

630.728.6  
C 749C  
1989

Ministerio de Agricultura y Ganadería

22 AGO 1989

C I D I A

Volumen II

Secciones de Actualización y perspectivas.  
El Colegio en la Vida Nacional .



**APORTE DE LA ECONOMIA CAMPESINA  
AL DESARROLLO DE COSTA RICA**

**Fausto Jordán Bucheli**

**Mayo de 1989**

El presente volumen contiene los trabajos que se presentaron en la Sección de Actualización y Perspectivas, además se inicia una nueva sección denominada el Colegio en la Vida Nacional, esperando que ésta tenga en los próximos congresos tanta acogida como la de actualización.

Ing. Agr. Fernando Mojica  
SECRETARIO EJECUTIVO

## INDICE

### I. SECCION DE ACTUALIZACION Y PERSPECTIVA

Aporte de la Economía Campesina al Desarrollo de Costa Rica	1
El Palmito de Pejibaye: Una Experiencia Costarricense	16 ✓
Importancia de la Investigación de las Plantas Forrajeras en Costa Rica	22
Propuesta de una Estrategia para el Desarrollo Sostenible del Sector Agropecuario	<u>32</u>
Pasado, Presente y Futuro de la Extensión Agrícola	<u>44</u>
La Universidad Biológica de Costa Rica	64
Agromática en Costa Rica	67
Los Herbicidas en Costa Rica	81
Productos No Tradicionales con Fines de Exportación	169
La Biotecnología Aplicada a Especies Tropicales, Café y Cacao como ejemplos	181

### II. EL COLEGIO EN LA VIDA NACIONAL

Centro de Acopio y Planta Procesadora de Leche de Cabra	188
El Acto de Incorporación al Colegio de Ingenieros Agrónomos	192
El Agrónomo y su Compromiso Social	194
Condiciones y Pérdidas durante el Proceso de Maduración con Carburo de Calcio en Papaya	197

## CONTENIDO

I.	ANTECEDENTES	1
II.	IMPORTANCIA DE LA ECONOMIA CAMPESINA EN EL SECTOR AGROPECUARIO	4
	1. Economía Campesina y Seguridad Alimentaria	6
	2. Economía Campesina y Generación de Divisas	9
III.	ELEMENTOS DE ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR EL ROL DE LA ECONOMIA CAMPESINA	10
IV.	ANEXO	

I. ANTECEDENTES

La mayoría de los estudiosos de la historia de Costa Rica coinciden en afirmar que, las peculiaridades que muestra el desarrollo democrático de este país, se debe en buena medida a la fuerte presencia de la pequeña producción en la evolución de la estructura productiva del agro costarricense (BOSCH J. 1963; FACIO R. 1972; MONGE C. 1959, y VEGA J.L. 1983). La ausencia de un desarrollo agropecuario basado en la explotación hacendaria tradicional evitó el surgimiento y la consolidación de una fuerte oligarquía latifundista, lo que permitió que pequeños y medianos productores agrícolas tuvieran un mayor espacio productivo y de negociación política que en el resto de los países del istmo Centroamericano (VEGA J.L. 1982). En los períodos anteriores al de la modernización agropecuaria, iniciado a principios de la década de los 50, la pequeña producción rural tuvo una presencia incuestionable en la producción de granos básicos y un peso considerable en la

-----  
1/ Presentación solicitada por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica con motivo del VIII Congreso Agronómico Nacional.

2/ Director del Programa de Organización y Administración para el Desarrollo Rural. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). El contenido de esta presentación es de responsabilidad personal. El autor agradece al Sr. William Reuben S., por su contribución para desarrollar esta presentación.

producción de café (VEGA J.L. 1983: 80-81). Esta característica de la estructura agraria del país, sentó las bases para que la estructura social costarricense se conformará de acuerdo a lo que algunos autores han denominado un "igualitarismo básico o tendencial", que tuvo repercusiones importantes en el desarrollo institucional y político del país (FACIO, R. 1972, y Vega, J.L. 1982 y 1983). Esto no quiere decir que la estructura agraria no fuera desigual. De hecho, a finales de la década los 40, Costa Rica mostraba una distribución bastante desigual de la tierra, con un fuerte sesgo hacia las empresas multifamiliares. El coeficiente de Gini para la distribución de la tierra era, en 1950, de 0.76 (GONZALEZ, R. 1987).

A partir del proceso de modernización y diversificación productiva del agro costarricense, que se inicia a partir de los años 50, el peso relativo de la pequeña producción en la producción de granos básicos y de productos exportables tiende a decrecer, y se inicia un período crítico para la economía campesina. El arroz y el sorgo dejan de ser productos de base campesina, los pequeños productores se convierten en proveedores marginales de caña de azúcar y la producción cafetalera eleva sus requerimientos técnicos y el volumen de las inversiones, con lo que se privilegia a la participación de la mediana y gran producción. A estas tendencias se suma el agotamiento de la frontera agrícola, que se presenta a partir de la década de los 60, principalmente como producto de la expansión ganadera, y que coloca en dificultades la

reproducción de las unidades campesinas por la vía de la colonización espontánea (SELIGSON, M. 1980: 64-65). En 1973, Costa Rica mostraba un deterioro en la distribución de la tierra, al registrarse, según datos del Banco Mundial, un coeficiente de Gini 0.83 (JORDAN et. al 1989: 20).

A pesar de la crisis que empieza a experimentar la economía campesina costarricense a partir de los años 60, esta mantiene una presencia significativa en el desarrollo agropecuario del país y su reproducción se vió favorecida por las acciones de concesión y distribución de tierras que el Estado puso en marcha a partir de 1962.

No obstante el valor histórico y político de la producción campesina y el peso que ésta mantiene en el volumen y valor de la producción agropecuaria, no existen estudios que ofrezcan una visión global, detallada y actualizada sobre su contribución al desarrollo económico y social de Costa Rica. En ese sentido este trabajo no puede pretender más que ofrecer algunos elementos preliminares para dimensionar el peso de la producción campesina respecto a la producción agropecuaria total, y comprender el papel que esta puede jugar en la reactivación económica del sector y en el desarrollo nacional.

## II. IMPORTANCIA DE LA ECONOMIA CAMPESINA EN EL SECTOR AGROPECUARIO

Ha llegado el momento que en América Latina y en especial en Centro América dejemos de ver a la economía campesina como un elemento residual en el desarrollo agropecuario o como un sujeto productivo anacrónico y llamado a desaparecer por el proceso de modernización agrícola, para el cual se deben adoptar medidas compensatorias que suavicen el trance de su extinción. Los resultados de la severa crisis económica que ha afectado a los países de la región, revelan la resistencia y la capacidad de adaptación de las distintas modalidades de producción campesina para sobreponerse a condiciones externas adversas, y señalan al mismo tiempo el potencial que tiene este segmento de la sociedad para contribuir al desarrollo económico y social de nuestros países, tal como lo muestra el caso de Costa Rica.

De acuerdo a la información censal de 1984, el 47% de las exportaciones con tierra eran menores de 5 Ha. Esto significa, que poco menos de la mitad de las explotaciones agrícolas aún se encuentran en manos de pequeños productores, aunque éstos solo logren controlar el 2.5% del total del área censada en fincas, del cual una proporción significativa está compuesta por suelos de calidad inferior a la media nacional.

Este conjunto de productores familiares y sub-familiares campesinos, además de tener un acceso sumamente restringido a la tierra, como se acaba de mencionar, poseen también serias limitaciones para acceder al crédito bancario y a la tecnología disponible. En efecto, en 1987, estos productores solo accedieron al 1.8% de la cartera agropecuaria total disponible en el Sistema Bancario Nacional (CENAP 1988: 19). Igualmente, la adopción de tecnología disponible, por parte de los pequeños productores campesinos, es bajo - con la excepción del cultivo de café-, tal como lo señala un estudio de caso realizado en el Distrito de Pejivalle en 1982, según el cual, la baja incorporación de tecnología en la producción de granos básicos se debió principalmente a los bajos precios pagados a estos productos, a la existencia de una oferta de tecnología desarrollada para la producción de tipo empresarial, condiciones ecológicas poco favorables, alto riesgo y la posibilidad de dedicarse a otras actividades productivas más rentables (CHAPMAN et. al 1986: 243-244).

A pesar de la situación descrita, y de la crisis económica que se profundiza a partir de 1980, los pequeños productores costarricenses son los responsables de un volumen significativo de la producción agropecuaria para el consumo interno, y aún de la producción de productos exportables, tal como se muestra en el Cuadro No. 1.

CUADRO No. 1

COSTA RICA: PROPORCION DEL VOLUMEN DE LA PRODUCCION DE  
ORIGEN CAMPESINO EN PRODUCTOS DE CONSUMO INTERNO Y  
EXPORTABLES 1984

---

CONSUMO	PROPORCION (%)
<u>CONSUMO INTERNO</u>	
Frijol	82.7
Maíz	62.4
Plátano	29.1
Yuca	14.4
Cebolla	56.9
Tomate	58.4
Papa	57.8
Arroz	8.5
Tabaco	39.4
<u>EXPORTABLES</u>	
Café	25.0
Cacao	28.2
Caña de Azúcar	4.5

---

FUENTE: Censo Agropecuario Nacional 1984.

1. Economía Campesina y Seguridad Alimentaria

Es evidente el papel decisivo que juega la economía campesina para garantizar la seguridad alimentaria del país. De acuerdo a datos de la CEPAL, el 48% de las calorías de la estructura de la canasta básica de alimentos se deriva de maíz y frijol, productos de origen mayoritariamente campesino (IICA 1989: 139). En este sentido es indispensable elevar la productividad de granos básicos, en manos de la economía campesina, para satisfacer las necesidades de toda la población del país; pues el hecho de que se llegue a un

equilibrio a nivel agregado entre la disponibilidad de alimentos y la demanda, no garantiza que los grupos de menores ingresos tengan seguridad en el consumo de alimentos, al no disponer del poder adquisitivo para hacerlo (IICA 1989: 29). Los programas internacionales de ayuda alimentaria deben ser considerados como un recurso contingente, pues las donaciones de alimentos contribuyen a desincentivar la producción interna y provocar en el futuro, aún mayores desequilibrios.

La producción de alimentos de origen básicamente campesino en Costa Rica ha experimentado un crecimiento inestable, tanto desde el punto de vista de la superficie cosechada, como del volumen producido, mientras los rendimientos por hectárea se han mantenido relativamente estancados. En los Gráficos 1, 2 y 3 del Anexo se pueden apreciar los comportamientos, entre 1976 y 1986 (Anuario FAO), de estas variables para tres alimentos de origen básicamente campesino.

Resulta también interesante anotar el incremento en los rendimientos observado para algunos productos en el quinquenio 1980-85, en relación con el período 1960-85, tal como se muestra en el Cuadro No. 2.

Igualmente, en el Cuadro 3 se puede apreciar la brecha entre los rendimientos de la producción de maíz, frijol, tabaco y cebolla en Costa Rica, en relación con el promedio mundial. Para el caso del maíz esta brecha resulta

ser muy grande (Gráfico No. 4 del Anexo), aunque no suceda lo mismo para el frijol y la cebolla.

CUADRO No. 2

COSTA RICA: CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO (%) DE LOS RENDIMIENTOS POR HECTAREA DE LA PRODUCCION DE MAIZ, FRIJOL Y PAPA

PRODUCTO	1960-1985	1980-1985
Maíz	n.d.	0.6
Frijol	1.6	2.3
Papa	n.d.	8.4

FUENTE: FAO "Anuario FAO de Producción, 1961 a 1986.

CUADRO No. 3

COSTA RICA: RENDIMIENTO PROMEDIO POR HA. DE ALGUNOS PRODUCTOS DE ORIGEN CAMPESINO

PRODUCTO	Rendimiento Promedio Nacional 1980-81	Rendimiento Promedio Mundial 1979-81	Rendimiento Promedio Nacional 1986-87	Rendimiento Promedio Mundial 1985
Maíz	1.9	3.3	1.6	3.7
Frijol	0.5	0.5	0.6	0.6
Tabaco	n.d	1.4	1.8	1.6
Cebolla	n.d	13.2	20.1	14.5

FUENTE: MIDEPLAN 1988

Si se define la seguridad alimentaria en los términos que lo hace la CEPAL, como "la disponibilidad de alimentos con un acceso garantizado por un conjunto de condiciones o derechos de índole económica, social, jurídica y política" (CEPAL 1987), se llega a la conclusión que la contribución de la economía campesina a la seguridad alimentaria de Costa Rica, debe analizarse también desde el punto de vista de demanda, en la medida en que esta contribuye a generar empleo e ingresos. De hecho, en 1980 la PEA campesina (trabajadores por cuenta propia y familiares no remunerados del sector agropecuario) representaba el 32.2% de la PEA total del sector.

## 2. Economía Campesina y Generación de Divisas

En el Cuadro No. 1 se observaba la importante contribución de las fincas menores de 5 Ha. a la producción de café y de cacao. Aún no es posible estimar con precisión cual puede ser el aporte de los pequeños productores a la producción agropecuaria de productos exportables no tradicionales, que en los últimos años ha experimentado un importante crecimiento, como respuesta a la política de agricultura de Cambio impulsada por el Gobierno, y que en 1986 representaron US\$58.2 millones, es decir, el 7.1% del total del valor de las exportaciones del sector (MIDEPLAN 1988: 23-28). Productos no tradicionales tales como el cardamomo, la macadamia, flores y ornamentales, pueden convertirse en cultivos asimilables por la pequeña producción, aunque para

ello se requiere que los campesinos tengan acceso a financiamiento y reciban la asistencia técnica apropiada. Un conjunto importante de pequeños productores organizados en cooperativas y otras organizaciones campesinas (UPANACIONAL y UPAGRA) se encuentran participando en proyectos de esta naturaleza.

### III. ELEMENTOS DE ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR EL ROL DE LA ECONOMIA CAMPESINA

Si bien es cierto que la política cambiaria ha llegado a representar un sesgo pro-agropecuario, esto no es enteramente cierto para la economía campesina, pues sus posibilidades para elevar la producción y la productividad depende de factores de orden estructural. Para lograr una mayor eficiencia en la producción campesina, es necesario implementar políticas que cambien los actuales factores estructurales que obstaculizan el uso eficiente de los recursos y factores de producción. Esto es importante si la seguridad alimentaria se considera como un factor para lograr una mayor autosuficiencia en la producción de alimentos y elevar, al mismo tiempo, el ingreso de la población rural.

El fortalecimiento de las unidades campesinas en el país requiere el diseño e impulso de políticas diferenciadas de atención a la pequeña producción. En ese sentido, es indispensable reconocer las características específicas del

campesinado, desde el punto de vista económico, social y cultural. Si bien el acceso a la tierra ha sido una política diferenciada importante que se ha desarrollado en Costa Rica., en atención al campesinado sin tierra, es necesario promover al mismo tiempo, políticas que agilicen la participación del pequeño agricultor en la generación y transferencia de tecnología apropiada y en el acceso real al crédito institucional, para que pueda elevar su nivel de competitividad a través de una mayor productividad y rendimiento. Igualmente, se debe diseñar políticas específicas para mejorar la participación de los pequeños productores en la comercialización de la producción con mayores márgenes de apropiación del excedente por parte del pequeño productor. Finalmente, es necesario promover la diversificación de las actividades productivas del pequeño productor, logrando elevar su participación en el procesamiento de los productos agropecuarios y en la producción de exportables para que obtenga mayores oportunidades de empleo e ingreso.

El éxito de las políticas diferenciadas para el desarrollo rural, pasa por la necesaria participación de las organizaciones campesinas en el proceso de toma de decisiones, planificación y ejecución de acciones relacionadas con sus intereses, y por el incremento de su capacidad de negociación frente a las entidades gubernamentales y privadas a las que debe tener en cuenta, en su gestión el pequeño productor.

La ejecución de una estrategia de esta naturaleza, en el sector, requerirá la modernización del sistema institucional, público y privado. El adecuado encadenamiento interinstitucional, y la adopción de procesos de descentralización y desconcentración resultan indispensables por parte de las instituciones públicas vinculadas al desarrollo agropecuario, así como la internalización de mecanismos y prácticas institucionales que promuevan la participación autónoma de las organizaciones campesinas en la toma de decisiones y la coordinación de acciones con los organismos no gubernamentales (ONGs) que trabajan junto con el campesino (JORDAN F. et. al. 1989).

La puesta en marcha de una estrategia diferenciada de desarrollo rural que incorpore los elementos anteriores, permitirá contribuir a fortalecer el papel de la economía campesina en el desarrollo de Costa Rica. Papel que, como se ha visto, ya se desempeña de manera significativa, a pesar de las condiciones adversas que la rodean.

A N E X O S

BIBLIOGRAFIA

- BOSCH, J. 1963. Apuntes para una Interpretación de la Historia Costarricense. San José. Editorial Eloy Morúa Carillo.
- CENAP/CEPAS. 1988. No hay Paz sin Alimentos. San José
- CEPAL. 1987. Lineamientos Metodológicos de una Estrategia de Seguridad Alimentaria. México
- CHAPMAN, et.al. 1986. Cambio Tecnológico y Relaciones Sociales de Producción: los pequeños productores del Distrito de Pejivalle, Costa Rica. In Transición Tecnológica y Diferenciación Social. Piñeiro M. y Llovet I. editores, IICA, San José
- DE JANVRY. 1988. Rural Development in Latin America: An Evaluation and a Proposal. Berkeley, University of California.
- FACIO, R. 1972. Estudio sobre Economía Costarricense. San José, Editorial, Costa Rica
- GONZALEZ, R., 1987. Lecturas de Economía Agrícola. Heredia, Universidad Nacional (mimeografiado).

IICA. 1989. Estrategia de Acción Conjunta para la Reactivación Agropecuaria en los Países del Istmo Centroamericano y República Dominicana. San José (Versión Revisada).

JORDAN F. et al. 1989. La Economía Campesina en la Reactivación y el Desarrollo Agropecuario. San José, IICA, Serie Documentos de Programa No. 10.

MIDEPLAN. 1988. Costa Rica: El Ajuste Estructural en Marcha. San José (Mimeografiado).

MONGE, C. 1959. Historia de Costa Rica. San José, Imprenta Trejos.

ROVIRA, J. 1987. Costa Rica en los Años 80. San José, Editorial Porvenir.

SELIGSON, M. 1980. El Campesino y el Capitalismo Agraria de Costa Rica. San José, Editorial Costa Rica.

VEGA, J.L. 1983. Hacia una Interpretación del Desarrollo Costarricense: Ensayo Sociológico. San José, Editorial Porvenir, cuarta edición.

idem. 1982. Poder Político y Democracia en Costa Rica. San José, Editorial Porvenir.

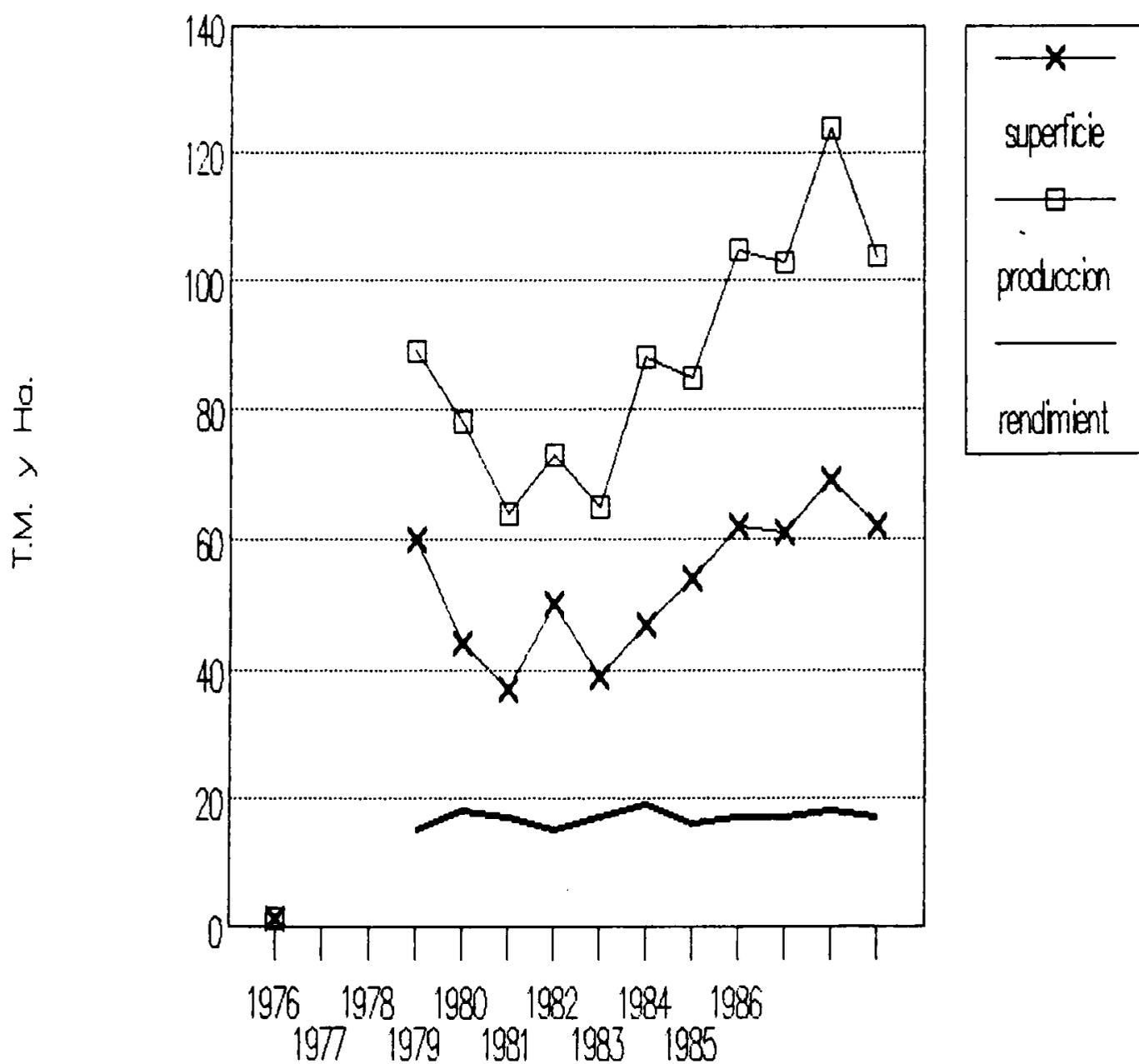
## EL PALMITO DE PEJIBAYE: UNA EXPERIENCIA COSTARRICENSE

Jorge Mora Urpí  
Escuela de Biología, UCR

Entre los pocos cultivos nacidos en el siglo XX debe citarse el del palmito de pejibaye como uno de los más recientes. Nace en Costa Rica en el año 1970, representando su punto de partida la publicación de Edilberto Camacho y Jorge Soria en "Proceedings of the Tropical Region of the American Society for Horticultural Science" titulada "Palmito de Pejibaye". Además, era la primera vez que palmera alguna era expresamente cultivada para este propósito. Así, desde su inicio, el desarrollo de este cultivo ha tenido asiento principalmente en Costa Rica, aunque otros países han venido siguiendo nuestro ejemplo con creciente interés.

