentes moléculas, se probó que el sólido calcinado a 350°C poseía un volumen poroso comparable al de las zeolitas en un rango de 0,12 a $0,47\text{ cm}^3/\text{g}$, dependiendo del adsorbato utilizado. De esta manera, se estimó que los PILC de hierro contenían poros de un tamaño entre 7 y $8\text{\AA}$.

Rosa-Brussin y col. (1989) y Baez y col. (1989) trabajaron con estos sistemas

empleando el mismo complejo trinuclear de Yamanaka. Estos autores encuentran áreas del orden de los 110 m²/g en las muestras calcinadas a 400°C. En la mayoría de estas, no encuentran un espaciamiento basal regular por lo que llegan a la conclusión que sus sólidos o se encuentran delaminados o que realmente no se formó un pilar.

El estudio de la actividad catalítica de los pilares de hierro ha sido escaso. En la literatura se encuentran pocos trabajos en los que son utilizados como catalizadores para la hidrogenación del monóxido de carbono.

Rosa-Brussin y col. (1989) estudiaron la actividad catalítica de una smectita modificada con el complejo organometálico empleado por Yamanaka y Hattori [(1984), en la conversión del gas de síntesis, obteniendo conversiones bastante bajas (del orden del 4,2%) y una producción mayoritariamente dirigida hacia la formación de metano.

Baez y col. (1989) encuentran en la SFT un incremento de la actividad catalítica de la arcilla modificada con respecto a la original desde 45% hasta 75% aumentando el valor de α ya que se observa un aumento en las selectividades hacia la formación de C₄ y C₅ a expensas de la formación de CH₄. En la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias de la UCV se continúa trabajando en la utilización de PILC para la reacción de SFT (Vitale, 1992).

4.3 Uso de los aluminofosfatos

Los tamices moleculares tipo aluminofosfatos constituyen una de las familias más recientes de tamices moleculares reportados por la Unión Carbide a principios de la década de los ochenta.

Los primeros elementos explorados como cationes de estructura tetraédrica fueron el aluminio y el fósforo; el primer resultado exitoso fue el descubrimiento de los tamices moleculares de aluminofosfatos (AlPO₄), reportado por Wilson y col., en 1982. De 1982 a 1992, se han reportado más de dos

docenas de estructuras cristalinas y más de 200 composiciones de tamices moleculares tipo aluminofosfatos, lográndose la incorporación de uno o más elementos: Li, B, Be, Mg, Si, Mn, Fe, Co, Zn, Ga y As en la estructura cristalina.

Dentro de los tamices moleculares tipo AlPO₄ existe una amplia variedad de tamaños de poros, desde estructuras con poros muy pequeños (3 Å) hasta estructuras de poros mayores de 12 Å conformadas por anillos de 18 tetraedros, como es el caso del VPI-5 reportados en 1988 (Henrici-Olivé y Olivé, 1976). La amplia variedad estructural, composicional y de tamaño de poros, le confieren a los tamices moleculares tipo AlPO₄, un amplio potencial para su uso como catalizadores adsorbentes o intercambiadores iónicos.

La información del uso de aluminofosfatos cristalinos en la hidrogenación de CO es escasa. Entre los autores que reportan el uso de estos sólidos como soportes se encuentran:

Wong y col. (1989), quienes utilizaron catalizadores de Mo, Fe y Co impregnado sobre AlPO₄-5 por adsorción y descomposición de complejos carbonilos, obteniendo altas dispersiones de los metales. En pruebas catalíticas a 1 atm con los catalizadores de Mo y Fe obtienen actividades específicas para la hidrogenación de CO comparables o superiores a las de los catalizadores análogos con zeolitas L y Y. La distribución de productos, que muestra una alta selectividad a alquenos livianos, es consistente con altas dispersiones del metal.