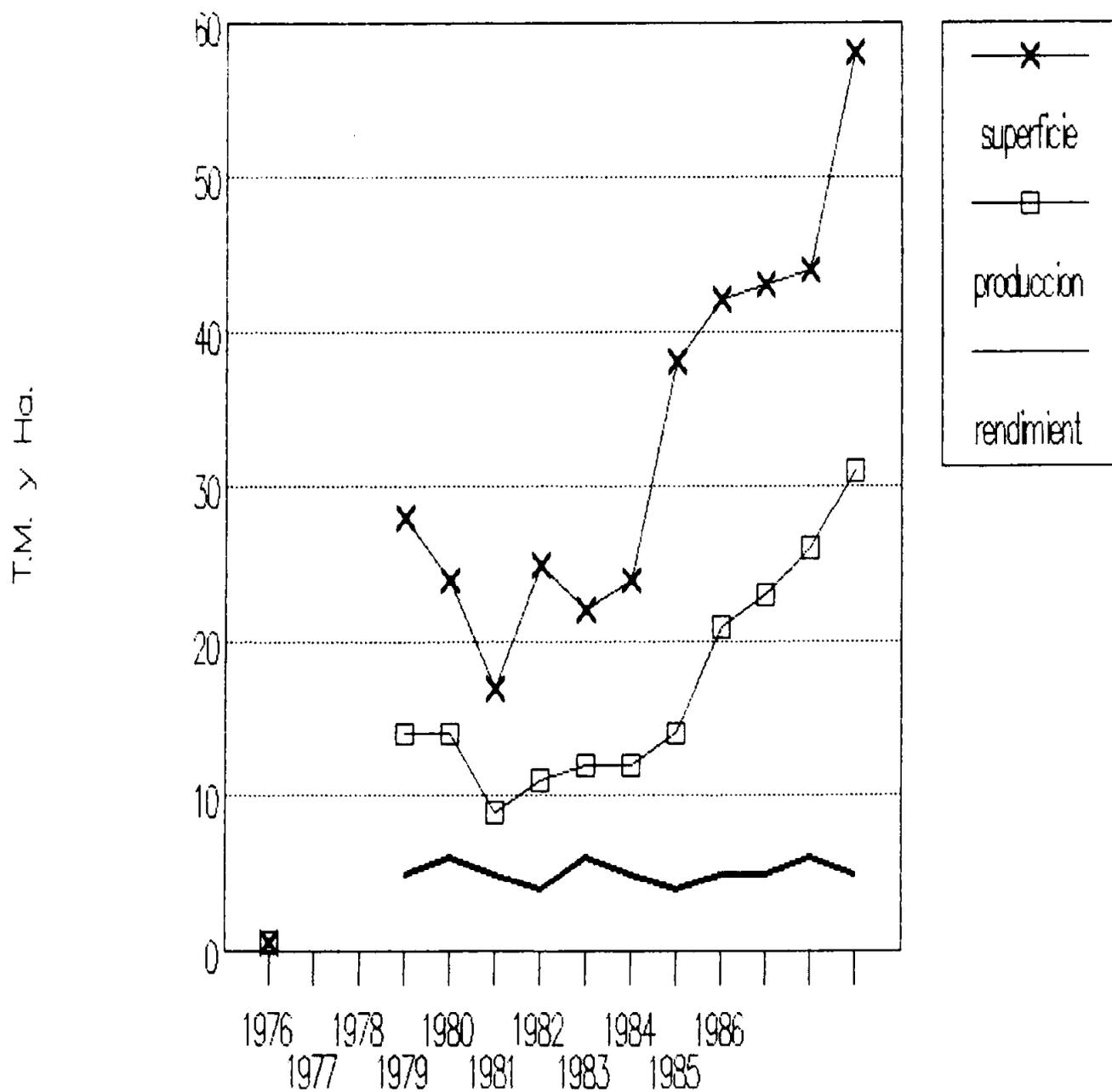
Luego aparecen varias iniciativas que se complementan para impulsar el desarrollo posterior del conocimiento sobre este cultivo y su explotación comercial. Una de ellas fue el nacimiento del Programa de Investigación para el Desarrollo Integral del Cultivo del Pejibaye en sus dos versiones -fruta y palmito- elaborado por quien escribe; la creación de ASBANA y el apoyo que su primer presidente -Edgar Quirós- brindó a este programa, así como la colaboración prestada por el MAG. Posteriormente un numeroso grupo de investigadores de la UCR participan ampliando la labor en este sentido con la colaboración financiera de CONICIT. Otro participante ha sido la empresa DEL CAMPO que estableció la primera plantación comercial de palmito en el mundo -400 hectáreas en Las Horquetas de Sarapiquí- y que continuó ejerciendo influencia en los cambios tecnológicos posteriores.

# GRAFICO 1. Costa Rica: evolucion de la produccion de maiz 1976-86



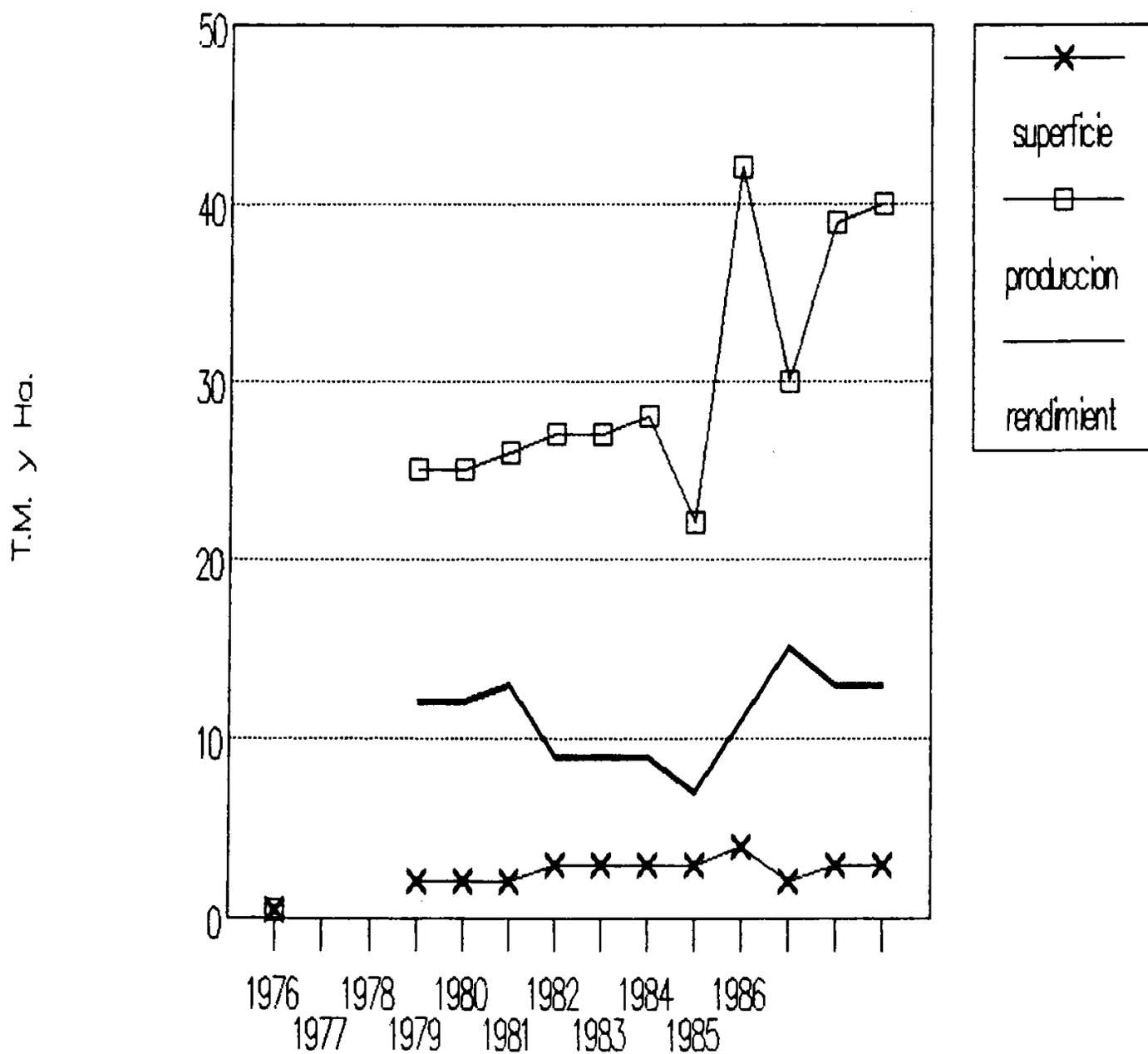
FUENTE: ANUARIO DE LA FAO Y MIDEPLAN (CR)

# GRAFICO 2. Costa Rica: evolucion de la produccion de frijol 1976-86



FUENTE: ANUARIO DE LA FAO Y MIDEPLAN (CR)

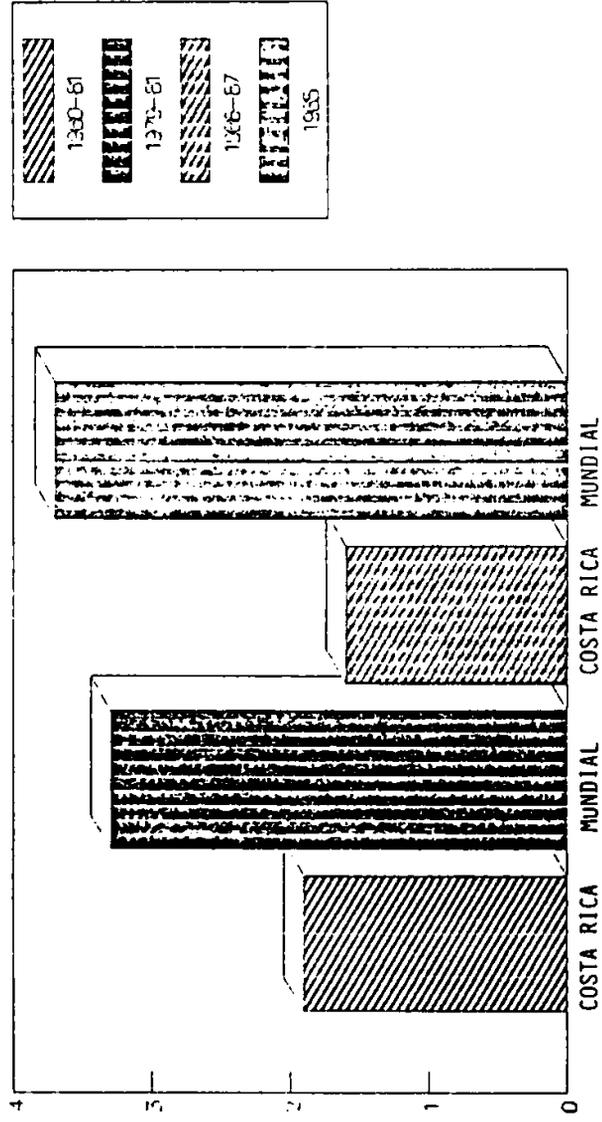
# GRAFICO 3. Costa Rica: evolucion de la produccion de papa 1976-86



FUENTE: ANUARIO DE LA FAO Y MIDEPLAN (CR)

GRAFICO 4

# Maiz: Rendimiento promedio / Ha. Costa Rica y Mundial



1111

FUENTE: ANUARIO DE LA FAO Y MIDEPLAN (CR)

Veamos algunos aspectos de la evolución del desarrollo de este cultivo.

**DENSIDADES DE SIEMBRA.** Las densidades de siembra han variado paulatinamente a partir de aquella originalmente recomendada por Camacho y Soria de 2.222 plantas por hectárea -1,5 m x 3,0 m- por varias razones. Una de ellas, cuya consideración resulta fundamental, fue la exigencia del mercado. En su inicio nuestros experimentos estaban dirigidos a la obtención del mayor tonelaje por hectárea posible, sin referencia a la exigencia del mercado. Para ello se obtuvieron los mejores resultados con densidades de aproximadamente 5.000 plantas/ha -1,5 x 1,5 m y 1,0 x 2,0 m- permitiendo el desarrollo del tallo hasta la aparición del primer entrenudo desnudo. Esto es hasta que el tallo alcanzara 15 cm o más de diámetro. Estos palmitos pesaban individualmente entre 600g y 1,7kg y el rendimiento por ha. era aprox. de 4 toneladas. Pero la industria lo que exigía eran palmitos mucho más delgados, el resto eran subproductos de valor reducido o desechos. Esta situación obligó a modificar las técnicas de manejo de la cepa. Se mantuvo la distancia de siembra pero se cosecharon los tallos de menor tamaño y se dejaron varios tallos por cepa. Se aumentó así el número de tallos cosechados por ha/año considerándose como óptimo el rendimiento de 10.000 a partir del tercer año. Estos cambios redujeron el tonelaje por ha debido a lo pequeño de los palmitos, obteniéndose en la actualidad entre 1,3 y 1,8 tn. En la actualidad se prueban 17 nuevas densidades de siembra que incluyen diferentes ordenamientos arquitectónicos de la plantación que tienen una alta posibilidad de resultar más eficientes que los usados en la actualidad. El principio en que se fundamenta uno de

ellos se resume a continuación.

**EXPLOTACION MULTIGENERACIONAL DE LA "ARAÑA".** El concepto de la araña es nuestra más reciente contribución y podría modificar considerablemente la tecnología del cultivo del palmito. El estípete o tallo del pejibaye lo podemos visualizar como un cilindro o saco ciego sentado sobre una placa o tejido de interfase asociado con las raíces en donde se interconectan los haces vasculares no solo de raíces y tallo sino de las raíces entre sí y que denomino "interfase R/T". La araña está formada por las raíces más la placa de interfase. Esta estructura -no descrita hasta el presente- es común a todas las palmeras y a otras monocotiledoneas y puede explotarse agronómicamente. En el caso del pejibaye el sistema radical de una planta adulta puede aprovecharse para nutrir el crecimiento de los nuevos hijos o brotes por varias generaciones, obteniéndose un crecimiento mucho más rápido y vigoroso.

**ORIGEN.** El pejibaye es originario de una extensa región del trópico americano que posiblemente comprende el área entre los paralelos 17°N y 17°S, habiéndose diferenciado sus poblaciones en numerosas razas. Fue domesticado independientemente por diversas tribus indígenas, habiendo sido sometido por algunas de ellas a un intenso proceso de selección para producción de fruta, pero nunca lo fue para palmito.

**BIOLOGIA FLORAL.** El pejibaye en su estado natural es altamente alógamo, siendo polinizado por un curculiónido del género Darelonus las poblaciones que crecen al occidente de los Andes y por varias especies de Phyllostox aquellas situadas al oriente de esa cordillera. La reproducción alogámica se encuentra además

reforzada por un mecanismo de autoincompatibilidad genética. A lo anterior hay que agregar que el número diploide de cromosomas  $-2n=28-$  es bastante alto lo que favorece la variabilidad.

**CULTIVARES.** La mayor área sembrada de palmito en el país proviene de semilla de "Tucurrique" -que como todo el pejibaye del país lo catalogo dentro de la raza "Occidental"- que ha mostrado ser rústico, libre de plagas y enfermedades de importancia económica hasta el presente, adaptable a diversas condiciones ecológicas y buen productor. Su único defecto es poseer espinas. Igualmente se han comportado bien las poblaciones sembradas con semilla de otras regiones del país. Especial mención debe hacerse del cultivar "Guatuso" que posee muy baja incidencia de espinas. Entre los cultivares introducidos del extranjero los más prometedores para producción de palmito son aquellos de las razas "Putumayo", "Vaupés" y "Darién" que muestran mayor precocidad y, las dos últimas, mayor vigor que los nuestros. Además, Putumayo tiene menor contenido de fibra lo que aumenta su potencial económico. Sin embargo existen algunas reservas sobre su adaptabilidad.

**MUTACION.** El mejoramiento genético por mutación espontánea e inducida ofrece un método de interés potencial. Se han descubierto una serie de mutantes espontáneos de gran valor, tanto para mejoramiento de la producción de fruta como para palmito. Solo se mencionarán tres de importancia para la producción de palmito. "Tallo inerme": mutación recesiva, aparentemente altamente recurrente ya que casi toda población numerosa presenta individuos inermes. También -posiblemente su mayoría- son producto de recombinación por una alta frecuencia del gen en las poblaciones. "Espinass lanceoladas": mutación recesiva de efecto

pleiotrópico. Las espinas en este caso son escasas, cortas y lanceoladas y -lo principal- el tallo del mutante no forma "corteza", lo que lo hace muy suave. Su rendimiento de palmito se espera que sea considerablemente mayor que con el alelo silvestre. "Frondas erectas": mutación posiblemente recesiva de gran interés. Las frondas son cortas y su lámina emerge del tallo en un ángulo menor de 45°, por tanto su fenotipo es compacto y permitirá una mayor densidad de siembra.

**HIBRIDACION.** El proyecto de hibridación no se concibe aquí como un método para la siembra comercial de híbridos, sino que, dentro del contexto del programa de mejoramiento se utiliza como una fuente de promoción de variabilidad para selección de nuevos clones. Las razones resultan obvias, los híbridos muestran segregación por provenir de padres altamente heterocigotas y porque la operación de polinización controlada resulta difícil en la actualidad por la altura a que deben realizarse.

**REPRODUCCION CLONAL.** El futuro inmediato del mejoramiento genético se centra en la selección de plantas superiores en el banco de germoplasma, plantaciones comerciales e híbridos obtenidos para su reproducción clonal a nivel comercial. El método ideal de reproducción clonal tomará todavía bastante tiempo para ser desarrollada y estandarizada para su uso comercial y que consistirá en cultivo de tejidos con embriogenesis directa, ya que por medio de callo resulta muy lenta. Por esta razón se estudian otras alternativas para uso inmediato. El concepto de la araña ofrece la posibilidad de lograrlo con relativa facilidad a partir de cepas jóvenes. Pero no es tan fácil lograrlo a partir de cepas adultas. Otra alternativa es la utilización de semilla apomictica

que algunas plantas son capaces de producir. Esta última posibilidad requiere aún confirmación y no es factible con todos los genotipos.

**CALIDAD Y FUTURO.** Se indicó, cuando se discutieron las densidades de siembra, que el diámetro del palmito requerido por el mercado ha sido limitante del rendimiento por hectáreas. Y, aunque se puede aumentar la longitud del mismo para mejorar el rendimiento industrial, esta es una labor a largo plazo. Sin embargo hay otras consideraciones que deben tenerse presentes que ayudarían notablemente a aumentar el rendimiento industrial y la rentabilidad del cultivo. Sin duda la industria del palmito está aún subdesarrollada. Es posible desarrollar nuevas presentaciones, tal como el palmito fresco, y nuevas formas de industrializarlo, tal como en "chips" y sopas para mencionar algunas, que permitirían aprovechar todo el material suave que contiene el palmito. Esto aumentaría el rendimiento al triple de lo que hoy se aprovecha. Se dice que el palmito tiene un "mercado de nicho" por su alto precio en el mercado internacional, el mejoramiento del proceso industrial permitiría reducirlo y aún aumentar su rentabilidad. El futuro del palmito descansa en la calidad de los productos elaborados, en la variedad de ellos, en el rendimiento por hectárea, en la organización de los agricultores e industriales y en las políticas que se adopten para su futuro desarrollo.

## IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION DE LAS PLANTAS FORRAJERAS EN COSTA RICA

B.Sc. Carlos Jiménez Crespo  
Escuela de Zootecnia, U.C.R.

Desde el punto de vista de la producción pecuaria, el uso de los forrajes reviste una enorme importancia en nuestro país al igual que en cualquier otra región del Trópico. A mi juicio, esta enorme importancia radica en la conjunción de factores que se da dentro de la interacción planta-animal que caracteriza a nuestros sistemas de producción ganadera. Por una parte, la capacidad de los animales rumiantes y pseudo-rumiantes de transformar los forrajes en carne, leche, lana, cueros y trabajo y por otra el enorme potencial de producción primaria de las regiones dentro de la faja tropical, descrita por Alvim (1973), en términos de características climáticas y por Stewart (1970), desde la perspectiva de los potenciales de producción de algunas especies vegetales tropicales, las que por sus características de fotosíntesis tipo C4, ocupan los primeros lugares entre los vegetales de máximas tasas de crecimiento del planeta.

Adicionalmente, con el fin de ofrecer un amplio panorama sobre la importancia de las plantas forrajeras en general, debe de resaltarse su importancia como instrumentos básicos en las medidas de regeneración y conservación de suelos, ya sea con el concurso o no de animales. Esto es de suma importancia, máxime a la luz de la precaria situación de muchos de nuestros suelos que han sufrido la indiscriminada acción del hombre, y los han degenerado a niveles de muy comprometida recuperación. Sin entrar en polémicas sobre la veracidad de las críticas que el sector ganadero recibe sobre su indiscriminada acción destructora de suelos, la evidencia científica indica que la cobertura con especies gramíneas no sólo ayuda a la conservación de un suelo, sino que además permite una notable regeneración. Las características de las raíces de estas plantas, fibrosas y profusas, ejercen una importante acción mejoradora de las características físicas del suelo. Al mismo tiempo, su activo crecimiento asegura una activa incorporación de nutrientes al suelo, más importante aún cuando dentro del ecosistema participan especies leguminosas, lo que permite mas altos niveles de mejora.

### Las plantas forrajeras dentro de la producción pecuaria.

Aparte de mencionar las otras alternativas de uso de las gramíneas, leguminosas y otras plantas denominadas forrajeras, el principal interés de este trabajo radica en analizar la situación de la investigación de éstas dentro de la actividad de la producción animal de Costa Rica.

Económicamente, la actividad ganadera en nuestro país ocupa un lugar preponderante como tercer rubro de exportación e ingreso de divisas, y al ser la mayoría de las explotaciones ganaderas basadas en el uso de forrajeras, estas plantas revisten una importancia obvia. Según los datos de la última Encuesta Ganadera (SEPSA, 1982), del área total de Costa Rica hay 2 166 670 de hectáreas ocupadas por pastos, lo que representa un 42,6 % del total y soporta una población animal de 2 276 298 cabezas (SEPSA, 1982).

Aunque es reconocido por todos que el grado de eficiencia en cuanto al uso de la tierra del sector ganadero amerita una mejoría, a juzgar por el soporte de carga animal de 1,05 cabezas/ha (que se debe principalmente al uso de pastos naturales o naturalizados, que ocupan más del 60% del área total en pastos), creo que no se le ha prestado la debida atención a este problema, especialmente porque no se han desarrollado programas de mejoramiento tecnológico apropiados al sector de una manera integral, sino más bien como demostraré, a pesar de contar con muchas investigaciones, siempre ha prevalecido un enfoque disciplinario y aislado en éstas y muy pocas acciones de aplicación de resultados.

El campo de la investigación en pastos ha recibido una especial atención en los últimos años, contándose a la fecha con una recopilación muy completa de todos los trabajos de investigación realizados desde 1953 hasta 1985, con datos tabulados de la intensidad de los trabajos por área geográfica, especie forrajera, época del año, clases de tratamientos y respuestas experimentales analizadas, etc. Pretenderé en esta ocasión, actualizar esta información hasta la fecha, tomando como base el trabajo de recopilación original de la investigación ganadera que hizo una Comisión Interinstitucional para el período 1953-1980 (COSTA RICA. SEPSA-CONIAGRO, 1982) y dos actualizaciones especializadas en el área de los forrajes para los períodos 1953-1983 y 1953-1985, respectivamente, (VILLALOBOS M., L.; 1984) (JIMENEZ, C., C.; 1986).

#### Situación actual de la investigación sobre producción y utilización de plantas forrajeras en Costa Rica.

El total de trabajos detectados a la fecha en las diferentes fuentes, a saber: Centros Educación Agrícola Superior, CATIE, Ministerio de Agricultura y Ganadería, informes de expertos internacionales y publicaciones de investigadores nacionales en revistas de carácter científico y foros internacionales; asciende a la suma de 301. A continuación, se presenta en varios cuadros de resumen, la distribución de estas investigaciones agrupadas de acuerdo a varios criterios de clasificación: a) Zona ecológica, b) Época del año, c) Especies forrajeras más importantes, ch) Tratamiento experimen-

tal evaluado y d) Variable de respuesta experimental obtenida.

a) Época del año.

En el cuadro 1. se desglosa la distribución de los trabajos de investigación en plantas forrajeras desde 1953 en Costa Rica, de acuerdo a la época del año cuando se realizaron, incluyendo los resultados de los trabajos de recopilación anteriores, para efectos de comparación.

Los resultados indican que no se han variado las conclusiones que se consignaron en el último informe de actualización (JIMENEZ, 1986), que a la letra dicen:

"El mayor porcentaje de trabajos abarcando ambas épocas del año (mixta) refleja una buena conciencia de los investigadores de evaluar los forrajes bajo distintas condiciones climáticas simultáneamente, buscándose obtener un mejor criterio para cuantificar el verdadero potencial productivo de las especies. Asimismo, el análisis cualitativo de la información muestra una mayor conciencia de los investigadores en los últimos años, a definir en sus informes de experimentos los períodos del año y las características climáticas del sitio experimental con mayor precisión".

Adicionalmente se podría comentar que sin embargo, no es sino hasta muy recientemente que se ha arraigado la práctica de que las evaluaciones que abarquen ambas épocas tengan una duración mínima de un año, lo cual en la mayoría de los trabajos anteriores no fue cierto. Esta práctica experimental tiene gran valor especialmente si tomamos en cuenta la gran dinámica de las plantas forrajeras en su crecimiento a través del año, aspecto que desde el punto de vista práctico de manejo, es quizás el factor de mayor limitación para la buena marcha de los sistemas de producción bovina a base de pastos.

b) Zona ecológica.

Las estadísticas sobre los experimentos realizados en las diferentes zonas del país hasta 1988 considerando otras recopilaciones anteriores, se desglosan en el cuadro 2.

Como se aprecia, casi el 50% de las investigaciones del período 1953-1988 se han realizado en la zona Atlántica, que considera todas las zonas del país con características de Trópico Húmedo y Trópico Muy Húmedo. La mayor concentración de centros de investigación en esta área, a saber: Estación Experimental Los Diamantes (M.A.G.), Sede Regional de Santa Clara (I.T.C.R.), Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, C.A.T.I.E. y Estación Experimental de Río Frío (U.C.R.), son responsable de esta intensa actividad de investigación. A mi juicio, es la región más privilegiada y en la que menos se justifica un nuevo centro de investigación, aun-

que debe reconocerse el hecho de que el beneficio directo de esta actividad científica para el productor agropecuario de la zona, ha sido bastante poco. Esto indica claramente la gran limitante que representa en nuestro país la falta de mecanismos ágiles de interpretación, validación y transferencia de esta tecnología.

Donde si parece justificarse un centro de investigación, o al menos, una mayor cobertura en las acciones de investigación de los centros ya existentes, es en la región del Pacífico Sur (Brunca). Aquí se presenta un enorme potencial para la producción pecuaria, tanto en las partes más secas de la región, como en las muy húmedas del extremo sur.

### c) Especie forrajera.

Las principales especies forrajeras evaluadas ordenadas según familias botánicas y forma de uso o crecimiento, se presentan en el cuadro 3., el cual compara los resultados con otras recopilaciones anteriores similares.

Se han incluido en estas listas solamente aquellas gramíneas que aparecen en más de 8 referencias, aunque la lista total de especies gramíneas supera las 60. Muchas sólo han sido evaluadas en 1 ensayo, representando primeras introducciones al país. Es de importancia mencionar los trabajos que se han iniciado por la Red Internacional de Ensayos en Pastos (R.I.E.P.) del CIAT, en sus principales sitios experimentales: Estación Experimental Los Diamantes y Enrique Jiménez Núñez del M.A.G. y Escuela Centroamericana de Ganadería, además de ensayos en progreso en el I.T.C.R. en Santa Clara y la U.C.R. en Río Frio entre otros.

Con relación a las leguminosas se da una situación semejante en cuanto a nuevas introducciones. Asimismo, es importante resaltar el auge que han tomado las evaluaciones de algunas leguminosas arbóreas, especialmente dentro de los proyectos agroforestales del CATIE.

Un último comentario sobre las especies forrajeras es que a través de los años se ha mantenido la tendencia de los investigadores de concentrarse en las especies más importantes que ya han sido mejor adaptadas por los ganaderos. A mi juicio, esto es una sana costumbre y si no se ha causado un gran beneficio al productor pecuario, no es por falta de información. De nuevo, se debe a la falta de mecanismos de transferencia tecnológica. Sostengo que no deben descartarse los programas de introducción de nuevas especies, variedades, cultivares, ecotipos o accesiones, pero la mayor prioridad debe ser optimizar la utilización de lo que ya tenemos en uso. Reconozco, sin embargo, por experiencias como la del B. ruzizensis y B. decumbens en Buenos Aires de Puntarenas, la del P. maximum c.v. embu en Los Angeles de San Ramón y la del

L. perenne x L. multiflorum (Tetraploide) en Coliblanco de Cartago, que la introducción de una especie puede representar una alta proporción de la solución del problema forrajero de una zona, pero también estoy consciente de que esta no es una generalización posible.

ch) Tratamiento experimental.

En el cuadro 4. se listan los más importantes tratamientos experimentales empleados por los investigadores en sus ensayos. Los de la parte superior se refieren al componente agrónomico o de cultivo y mantenimiento de los pastos y los restantes a los aspectos de interacción con el animal o de utilización.

Puede observarse claramente, que la principal tendencia ha sido a evaluar tratamientos de tipo agrónomico, con poco énfasis a las pruebas de campo con animales.

No obstante, se muestra un incremento en los últimos años por los ensayos de uso de suplementos, especialmente forrajeros (i.e. bancos de proteína) y de almacenamiento de forrajes como una solución a las épocas de baja disponibilidad de pastos.

Una condición que es importante resaltar y que se ha mantenido a través de los años, es la poca atención que se le dedica al importante campo de la producción de semillas de plantas forrajeras, factor que sin duda es un "cuello de botella" en la producción forrajera, que sigue limitando aspectos como la introducción de especies leguminosas.

d) Variable de respuesta.

El listado de las más importantes variables de respuesta obtenidas en los trabajos experimentales de plantas forrajeras, se encuentran en el cuadro 5. Al igual que con los tratamientos, las primeras respuesta listadas se relacionan al componente agrónomico y luego están las relacionadas al componente animal.

La capacidad instalada de laboratorios para análisis de forrajes en el país ha permitido mantener siempre un buen conocimiento del valor nutritivo de las plantas o partes de las plantas evaluadas. Más recientemente se están utilizando técnicas de digestión "in situ" o "in sacco", que al igual que la ya tradicional técnica de digestión ruminal "in vitro", vienen a complementar aún más los análisis químicos simples. Este tipo de evaluaciones, aunque útiles para predecir el comportamiento de la productividad de los animales, no son sustitutivas de las evaluaciones sobre respuestas animales reales. Por esto, es de suma importancia resaltar la necesidad de realizar evaluaciones empleando directamente a los animales, ya que desafortunadamente por más pruebas de adaptación, capacidad productiva y calidad en laboratorio que

hagamos con las plantas forrajeras, si no tenemos una idea clara de lo que le sucede al alimento forrajero dentro del animal expresado en leche o carne, no podremos aportar nuevas tecnologías y promover así el avance del sector ganadero.

De nuevo, no pretendo proponer un cambio radical de la investigación descartando las pruebas agronómicas, más bien, aprovechar mejor todo ese conocimiento al complementarlo con las necesarias evaluaciones con animales.

### Ideas sobre el futuro de la investigación con plantas forrajeras en Costa Rica.

Para terminar deseo discutir algunas ideas que a mi juicio pueden ser útiles en el desenvolvimiento de las acciones futuras a seguir en la investigación de pastos.

Mucho intentos se han hecho en el pasado por elaborar un plan de investigación o desarrollo forrajero. Muchas ideas se han puesto sobre el tapete en ese campo a través de muchos seminarios, talleres y reuniones. Más recientemente, se organizó un grupo interinstitucional que se denominó la C.I.P.F. (Comisión Interinstitucional de Pastos y Forrajes), que se avocó a buscar una definición de una política de investigación en pastos para el país, incluyendo tanto la definición de prioridades como de mecanismos para otorgar financiamiento a los investigadores.

Sin embargo, ahora siento que nos hemos equivocado siempre, no en las intenciones, sino en el enfoque. El error que se ha cometido y que se comete en otros campos de la actividad agropecuaria, es ver siempre la propia especialidad como el todo y no como parte de un todo.

En el caso de lo relacionado a la especialidad de la producción y utilización de pastos, es necesario comprender, que si bien es cierto en nuestro medio es un elemento de gran importancia dentro de los sistemas de producción ganadera, sigue siendo uno de los elementos del todo.

Por eso, hacer un plan de desarrollo forrajero tiene poca trascendencia. Lo que si tiene fuerza es hacer un buen plan de desarrollo ganadero con un fuerte componente de pastos. Esto significa que la mejor forma de trabajar es a través de un cuerpo técnico interdisciplinario que cubra los campos de especialidad más importantes y que trabaje no en la ganadería bovina o caprina en general, sino en la actividad de cría o cría y desarrollo dentro del sector y dentro de una región geográfica definida.

De esta manera, la investigación y transferencia tecno-

lógica será funcional y relativa a los problemas específicos de los ganaderos de una zona, para lo cual por supuesto, es requisito fundamental una tipificación de los sistemas de producción a nivel regional, que darán el punto de partida y la razón de ser de cada plan, programa, proyecto o experimento.

Creo además que para participar en la elaboración de cualquier plan de acción, es también indispensable partir de un amplio conocimiento de la información sobre investigación en pastos que se ha realizado en el mundo, en el país y en la región geográfica, que sirva de base y evite en muchos casos la duplicidad, además de que permita que parte de esta información pueda ser validada de inmediato, ahorrando mucho tiempo de trabajo en investigación y sobre todo dinero.

El grupo interdisciplinario debe saber priorizar sobre la investigación que se realiza, pues muchas veces pueden aún privar los gustos personales de los técnicos por un área del conocimiento de su simpatía. También este aspecto es fundamental en el ahorro de dinero. Por eso creo que se justifica, aún más, urge el país la existencia de un grupo organizado como la C.I.P.F., que sea un foro de discusión para los especialistas en pastos que los mantenga preparados para participar en la elaboración y ejecución de planes, programas y proyectos de investigación. Como responsabilidad importante de este grupo esta la actualización, a través de una base de datos, de la información especializada a nivel nacional y de ser posible en forma selectiva, a nivel mundial. Este mecanismo de actualización le dará la dinámica necesaria para mantener el proceso de investigación activo, pues de ahí se podrá saber en que aspectos del plan de acción debe profundizarse o en cuales ya es posible hacer pruebas de validación. Este proceso se conoce como retroalimentación.

Sólo he planteado mis ideas generales sobre cómo creo que debe enfocarse el problema de la investigación de producción y uso de la plantas forrajeras. La forma detallada y los campos de acción deben salir de los grupos interdisciplinarios que desarrollen los planes, programas, proyectos y experimentos.

CUADRO 1. Distribución por épocas del año de las investigaciones forrajeras en Costa Rica hasta 1988.

EPOCA DEL AÑO	NUMERO TRABAJOS A LA FECHA				PORCENTAJE (sobre 1988) %
	1980	1983	1985	1988	
1. SECA	29	34	37	46	15,3
2. LLUVIOSA	43	45	50	63	20,9
3. MIXTA	70	96	111	132	43,9
4. INDETERMINADA <sup>n</sup>	31	52	54	60	19,9
<b>TOTALES</b>	<b>173</b>	<b>227</b>	<b>252</b>	<b>301</b>	<b>100,0</b>

<sup>n</sup> no se indica la época en la fuente

CUADRO 2. Trabajos experimentales realizados en Costa Rica en las diferentes zonas ecológicas hasta 1988.

ZONA ECOLOGICA	NUMERO TRABAJOS A LA FECHA				PORCENTAJE (sobre 1988) %
	1980	1983	1985	1988	
1. CENTRAL ( $\geq 1500\text{m}$ )	--	19	23	35	11,6
2. CENTRAL ( $< 1500\text{m}$ )	19	22	28	36	12,0
3. PACIFICO NORTE (Chorotega)	48	49	53	58	19,3
4. PACIFICO SUR (Brunca)	8	11	11	12	4,0
5. ATLANTICA (Huetar)	97	115	125	148	49,1
6. LABORATORIO	1	11	12	12	4,0
<b>TOTALES</b>	<b>173</b>	<b>227</b>	<b>252</b>	<b>301</b>	<b>100,0</b>

CUADRO 3. Distribución de las investigaciones forrajeras en Costa Rica hasta 1988, de acuerdo a la especie forrajera evaluada.

ESPECIE FORRAJERA	NUMERO TRABAJOS A LA FECHA			
	1980	1983	1985	1988
<b>1. GRAMINEAS</b>				
<b>1.1. PISO</b>				
<i>Axonopus compressus</i>	8	10	10	10
<i>Brachiaria decumbens</i>	4	9	12	15
<i>Brachiaria mutica</i>	9	16	16	16
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	16	21	24	27
<i>Cynodon dactylon</i>	4	10	13	14
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	42	55	60	71
<i>Digitaria decumbens</i>	30	42	44	44
<i>Hemarthria altissima</i>	3	7	11	11
<i>Hyparrhenia rufa</i>	35	43	44	45
<i>Panicum maximum</i>	42	52	53	55
<i>Paspalum conjugatum</i>	4	8	8	8
<i>Paspalum notatum</i>	4	8	8	8
<i>Pennisetum clandestinum</i>	10	18	24	27
<i>Setaria anceps</i>	11	17	18	18
<b>1.2. CORTE</b>				
<i>Axonopus scoparius</i>	1	14	16	16
<i>Pennisetum sp</i>	19	42	54	69
<i>Sorghum sp.</i>	8	8	10	16
<b>2. LEGUMINOSAS</b>				
<b>2.1. HERBACEAS</b>				
<i>Centrosema pubescens</i>	5	17	17	18
<i>M. atropurpureum</i>	4	8	8	8
<i>Pueraria phaseoloides</i>	3	9	10	13
<b>2.2. ARBOREAS</b>				
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1	4	5	13
<i>Gliricidia sepium</i>	1	3	3	8
<i>Leucaena leucocephala</i>	-	5	7	8

CUADRO 4. Trabajos de investigación en plantas forrajeras en Costa Rica hasta 1988, ordenados de acuerdo al tratamiento experimental evaluado.

TRATAMIENTO EXPERIMENTAL	NUMERO TRABAJOS A LA FECHA			
	1980	1983	1985	1988
Frecuencia de corte	35	76	89	98
Fertilización (Niveles y/o fuentes)	35	81	85	103
Comparación de especies o variedades	19	40	48	52
Asociación gramíneas y leguminosas	7	11	12	14
Epoca dentro del año	14	15	24	35
Control de malezas	5	11	11	14
Inoculación	1	6	6	6
Tratamiento de semillas	5	5	5	5
Frecuencia y/o tiempo de pastoreo	15	33	34	35
Carga animal o presión de pastoreo	18	20	21	23
Alimentación suplementaria	32	39	47	58
Aditivos/Ensilaje	4	4	6	10

CUADRO 5. Trabajos de investigación en plantas forrajeras en Costa Rica hasta 1988, ordenados de acuerdo a la variable de respuesta experimental observada.

VARIABLE DE RESPUESTA	NUMERO TRABAJOS A LA FECHA			
	1980	1983	1985	1988
Tasa de crecimiento vegetal	69	121	139	168
Composición botánica	17	19	19	26
Producción/calidad semilla	2	7	7	7
Parámetros fisiológicos de la planta	6	17	17	30
Grado control de malezas	2	8	8	10
Eficiencia uso del nitrógeno	1	5	6	10
Valor nutritivo del forraje	74	116	135	170
Consumo de forraje	28	49	52	55
Tasa de crecimiento animal	23	37	41	47
Producción de leche	14	26	33	38
Carga animal o presión de pastoreo	11	13	13	15

**PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL  
SECTOR AGROPECUARIO**

(Documento Sectorial de Trabajo para la  
Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible)

Ing. Agr. Alexis Vásquez Morera  
Consultor

**SINTESIS**

**1. Introducción**

Es indudable la importancia económica y social del sector agropecuario en la vida nacional, ya que participa en más de un 20% del producto interno bruto, aporta más del 60% de las divisas por exportaciones y genera cerca del 28% del empleo nacional.

No obstante lo anterior, el desarrollo de éste sector ha tomado desde hace cuatro décadas una orientación netamente productivista provocándose así una expansión irracional de la frontera agrícola, con graves consecuencias sobre los recursos naturales sobre los cuales se sustenta, en especial el suelo, el bosque y el agua.

Asimismo, las tecnologías agrícolas vigentes, con elevados usos de agroquímicos inapropiadamente manejados, producen fuertes alteraciones del medio ambiente, contaminando las aguas, el aire y los suelos, y destruyendo gran cantidad de insectos y microorganismos beneficiosos, con claros desbalances ecológicos.

Este enfoque productivista del desarrollo del sector ha provocado un gran desajuste entre la capacidad de uso del suelo y el uso actual que ocurre a nivel nacional. Así por ejemplo, del área total bajo pastos del país, en un orden de 2.2 millones de hectáreas, un

50% no tienen vocación para ese fin, ya que sólo pueden soportar la reforestación y la protección de cuencas. (1)

Sin embargo, no existen a nivel nacional inventarios físicos confiables sobre la capacidad de uso de las tierras, que permitan la correcta planificación de su uso.

Por otro lado, existe el concepto de que todas las limitaciones biofísicas de las actividades del sector pueden ser subsanadas con insumos, lo que ha generado serios problemas de contaminación por agroquímicos del sector.

La estrategia para el desarrollo sostenible que se plantea en esta ponencia propone una serie de acciones tendientes a producir un desarrollo agropecuario que contemple el uso racional de los recursos naturales, como medio para garantizar a las generaciones futuras recursos no degradados, que les permitan desarrollar su existencia a través de la constante productividad de los mismos.

## 2. Diagnóstico

Bajo el concepto de desarrollo, las políticas de producción nacionales con enfoques eminentemente productivistas, han tenido varias etapas (1, 4, 7, 8)

- a. En la década del 50, la producción se orientó al fomento de las exportaciones tradicionales (café, banano).
- b. En la década del 60, se fortaleció la incorporación de nuevas tierras al proceso productivo y por consiguiente, la ampliación de la frontera agrícola, lo que se consolidó con la Ley de Tierras y Colonización en 1961. En esta etapa se empezó a dar un fuerte apoyo a la ganadería extensiva.

Con la creación del Mercado Común Centroamericano, el sector industrial empezó también a adquirir cierto auge en esta década.

- c. A inicios de la década del 70, el Estado orientó sus recursos al desarrollo industrial, no obstante, la manifiesta vulnerabilidad de este sector en situaciones de crisis demostraron que era todavía un bastión económico muy débil y que debía por tanto concentrarse los esfuerzos en la diversificación del sector agropecuario.

La crisis del sector industrial acentuó la necesidad de replantear la estrategia de desarrollo sobre una base de mayores responsabilidades nacionales, lo que implicaba un mejor y más eficiente uso de los recursos naturales renovables, lo cual a su vez identificaba al sector agropecuario como el eje central del desarrollo económico del país.

Sin embargo, esta situación puso en evidencia no sólo limitaciones de orden tecnológico, sino también el deterioro alcanzado en los recursos productivos, como consecuencia de los citados modelos de "desarrollo económico" logrados por el país (por ejemplo, las talas que caracterizaron el proceso de ampliación de la frontera agrícola extensiva y el desarrollo urbanístico sobre tierras de gran potencial agrícola, entre otros).

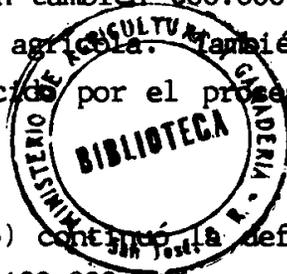
- d. En la década del 80, se han venido fomentando rubros no tradicionales (flores, ornamentales, frutales, raíces y tubérculos), para disminuir la dependencia externa de un reducido grupo de productos y favorecer el desarrollo socioeconómico del país, en función de una diversificación de la producción y de los mercados, sin descuidar los productos tradicionales de exportación y de autoabastecimiento.

En este proceso, la evolución del uso del suelo se refleja más duramente en el efecto que éste desarrollo originó en los recursos naturales. En 1963, el 50% del área agropecuaria se dedicaba a pastos, mientras que un 9% era de cultivos anuales y un 7% de cultivos permanentes. De 1963 a 1973, el área agropecuaria se vio incrementada en un 17% como consecuencia del proceso de colonización. Se incorporaron también 600.000 Has, de pastos, de las que 120.000 eran de uso agrícola. También, el proceso de deforestación continuó favorecido por el proceso de colonización.

De 1973 a 1984 (año del último censo) continuó la deforestación y el desarrollo de la ganadería (100.000 Has. nuevas de pastos), apoyada con crédito estatal, en terrenos mayoritariamente no aptos para ese fin, lo que provoca en esta actividad muy bajos rendimientos, que es una de las causas más importantes de la crisis actual de la ganadería nacional. Del área total de pastoreo a ese año, cerca de 1.100.000 has. no tienen capacidad para sustentar una ganadería económicamente rentable, debiendo ser usadas sólo en actividades forestales.

Estos cambios en el uso de la tierra, que provocan fuertes sobre usos de la misma en la mayoría de las regiones del territorio nacional, han generado grandes problemas de erosión laminar de nuestras tierras agrícolas por deficientes prácticas de manejo y conservación, lo que aunado al abuso en la aplicación de agroquímicos, provocan severos problemas de degradación del suelo y por ende del medio ambiente.

En la mayoría de los países, la degradación de la tierra se ha presentado como uno de los principales obstáculos para un ulterior desarrollo de la agricultura, tanto en términos de superficie como de mayores rendimientos por unidad de área, es decir, reduciendo la productividad de la tierra. La degradación



de los suelos implica entonces la pérdida parcial o total de la productividad de los mismos, cuantitativa o cualitativamente, como consecuencia de procesos tales como la erosión, el anegamiento, el agotamiento de los nutrientes, el deterioro de su estructura, la contaminación y el cambio de uso a actividades no agrícolas.

Por lo anterior, es indudable que el desarrollo agropecuario nacional está entonces íntimamente ligado a la capacidad productiva de nuestros suelos. Efectivamente, el desarrollo existoso y sostenido de este sector sólo podrá lograrse con un uso racional de nuestros recursos de tierras, conforme a su capacidad productiva y mediante un uso también racional y balanceado de los insumos energéticos requeridos, procurando con su aplicación el menor deterioro posible del medio ambiente. Por supuesto, este uso racional de la tierra deberá complementarse con el uso apropiado de tecnologías agronómicas que aseguren una mayor productividad de los cultivos prioritarios, haciéndolas accesibles al pequeño agricultor.

Si el sector agropecuario ha de continuar siendo la base de un modelo agroexportador del país así como para el autoabastecimiento, y si no se consideran las limitaciones biofísicas y socioeconómicas, se incrementará el sobre uso a nivel nacional, lo que ya ha provocado procesos de degradación de tierras casi irreversibles en algunas regiones del país.

Estos procesos se irán generalizando y extendiendo de manera que el país perdería inclusive su capacidad de autoabastecimiento.

La falta de planificación nacional con base en un sistema de información integrado del sector agropecuario que sea veraz y confiable en aspectos de capacidad de uso de la tierra, es una

de las principales causas de la falta de conocimiento del sector mismo, y por lo tanto, de la toma de decisiones equivocadas con respecto a las potencialidades del sector y del país en general.

Por todo lo anterior, se propone esta estrategia para el desarrollo sostenido del sector agropecuario.

### **3. Estrategia**

La estrategia para la conservación y el desarrollo sostenido del sector agropecuario se fundamenta en el uso óptimo de las tierras en función de su idoneidad para distintos tipos de aprovechamientos directos como la agricultura, las actividades pecuarias y la silvicultura, así como también en función de los beneficios indirectos de áreas bajo diferentes categorías de uso. Se define así como principio fundamental que el uso que haga el hombre de los recursos, no deberá provocar su degradación o destrucción, porque la existencia de él depende de la productividad constante y sostenible de los mismos. (2)

Esta estrategia se conforma a través de varias políticas a establecer, en la siguiente forma

#### **Política 1**

**Impulsar el desarrollo agropecuario nacional tomando como criterio básico el uso óptimo de las tierras como una base preferencial de los programas de fomento, y promover la protección de la productividad de los suelos y su regeneración**

Esta política persigue como objetivos principales asegurar el uso racional de las tierras de nuestro país, para evitar su degradación, en beneficio de las generaciones futuras; incrementar el uso eficiente de la tierra, mantener, mejorar y controlar los factores

que rigen la productividad de los suelos y sus balances químicos y microbiológicos, recuperar aquellos suelos de vocación agrícola ya degradados en vías de degradación, o revertir a uso menos intensivos (como el forestal) aquellos suelos en uso inapropiado o con altos niveles de deterioro.

Para lograr lo anterior, son indispensables varias condiciones

- a. Clasificar y ordenar las tierras del país de acuerdo a su propia vocación agropecuaria, a niveles de detalle que permitan la planificación y ejecución de proyectos agropecuarios.
- b. Disponer y adecuar los servicios agropecuarios estatales y privados, como ordenamiento agrario, riego y avenamiento, crédito, seguro de cosechas, asistencia técnica, etc., en función de la vocación de las tierras.
- c. Incluir el crédito estatal en condiciones adecuadas, para el fomento de la reforestación y la conservación de suelos, con fines de protección y desarrollo de tierras agrícolas.
- d. Establecer en el MAG una oficina o dependencia técnica especializada en promover estas acciones y en asesorar a otras instituciones del sector en ésta materia.
- e. Definir y poner en ejecución una política de incentivos que propicien el cambio de uso de la tierra en áreas degradadas a usos menos intensivos.
- f. Impulsar los programas de investigación y transferencia técnica sobre manejo y conservación de suelos, así como sobre uso del agua para riego.

Los objetivos que persigue esta política son expandir las opciones de producción agropecuaria para estimular la economía y disminuir los riesgos en la caída de precios internacionales de los cultivos de exportación; y asegurar que el desarrollo de cultivos no tradicionales se ubique en lugares que favorezcan su producción rentable a mediano y largo plazo.

Para ello, es importante que este nuevo modelo agroexportador se desarrolle sin demérito de los programas nacionales de producción de cultivos tradicionales y alimenticios, y que se mantenga una cuota deseable en cuanto a la producción de cultivos básicos, como una medida de seguridad alimentaria nacional. Asimismo, es conveniente que la introducción y desarrollo de nuevos cultivos se sustente inicialmente en explotaciones agrícolas modernas y eficientes, antes de su adaptación por pequeños y medianos productores, por el inherente riesgo de estas actividades innovadoras.

#### POLITICA 4

**Impulsar la investigación básica y aplicada en el campo de la biotecnología, así como la transferencia de tecnologías que favorezcan una mayor entabibilidad sostenible en los cultivos, mejores condiciones de vida para los agricultores de menor ingreso y el mantenimiento de mayores opciones de desarrollo a largo plazo**

Tiene esta política como objetivos básicos generar y definir tecnologías que aseguren una mayor productividad sostenible en cultivos prioritarios, haciéndolos accesibles al pequeño agricultor; favorecer la seguridad alimentaria con mejores variedades y un desarrollo económico real en el sector rural, y desarrollar tecnologías más intensivas y productivas acordes con los niveles de preparación y expectativas en el medio rural, especialmente la juventud.

## POLITICA 2

**Estimular el uso racional de agroquímicos, favoreciendo en lo posible la agricultura biológica**

Los objetivos básicos de esta política son disminuir la contaminación ambiental y el riesgo de toxicidad en la aplicación de agroquímicos y favorecer el reciclamiento de desechos orgánicos, fomentando su aprovechamiento como abono orgánico.