Xu y col. (1992), quienes utilizan catalizadores de Fe soportados sobre AlPO₄-5 (Al/P=1,0 y 1,9) y SAPO-5 efectuando la impregnación de Fe(NO₃)₃·9H₂O con solventes orgánicos tales como acetona, alcohol etílico, etc. La proporción de Fe utilizada es cercana a 9% en peso. Tanto el AlPO₄-5 de relación Al/P=1,9 como el SAPO-5 son activos en la conversión de CO. También obtienen actividad hacia esta reacción con mezclas

físicas de $\text{AlPO}_4\text{-5}$ y Fe_2O_3 calcinadas a 540°C , 15 h con producción de hidrocarburos con menos de cinco átomos de carbono. La adición de alcali ($\text{Cs} > \text{Rb} > \text{K} > \text{Na} > \text{Li}$) mejora tanto la conversión de CO como la producción de olefinas.

En la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias de la UCV se han probado (Teixeira, 1993) tamices moleculares aluminofosfatos MeAPO y $\text{AlPO}_4\text{-5}$ impregnados ($\text{Me}/\text{AlPO}_4\text{-5}$) donde $\text{Me} = \text{Fe}$, Co , en la reacción de hidrogenación de CO a 1,2 MPa, velocidad espacial 0,6 l/(gcat h) y temperaturas comprendidas entre 280 y 340°C con gas de síntesis de relación $\text{H}_2/\text{CO} = 1$. Previo a la reacción los sólidos son sometidos a un tratamiento con H_2 ($\text{Me} = \text{Co}$) o con H_2 seguido de CO ($\text{Me} = \text{Fe}$).

Se observaron diferencias en el comportamiento catalítico de los sólidos, principalmente en la selectividad hacia hidrocarburos. A excepción del $\text{AlPO}_4\text{-5}$ impregnado con Co , todos los sólidos mostraron una baja actividad catalítica. En el caso del $\text{Fe}/\text{AlPO}_4\text{-5}$ los resultados de espectroscopía Mössbauer sugieren una alta interacción entre el hierro impregnado y el soporte que dificulta el proceso de reducción y carburación del hierro. El FAPO-5 al igual que el $\text{Fe}/\text{AlPO}_4\text{-5}$ sólo presenta dobletes de Fe^{3+} y Fe^{2+} después de la reacción. La selectividad a hidrocarburos muestra una influencia apreciable tanto del tipo de metal (Fe o Co) como del tipo de sólido (MeAPO o $\text{Me}/\text{AlPO}_4\text{-5}$). El FAPO-5 muestra una tendencia definida hacia la formación de isoparafinas lo cual sugiere una participación de los sitios ácidos en la transformación de las olefinas y parafinas lineales formadas por hidrogenación de CO.

REFERENCIAS

- Baez, V., Lujano, E., Goldwasser, M.R., Pérez, Zurita, M.J., Cubeiro, M.L. y Franco, C. (1989) *Rev. Soc. Venez. Catal.* 3, 38.
- Bartholomew, C.H., (1991). En: *New Trends in CO Activation*, L. Guzzi Ed., Elsevier, cap. 5.
- Borade, R.B., (1987). *Zeolites* 7, 398.
- Burch, R. y Warburton, C.I., (1987). *App Catal.* 33, 395.
- Davis, M.E., Aldariaga, C., Montes, C., Garcés, J. y Cronder, C. (1988) *Zeolites*, 8, 362.
- Figueras, F., Mattrod, A., Thirierr, A., Zancheta, I.V., Gue en, C.L., (1985). *Actas II Coloquio Franco Venezolano de Catal.*, París, Francia.
- Goldwasser, M.R., Navas, F., Pérez, Zurita, M.J., Cubeiro, M.L., Lujano E., Franco, C. González, F. Jaimes, E. y Moronta, D. (1993). *Appl. Catal. A.*, 100, 85.
- Gormly, R.J., Rao, V.U., Anderson, R.R., Chehl R.R. y Chi, R.D., (1988). *J. Catal.* 113, 193.
- Henrici-Olivé, G. y Olivé, S. (1974). *Adv. Polym. Sci.* 15, 1.
- Henrici-Olivé, G. y Olivé, S. (1976). *Angew. Chem. Int. Rev.* 5, 136.
- Inui, I., Matsuda, H., Yamase, O., Nagata H., Fukuda, K., Ukawa, T. y Miyamoto, A. J. (1986). *Catal.* 98, 491.
- Jacobs, P. (1980). En: *"Catalysis by Zeolites"*, B. Imelik et al. (Editors) Elsevier scientific Publishing Company, Amsterdam, pg. 293.
- Keim, W., (1987). En: *"Industrial Chemicals via C1 Processes"* (Darryl R. Fahey ed.) AC series 328.
- Land, W. H. y Chang, C.D. (1981). *Eur Patent* 0037213.
- Murchison, C.B. (1982). En: *"4th Int. Conf. on the Chem. Uses of Moly"*; Barry, H.F., Mitchell P.C. Ed., Climax Moly Co. Ann Arbor, M.I., pg. 197.
- Murchison, C.B., Weiss R. L. y Stowe R.A. (1986). *J. Chem. Ed.* 63, 213.
- Nijs, H.H., Jacobs, P.A. y Uytterhoe en (1979). *J.C. Chem. Comm.* 180.