Para el logro de esta política, se proponen las siguientes acciones:

- a. Establecer e impulsar las medidas correctivas que permitan controlar el uso y abuso de agroquímicos, y desarrollar campañas divulgativas sobre este tema.
- b. Poner en operación, a la mayor brevedad posible, el laboratorio de control de calidad y análisis de residuos de agroquímicos en el MAG.
- c. Impulsar investigaciones sobre la eficacia y la eficiencia de las aplicaciones convencionales de fertilizantes.
- d. Fomentar e impulsar investigaciones en agricultura biológica.

## POLITICA 3

**Desarrollar nuevas alternativas para cultivos no tradicionales de importancia tanto para consumo interno como para agroexportación, tomando en consideración la vocación agroecológica de las tierras**

Como acciones para esta política, es imperiosa la coordinación de acciones en estas actividades entre las instituciones estatales, las universidades, el CATIE y la empresa privada, con el apoyo de CONICIT, y la asignación de recursos humanos, físicos y presupuestarios que requieren estos programas.

#### POLITICA 5

**Proteger las tierras de labranza de más alta capacidad productiva cerca o dentro de los centros urbanos de consumo (cinturones verdes) para su aprovechamiento en la producción de alimentos, como parte de una estrategia de ordenamiento territorial**

Los objetivos que persigue esta política son; la protección de las tierras agrícolas más productivas y mantener opciones abiertas para garantizar la seguridad alimentaria a futuro, evitar la pérdida de terrenos valiosos para la agricultura y mantener un balance en el paisaje del entorno rural-urbano, a través de cinturones verdes productivos, especialmente salvaguardando los suelos de alta productividad cerca o dentro de la Gran Area Metropolitana (GAM) y otras áreas urbanas.

Para el logro de esta política, es indispensable una revisión y ajuste de las directrices de la Gran Area Metropolitana, establecidas por el INVU, así como otras directrices relacionadas, y que la promulgación de las mismas, en tanto afecten terrenos agrícolas, sea emitida conjuntamente por el INVU y el MAG, otorgándoles a estas disposiciones el más alto grado de rigurosidad.

Será también necesario desarrollar los estímulos e incentivos requeridos para propiciar el desarrollo de cinturones verdes productivos en o cerca de áreas urbanas.

Esta estrategia está conformada por otras políticas adicionales, las cuales se pueden encontrar en el texto del documento en extenso de esta esponencia.

## BIBLIOGRAFIA

1. SEPSA. 1986. El Sector Agropecuario. Doc. SEPSA-107. San José, Costa Rica. 520 p.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1982. Carta Mundial de los Suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Vía delle Terme di Caracalla. 00100 Roma, Italia.
3. U.I.C.N. Centro para el Desarrollo 1984. Estrategias Nacionales para la Conservación Avenue du Mont-Blanc. 1196 Gland, Suiza. (ISBN -2-880-32-706-7).
4. Leonard, H.J. 1985. Recursos Naturales y Desarrollo Económico en América Central. Trad. del inglés por Gerardo Budowski y Tirso Maldodano. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
5. Barney, G.O. The Unfinished Agenda. Thomas y Crowel Company, New York
6. Public Advisory Committees to the Environment Council of Alberta, 1986. Prospectus for an Alberta Conservation Strategy. Environment Council of Alberta. Edmonton, Alberta T 6 H 5 P 0.
7. Lucke, O. 1987. Primer Informe sobre el estado del medio ambiente en Costa Rica. Sección Uso de la Tierra. San José, Costa Rica. (Mimeografiado)
8. Solera, R. 1987. Primer Informe sobre el estado del medio ambiente en Costa Rica. Capítulo 2; 'El Desarrollo Agrícola y Ganadero. San José, Costa Rica. (Mimeografiado).

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA EXTENSION AGRICOLA

Ing. Hernando Ureña Brenes  
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ORIGEN DEL PROGRAMA DE EXTENSION AGRICOLA EN COSTA RICA

La fecha oficial del inicio del Programa de Extensión Agrícola en Costa Rica fue en febrero de 1948, cuando surgió el Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola (STICA). Sin embargo, sus orígenes se remontan al año 1942, cuando durante la Segunda Guerra Mundial los Estados Unidos de Norteamérica, enviaron sus soldados a la República de Panamá, para garantizar la defensa del Canal, arteria estratégica para cualquier movimiento bélico mundial. (1) La llegada de los soldados a Panamá puso de relieve la necesidad de suministrar los alimentos necesarios, que en ese país eran realmente escasos. Ya que, carecía de terrenos apropiados, esa República, el Gobierno de Estados Unidos comprendió que Costa Rica, reconocido como país eminentemente agrícola, era el sitio indicado para llenar la necesidad alimentaria de sus soldados. Así, por un arreglo entre sus gobiernos, nació el Instituto de Asuntos Interamericanos en Costa Rica, - con sede en la ciudad de San José. Originalmente, el Instituto encaminó sus pasos a la compra de alimentos en nuestro país; para tal operación abrió cuatro oficinas o bodegas de compras, en San José, Alajuela, Cartago y Naranjo.

Este aspecto trajo como consecuencia un mejoramiento en los precios para los agricultores, los que acostumbrados a las frecuentes pérdidas en sus siembras, experimentaron por primera vez una ganancia permanente en sus actividades.

---

El autor se desempeña actualmente como Director Superior de Operaciones Nacionales del Ministerio de Agricultura y Ganadería. En su trayectoria profesional ha acumulado amplia experiencia en Extensión Agrícola y Desarrollo Rural.

La intensificación de las siembras, puso de relieve una serie de problemas patológicos en los cultivos, que obligó al Instituto de Asuntos Interamericanos a buscar una solución por medio del contrato de Ingenieros Agrónomos Nacionales para resolver esos problemas. Con esta decisión se estaba sembrando la semilla de lo que sería posteriormente el Programa de Extensión Agrícola.

La labor pionera de los Agentes Agrícolas, como se les denominó en el mejoramiento de la producción y la productividad de los cultivos, la conservación de suelos y el uso apropiado de maquinaria agrícola, se desarrolló entre los años 1942 a 1945, pudiéndose afirmar que fue en los dos últimos años que se consolidó esa labor.

Cuando finalizó el período de compras de productos agrícolas, en julio de 1946, el programa en general entró en un receso, especialmente para el personal ligado internamente al trabajo de exportación y de manejo de bodegas. Fue una época de incertidumbre, ya que no se sabía la suerte que correría el Instituto.

Entre 1946 y 1948 sucede en Costa Rica una época de verdadera transición entre el programa de simples consejos y ayudas y un verdadero Programa de Extensión Agrícola.

#### EL SERVICIO TECNICO INTERAMERICANO DE COOPERACION AGRICOLA

En los últimos meses del año 1947, se establecieron las bases del Convenio entre el Gobierno de Costa Rica y el de los Estados Unidos de Norteamérica, para desarrollar el primer programa Nacional de Extensión Agrícola en el país, con el nombre de "Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola" (STICA) que inició sus labores en febrero de 1948 y funcionó como tal hasta diciembre de 1955, pasó a formar parte directa del Ministerio de Agricultura e Industrias en Enero de 1956.

El servicio de extensión agrícola de STICA se caracterizó por un conjunto de factores, entre los que sobresalen los siguientes: (2)

a.- Estuvo constituido por una red de Agencias de Extensión Agrícola localizadas en lugares estratégicos, desde el punto de vista agrícola, económico y demográfico. En 1955, el total era de 33 agencias.

b.- Las Agencias Agrícolas, como unidades operativas del servicio de extensión, estuvieron dotados de personal que atendía programas con agricultores, amas de casa y con jóvenes.

c.- Las Agencias trabajaron en áreas como: Conservación de suelos, riego y drenaje, cultivos diversos, sanidad vegetal, ganadería, salud animal, reforestación, organización de agricultores, clubes 4-S y amas de casa.

ch. En cada Agencia de Extensión Agrícola funcionaba un almacén de productos agropecuarios y un sistema de venta de insumos a los agricultores y ganaderos, que aseguraba un oportuno y eficiente suministro, tanto desde el punto de vista de los precios como de la calidad de los mismos. Este servicio desapareció gradualmente conforme el comercio y las organizaciones de productores lo fueron asumiendo.

d.- Las agencias de extensión eran apoyadas por una administración debidamente organizada para dar respaldo y apoyo a los programas y a los técnicos encargados de impulsarlos en el campo:

El departamento de servicios técnicos especializados, el departamento de mecanización agrícola y el departamento de ingeniería rural, los cuales además complementaban la labor técnica de las agencias. El Departamento de Servicios Técnicos especializados reunía un grupo de especialistas norteamericanos que, especialmente durante las primeras etapas del programa, dieron el respaldo técnico y la capacitación al personal de campo; de mecanización agrícola presto servicio de preparación de suelos a los agricultores de Guanacaste, con maquinaria agrícola, propiedad de STICA, que

era operada por el personal del Servicio y el Departamento de Ingeniería Rural brindaba asistencia técnica en asuntos relacionados con irrigación, conservación de suelos y construcciones rurales.

e.- Era un servicio bien financiado, sin trabas administrativas para ejecutar el presupuesto y administrarlo con agilidad, lo cual garantizaba el trámite rápido de todas las gestiones y solicitudes de los técnicos por materiales de trabajo.

f.- Un sistema de capacitación pre-servicio para todos los técnicos con grado universitario de Ingeniero agrónomo o de Agrónomo, que ingresaban al servicio como extensionista y que tenía lugar por seis meses, como mínimo, en las Agencias de extensión agrícola de mayor experiencia.

g.- La comunicación y la enseñanza a los agricultores y sus familias, se realizó a través de un variado conjunto de métodos y técnicas, tanto de tipo individual como de grupos y masas, en la que predominaron las visitas sistemáticas a las fincas y hogares y las actividades con grupos reunidos en el campo.

h.- Una dirección nacional de extensión y un ágil sistema de supervisión - organizada en tres zonas, que cubría todo el servicio.

El funcionamiento de un buen sistema de selección y de capacitación de personal, así como una administración y una supervisión eficiente, contribuyen fuertemente a que los técnicos distribuidos por todo el país cumplieran satisfactoriamente y con mística todas sus funciones.

Con todas estas características, STICA se constituyó en el primer organismo en el país que brindó en forma organizada y sistemática, un servicio directo de capacitación y asistencia técnica al productor agropecuario y a su familia.

## TRASPASO DEL PROGRAMA AL MINISTERIO DE AGRICULTURA E INDUSTRIAS (2)

En enero de 1956, el Programa de Extensión Agrícola, pasó a formar parte del Ministerio de Agricultura e Industrias y durante los primeros años continuó con la misma orientación y organización que tenía en STICA. Hubo, inclusive, aspectos y circunstancias institucionales que lo favorecieron, como fue la mayor relación de la extensión con las actividades de investigación.

Con el correr de los años, los problemas de orden presupuestario, empezaron a repercutir fuertemente en el servicio de Extensión Agrícola, los que historicamente han afectado la labor del Ministerio de Agricultura, debido a que hubo que sujetarse a las normas y procedimientos que regulan la ejecución del presupuesto nacional. Por otra parte, la ampliación del servicio a nuevas áreas dispersó esfuerzos y recursos humanos. La capacitación pre-servicio no solamente disminuyó en duración, sino que llegó a desaparecer por completo. El sistema de supervisión se debilitó y posteriormente desapareció.

### LA REGIONALIZACION DEL SERVICIO DE EXTENSION

Durante el período de gobierno del expresidente Prof. José Joaquín Trejos Fernández, cuando era Ministro de Agricultura y Ganadería el Ing. Agr. Guillermo Iglesias Pacheco, se inició el proceso de regionalización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la regionalización técnica del servicio de Extensión, manteniendo una estructura central que administraba los recursos, mediante la creación de ocho Centros Agrícolas Regionales actuales, como dependencias de la Dirección de Extensión Agrícola, los cuales progresivamente, se convirtieron en apoyo para la regionalización de otras direcciones del Ministerio como la Dirección Forestal y la de Salud y Producción Pecuaria.

El 2 de abril de 1985, mediante el Decreto Ejecutivo No. 16087-MAG, los Centros Agrícolas Regionales se elevaron al rango de Direcciones Regionales. Este decreto a la vez regionalizó las Direcciones de Investigación Agrícola, de Extensión Agrícola, Sanidad Vegetal, Salud y Producción Pecuaria y Pesca, principalmente.

El proceso de regionalización se sustenta en los siguientes principios:

a.- Desconcentración de las funciones propiamente ejecutivas de las Direcciones Generales a las Regiones, manteniendo en aquellas únicamente de la esencial responsabilidad técnico-normativa gestión regional y algunos servicios especializados que por sus características particulares no pueden ser regionalizados.

b.- La complementación entre diferentes servicios para entregarlos íntegros a los productores, en busca de un mejor uso de los recursos del MAG, y para lograr un mayor impacto en el incremento de la producción y productividad y las condiciones de vida de los productores. Fortalecimiento de la capacidad operativa, directiva y de coordinación del Ministerio, en el nivel central y regional y en la ampliación de la cobertura de los servicios.

Con este esquema de regionalización cambió sustancialmente la organización del servicio de Extensión Agrícola, pues el servicio nacional inicial, se convirtió, gradual y progresivamente, en un sistema de Extensión Agrícola formado por los Programas regionales de Extensión, a cargo de las diferentes Direcciones Regionales, que con una unidad central pequeña y especializada, con la responsabilidad de definir políticas, estrategias y metodologías para el trabajo en las regiones.

## RECURSOS EXTERNOS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL SERVICIO DE EXTENSION (2)

El Programa de Desarrollo Agropecuario (1971-1975) financiado por el AID, hizo importantes aportes para fortalecer los programas de Extensión Agrícola del MAG, especialmente en lo que a medios de transporte y equipo para el personal se refiere.

En esa época y en forma complementaria con el programa anterior, ocurrió el préstamo ATP/sf del BID para financiar la construcción de los edificios de los Centros Agrícolas Regionales con viviendas para el personal agrícola. Posteriormente, entre 1975 y 1981, la construcción de los edificios continuó gracias al financiamiento brindado por el Fondo de Inversiones de Venezuela.

También fue muy significativa la colaboración técnica y económica que posteriormente volvió a brindar AID al servicio de Extensión Agrícola, mediante el préstamo 15-T-025 que sirvió para la ejecución de proyectos por campaña en todos los Centros Agrícolas Regionales.

Actualmente está en ejecución el préstamo del BID, conocido como "Programa de Incremento a la productividad Agrícola", cuyo aporte ha sido considerable para el fortalecimiento del Servicio de Extensión, entre otros.

## CAMBIOS EN LOS SISTEMAS DE PROGRAMACION DEL TRABAJO DE EXTENSION

Para programar la labor de Extensión Agrícola, han ocurrido también - fuertes cambios en la metodología que se ha seguido. En este sentido, se ha variado, desde el Sistema regular de proyectos hasta el de gerencia por objetivos; el de Marco Lógico y el que introdujo el sistema de capacitación y visita (C y V). (4)

Cada sistema demandó esfuerzos de capacitación y gastos especiales para su iniciación o prueba, sin que haya quedado nada concreto.

## SITUACION ACTUAL DEL SERVICIO DE EXTENSION AGRICOLA

Como se indicó antes, el servicio de extensión del MAG consta actualmente de un conjunto de ocho programas de Extensión Agrícola, localizados en las ocho regiones del MAG, que dependen directamente de los respectivos Directores Regionales, los que a su vez dependen de la Dirección Superior de Operaciones Regionales. Su labor es eminentemente ejecutiva y de relación con el agricultor.

Actualmente, la función normativa del Servicio de Extensión Agrícola le corresponde a la Subdirección de Extensión Agrícola, la que debe velar por la emisión de las políticas, estrategias y metodologías para el trabajo de las Regiones, propiciar la capacitación del personal y proponer los instrumentos para el trabajo (Sistema de información, seguimiento y evaluación). Esta Subdirección no tiene línea jerárquica de mando en las Direcciones Regionales, pero están establecidos y normados los mecanismos de coordinación, las áreas de apoyo y de responsabilidad de este nivel central y el regional.

Mediante el Decreto Ejecutivo No. 16195, del 13 de mayo de 1985, se integraron los servicios de investigación y extensión agrícolas, bajo una sola Dirección, con dos subdirecciones, la de Investigación Agrícola y la de Extensión Agrícola. Actualmente, en cada Región hay un jefe Regional encargado de los programas de investigación y extensión.

La integración de los Programas de Investigación y Extensión Agrícola se fundamentó en la necesidad de aumentar la relación entre investigadores y extensionistas a nivel de la finca del productor, para mejorar la efectividad y eficiencia institucional, mediante la investigación local. Para alcanzar este objetivo, se desarrolló un marco conceptual, que define políticas, objetivos, métodos y procedimientos para el proceso integrado de

la generación de tecnología y la extensión agrícola.

Un breve análisis comparativo de lo que acontece actualmente en el Programa de Extensión teniendo como referencia el STICA, nos ayudará a comprender mejor su situación actual.

CARACTERISTICAS Y EVOLUCIÓN DEL SERVICIO DE EXTENSION (4)

En la época de STICA

Posterior en la época a STICA

A. Aspectos Administrativos

- |  |  |
|--|--|
| 1- Un Servicio Nacional de extensión Agrícola con una Dirección Nacional única.  | Un sistema de servicio de extensión agrícola formado por ocho programas regionales, - cada uno con un Director Regional.   |
| 2- Un cuerpo de supervisores de agencias de Extensión Agrícola.  | La supervisión se debilitó fuertemente hasta desaparecer en el MAG.  |
| 3- Un Departamento de Servicios Técnicos Especializados integrado por especialistas (al inicio sólo norteamericanos y después también costarricenses), para dar apoyo y capacitación a los técnicos de las agencias de Extensión Agrícola. | Los mecanismos para que los agentes de Extensión Agrícola reciban el concurso de los especialistas ha variado. Actualmente cada Región cuenta con un grupo de especialistas. |
| 4- Un Departamento de Ingeniería Rural que ejecutaba actividades especiales en irrigación y drenaje, construcciones rurales y daba apoyo a las agencias de extensión en el desarrollo de proyectos de Conservación de Suelos.              | El departamento de Ingeniería Rural del MAG, funcionó por un tiempo, pero desapareció - posteriormente.  |
| 5- Centros de mecanización agrícola para brindar a los productores los servicios de preparación de suelos, principalmente en Guanacaste.   | Se discontinuó.  |

- 6- Una red de agencias de Extensión Agrícola con suministro de insumos.
- 7- Una administración al servicio de los programas y a la labor de los técnicos que los ejecutaban.
- 8- Plena libertad de acción en la ejecución de los presupuestos y una extraordinaria rapidez en los trámites administrativos - para la adquisición y envío de los materiales y equipos de trabajo que los técnicos necesitaban para realizar sus labores.
- 9- Plena libertad para seleccionar y contratar a los funcionarios del servicio.
- 10- Plena libertad para efectuar nombramientos, traslados, ascensos y destituciones.  
El personal se mantenía en sus cargos sólo si era eficiente.
- 11- Como política del Servicio, ningún técnico se desempeñaba como agente de Extensión sin que antes hubiera pasado por una capacitación de 6 a 8 meses de duración en una de las agencias "escuela".

Las agencias de Extensión Agrícola descontinuaron el suministro de insumos, y el comercio se hizo cargo de ese servicio.

Ha disminuído la eficacia y el respaldo de la administración del MAG hacia los programas y los técnicos.

Posteriormente a la época de STICA, las trabas administrativas, tanto internas como de otros organismos públicos, hacen sumamente lentos los trámites. Aun contando con recursos presupuestarios como sucedió con el PIPA, los trámites administrativos son desesperadamente lentos.

La Ley del Servicio Civil y la politiquería han dado al traste con la selección del personal.

La Ley del Servicio Civil ha protegido ineptos que se mantienen indefinidamente en sus cargos.

Esta práctica se descontinuó totalmente cuando el Servicio de Extensión Agrícola la pasó al MAG. La improvisación de agentes de extensión, sin la indispensable capacitación inicial, ha estado en plena vigencia.

- 12- Un sistema de capacitación en el exterior que estimuló fuertemente al personal que se seleccionaba para aprovechar los cursos, tanto sobre temas agropecuarios como sobre extensión, supervisión, comunicaciones agrícolas, sociología rural, etc.
- 13- Un sistema dinámico de estímulos que incluía: ascensos, becas de estudio, reconocimientos personales, etc.
- 14- Clara definición de los deberes y responsabilidades de todo el personal.
- 15- Las Agencias de Extensión Agrícola siempre fueron dirigidas por Ingenieros Agrónomos. Los técnicos de nivel medio eran auxiliares o subagentes y en algunos casos excepcionales agentes.
- 16- Programas mixtos en una buena parte de las agencias de Extensión Agrícola:
- Con productores agropecuarios
  - Con amas de casa
  - Con jóvenes

Las oportunidades de capacitación de extensionistas en el exterior prácticamente desaparecieron.

Los estímulos y los reconocimientos son muy escasos.

Fuertes fallas en este sentido.

Recientemente cuando en el MAG se puso en vigencia Sistema de Capacitación y visita, la labor de asistencia técnica, se puso en manos de técnicos de nivel medio, sacándose de esa labor a los graduados de nivel universitario.

Ha sido muy difícil enmendar ese error.

Si bien es cierto que durante las primeras etapas del Servicio, fueron extraordinariamente importantes los programas de Clubes 4-S y de amas de casa, en la actualidad esa importancia ha disminuído por cuanto otros organismos tienen a su cargo programas específicos para la juventud y las amas de casa de las zonas rurales.

- 17- Como política, a los agentes de extensión en particular y a los técnicos de campo en general, se les consideraba los elementos más importantes del servicio. El resto de la organización (Director, supervisores, especialistas, administración, taller mecánico, etc), estaban para apoyar y respaldar su labor.
- 18- Un personal con mística, dedicación, orgullo institucional, espíritu de cuerpo.
- 19- Un proceso dinámico de programación, seguimiento y evaluación de la labor cumplida, a través de varios mecanismos, entre los cuales la supervisión tenía una fuerte responsabilidad.
- 20- Los planes de trabajo de las agencias de extensión agrícolas incluían como proyecto básico y fundamental el de conservación de suelos. La especial dedicación a este aspecto del trabajo hizo que en Costa Rica se desarrollara una labor extraordinaria de protección y conservación del suelo y del agua.

Esta actitud hacia los técnicos de campo no ha estado siempre presente en todos los niveles superiores de la organización actual.

Estos atributos son ahora escasos.

Se han ensayado en el MAG diferentes sistemas de programación, seguimiento y evaluación, sin llegarse a definir uno en particular que perdure.

Ultimamente, con el concurso del PIPA, se han iniciado nuevos esfuerzos para llenar ese vacío.

Durante un largo período se dejó completamente de lado esta labor de conservación de suelos.

B. DÉSENDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS PRODUCTORES

- 1- En la época de STICA se trabajó con un público homogéneo. Había una "clientela" tecnológicamente muy uniforme. Los bajos niveles tecnológicos eran comunes a todos los tipos de productores.
  
- 2- En consecuencia, la mayoría de los productores confrontaban problemas comunes, para los cuales hubo soluciones "novedosas" y efectivas que fueron acogidas y adoptadas por los agricultores y ganaderos.
  
- 3- Como resultado de la labor de extensión hubo:
  - Una cadena de éxitos demostrados en las distintas zonas del país.
  - Impacto extraordinario
  - Prestigio, estima, reconocimiento de los productores y de las comunidades hacia el servicio y sus técnicos.
  - Reconocimiento internacional se manifestó por medio de misiones y visitas de otros países latinoamericanos que venían a observar el servicio.

Posteriormente y en la actualidad, el servicio de Extensión Agrícola tiene un público heterogéneo, formado por grupos o estratos de productores que han alcanzado muy diferentes grados de desarrollo tecnológico y empresarial.

En la actualidad hay una fuerte diversidad de problemas. En gran parte por esta razón fue que el Sistema de Capacitación y visita no funcionó en Costa Rica, al pretender que se pusieran en vigencia los mensajes técnicos diarios uniformes para diferentes tipos de productores localizados en una misma "ruta".

El prestigio, la estima y el reconocimiento de los productores hacia el programa de Extensión Agrícola y sus técnicos no es tan generalizado como en la época de STICA.

Técnicos extranjeros vinieron a recibir entrenamiento especial o a participar en las convenciones anuales, en las que se evaluaba la labor realizada y se discutía acerca de la tecnología que los técnicos proponían a los productores de las distintas zonas del país para solucionar sus problemas.

C. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA METODOLOGIA  
DE LA CAPACITACION Y LA ENSEÑANZA

1- En la época de STICA predominó el trabajo basado en la relación interpersonal del técnico con los productores. El fuerte del trabajo lo constituían las visitas a las fincas y hogares, las reuniones y los cursillos. Si bien es cierto que el trabajo con grupos se practicó en todo el servicio, los programas de la juventud rural y de amas de casa fueron los que más desarrollaron el uso de las técnicas grupales. En este aspecto llegaron a tener gran desarrollo y prestigio los Clubes 4-S y de amas de casa.

2- Se fomentó fuertemente la técnica de los días de campo que reunía grupos numerosos de productores y de técnicos.

Al inició de la época posterior a STICA, el MAG continuó la misma política sobre los métodos de comunicación y de enseñanza. Además, inició un programa de radiofusión, que llegó a tener gran impacto y prestigio, en el que se daba respuesta a consultas e inquietudes de los productores y temas de información sobre diferentes épocas del año agrícola. Este programa de radio desapareció posteriormente y solo reapareció recientemente.

El uso de este recurso técnico ha disminuído sensiblemente.

3- Se promovieron las exposiciones para mostrar al público los resultados y avances del programa, muy especialmente respecto a los clubes 4-S y de amas de casa.

4- Tanto los días de campo como las exposiciones contribuyeron a crear una buena imagen del servicio a nivel nacional.

5- Se recurrió a los boletines divulgativos sobre temas agropecuarios.

6- Funcionó una revista de los Clubes 4-S denominado "La Carreta" que circulaba mensualmente.

Las exposiciones desaparecieron prácticamente.

Esta técnica se utiliza muy poco y en forma inapropiada.

Posteriormente a la época de STICA no se ha mantenido el mismo interés por la elaboración de boletines divulgativos. Han ocurrido fuertes altibajos en cuanto al uso de esta técnica de comunicación.

Se discontinuó en el MAG.

7- Las agencias de Extensión mantenían una información actualizada sobre la labor que realizaban con los productores agropecuarios para lo que se usaba una tarjeta en la que registraban los detalles de cada oportunidad en que se daba algún tipo de asistencia técnica.

Los tarjeteros se descontinuaron al poco tiempo después de finalizada la época de STICA.

Con relación a las técnicas de comunicación, en general, debe anotarse que durante el tiempo que estuvo en vigencia el sistema de C y V la labor, antes que diversificarse en cuanto al uso de los diferentes métodos, se contrajo a sólo la visita a la finca. Existe en el MAG la convicción de que es indispensable diseñar y poner en práctica estrategias metodológicas que respondan a las características de los distintos estratos de productores, de manera que combinando actualmente las técnicas de comunicación individual, grupal y de masas, pueda aumentarse la cobertura y la eficiencia de los programas de extensión.

Sin embargo, para lograrlo será necesaria una formidable labor de capacitación al personal involucrado.

## EL FUTURO

Nadie duda del valiosísimo aporte de la Extensión Agrícola en Costa Rica, en el mejoramiento de las zonas rurales, como un servicio importante para el desarrollo rural. Sin embargo, a pesar de su importantísimo papel, después de cuatro décadas de trabajo ininterrumpido en Extensión Agrícola el servicio requiere de una nueva redefinición el cual puede sustentarse en los siguientes aspectos: (3)

a.- Definir la prioridad del servicio en relación a su quehacer fundamental, teniendo muy claros los conceptos, "Transferencia de Tecnología", "Extensión Agrícola" y "Extensión Rural", ya que existe actualmente una seria indefinición al respecto. (5)

b.- Con base en el punto anterior, definir políticas y estrategias para el servicio de Extensión que le permita proyectarse en la próxima década.

c.- Continuar el esfuerzo de consolidar la integración con la investigación agropecuaria.

ch.-Definir la estructura organizativa del Servicio de Extensión y propiciar mecanismos que permitan resolver los problemas administrativos y de asignación de recursos que en la actualidad lo asfixian.

d.- Propiciar mecanismos y metodologías de trabajo que integren al agricultor en la realización de diagnósticos de la situación y la propuesta de soluciones a sus problemas.

e.- Poner en marcha acciones para buscar la complementariedad del servicio de Extensión Agrícola con otros servicios de apoyo, como crédito, comercialización y organización de agricultores.

f.- Definir un mecanismo que permita unificar esfuerzos con otras instituciones de Gobierno que hacen Extensión, con la empresa privada, que hace esfuerzos en este campo y con el nuevo esquema de asistencia técnica privada

ligada al crédito, que impulsa con gran suceso el Colegio de Ingenieros Agrónomos y el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

g.- Ajustar los currículos académicos de las instituciones de enseñanza superior para que preparen profesionales que reúnan idoneidad para el trabajo de Extensión Agrícola, así como establecer estudios de post-grado en extensión agrícola en el país.

h.- Establecer un Programa de Capacitación para el personal que trabaja en Extensión Agrícola, mejorar la supervisión, la planificación del trabajo y los mecanismos de evaluación, para que el esfuerzo que se hace pueda dar los resultados esperados.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* B I B L I O G R A F I A \*

- 1.- ARROYO BLANCO, C. 1953. Origen y desarrollo de la extensión agrícola en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad.
- 2.- ALVARADO, H.; ARAYA, G.; BOLAÑOS, L.; MATA, E.; MORALES, E.; PEREZ, F. UREÑA, H.; 1983. Sugerencias para mejorar el trabajo de extensión agrícola del MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. 10 Pág.
- 3.- BOLAÑOS V., L. 1984. Sugerencias para ampliar el alcance y mejorar la eficacia de la extensión agrícola en Costa Rica, San José, Costa Rica. 5 Pág.
- 4.- -----., MURILLO N., ROBLES, E., GONZALEZ, B., ARGUELLO, O., 1989 . Características y evolución del servicio de extensión agrícola de Costa Rica. San José, Costa Rica. 5 Pág. (Mimeografiado).
- 5.- OCAMPO CORDOBA, F. 1981. El sistema de capacitación y visita. Boletín. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1 Pág.
- 6.- ROSADO E, H. 1973. Extensión Agrícola y desarrollo. Su importancia. Publicación Miscelanea No. 104, Guatemala, IICA/ZN-ROCAP. 1 Pág.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE COSTA RICA

Carlos E. Valerio G.  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Costa Rica

En la época presente, cuando la tecnología electrónica, la alta economía y la política internacional marcan el paso de la humanidad, nuestra relación con el medio natural que nos rodea se distorsiona y parece pasar a un plano secundario en el interés de una mayoría de la población. Los movimientos urbanísticos y el hacinamiento interrumpen el contacto permanente con la naturaleza que disfrutaban los pobladores rurales. Sin embargo, las verdaderas raíces del hombre siguen ligadas a la tierra, y la Tierra sigue siendo el único vehículo capaz de albergarnos.

La característica más destacada de la naturaleza en las regiones tropicales es el número elevado de especies y la diversidad de forma de vida. Esta alta diversidad alcanza su máximo en la región neotropical (trópicos americanos) y particularmente en Costa Rica.

La riqueza biológica de Costa Rica se debe a la confluencia de varios factores, entre los que se destacan el clima y los procesos geológicos que le dieron su forma.

El país está dividido longitudinalmente en dos regiones, debido a la presencia de un eje montañoso continuo. Dada su particular orientación, estas cordilleras se oponen al flujo del viento predominante, el sistema de Alisios del NE, obligándolo a descargar toda su dotación de humedad en las tierras de barlovento. Esta situación implica el esta-

blecimiento de dos sistemas climáticos básicos: un clima ecuatorial en el litoral caribe y llanuras del norte (con lluvias permanentes durante todo el año) y uno tropical en la región pacífica (con una estación seca bien definida).

Debido a las variantes altitudinales y a características geográficas locales, estos sistemas básicos dan origen a una considerable diversidad de climas que permiten el establecimiento de variados ecosistemas y múltiples asociaciones biológicas.

Uno de los casos particulares más interesantes es el de la elevada precipitación en el sur de la región pacífica: durante el verano del norte, los alisios del SE logran pasar al hemisferio norte por la costa pacífica, y traen lluvia adicional a la Península de Osa y al Golfo Dulce. Esta precipitación incrementada convierte a la región en una isla ecológica, limitada al norte por las formaciones secas que se extienden a todo lo largo del litoral pacífico hasta Baja California, y hacia el sureste por zonas aún más secas en Panamá. Así, esta región donde se encuentra el Parque Nacional Corcobado, posee una gran riqueza biológica de especies propias (alto endemismo).

Los terrenos que hoy integran el territorio nacional empezaron a emerger hará unos 100 millones de años, entre dos masas de tierra muy antiguas (Norte América y gran parte de Centro América hacia el norte, y Sur América). Se combinan procesos tectónicos de levantamiento de fondo marino, como en Talamanca, vulcanismo antiguo como en la Cordille

ra de Tilarán, el vulcanismo actual, formación de llanuras aluvionales, valles intermontanos y otras dinámicas, para originar un verdadero mosaico de suelos variados.

La aparición de Costa Rica permitió la comunicación terrestre entre Sur América y la gran masa norteamericana, favoreciendo la migración de especies de plantas y animales en ambos sentidos.

La conservación de esta gran biodiversidad cumple con principios morales que nos obligan con las generaciones venideras. Entre las utilidades prácticas de la riqueza natural se destacan las siguientes: esparcimiento, desarrollo del turismo especializado, protección de acuíferos, conservación de suelos, cacería racional y otros usos de la fauna silvestre, fuente potencial de nuevos productos farmacéuticos, textiles, ornamentales, alimentos, maderas y otros.

# **AGROMÁTICA EN COSTA RICA**

**Dr. Carlos A. González A., Director**  
Centro de Investigaciones en Computación,  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, con la  
colaboración de las siguientes personas:  
**Ing. Edgardo Vargas,**  
**Ing. Carlos Umaña**  
**MBA Norma Pereira**

## **Resumen:**

En este artículo se plantean inquietudes en cuanto a la imperiosa necesidad de introducir la computación en el agro costarricense. Esto debe hacerse en forma gradual y planificadamente. Un primer paso en este proceso sería la creación en el país de un Programa de Posgrado en Agromática que permita a los profesionales del sector agropecuario, desarrollar las herramientas computacionales necesarias para que puedan realizar sus investigaciones en forma aventajada. Este Programa será uno de los de la División de Investigaciones en Agromática (DIA) que administrará además un Programa de Investigación y uno de Capacitación y Asesoramiento.

## **I. LA AGROMÁTICA EN AMÉRICA LATINA : UNA NECESIDAD**

La economía de los países de América Latina está basada fundamentalmente en la producción agrícola. Además, la

tecnología aplicada al agro presenta la más amplia variedad de niveles, desde sistemas con alta tecnología y control, como la producción del banano en Costa Rica, producción de ganado de carne en la Pampa Argentina, hasta sistemas de subsistencia para agricultores pobres de las sierras peruanas, o del pacífico seco de El Salvador y Nicaragua.

Estas marcadas diferencias se tratan de solventar, a nivel continental, por medio de programas de investigación y extensión de instituciones estatales y organismos no-gubernamentales. Esto ha generado gran cantidad de información, así como el desarrollo de tecnología muy variada.

Pero esta labor no siempre ha sido bien aprovechada, ya sea por la complejidad de los sistemas de producción agrícolas con alta tecnología, o por deficiencias de los programas de extensión, entre otros. En tales casos, la velocidad, eficiencia y capacidad de manejo de información, por medio de la automatización, puede ayudar en mucho a superar las deficiencias en la aplicación de dichas tecnologías.

Es así como un sistema de manejo puede facilitar y aumentar la eficiencia de un sistema productivo, al poner al alcance del profesional criterios técnicos de una manera más eficiente; o

bien, permitir a un extensionista desarrollar alternativas que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas de finca de agricultores pobres, por medio del desarrollo de sistemas expertos.

Estas alternativas, son aplicables al desarrollo actual de las ciencias agrícolas latinoamericanas, pero a pesar de ello, en América Latina aún no se han dado los pasos que permitan aprovecharlas.

## **2. LA AGROMÁTICA EN COSTA RICA**

En consonancia con el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, es prioritario para el país, impulsar los sectores de la agricultura, la agroindustria y recursos naturales mediante la incorporación activa de tecnologías denominadas de punta, como es el caso de la computación.

Más allá de una modernización superficial, debemos aprovechar las posibilidades brindadas por las nuevas tecnologías para mejorar la organización del trabajo, con el fin de obtener un aumento real en el rendimiento, la calidad y la

confiabilidad de la producción.

Entre las tecnologías de punta, la computación abre caminos hasta ahora insospechados. Sin embargo, el agro es un sector que tradicionalmente ha sido descuidado en la incorporación de tecnologías computacionales tanto en Costa Rica, como en los demás países de América Latina. Este fenómeno también se puede apreciar en países industrializados, en donde la alta tecnología de la computación se aplica básicamente a procesos administrativos de los sistemas productivos.

### **3. DIVISION DE INVESTIGACIONES EN AGROMATICA**

El Instituto Tecnológico de Costa Rica, conciente de la necesidad de incorporar la computación en el agro, está desarrollando un Programa de Agromática, mediante la creación de una División de Investigaciones en Agromática (DIA). La DIA administrará tres Programas: un Programa de Maestría en Agromática, un Programa de Investigación para desarrollar software especializado principalmente en el campo agroforestal, y un Programa de Capacitación y Asesoramiento

para el entrenamiento de los agricultores en Agromática. .

Estos aspectos se desean enfocar a nivel latinoamericano.

### **3.1 Programa de Posgrado en Agromática**

Considerando la inexistencia de un Programa de Posgrado como éste en la región y que el agro es un importante componente en las economías de éstos países, se espera una significativa presencia de estudiantes de la región.

Desde el punto de vista de la tecnología de alto nivel, el hecho de que la aplicación de la computación a los sistemas productivos los haga más eficientes, generará que empresas medianas y grandes demanden los conocimientos, software y mano de obra calificada, como también, cooperativas, federaciones e instituciones públicas y privadas que asesoran a pequeños productores o tienen el control de proyectos de desarrollo. Por lo tanto, aunque es muy difícil estimar cuantitativamente este fenómeno, es predecible el éxito de este Programa.

Para los agricultores que utilizan media o baja tecnología, el

acceso a la computación es sumamente restringido, sin embargo a nivel latinoamericano funcionan varios organismos, que canalizan sus esfuerzos a mejorar las tecnologías que utilizan los campesinos. Esto abre la posibilidad de que la DIA estudie directamente esos sistemas productivos y genere tecnología que sea apropiada para este estrato productivo. Eso generará también demanda de técnicos especializados, mayores conocimientos del sector en cuestión y software adecuado

El Programa de Posgrado en Agromática a nivel de Maestría, estará orientado a la formación en la utilización y desarrollo de herramientas computacionales aplicadas al agro, y dirigido a profesionales del sector agropecuario, entre otros: ingenieros agrónomos, agrícolas, forestales, médicos veterinarios, biólogos, economistas agrícolas.

En cuanto al perfil ocupacional del Posgrado en Agromática, podemos enunciar lo siguiente:

- Administrar el almacenamiento, recuperación y comunicación de la información, dentro de organizaciones relacionadas con el agro.
- Realizar estudios de factibilidad y costos de adquisición de equipo computacional, su aplicación y

desarrollo en organizaciones del agro.

- Analizar y evaluar la eficiencia de los sistemas computacionales en el agro.
- Realizar estudios sobre los nuevos requerimientos en las áreas de "hardware" y "software", para planificar futuras aplicaciones.
- Analizar y recomendar configuraciones y capacidades requeridas en redes de computadoras.
- Desarrollar labores de investigación en el área de la computación aplicada al agro.
- Diseñar e implementar bases de datos en el sector agropecuario.
- Desarrollar y manejar sistemas expertos aplicados al agro.
- Desarrollar software con aplicación a casos generales y específicos en el agro.

En cuanto al contenido programático del Programa, éste cuenta con cinco áreas generales, a saber:

1. Etapa de Nivelación
2. Computación

- 3. Administración
- 4. Cursos optativos con aplicaciones específicas en cada área
- 5. Tesis

En el siguiente cuadro se muestra el conjunto de cursos, por semestre, que deben ser aprobados para obtener la Maestría en Agromática.

**I SEMESTRE**

<b>Código</b>	<b>Nombre de materia</b>	<b>Créditos</b>
PA-1001	Programación	4
PA-1002	Introducción a la Computación	4
PA-1003	Matemática discreta	4
PA-1004	Paquetes de software	4

**II SEMESTRE**

<b>Código</b>	<b>Nombre de materia</b>	<b>Créditos</b>
PA-2001	Almacenamiento recuperación y comunicación de datos	4
PA-2002	Sistemas de Información	4
PA-2003	Diseño y desarrollo de software	4

**III SEMESTRE**

<b>Código</b>	<b>Nombre de materia</b>	<b>Créditos</b>
---------------	--------------------------	-----------------

PA-3001	Seminario	4
PA-3002	Estadística aplicada	4
PA-3003	Preparación, Evaluación y Análisis de Proyectos	4

**IV SEMESTRE**

<b>Código</b>	<b>Nombre de materia</b>	<b>Créditos</b>
PA-4001	Electiva 1	4
PA-4002	Electiva 2	4
PA-4003	Electiva 3	
MA-5001	Tesis	10

**3.2. Programa de Investigación y Transferencia de  
Tecnología**

La DIA, tiene el propósito de ampliar el uso y aplicación de la computación en la solución de problemas inherentes al sector agropecuario.

La información es un insumo tan valioso como los materiales y la energía para la producción; por ello, la computación, con su capacidad de aplicar el tratamiento automático de este insumo a

la solución de problemas en este sector, puede dar aportes significativos al incremento de la productividad, el aprovechamiento racional y económico de los recursos naturales y contribuir en la planificación, ordenamiento y control de la producción.

Así, es de primordial importancia la **investigación aplicada**, que buscará poner la computación al servicio de áreas prioritarias para el desarrollo del país; lo cual será complementado con una sólida base teórica y conceptual obtenida a través de la investigación agropecuaria. En el curso de la investigación se planteará resolver problemas propios del sector agropecuario.

Algunas de las áreas de interés que se han detectado y en las cuales podría desarrollarse investigaciones con herramientas computacionales, son las siguientes:

- Sistemas de control y registros en producción de leche y carne.
- Sistemas de predicción y monitoreo en protección de cultivos.
- Sistemas de administración de fincas.
- Planeación y manejo de recursos naturales y

forestales

- Sistemas de Información orientados al control de precios.
- Sistemas de manejo integrado de cultivos.
- Protección de cuencas hidrográficas.
- Servicios de información para los productores.
- Bases de datos sobre precios.
- Manejo y conservación de recursos naturales, etc.

Otro campo importante que impulsaría la DIA, en cooperación con otros organismos, sería la automatización y la robotización de la agricultura, para la que se plantearán programas de cooperación, con instituciones con experiencia en este campo aplicado al agro.

### **3.3. Programa de Capacitación y Asesoramiento**

Con este programa se pretende capacitar al personal de las empresas agropecuarias, universidades y otras instituciones públicas o privadas en el uso de la computación, como una

herramienta que permite elevar la eficiencia de los sistemas productivos agropecuarios.

Se pretende además con este programa satisfacer las necesidades inmediatas de los sectores externos mediante en actividades como seminarios, congresos, conferencias y cursos cortos, relativos a aspectos específicos de la computación, en donde se trabajará coordinadamente con el programa de extensión tecnológica que pretendemos desarrollar en el Centro Académico de San José, según sea la naturaleza del usuario.

A solicitud de organismos públicos y privados, y según las posibilidades de la DIA, se incentivará para que algunas asesorías se conviertan en proyectos de investigación de relevancia nacional, ello para desarrollar investigaciones dentro del contexto de nuestras necesidades.

#### **4. CONCLUSIONES**

Dos aspectos de la DIA, son potencialmente importantes para el agro costarricense y latinoamericano.

Uno, es el impacto de la tecnología desarrollada por la DIA a

través de sus programas de investigación. Este es uno de los campos en donde los efectos del programa podrán ser apreciados a corto plazo, directamente en el aumento de la eficiencia del proceso de producción.

El otro aspecto, y quizás el que ofrece la mayor amplitud, es el de los profesionales que el programa gradúe a nivel de Maestría. Este grupo tendrá la posibilidad de proyectar el conocimiento generado por la DIA, una vez incorporado al agro latinoamericano. En la formación académica de este profesional se debe incluir: el desarrollar investigación tendiente a mejorar la eficiencia de la producción agropecuaria a través de la herramienta de la computación, además del desarrollo de sistemas computadorizados de control, manejo y predicción aplicados al agro.

Es importante recalcar que el objetivo del programa no será solamente desarrollar sistemas que se apliquen a procesos de producción con alta tecnología (en donde, evidentemente, su desarrollo e implementación son relativamente más fáciles), si no, se trata de desarrollar tecnología de directa aplicación para los pequeños agricultores latinoamericanos. Y es el mayor reto puesto que estos agricultores, no sólo desconocen la tecnología

desarrollada en computación, sino también mucha de la tecnología agrícola desarrollada para incrementar la eficiencia y rentabilidad de sus cultivos y sistemas de finca.

Por lo anterior, es evidente que los posibles puntos de acción de la DIA en el agro costarricense y latinoamericano son muy amplios y variados y el impacto potencial en la economía de muchos agricultores con alta y baja tecnificación, es muy importante. Además, es claro que el éxito de un programa semejante depende del trabajo interdisciplinario de profesionales en computación, agronomía, agromática, extensión, administración y otros relacionados con el área de trabajo, así como la colaboración con otras instituciones, tanto públicas como privadas, involucradas en el desarrollo rural del agro en América Latina.

EL USO DE HERBICIDA EN COSTA RICA

M.Sc. Adolfo Soto  
Escuela de Fitotecnia  
Universidad de Costa Rica

## INTRODUCCION

Desde el comienzo de la agricultura el hombre ha luchado con ciertas especies vegetales nocivas, prolíferas y persistentes, que dificultan las operaciones agrícolas, aumentan el trabajo, incrementan los costos de producción y merman los rendimientos de los cultivos.

Para combatir esas especies, consideradas como malezas, el hombre ha desarrollado la prevención, la erradicación y el control. Este último puede hacerse por medios físicos, biológicos, culturales y químicos. Indistintamente del medio, o de la integración de los mismos que se utilice, el objetivo es mantener la población de las malezas en una cantidad tal que no interfieran con el cultivo, ni dificulten las labores, de manera que resulte económica al usuario.

El control químico de las malezas se realiza con sustancias que por su actividad biológica, son capaces de interferir con algún proceso esencial a las plantas; lo que les provoca la muerte o una detención del crecimiento, caso este último en el que quedarían en desventaja con la especie cultivada para competir. Estas sustancias se denominan herbicidas.

El control químico es, relativamente, una nueva actividad que envuelve conocimientos de química y biología, familiaridad con las reacciones de las plantas ante agentes dañinos y experiencia con la respuesta de malezas y cultivos a los herbicidas.

De lo anterior se desprende la necesidad de tener un conocimiento preciso del producto herbicida para obtener los beneficios económicos esperados y reducir la posibilidad de residuos tóxicos como contaminantes del medio.

## ANTECEDENTES

Antes de la introducción de los herbicidas, las siguientes medidas se utilizaron, con el fin de erradicar y limitar la dispersión de las malezas: deshierba manual, rotación de cultivos, labranza y otras tendientes a evitar la diseminación de propágulos de malezas por semillas de cultivos comerciales.

El costo del combate manual de las malezas comenzó a incrementarse, hasta que hoy en día las labores de manejo de malezas que involucran uso de mano de obra en cantidad apreciable, pueden resultar económicamente prohibitivas, considerando que hubiera disponibilidad de mano de obra en el momento oportuno.

Desde hace cientos de años se utilizaron sales y desechos industriales con el fin de combatir las malezas en caminos y posteriormente en líneas del ferrocarril. Sin embargo, el control químico de las malezas se puede asumir que surgió en 1896, cuando un productor de uva en Francia, observó que el caldo bordelés, que utilizaba para proteger los viñedos de una enfermedad fungosa, producía clorosis en las hojas de la mostaza silvestre (Sinapsis arvensis). Posteriormente, se encontraron las propiedades herbicidas de los sulfatos de amonio, zinc, hierro y otros metales. Los primeros productos orgánicos usados con fines herbicidas fueron los dinitrofenoles (DNOC) en 1932. En 1935 se realizaron estudios para delimitar los efectos de la aplicación de compuestos similares al ácido indol acético (AIA) sobre las plantas, y se encontró una serie de modificaciones morfológicas y fisiológicas como consecuencia de los tratamientos.

Los reguladores de crecimiento tuvieron una casi inmediata aplicación práctica en horticultura, como promotores del enraizamiento; sin embargo, su utilidad como herbicidas no se descubrió hasta los comienzos de la segunda guerra mundial, en Inglaterra, cuando se encontró que el ácido naftaleno acético (ANA) eliminaba la mostaza silvestre y la remolacha azucarera (Beta vulgaris) y no dañó a los cereales. La investigación posterior demostró que el MCPA y el 2,4-D resultaron más eficaces. Estos resultados, por causas de las exigencias del estado de guerra, solo fueron publicados hasta 1945.

Después de 1945 hubo una rápida expansión en el empleo de MCPA y 2,4-D, en 1949 cerca de diez mil toneladas fueron manufacturadas solo en Estados Unidos, para el combate de malezas de hoja ancha (latifoliadas). Siguió la aparición de herbicidas no selectivos y, posteriormente, de selectivos residuales como las ureas sustituidas (1951) y las triazinas (1950), así como los bipiridilos no residuales (1955). Hoy en día se cuenta con herbicidas que funcionan en muy bajas cantidades, los carboxi-difenoxi, los que al contrario de los fenoxi-ácidos resultan tóxicos a las gramíneas y no a las dicotiledóneas.

En la actualidad existen más de 200 productos herbicidas en el comercio y el progreso es continuo.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS  
DE LOS HERBICIDAS.

Las características de los herbicidas influyen y controlan, en gran medida, su comportamiento en el campo.