Oukaci, R., Wu, J.C. y Goodwinn, J.G., (1988). *J. Catal.* 110. 47.

Rosa-Brussin, M., Meyer, A., Machado, F., Ovalles, C., Peluzo, E. y Morales, A. (1989). *Rev. Soc. Venezolana Catal.* 3. 58.

Texeira, L. (1993). *Tesis de Licenciatura en Química, Escuela de Química, Facultad de Ciencias UCV.*

Tzou, M. (1983). *Ph.D. Thesis, Michigan Tate University, Michigan U.A.*

Ulan, J.G., Gronsky, R. y Szostak, R. (1991). *Zeolites* 11. 466.

Varma, R. L. y Bakhski, N.N. (1987). *Appl. Catal.* 32. 191.

Vitale, G. (1992). *Tesis de Licenciatura en Química, Facultad de Ciencias UCV.*

Wilson, T., Lok, B.M., Messina, C.A., Cannan, T.R. y Flanigen, E.M. J. (1982). *Am. Chem. Soc.* 104. 1146.

Wong, T., Howe, R.F. y Milestone, N.B. (1989) *Appl. Catal* 47. 229.

Xu, W., Li, R., Ma, J. y Fan, B. (1992). *Proc. Congr. Int. Zeolites Montreal, Julio.*

Yamanaka, Ako, T. y Hattori, M. (1984). *Mat. Res. Bull.* 19. 161.

Zwart, J. y Vink, J. (1987). *Appl Catal.* 33. 383.



RECTORADO

SISTEMA DE APOYO GERENCIAL A LA INVESTIGACION EN LA UCV

SAGI-UCV

Coordinadora : Dra. Lilia Cruz

OFRECE A LA COMUNIDAD UCEVISTA:

SERVICIOS: Sistema de información académica de la UCV (SInAc-UCV) en el World Wide Web, Acceso a Internet y uso de herramientas de navegación, Correo electrónico, Asesoría sobre el uso de sistemas de información, impresora laser, impresora a color, digitalizador de imágenes (Scanner), reconocimiento óptico de caracteres (OCR), Programas de automatización de oficinas y otros programas de computación.

CURSOS (LAPSO ABRIL-JUNIO):

Internet. Herramientas de Navegación. Aplicaciones en Investigación y Docencia. (18 horas)
Fechas: 3 y 4 de abril, 20 y 21 de abril, 3 y 4 de mayo, 24 y 25 de mayo, 13 y 14 de junio, 28 y 29 de junio de 1995. **Horario:** 8 am a 12 m y de 1:30 pm a 6:30 pm.

Reingeniería de los Servicios.

Fechas: del 24 al 28 de abril de 1995. **Horario:** 8 am a 2 pm.

Organizaciones Inteligentes.

Fechas: del 15 al 19 de mayo de 1995. **Horario:** 8 am a 2 pm.

Formación de Consultores.

Fechas: del 29 de mayo al 2 de junio de 1995. **Horario:** 8 am a 2 pm.

Solución de Problemas y Toma de Decisiones en Grupos

Fechas: del 5 al 9 de junio de 1995. **Horario:** 8 am a 2 pm.

Costo: Internet. Ucevistas 10.000 Bs. Público 20.000 Bs.

Los otros cursos: Ucevistas 14.000 Bs. Público 21.000 Bs.

Dirección del SAGI: Facultad de Ingeniería, Edificio de Física Aplicada y CPD, piso 1, sala 12, U.C.V.- Caracas.