Las razones para preferir cierta formulación del 2,4-D sobre otra, se basan en el efecto de la formulación sobre la volatilidad y absorción del producto. Así, la formulación éster resulta insoluble en agua, para efectos prácticos, es volátil y penetra fácilmente por superficies cerosas; mientras que la formulación sal es soluble en agua, poco volátil y su penetración por superficies cerosas es limitada. Cuando se desea combatir una especie leñosa la formulación éster es preferible, por la mayor penetración; sin embargo, no se debe utilizar en la vecindad de cultivos susceptibles, por la volatilidad. Para el control selectivo de malezas latifoliadas en cereales es preferible la sal, debido a que por su menor penetración foliar resulta mejor tolerada por esos cultivos; en este caso se debe considerar que una lluvia acaecida poco después de su aplicación puede lavar del follaje al herbicida, reduciendo su eficacia.

Las propiedades de mayor importancia son polaridad, carácter alcalino o ácido, solubilidad, volatilidad, reacciones físico-químicas, toxicidad y formulación.

1-POLARIDAD:

Los herbicidas pueden ser polares y no polares, en virtud de la presencia o ausencia de cargas eléctricas en su molécula.

Los polares son solubles en agua, por lo que se les llama hidrofílicos; mientras que los no polares lo son en grasas y aceites, por lo que se les denomina lipofílicos. Algunos herbicidas polares son las sales del 2,4-D, el amitrol, el paraquat y el diquat; mientras que algunos no polares son los ésteres del 2,4-D, aceites del petróleo y el fluazifop-butil.

Esta característica es importante al considerar el vehículo que se utilizará durante la aplicación. El agua no resulta un buen vehículo para herbicidas no polares, por lo cual se deben formular de cierta manera, por ejemplo concentrados emulsionables, para poder realizar la aplicación.

También en la penetración del herbicida a la planta la polaridad juega un importante papel, puesto que los productos de naturaleza lipofílica penetran fácilmente las capas de cera y cutina, sobre la superficie aérea de las plantas; mientras que a los hidrofílicos les resulta difícil penetrar esas capas. Sin embargo, los herbicidas polares resultan más fácilmente absorbi-

dos por el sistema radical.

### 2-SOLUBILIDAD:

Es en parte función de la polaridad; se acepta que la solubilidad en agua de los herbicidas está relacionada, positivamente, con la polaridad. En el cuadro 1 se pueden ver algunos ejemplos de la solubilidad en agua de ciertos herbicidas.

La mayoría de las sales de los herbicidas son solubles en agua; muchos de los ácidos y todos los ésteres de esos productos se consideran como insolubles en agua, por lo que deben de ser aplicados en un vehículo lipofílico o en emulsión, cuando se usa agua como vehículo.

Cuadro 1-PRP: Solubilidad en agua de algunos herbicidas.

PRODUCTO	SOLUBILIDAD AGUA (ppm)	TEMPERATURA (°C)
BAJA		
trifluralina	1,0	27
pendimetalina	0,5	20
simazina	3,5	20
MEDIA		
tiobencarbo	30,0	20
atrazina	33,0	27
diuron	42,0	25
ametrina	185,0	20
ALTA		
alaclor	242,0	25
metribuzina	1220,0	25

### 3-CARACTER ALCALINO:

Influye en el comportamiento de los herbicidas en el suelo. Un herbicida alcalino o básico es aquel que posee capacidad para admitir iones H<sup>+</sup>, desarrollando una carga positiva. El carácter alcalino se deriva de la concentración, en las

moleculas de la sustancia, de carga positiva y se expresa por medio del valor pK; cuanto mayor sea el valor pK, también lo será la alcalinidad de la sustancia y tanto más participará en las reacciones de intercambio catiónico en el suelo.

Los herbicidas de los grupos de las triazinas, ureas sustituidas y uracilos son alcalinos. Caso aparte son el paraquat y el diquat, los que "per se" son cationes y participan en las reacciones de intercambio catiónico, quedando adsorbidos a los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo de manera tal que no son disponibles para ser absorbidos por el sistema radical de las plantas, no mostrando efecto residual.

Otros herbicidas, como 2,4-D, cloramben, MCPA y dalapón liberan al medio iones  $H^+$ , adquiriendo carga negativa; en esa situación pueden ser rechazados por los coloides del suelo, sin embargo en ocasiones se pueden establecer puentes con cationes bivalentes, como calcio, quedando así adsorbidos. De todas maneras, presentan un comportamiento, en el suelo, diferente a los potencialmente alcalinos.

El pH del suelo al que se realiza la aplicación juega un importante papel sobre la manifestación de esta propiedad. Un ejemplo lo constituye el metribuzin, herbicida selectivo a la soya al poder esta metabolizar ciertas cantidades del mismo, el cual no se recomienda aplicar cuando el citado cultivo se encuentra en suelos cuyo pH sea superior a 7. Esto por cuanto el herbicida no se protonaría en la cantidad indispensable, al haber una baja concentración de  $H^+$ , lo cual promovería que altas cantidades de metribuzin estuvieran disponibles para la soya, de manera tal que el mecanismo de selectividad resulta excedido por la cantidad de herbicida que ingresa.

#### 4-VOLATILIDAD:

Es la tendencia de los herbicidas de pasar del estado sólido o líquido al de vapor, el cual mantiene las propiedades herbicidas y puede afectar negativamente tanto a los propágulos de plantas almacenados junto a estos productos como a cultivos susceptibles, cercanos a una aplicación. Es también factor de pérdida de producto, llegando a hacer que el herbicida no funcione.

El 2,4-D isopropil éster, EPTC y trifluralina presentan una alta presión de vapor, que los hace ser volátiles, mientras que las triazinas (simazina y atrazina) y las ureas sustituidas (linuron y diuron) tienen una baja presión, por lo que resultan ser poco volátiles (cuadro 2).

Cuadro 2-PRP: Presión de vapor de algunos herbicidas.

PRODUCTO	PRESION VAPOR (mm Hg)	TEMPERATURA (°C)
ALTA		
EPTC	0,1	24
2,4-D isopropil éster	$1,0 \times 10^2$	25
trifluralina	$1,0 \times 10^4$	29,5
DNOC	$1,0 \times 10^4$	25,0
BAJA		
linuron	$1,5 \times 10^3$	24
diuron	$3,0 \times 10^6$	50
simazina	$6,1 \times 10^9$	20
atrazina	$3,0 \times 10^7$	20

### 5-REACCIONES DE LOS HERBICIDAS:

#### a-Hidrólisis:

Se refiere a la descomposición de la molécula del herbicida con agregación simultánea de agua. En ciertos casos puede significar pérdida de la actividad herbicida del producto mientras que en otros, por el contrario, activación.

En el arroz (*Oryza sativa*) el propanil es hidrolizado para 3,4-dicloroanilina (DCA) y ácido propiónico, como se ilustra en la figura 1.

La Figura 1 explica la tolerancia del arroz al propanil. Es indispensable indicar que insecticidas organofosforados y carbamatos inactivan la acción de la enzima, posiblemente por efecto competitivo con el propanil, resultando en la pérdida de tolerancia del cultivo al herbicida.

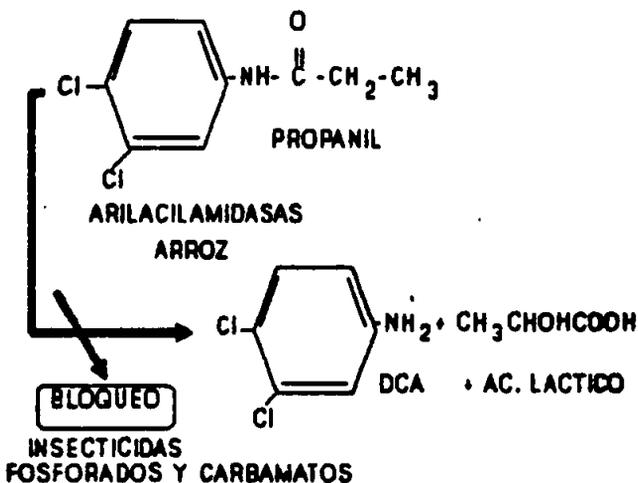


Figura 1-PRP: Hidrólisis del propanil.

En maíz las clorotriazinas son hidrolizadas, quedando inactivas como herbicidas (Figura 2).

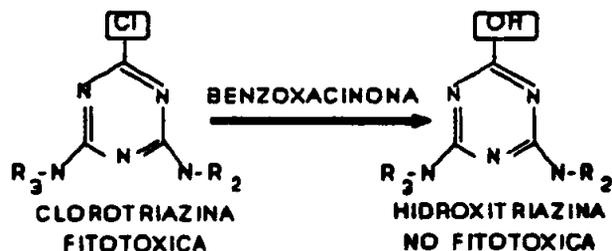


Figura 2-PRP: Hidrólisis de clorotriazinas.

El dalapón es otro herbicida que puede sufrir de hidrólisis en condiciones de alta temperatura, pasando a ácido piróxico, cloruro de sodio y ácido clorhídrico, ocurriendo pérdida de actividad (Figura 3).

A 25 °C la reacción es lenta, sin embargo a 50 °C la reacción es rápida. Es por esto que el caldo herbicida debe ser preparado poco antes de ser utilizado, especialmente en regiones en que ocurren altas temperaturas. La hidrólisis del dalapón no representa problema cuando la aplicación se efectúa 24 horas después de preparar el caldo herbicida.

En otros casos la hidrólisis hace que productos inactivos se conviertan en activos. Se trata de la aplicación de un precursor, el cual mediante la hidrólisis se convierte en otra

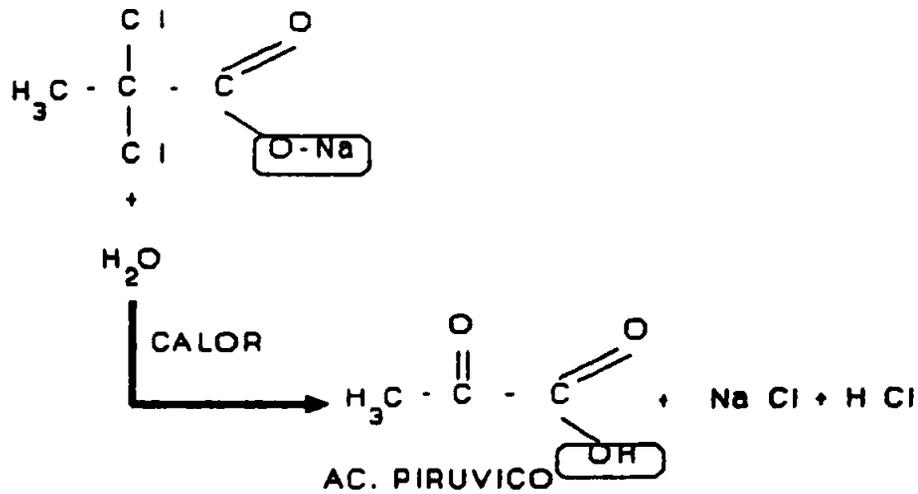


Figura 3-PRP: Hidrólisis del dalapón.

sustancia que tiene actividad herbicida.

El 2,4-DES es hidrolizado para 2,4-diclorofenoxiotanol y posteriormente es oxidado para 2,4-D, producto que tiene actividad herbicida.

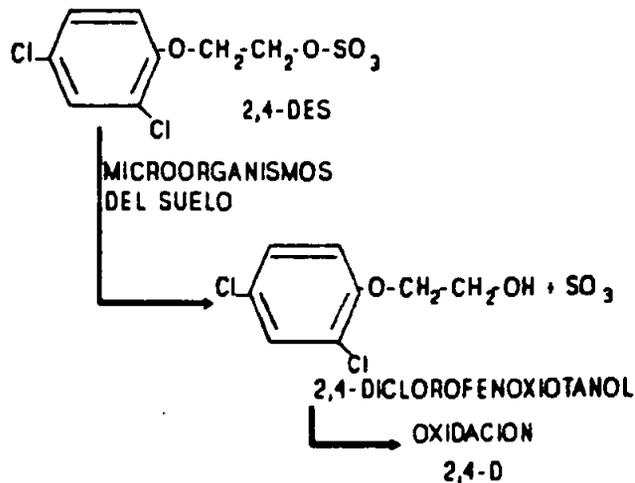


Figura 4-PRP: Hidrólisis del 2,4-DES.

b- Oxidación:

Ciertos productos pueden sufrir oxidación. En la figura 5 se puede ver la activación del 2,4-DB, al pasar al 2,4-D, en plantas que contienen B oxidasas.

Ciertas leguminosas carecen de tales enzimas, o su

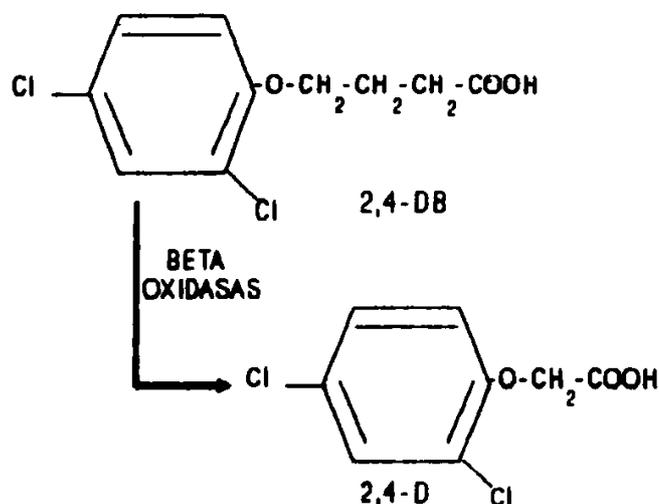


Figura 5-PRP: Oxidación beta del 2,4-DB.

contenido es bajo, de manera tal que toleran la aplicación del 2,4-DB.

c-Adsorción:

Tendencia de ciertos herbicidas a adherirse a los coloides minerales y orgánicos del suelo, de manera que estos no quedan fácilmente a la absorción radical de las plantas, dando como resultado una menor fitotóxicidad del producto.

Tanto los suelos como los herbicidas presentan diferencias en su capacidad de adsorber y ser absorbidos. Por lo general cuanto mayor sea la capacidad de adsorber del suelo, mayor cantidad de herbicida resultará adsorbido y por esto la dosis de producto también deberá ser mayor, para obtener el efecto deseado.

El proceso de adsorción es reversible y se rige por la ley general de dispersión, según la cual bajo ciertas condiciones, cada sustancia se distribuye de tal forma que las relaciones de su concentración, en dos fases, permanece constante.

Cuando varía uno de los elementos del sistema, este intenta mantener la proporción de la concentración en las fases. Cuando ocurre una fuerte lluvia, o se suministra un riego abundante, a un lote tratado con un herbicida aplicado al suelo, la cantidad de herbicida disuelto puede disminuir, por la lixiviación, se destruye la relación y moléculas adsorbidas del herbicida se desprenden en la cantidad necesaria para restablecer el equilibrio. Tomando como base lo expuesto, se puede

asegurar que en la mayoría de los casos resulta difícil que los procesos de adsorción retengan cada vez mayor cantidad de herbicida en el suelo, donde se acumularían como contaminantes del medio.

#### d-Fotodescomposición:

Consiste en la descomposición del herbicida por medio de la radiación ultravioleta. El proceso por el cual ocurre la degradación no ha sido satisfactoriamente establecido, pero se sabe que el primer paso es la absorción de la luz ultravioleta por parte de la molécula del herbicida, lo cual incrementa la energía cinética de las mismas, especialmente el nivel de energía de ciertos electrones, incrementándose la reactividad del producto.

Este tipo de reacción implica pérdida de herbicida de la superficie tratada, y es especialmente importante de considerar en el grupo de herbicidas denominado dinitroanilinas, tales como la trifluralina.

#### 6-Formulación:

Es el proceso por el cual se prepara el ingrediente activo en la concentración adecuada con el agregado de sustancias auxiliares (agentes tensoactivos, humectantes, etc.), para ponerla en disposición comercial, considerando que el producto final cumpla eficazmente con su finalidad biológica y mantenga esas condiciones durante el almacenamiento y transporte.

Una vez seleccionado el herbicida adecuado a las condiciones de suelo, tipo de malezas, y cultivo, el siguiente paso es la selección de una formulación apropiada, lo cual puede significar el éxito o fracaso de una aplicación, al influir sobre la precisión de la aplicación, la efectividad del control, la selectividad de ciertos herbicidas, la facilidad de manejo y el costo del tratamiento.

Los herbicidas, por lo general, se aplican en forma líquida o sólida; en algunos casos también se aplican en forma gaseosa, como en del bromuro de metilo.

Cuadro 3-PRP: Formulación de algunos herbicidas.

PRODUCTO	FORMULACION
dalapón	PS
glifosato	SA
atrazina	PM
atrazina	PL
oxifluorfen	CE
oxifluorfen	G

PS: polvo soluble. SA: solución acuosa concentrada. PM: polvo mojable.  
PL: Pasta líquida. CE: Concentrado emulsionable. G: granular.

**a-Formulaciones para aplicaciones líquidas:**

Se usan Pastas Líquidas (PL), Polvos Solubles (PS), Polvos Mojables (PM), Soluciones Acuosa (SA) y Concentrados Emulsionables (CE).

**a1-Soluciones:**

En este caso el producto y el vehículo forman una sola fase.

Los herbicidas solubles en agua pueden ser disueltos por el fabricante, y distribuirlos como Solución Acuosa Concentrada; en cuyo caso el producto debe ser soluble en agua por lo menos en 25%, agregándose un 0,5 a 1,0% de agentes tensoactivos. Ejemplos de este tipo de formulación son el cloramben, 2,4-D sal amina, paraquat, diquat, MCPA.

Otros herbicidas solubles en agua se distribuyen en forma sólida, como polvos solubles en agua, un ejemplo de este tipo de formulación es el dalapón ( Ver Cuadro 3).

Las ventajas de los productos solubles en agua son que las formulaciones que se producen resultan de bajo costo y no requieren de agitación constante en el tanque. Como desventajas se pueden apuntar la reacción con agua duras (alto contenido de sales), la propensión al lavado del follaje y a la lixiviación.

El uso de formulaciones solubles en aceite, en las que este se usa como vehículo, son poco comunes, y su empleo está restringido al combate no selectivo de malezas leñosas o semi-

leñosas en pastos y en áreas no agrícolas.

a2-Concentrados emulsionables:

Este tipo de formulación se prepara para formar mezclas de dos líquidos no miscibles. En este caso cada líquido conserva su fase; pueden actuar de esa manera por una tercera sustancia que interviene entre las dos fases, el emulsificante. Toda emulsión consta de dos fases, un líquido aparece en forma de gotas separadas, la fase discontinua, mientras que el otro líquido rodea esas gotas, la fase continua, el emulsificante altera la tensión superficial entre las fases. Ejemplos de herbicidas formulados como CE se pueden ver en el Cuadro 3.

Como ventajas de los concentrados emulsionables se pueden indicar la mayor penetración por las partes aéreas de las plantas, debido a la naturaleza lipofílica de la cutícula, pueden aplicarse con aguas duras como vehículo, resistencia al lavado del follaje por el agua, menos abrasivas para las partes de los equipos de aplicación que los PM. Algunas desventajas son el costo, mayor que otras formulaciones, menor selectividad y requerimientos de agitación continua en el tanque de la aspersora.

Existe otro tipo de emulsiones, denominadas Emulsiones Invertidas, en las que a diferencia a las anteriormente explicadas la fase continua es la parte lipofílica, mientras que la discontinua es el agua, un ejemplo de esto lo constituye la mayonesa. Este tipo de emulsión tiene como ventaja el poseer un mayor peso, lo cual reduce el riesgo de deriva, sea el arrastre del producto fuera del blanco.

a3-Polvos mojables:

Son formulaciones que forman una suspensión cuando se colocan en agua. Se obtienen de impregnar un material inerte, como arcilla o diatomita, con herbicida y agregar un humectante y un dispersante. El humectante evita que el producto flote y el dispersante promueve que las partículas permanezcan dispersas en la fase acuosa. En el cuadro 3 se muestran algunos ejemplos de herbicidas formulados como PM.

Los polvos mojables requieren de una considerable agitación en el tanque para evitar su sedimentación; presentan una menor actividad foliar que los concentrados emulsionables; cuando se aplican al suelo, el contenido de humedad de estos debe lo suficientemente alto para activarlos; resultan ser abrasivos para las partes del equipo de aplicación. Como ventajas se debe mencionar que contienen un alto porcentaje de ingrediente activo y que no se requieren solventes ni envases metálicos, por lo

cual el costo unitario resulta menor que en los concentrados emulsionables.

a4- Pastas líquidas:

Son también denominadas líquidos autosuspensibles. La formulación consiste en concentrados sólidos suspendidos en un líquido. Los más comunes contienen el herbicida finamente molido y suspendido en agua. Pueden ser considerados como una pasta preparada de antemano y envasada para ser agregada al tanque.

Puesto que es suspensión, es necesario agitar bien el recipiente antes de medirlo.

En el cuadro 3 se anota un ejemplo de este tipo de formulación.

b-Formulaciones para aplicaciones sólidas:

b1- Granulos:

Las formulaciones granulares contienen del 2 al 20% del herbicida. Se prepara impregnando el herbicida en materiales inertes como arcilla, residuos vegetales y otros.

Las partículas son cernidas de tal forma que el tamaño se encuentre entre 15 y 40 mallas por pulgada lineal; siendo diferentes en el tamaño a los polvos mojables, cuyo tamaño está alrededor de una malla 300 (40  $\mu$ m).

Como ventajas de este tipo de formulación exhibe el que el equipo de aplicación es de menor costo que el que se usa en aspersiones; los granulos pueden pasar, sin adherirse en la cubierta vegetal en aplicaciones posemergentes y llegar fácilmente al suelo; el producto se libera paulatinamente, lo cual incrementa la actividad residual; el desplazamiento fuera del área de aplicación es despreciable. La desventaja radica en que los herbicidas que requieren de más agua en el suelo que otros, pueden resultar menos eficaces formulados como granulos.

b2- Pellets:

La diferencia entre este tipo de formulación y el anterior consiste en el tamaño de la partícula, siendo en este caso mayor que en el anterior. Se les destina al combate de malezas de manera localizada, parches. Exhiben iguales ventajas y desventajas que el anterior tipo.

### CLASIFICACION DE LOS HERBICIDAS

En la actualidad existe una gran cantidad de agroquímicos en uso, solo el grupo de los herbicidas incluye más de doscientos productos comerciales, por lo que resulta difícil conocer las características de cada uno.

Los herbicidas se pueden clasificar de diferentes formas, en atención a características especiales de cada uno en base al modo de acción, propiedades de selectividad, época de aplicación y grupos químicos.

En el presente trabajo se cubrirán los criterios citados y luego se ampliará lo referente a grupos químicos y modo de acción.

### SELECTIVIDAD Y MODO DE ACCION

Se considera un herbicida como **SELECTIVO** cuando en cierta dosis y forma de aplicación, elimina o inhibe el crecimiento de algunas especies y no daña a otras. Mientras que se considera como **NO SELECTIVO** cuando bajo condiciones de aplicación comunes todas las especies que son expuestas presentan daño.

Por modo de acción se entienden todos los eventos que toman lugar desde que un herbicida entra en contacto con la superficie de la planta hasta que actúa, incluso su destino final dentro de la misma. Como se desprende de lo anterior el modo de acción de un herbicida es un concepto amplio, el cual se discutirá más en detalle en el próximo capítulo; sin embargo, una manera resumida de tomarlo en consideración es delimitando la capacidad de las plantas de transportar al herbicida.

De acuerdo con lo anterior se considera un herbicida como **SISTEMICO** cuando ocurre movimiento, dentro de la planta, del producto, de manera que el herbicida tendrá acción no solo sobre la porción tratada, sino sobre otras. Por herbicidas de **CONTACTO** se entienden productos que no son evidentemente transportados dentro de la planta, de manera que su ámbito de acción se circunscribe a la porción tratada o bien ligeramente más allá.

En el cuadro 1-MA se resume los tipos de herbicidas que se generan.

Los herbicidas **NO SELECTIVOS** pueden ser aplicados al **FOLLAJE** y ejercer acción de **CONTACTO**, como el paraquat, o bien ser **SISTEMICOS** como glifosato.

Los herbicidas NO SELECTIVOS que se aplican AL SUELO se denominan esterilizantes, los que pueden ser de CORTO PLAZO, como el bromuro de metilo, o de MEDIANO PLAZO (5 o más meses), como herbicidas de las ureas sustituidas, triazinas y uracilos.

Los productos SELECTIVOS también pueden ser aplicados al FOLLAJE y ser de CONTACTO, como el propanil en arroz y bentazon en leguminosas y cereales, o por el contrario ser SISTEMICOS, como el 2,4-D y el fenoxaprop-etil en arroz.

Los herbicidas SELECTIVOS también se pueden aplicar al SUELO, ejerciendo acción de CONTACTO, como el DNEP en frijol, o bien ser SISTEMICOS, como sucede con la atrazina en el maíz.

Cuadro 1-MA: Clasificación de los herbicidas según la selectividad y su modo de acción.

NO SELECTIVOS	AL FOLLAJE	CONTACTO (paraquat)
		SISTEMICOS (glifosato)
	ESTERILIZANTES	CORTO PLAZO (bromuro metilo)
		SEMIPERMANENTES (ureas)
SELECTIVOS	AL FOLLAJE	CONTACTO (propanil)
		SISTEMICOS (2,4-D)
	AL SUELO	CONTACTO (DNEP)
		SISTEMICOS (atrazina)

EPOCA DE APLICACION

Cuadro 2-MA: Clasificación de los herbicidas por su época de aplicación.

<b>PRESIEMBRA</b>	COLOCADO (bromuro metilo)  INCORPORADO (trifluralina)
<b>PREEMERGENCIA</b>	CULTIVO Y MALEZAS (atrazina) MALEZAS, NO CULTIVO (oxifluorfen) CULTIVO, NO MALEZAS (paraquat)
<b>EMERGENCIA</b>	(DNBP)
<b>POSEMERGENCIA</b>	DIRIGIDOS (paraquat)  TOTALES (propanil)

Se basa en el estado de desarrollo del cultivo y de las malezas. El uso de los herbicidas en atención al estado de desarrollo de las malezas es posible en atención a que la mayoría de los herbicidas tienen acción en pre o posemergencia, en algunos casos trabajan de ambas formas.

Una aplicación de **PRESIEMBRA** es la que se realiza antes de plantar el cultivo; los herbicidas pueden ser **COLOCADOS** cuando el herbicida se pone a cierta profundidad, luego este se distribuye por difusión, como es el caso del bromuro de metilo para el combate de *C. rotundus*; también pueden ser **INCORPORADOS**, cuando se realiza una mezcla con el suelo a una profundidad determinada, como en el caso de la trifluralina, para evitar pérdidas por volatilización, o bien dejar el producto en contacto con la zona de mayor germinación.

Los herbicidas **PREEMERGENTES** se aplican antes de que el

cultivo y las malezas broten, como en el caso de la atrazina en maíz; en plantaciones de perennes establecidos como cítricos y café, algunos herbicidas se pueden aplicar antes de que las malas hierbas broten, como sucede en el caso del oxifluorfen; en siembras en "sucio", sea que la labor de siembra cuando las malezas han brotado, de manera que resultan preemergentes al cultivo pero posemergentes a las malezas, como en el caso de paraquat en tomate o maíz.

Los herbicidas se aplican a la EMERGENCIA, después de sembrar el cultivo, cuando las malezas y el cultivo están brotando, el DNBP en frijol y maní se usa de esta manera.

Los herbicidas POSEMURGENTES pueden ser de aplicación DIRIGIDA a las malezas, como es el caso de varios herbicidas no selectivos como paraquat y glifosato en tomate y café, respectivamente. También puede suceder que la aplicación sea TOTAL o NO DIRIGIDA, como sucede con el fenoxaprop-etil en arroz y el bentazon en maíz, arroz y frijol.

### MODO DE ACCION Y GRUPOS QUIMICOS

Dentro de los grupos químicos existen herbicidas con una base estructural común, pero con modificaciones secundarias en la misma, que les imparten variantes en sus características físico-químicas y de acción fisiológica.

Esto trae como consecuencia que dentro de un mismo grupo químico existan herbicidas que varían en cuanto a residualidad, lixiviación, absorción por plantas, resistencia a descomposición microbial y por parte de la planta tratada, dosis requerida para obtener un efecto biológico, etc.

Así la atrazina, una triazina simétrica, es de menor persistencia y mayor solubilidad en agua que la simazina. Mientras que la atrazina es tolerada por maíz y sorgo, no lo es por la soya, cultivo que tolera la metribuzina, una triazina no simétrica. Sin embargo, las triazinas citadas son fuertes inhibidores de la fotosíntesis, al interferir con la reacción de Hill.

Los ejemplos anteriores muestran que si bien existen diferencias importantes dentro de cada grupo químico, el mecanismo de la acción es similar. No obstante, hasta el momento no se ha establecido un teoría sólida que relacione la estructura química y la acción herbicida.

Se pretende ofrecer una información general de cada grupo químico y luego un detalle de características de cada uno de los herbicidas registrados en Costa Rica.

## I HERBICIDAS INHIBIDORES DE FOTOSINTESIS

Los herbicidas que inhiben el proceso fotosintético se pueden clasificar en dos grupos: los que interfieren con el flujo de electrones en el fotosistema I o II, ambos interfiriendo con la reacción de Hill, y los que inhiben la formación de clorofila.

### I.1. HERBICIDAS QUE INHIBEN LA REACCION DE HILL.

#### I.1.A. UREAS SUSTITUIDAS

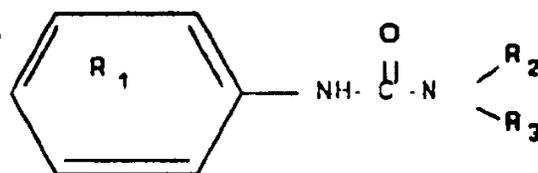


Figura 1-UR: Molécula base de las ureas sustituidas.

#### MECANISMO DE ACCION

Se utilizan en varios cultivos, resultando selectivos por posición diferencial de raíces-herbicida, absorción y transporte diferencial así como por una rápida inactivación por el cultivo.

Los síntomas de toxicidad son visibles, inicialmente, en el follaje de las plantas, principalmente en las hojas de la parte inferior de las plantas; la sintomatología consiste en una clorosis que comienza en los bordes de las hojas y avanza hacia el centro del limbo, posteriormente el tejido se necrosa.

Cuando se aplican al suelo son absorbidas por el sistema radical y rápidamente transportadas hacia las hojas, vía apoplasto (xilema); como se mencionó arriba, existen diferencias en absorción y transporte por parte de algunas especies en tolerantes.

Cuando se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema), a pesar de que pueda ocurrir un significativo movimiento apoplástico dentro de la hoja tratada. Esta propiedad de las áreas sustituidas se ha aprovechado para eliminar, por su efecto de contacto, toda la nancia de malezas cuyo estado de desarrollo no sea más de 2-3 hojas, cuando se practica la siembra en sucio.

Las áreas sustituidas son degradadas en las plantas superiores, sin embargo ocurren diferencias entre ellas en cuanto a la tasa y velocidad de metabolización de los productos de esta familia de herbicidas, lo cual implica tolerancia o susceptibilidad.

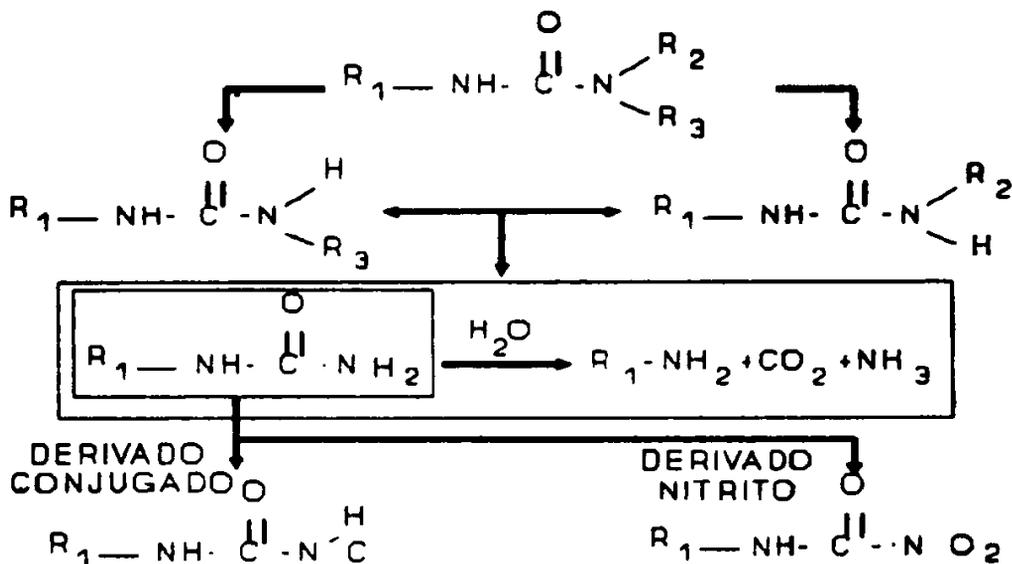


Figura 2-UR: Posible metabolismo de las ureas sustituidas en plantas superiores.

Tomado y adaptado de ASHTON, F.M. y CRAFTS, A.S., 1973. Mode of action of herbicides. John Wiley and Sons. pp 383.

SINTOMATOLOGIA

Los síntomas se localizan inicialmente en las hojas bajas, sea las más viejas. Consisten de una clorosis nerval, luego necrosis, retardo del crecimiento y finalmente muerte de la planta.

PRINCIPALES HERBICIDAS

CLOROBROMURON

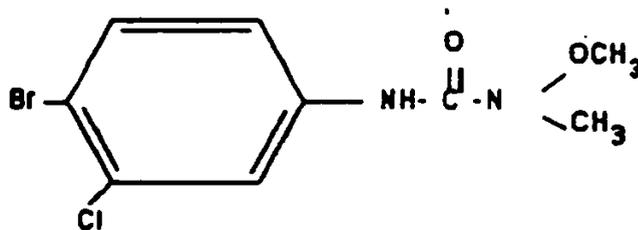


Figura 3-UR: Molécula del clorobromuron.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontró información.
<u>Volatilización:</u>	Presión de vapor de $4 \cdot 10^{-6}$ mm de Hg.
<u>Solubilidad en agua:</u>	35 mg/l a 20°C.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas latifoliadas en zanahoria, soya, girasol, frijol y papa.
<u>Método aplicación:</u>	Preemergente.
<u>Dosis:</u>	1-2 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Presenta una persistencia >56 días.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	>2000 mg/kg.

DIURON

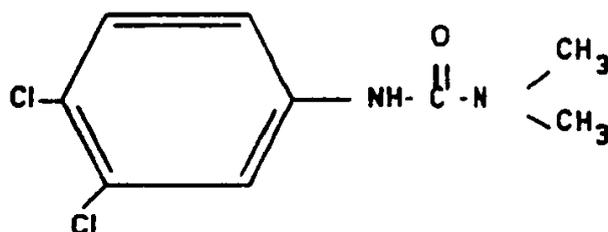
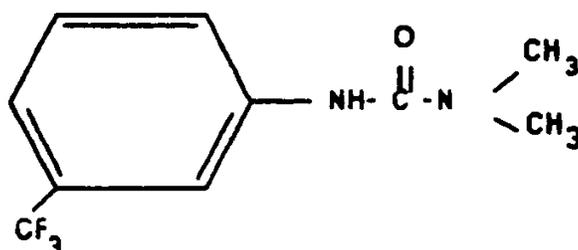


Figura 4-UR: Molécula del diuron.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	42 ppm
<u>Uso herbicida:</u>	En el manejo de malezas de hoja ancha y ciertas gramíneas en los cultivos de algodón, caña de azúcar, piña, frutales de pepita, cítricos y otros cultivos perennes. También se utiliza como herbicida total en dosis altas.
<u>Método aplicación:</u>	Para el control selectivo de malezas se usa en preemergencia o en aplicaciones dirigidas a las malezas, cuando estas se encuentran entre 2-3 hojas.
<u>Dosis:</u>	Para el manejo selectivo de malezas 0,7 a 7,2 Kg/ha. Para el control total de malezas 4,5-7,2 Kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Poco móvil. Bastante persistente.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	3400 mg/kg.

**FLUOMETURON**



**Figura 5-UR: Molécula del fluometuron.**

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	90 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas anuales de hoja ancha y ciertas gramíneas en caña de azúcar, algodón.
<u>Método aplicación:</u>	Terrestre o aéreo. En aplicaciones de pre-siembra, preemergencia o posemergencia temprana, dependiendo del cultivo.
<u>Dosis:</u>	0,9-4,48 Kg/ha.
<u>Comportamiento suelo</u>	Poco móvil. Persistencia media.
<u>Toxicidad aguda oral</u>	1840 mg/kg.

LINURON

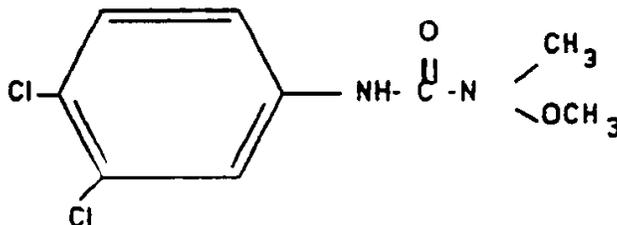


Figura 6-UR: Molecula del linuron.

<u>Fotodescomposición</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua</u>	75 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Control de hoja ancha en soya, algodón, maíz, sorgo, papa, umbelíferas y cebolla.
<u>Método aplicación:</u>	Pre o posemergencia temprana.
<u>Dosis:</u>	0,6-3,4 dependiendo del cultivo y suelo.
<u>Comportamiento suelo</u>	Persiste de 2-5 meses.
<u>Toxicidad aguda oral</u>	1500 mg/kg.

KARBUTILATO

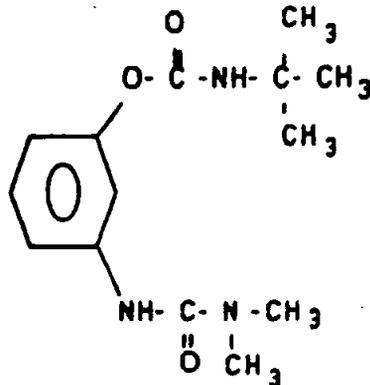


Figura 7-UR: Molécula del karbutilato.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	325 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de dicotiledóneas y monocotiledóneas anuales y perennes en áreas no agrícolas.
<u>Método aplicación:</u>	Pre o posemergencia.
<u>Dosis:</u>	2-22 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo</u>	No hay datos.
<u>Toxicidad aguda oral</u>	3000 mg/kg.

METABENZTIAZURON

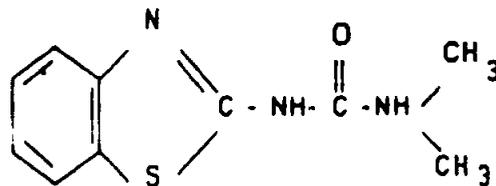
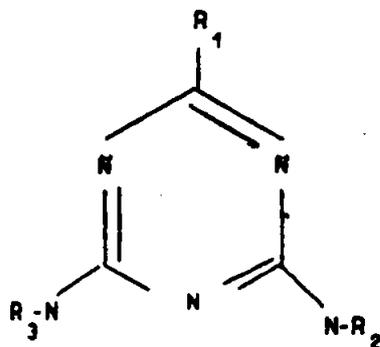


Figura 8-UR: Molécula del metabenzthiazuron.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontró información.
<u>Volatilización:</u>	Presión de vapor de $1 \cdot 10^{-4}$ mm de Hg.
<u>Solubilidad en agua:</u>	59 mg/l a 20° C.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas latifoliadas en frijol.
<u>Método aplicación:</u>	Preemergencia.
<u>Dosis:</u>	1 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	No persiste de una cosecha a la otra.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	>2500 mg/kg.

I.1.B. TRIAZINAS



- R<sub>1</sub> :
- Cl : CLOROTRIAZINAS
  - OCH<sub>3</sub> : METOXITRIAZINAS
  - SCH<sub>3</sub> : METILMERCAPTOTRIAZINAS

Figura 1-TR: Molécula base de las triazinas simétricas.

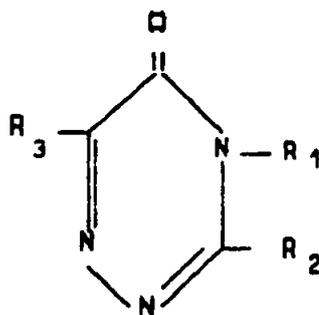


Figura 2-TR: Molécula de las triazinas asimétricas.

Las triazinas pueden ser simétricas o asimétricas dependiendo de la distribución del nitrógeno en el anillo triazínico (Figuras 10 y 11). Las triazinas simétricas, dependiendo del sustituyente en la posición R<sub>1</sub>, se clasifican en tres grupos (Figura 2-TR).

MECANISMO DE ACCION

Resultan selectivos para varios cultivos por posición diferencial de raíces y herbicidas, inactivación del producto por degradación o adsorción a constituyentes de la planta. Se menciona, ante la imposibilidad de las triazinas de combatir especies con metabolismo fotosintético C<sub>4</sub>, que la fotorespiración puede ser un mecanismo importante para la selectividad.

En forma similar a las úreas sustituidas, las triazinas provocan en las plantas tratadas una clorosis.

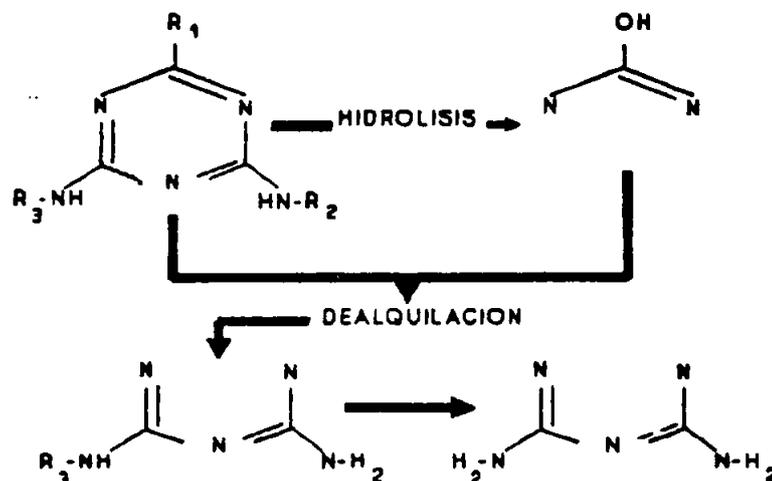


Figura 3-TR: Metabolismo de las triazinas por las plantas superiores.

Cuando se aplican al suelo son absorbidas por el sistema radical; el transporte hacia las hojas ocurre vía apoplasto, de una manera rápida. Se ha encontrado que incrementos en la transpiración aumentan el transporte.

En plantas superiores las triazinas pueden ser degradadas, dependiendo de la velocidad con que ocurra esto la especie vegetal será tolerante (rápida) o susceptible (lenta).

En las vías de degradación de las triazinas puede ocurrir una hidrólisis (Figura 9, dentro del marco), como sucede con las clorotriazinas atrazina y simazina en el maíz, en una reacción en que interviene la benzoxacinona, sustancia que se encuentra en mayor cantidad en el sistema radical de esa especie. También puede suceder una pérdida de los grupos alquilaminos laterales (R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>).

en reacciones de dealquilación, como ocurre en el sorgo con la atrazina.

La reacción de hidrólisis, que ocurre en el maíz, transforma un compuesto fitotóxico a otro que no lo es, mientras que en la dealquilación, como sucede en el sorgo, transforma el compuesto fitotóxico a otro de fitotóxicidad intermedia, hasta llegar finalmente al que no lo es.

La dealquilación puede activar; en lugar de desactivar como en los casos relatados.

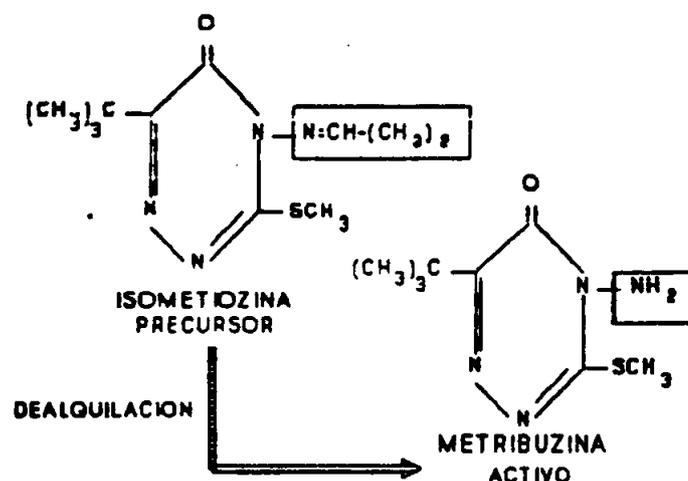


Figura 4-TR: Dealquilación de la isometiozina a metribuzina en plantas susceptibles.

En la figura 4-TR se aprecia la dealquilación de la isometiozina, no fitotóxica, produciéndose entonces la metribuzina, sustancia muy fitotóxica.

En las triazinas también puede ocurrir adsorción a componentes de la planta, constituyéndose en una vía importante de tolerancia. Así en maíz, además de la hidrólisis, y en sorgo, además de la dealquilación, ocurre adsorción a la glutaciona en una reacción en que interviene una enzima, la glutaciona-s-transferasa.

Cuando la aplicación de las triazinas se realiza sobre el follaje, al igual que sucede con las áreas, no ocurre transporte de estos herbicidas vía simplasto; por lo tanto funcionan como herbicidas de contacto.

### SINTOMATOLOGIA

Los síntomas son similares a los de las áreas sustituidas, salvo que en este caso la clorosis que se produce es internerval.

### PRINCIPALES HERBICIDAS

#### AMETRINA

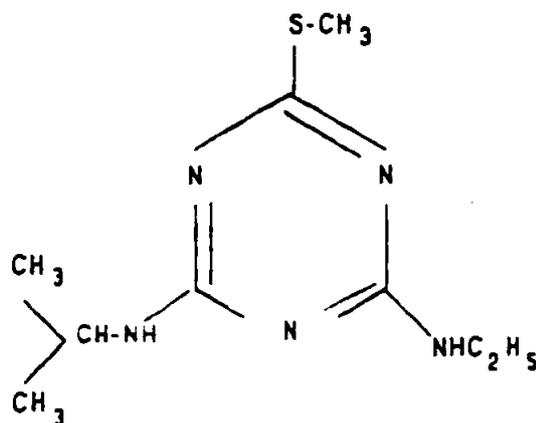


Figura 5-TR: Molécula de la ametrina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	185 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas anuales de hoja ancha en piña, caña de azúcar, banano, plátano y camote.
<u>Método aplicación:</u>	Pre o posemergencia temprana.
<u>Dosis:</u>	2-5 kg/ha dependiendo del cultivo y tipo de suelo.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Relativa larga persistencia.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1750 mg/kg.

**ATRAZINA**

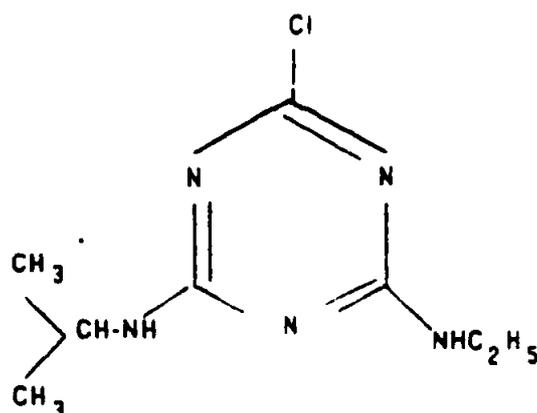


Figura 6-TR: Molécula de la atrazina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	33 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas anuales de hoja ancha en maíz, sorgo, caña de azúcar, macadamia y piña.
<u>Método aplicación:</u>	Preseembra, preemergencia y poseemergencia.
<u>Dosis:</u>	2-5 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Persistencia de 12 meses, aproximadamente.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	5100 mg/kg.

CYANAZINA

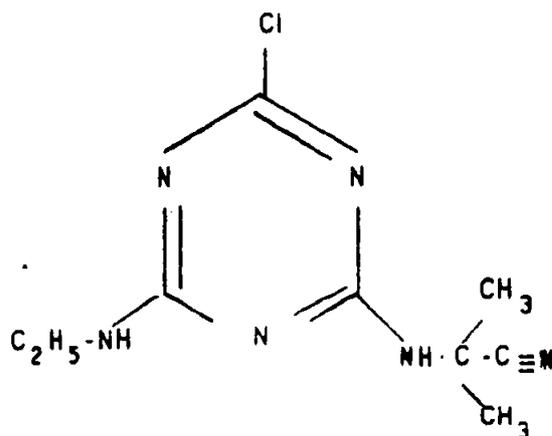


Figura 7-TR: Molécula de la cyanazina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	160 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de hoja ancha anual en maíz, sorgo y algodón.
<u>Método aplicación:</u>	Presiembra, preemergente y posemergente temprano.
<u>Dosis:</u>	1-4 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	De mayor movilidad en el suelo que las triazinas simétricas (atrazina). Su persistencia es de 2-3 semanas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	334 mg/kg.

## SIMAZINA

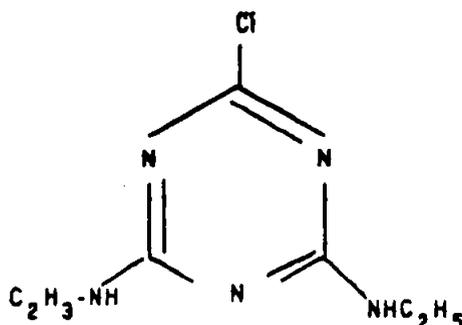


Figura 8-TR: Molécula de la simazina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable
<u>Solubilidad en agua:</u>	3,5 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	En el combate de hoja ancha y ciertas gramíneas en maíz, frutales y viveros.
<u>Método aplicación:</u>	En preemergencia, emergencia o posemergencia, en aplicaciones dirigidas a las malezas o totales.
<u>Dosis:</u>	Para el manejo selectivo de malezas 2 a 4 Kg/ha. Para el control total de malezas 3 a 8 Kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Poco móvil. Bastante persistente.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	>5000 mg/kg.

## HEXAZINONA

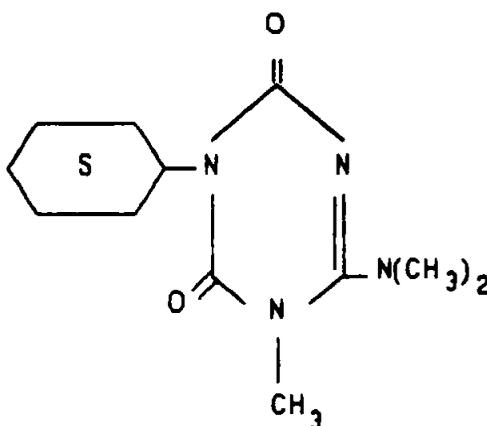


Figura 9-TR: Molécula de la hexazinona.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	388 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas anuales dicotiledóneas y ciertas gramíneas en caña de azúcar.
<u>Método aplicación:</u>	Pre o posemergencia temprana.
<u>Dosis:</u>	0,5-2,0 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Persistencia de 1-6 meses.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1690 mg/kg.

## TERBUTRINA

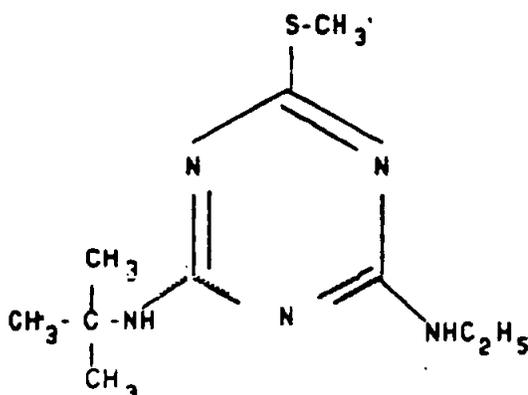


Figura 10-TR: Molécula de la terbutrina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Alguna ocurre, pero no tiene importancia práctica.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable
<u>Solubilidad en agua:</u>	25 ppmw
<u>Uso herbicida:</u>	En el manejo de malezas de hoja ancha y ciertas gramíneas en sorgo, maíz y caña de azúcar. También se utiliza como herbicida total en dosis altas.
<u>Método aplicación:</u>	En preemergencia o posemergencia, dependiendo del cultivo.
<u>Dosis:</u>	Para el manejo selectivo de malezas 1 a 2,5 Kg/ha. Para el control total de malezas 4-5 Kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Poco móvil. La persistencia es de 3-10 semanas, dependiendo del tipo de suelo.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	2500 mg/kg.

## METRIBUZINA

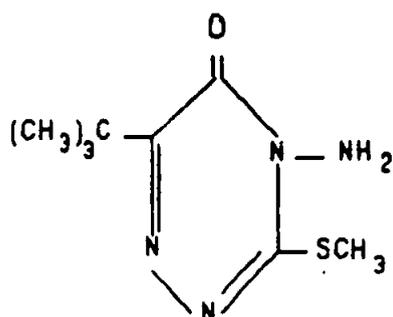


Figura 11-TR: Molécula de la metribuzina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	1220 ppm.
<u>Uso herbicida</u>	Control de ciertas gramíneas y latifoliadas en papa, caña de azúcar, soya y tomate.
<u>Método aplicación:</u>	Pre o posemergencia temprana.
<u>Dosis:</u>	0,3-1 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	De mayor movilidad que las triazinas simétricas. Su persistencia puede ser de 1-2 meses.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1206 mg/kg.

## I.1.C. URACILOS

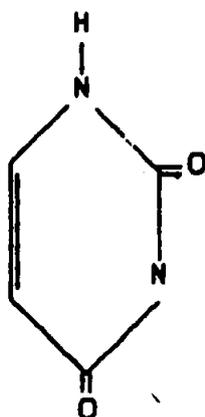


Figura 1-URC: Molécula base de los uracilos.

Son productos que se emplean más como herbicidas totales, al resultar más activos y menos selectivos que ureas y triazinas.

## MECANISMO DE ACCION

El modo de acción de este grupo de herbicidas es similar al de ureas sustituidas, resultan absorbidos por las raíces y se transportan por el apoplasto hacia las hojas, si se aplican al suelo. Si se usan en aplicaciones foliares su acción es de contacto.

Estos productos causan clorosis y necrosis, además el bromacil ha demostrado poder detener el crecimiento de las raíces.

## PRINCIPALES HERBICIDAS.

## BROMACIL

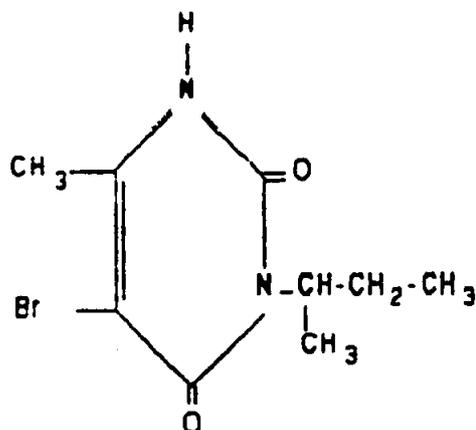


Figura 2-URC: Molécula del bromacil.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,08 g/100 ml.
<u>Uso herbicida:</u>	Control de latifoliadas anuales y perennes en piña y cítricos.
<u>Método aplicación:</u>	Preemergencia.
<u>Dosis:</u>	1-3 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Persistencia 5-6 meses.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	5200 mg/kg

I.1.D. BIPIRIDILOS

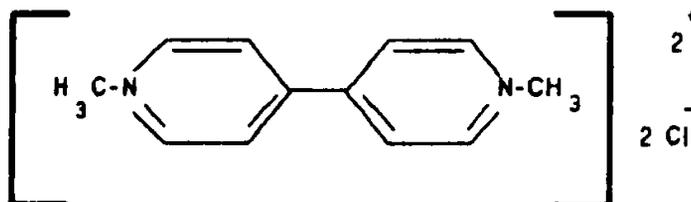


Figura 1-BIP: Molécula del paraquat.

MECANISMO DE ACCION

Herbicidas de contacto aplicados al follaje, debido a que son retenidos con fuerza por los coloides del suelo, se pueden usar selectivamente.

Causan una rápida desecación del follaje, seguida de necrosis. A nivel celular ocurre una pérdida de la integridad de las membranas celulares y del cloroplasto. Puede ocurrir algo de transporte vía apoplasto no obstante el daño es tan rápido que prevee el transporte. En caso de disponibilidad para el sistema radical, podrían moverse algo por el apoplasto, no obstante se absorben a constituyentes celulares del parénquima cortical.

## OXIFLUORFEN

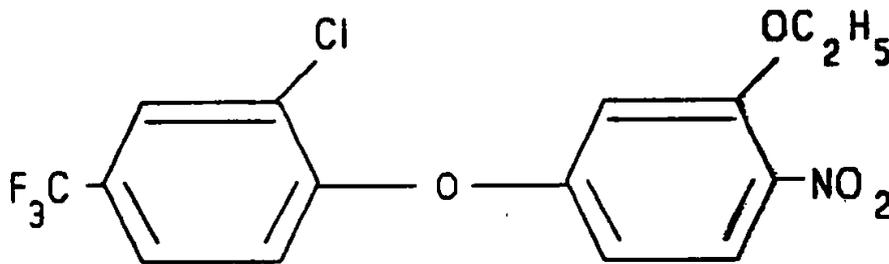


Figura 4-DIF: Molécula del oxifluorfen.

<u>Fotodescomposición:</u>	Susceptible.
<u>Volatilidad:</u>	Susceptible.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,1 ppm
<u>Uso herbicida:</u>	Selectivo en variedad de cultivos hortícolas (cebolla, repollo) y frutales (cítricos), también en arroz. Combate gramíneas y latifoliadas.
<u>Método de aplicación:</u>	Preseembra, preemergencia y posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,14-2,24 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Con una vida media de 30-40 días. Poco lixiviado.
<u>Toxicidad aguda oral</u>	>5000 mg/kg.

## VII. HERBICIDAS QUE AFECTAN LA FORMACION DE ATP Y LA RESPIRACION.

Los grupos de herbicidas que exhiben este mecanismo de acción interfieren la producción de energía por parte de la planta.

La respiración se puede dividir en tres procesos:

- 1° En el cual los azúcares ( $C_6$ ) son llevados a un ácido de tres carbonos, el ácido pirúvico; el proceso es denominado glicólisis y ocurre en el citoplasma de la célula.
- 2° El ácido pirúvico es subsecuentemente llevado hasta  $CO_2$ , en una serie de pasos que involucran a varios ácidos orgánicos. El oxígeno es requerido en esta fase, la cual sucede en la mitocondria, y recibe el nombre de Ciclo de Krebs.
- 3° Electrones son removidos de los ácidos orgánicos y después de una serie de pasos de REDOX, en que los  $e^-$  se transfieren de un compuesto con bajo potencial de reducción a otro con mayor, el hidrógeno se combina con el oxígeno formando agua. En esta fase la energía que se libera en la respiración es almacenada como ATP, en lo que se denomina Fosforilación oxidativa.

### VII.1. HERBICIDAS QUE INTERFIEREN LA FOSFORILACION OXIDATIVA.

#### VII.1.A. FENOLES

Son herbicidas de contacto que eliminan las plantas de dos formas:

- a) Si la dosis es alta, ocurre destrucción de la membrana celular de los tejidos tratados.
- b) Interfiriendo con la formación de ATP, en la fosforilación oxidativa.

No existe evidencia de que sean metabolizados en las plantas; no ocurre transporte vía simplasto o apoplasto, al ser destruidos los tejidos que son responsables de ese transporte.

#### MECANISMO DE LA ACCION.

Los herbicidas que interfieren con la respiración pueden ser clasificados como agentes desacopladores, inhibidores de la transferencia de energía de electrones.

Los agentes desacopladores permiten el transporte de  $e^-$  pero paralizan la síntesis de ATP, posiblemente al interferir en el gradiente de pH, que debe existir en la membrana, al poder transportar protones esos herbicidas.

Los inhibidores de la transferencia de energía impiden la transferencia de esta a compuestos a compuestos intermedios en la formación de ATP.

---

~~Los inhibidores del transporte de  $e^-$  fueron discutidos antes, cuando se discutieron los inhibidores de la fotosíntesis.~~

Al existir una serie de relaciones, como por ejemplo que los desacopladores en ciertas dosis pueden impedir el transporte de  $e^-$  se ha dado el denominarlos como inhibidores desacopladores.

No se especifican herbicidas de los fenoles debido a que en Costa Rica no se encuentran productos de este tipo registrados.

VII.1.B. NITRILOS

Son fuertes inhibidores de la fosforilación oxidativa. Por lo general se emplean para eliminar malezas resistentes a los fenoxiderivados. Son herbicidas de contacto.

Pueden ser metabolizados en las plantas produciendo ácido benzoico.

## PRINCIPAL HERBICIDA.

## IOXINIL

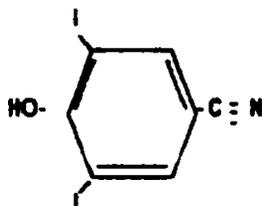


Figura 1-NIT: Molécula del ioxinil, que muestra la base de los nitrilos.

Fotodescomposición: No se encontró información.  
Volatilización: No se encontró información.  
Solubilidad en agua: 130 ppm.  
Uso herbicida: Malezas de hoja ancha en cereales.  
Método aplicación: Posemergente.  
Dosis: 0,56-1,12 kg/ha.  
Comportamiento suelo: Virtualmente no existe efecto preemergente.  
Toxicidad aguda oral: 110-130 mg/kg.  
Nota: Normalmente en mezcla con 2,4-D.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1- ASHTON, F.M. and CRAFTS, A.S.. 1973. Mode of action of herbicides. Jhon Wiley & Sons. 504 p.
- 2- AUDUS, L.J. (ed.). 1976. Herbicides Physiology, Biochemistry, Ecology. 2<sup>a</sup> Edic. Vol 1 y 2.
- 3- CHEMICAL AND PHARMACEUTICAL PRESS and JHON WILEY AND SONS. 1987. Crop protection chemicals reference. Chemicals and Pharmaceutical Press and Jhon Wiley and Sons. 2022 p.
- 4- FEDTKE, C.. 1982. Biochemistry and Physiology of HERBICIDE ACTION. Springer-Verlag. 202 p.
- 5- SOTO, A. 1988. Los Herbicidas, propiedades físicas y químicas y modo de acción. UCR, Fac. de Agronomía, Escuela de Fito-tecnia. (MIMEO). 58 p.
- 6- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1983. Herbicide Handbook. 5<sup>ta</sup> Edic.. Weed Science Society of America. 515 p.
- 7- WORTHING, CH. R. (ed.). 1979. The Pesticide Manual, a World Compedium. 6<sup>ta</sup> Edit. British Crop Protection Council. 655 p.



### I.1.F. HERBICIDAS INHIBIDORES DE FOTOSINTESIS MISCELANEOS.

Se consideran los productos que inhiben fotosíntesis pero que no aplican a ninguno de los grupos químicos estudiados antes.

#### PRINCIPALES HERBICIDAS.

##### BENTAZON

Herbicida de contacto.

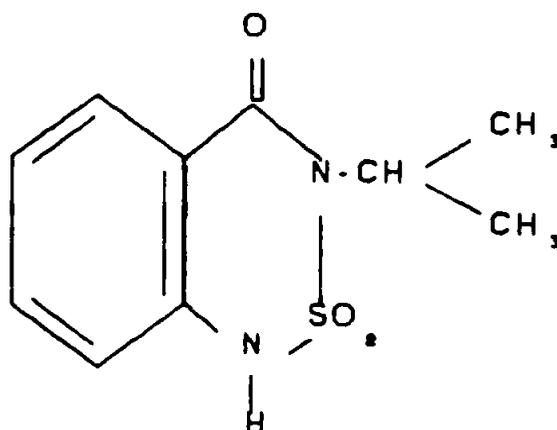


Figura 1-MIS: Molécula del bentazon.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilización:</u>	No ocurre.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,05 g/100g.
<u>Uso herbicida:</u>	Malezas cyperáceas y de hoja ancha en cereales y ciertas leguminosas.
<u>Método aplicación:</u>	Posemergente.
<u>Dosis:</u>	1-2 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	Es aplicado al follaje, sin embargo es rápidamente degradado por los microorganismos del suelo, no encontrándose residuos detectables 6 semanas después de su aplicación.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1100 mg/kg.

## OXADIAZON

Herbicida de contacto.

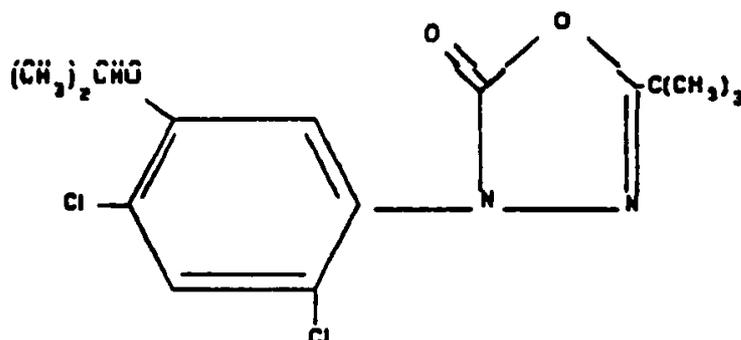


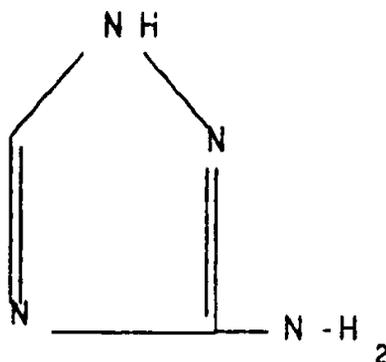
Figura 2-MIS: Molécula del oxadiazon.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontraron datos.
<u>Volatilización:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,0007 g/l.
<u>Uso herbicida:</u>	Malezas gramíneas y ciertas de hoja ancha en arroz.
<u>Método aplicación:</u>	Preemergente o Postemergente en mezcla con propanil en este caso.
<u>Dosis:</u>	1-4 kg/ha.
<u>Comportamiento suelo:</u>	No se encontraron datos.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	>8000 mg/kg.

**I.2. HERBICIDAS QUE INTERFIEREN LA FORMACION DE CLOROFILA****I.2.A. AMINOTRIAZOLES****MECANISMO DE ACCION**

El herbicida que influye sobre la formación de clorofila es el amitrol o aminotriazol. El sintoma característico es el albinismo del follaje que se desarrolla después de la aplicación del herbicida. Se transporta tanto por el apoplasto como por el simplasto, aparentemente la forma móvil no es el amitrol per se, sino una forma conjugada con glucosa.

Aparentemente ocurre una inhibición en la síntesis de cloroplasto, al bloquear la formación de ADN-cloroplastos.

**PRINCIPAL HERBICIDA****AMINOTRIAZOL**

**Figura 1-AMI:** Molécula del aminotriazol.

<u>Fotodescomposición:</u>	Poca.
<u>Volatilización:</u>	Poca.
<u>Solubilidad en agua:</u>	28 g/100g.
<u>Uso herbicida:</u>	Malezas de hoja ancha y zacates en áreas no agrícolas.
<u>Método aplicación:</u>	Posemergente.
<u>Dosis:</u>	2-12 kg/ha.

\*\*\*MODO DE ACCION Y GRUPOS QUIMICOS\*\*\*

Página: Aminotriazoles-2

Comportamiento suelo: Persistencia de aproximadamente 2-4 semanas.  
Toxicidad aguda oral: 24600 mg/kg.

\*\*\*INHIBIDORES DE LA FOTOSINTESIS\*\*\*

## MECANISMO DE ACCION

### Muerte por desgaste:

Al resultar la fotosíntesis inhibida, se creyó que ocurriría la muerte por desgaste de reservas al limitarse la síntesis de carbohidratos por fijación de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, hoy en día se considera que los mecanismos que provocan los síntomas son más complejos.

### Radicales libres:

Al ser necesaria la luz para que aparezcan los síntomas que provocan las ureas, las triazinas, el amitrol y otros inhibidores de la fotosíntesis, se especuló que "radicales libres" que se formaban por la interacción herbicida luz eran responsables por la fitotóxicidad. Hoy en día, existe poca evidencia que esto suceda, salvo en el caso de bupiridilos.

### Interferencia con la síntesis de carotenos:

Se ha demostrado que el fluometurón y el amitrol inhiben la síntesis de carotenos.

Los carotenos actuarían como protectores contra la fotooxidación, lo que tomaría lugar cuando la clorofila excitada se combina con el oxígeno molecular.

### Interferencia con la disponibilidad de energía (ATP):

El ADP solo es fosforilado para ATP en la glicólisis, en la fosforilación oxidativa y en la fotofosforilación. Muchas reacciones de biosíntesis, el mantenimiento de las membranas y una gran cantidad de procesos que suceden en las plantas dependen de la energía que suple el ATP.

Se puede asumir, en parte, que varios de los eventos que toman lugar en plantas tratadas con herbicidas que interfieren con la actividad fotoquímica de los cloroplastos se deben a una reducción en la disponibilidad del ATP.

**OTROS EFECTOS PROVOCADOS POR LOS  
INHIBIDORES DE FOTOSINTESIS  
(HORMOLIGOSIS).**

El término hormoligosis se utiliza para explicar el estímulo en el crecimiento de plantas tratadas con dosis subletales de los inhibidores de la reacción de Hill.

El estímulo se atribuye a una rápida síntesis proteica, relacionada con una mayor y más rápida absorción de N-nitrato y de otros nutrimentos como fósforo, calcio, manganeso, potasio y magnesio.

Otros herbicidas, como el 2,4-D pueden provocar este fenómeno.

**IV. HERBICIDAS QUE INTERFIEREN CON LA  
BROTACION, GERMINACION Y EL CRECIMIENTO DE  
RAICES COLEOPTILO.**

Diversos productos exhiben este mecanismo de acción. Carbamatos, tiocarbamatos, ditiocarbamatos, dinitroanilidas y acetanilidas, son grupos de herbicidas involucrados en este mecanismo de la acción.

**IV.1. CARBAMATOS**

NOMBRE DEL GRUPO	GRUPO
	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{H} - \text{N} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$
CARBAMATOS	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{R}_1 - \text{N} - \text{C} - \text{O} - \text{R}_2 \end{array}$
TIOCARBAMATOS	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}_1 \diagup \text{N} - \text{C} - \text{S} - \text{R}_3 \\ \text{R}_2 \diagdown \end{array}$
DITIOCARBAMATOS	$\begin{array}{c} \text{S} \\    \\ \text{R}_1 \diagup \text{N} - \text{C} - \text{S} - \text{R}_3 \\ \text{R}_2 \diagdown \end{array}$

Figura 1-CAR: Molécula de los carbamatos, tiocarbamatos y ditiocarbamatos.

Los herbicidas carbamatos se derivan del ácido carbámico, el cual no es estable y se descompone rápidamente en NH<sub>3</sub> y CO<sub>2</sub>. Los hidrógenos del ácido (Figura ) se pueden sustituir generándose los herbicidas. También se puede sustituir un átomo de oxígeno por un azufre, produciéndose los herbicidas tiocarbamatos, o bien los dos oxígenos por igual cantidad de azufres, generándose los herbicidas ditiocarbamatos.

Cada grupo será tratado independientemente, en virtud de diferencias en el modo de acción.

IV.1.A CARBAMATOS

## MECANISMO DE ACCION

Los carbamatos, tiocarbamatos y ditiocarbamatos funcionan como venenos mitotóticos, afectando principalmente el sistema radical. Se ha encontrado que las células de las raíces aumentan de tamaño y ocurre un incremento en el número de núcleos durante la metafase. Los tio y ditiocarbamatos tienen su sitio de acción en el coleóptilo.

## PRINCIPAL HERBICIDA

## ASULAM

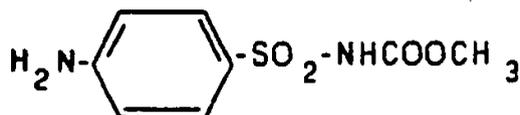


Figura 2-CAR: Molécula del asulam.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontró información.
<u>Volatilidad:</u>	No se encontró información.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,5 g/100 ml
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales y perennes en caña de azúcar y potreros. Combate de helecho macho ( <u>Pteridium aquilinum</u> ) en potreros.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	1-7 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo:</u>	Vida media de 6-14 días.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	>8000 mg/kg

IV.1.B. TIOCARBAMATOS  
 PRINCIPALES HERBICIDAS  
 EPTC

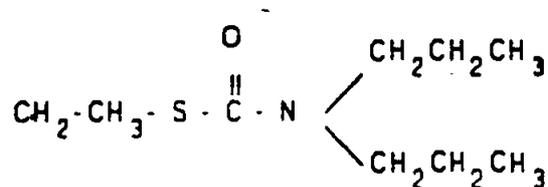


Figura 3-CAR: Molécula del EPTC.

<u>Fotodescomposición:</u>	Muy sensible.
<u>Volatilidad:</u>	Muy sensible.
<u>Solubilidad en agua:</u>	370 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de ciertas gramíneas y latifoliadas y Cyperáceas en algodón, frijol y otros cultivos. Se utiliza en maíz mezclado con el antidoto R-25788 (ERRADICANE).
<u>Método de aplicación:</u>	Presiembra incorporado.
<u>Dosis:</u>	2-6 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo:</u>	Vida media de 1 semana.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1652 mg/kg

## TIOBENCARBO

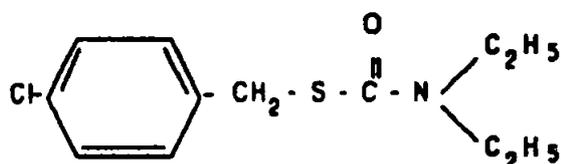


Figura 4-CAR: Molécula del tiobencarbo.

<u>Fotodescomposición:</u>	Puede ser significativa en lámina de agua.
<u>Volatilidad:</u>	Puede ser significativa en lámina de agua.
<u>Solubilidad en agua:</u>	30 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de <u>Echinochloa</u> sp. y <u>Leptochloa</u> sp. en arroz.
<u>Método de aplicación:</u>	Preemergencia y poseemergencia temprana, en mezcla con propanil.
<u>Dosis:</u>	2-4 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo:</u>	Vida media de 2-3 semanas, en condiciones aeróbicas, y de 6-8 meses, en condiciones anaeróbicas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	920-1203 mg/kg.
<u>Nota:</u>	También resulta en inhibición de la fotosíntesis.

\*\*\*MODO DE ACCION Y GRUPOS QUINTOS\*\*\*

Página: CARB-5

IV.1.C. DITIOCARBAMATOS

Al momento no existen herbicidas comerciales de este grupo en Costa Rica.

\*\*\*IN-IBICION BROTACION Y CRECIMIENTO RAICES Y COLEOPTILO\*\*\*