Información e Inscripción en los cursos: Maritza Colmenares por los teléfonos 6932770 y 6934062, ó por e-mail : sagi@conicit.ve ó sagi@sagi.ucv.edu.ve

Para solicitar cuentas para correo electrónico y acceso a internet se requiere: llenar planilla, copia de la cédula de identidad y de algún documento que lo identifique como miembro de la comunidad ucevista.

PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO A LA ACTIVIDAD DE INVESTIGACION

1.A- PROYECTOS DE INVESTIGACION INDIVIDUALES: Promueve la actividad de investigación individual.

1.B- PROYECTOS DE GRUPO: Las solicitudes deben ser generadas por un grupo de investigación multi o interdisciplinaria, inter o intra Facultad. Su fin principal es fortalecer y promover la actividad de investigación de grupos.

1.C- COMPLEMENTO PARA PROYECTOS: Financia total o parcialmente investigaciones que no requieran montos superiores a Bs. 60.000,00

1.D- REPARACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS: Destinado a mantener los equipos en óptimas condiciones, y a repararlos cuando así se justifique.

1.E- PROGRAMA PARA CUBRIR CONTINGENCIAS: Destinado a resolver situaciones no previstas en el desarrollo de un proyecto de investigación.

1.F- PROGRAMA DE FINANCIAMIENTO DE TESIS DE POSTGRADO:

Destinado a facilitar la investigación y publicación de tesis de los estudiantes de los diferentes postgrados de la UCV. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

PROGRAMAS DE RECURSOS HUMANOS

2.A- PARA PROFESORES DE LA UCV: Nacionales o en el exterior. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

2.B- PARA EGRESADOS DE LA UCV (Becas y Subvención Matrícula): Sólo para cursar en los postgrados de la UCV. Las solicitudes se reciben una vez al año, durante los meses enero/marzo.

2.C- SUBVENCION MATRICULA PARA PROFESORES: Sólo para cubrir gastos de matrícula. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

PROGRAMAS DE EVENTOS CIENTIFICOS

3.A- ASISTENCIA A EVENTOS: Nacionales e internacionales. Permite a los investigadores de la UCV estar presente en las diferentes reuniones de divulgación y discusión de los resultados de su trabajo.

3.B- PASANTIAS DE ESTUDIO: Nacionales e internacionales. Con la exclusiva finalidad de aprender técnicas específicas cuya duración no exceda los dos meses. Las solicitudes se reciben treinta días antes del evento durante todo el año.

PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIONES

Destinado a apoyar la divulgación de los resultados de investigación del personal docente e investigadores, en publicaciones especializadas, periódicas o no.

4.A- LIBROS: Se dedica a la publicación tanto de libros de texto, como de resultados originales. Está organizado en dos colecciones de acuerdo a su extensión: Colección Estudios y Colección Monografías. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

4.B- FINANCIAMIENTO PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS EN REVISTAS: Se otorga financiamiento al investigador por un monto limitado: para cubrir los gastos de adquisición de separatas y publicación de artículos en revistas especializadas, nacionales o extranjeras. Las solicitudes se reciben durante todo el año.

4.C- AYUDA FINANCIERA A LAS PUBLICACIONES PERIODICAS: El CDCH financia hasta un monto de Bs. 500.000,00 al año para publicaciones periódicas de la UCV, que sean especializadas y editadas en el país. Las solicitudes se reciben desde el 1ero. de Octubre hasta el 15 de Diciembre.

PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO DE LA SECRETARIA GENERAL

5.A- SUBSIDIOS CIENTIFICOS-CULTURALES:

El Directorio del CDCH otorga ayuda financiera para cubrir parcialmente los

gastos presupuestarios de eventos Científicos-Culturales, organizados por dependencias académicas de la UCV. Las solicitudes están abiertas durante todo el año y se deben hacer con treinta (30) días de anticipación.

UNIVERSIDAD
CENTRAL
DE VENEZUELA



Sede del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico: Av. Principal de la Floresta cruce con Av. José Félix Sosa, Quinta Silenia. Departamento de Relaciones y Publicaciones. Telfs.: 284.76.66 - 284.72.22
Fax: 285.11.04

EL CDCH DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA OFRECE



PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO

A LA INVESTIGACION Y A LA FORMACION DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS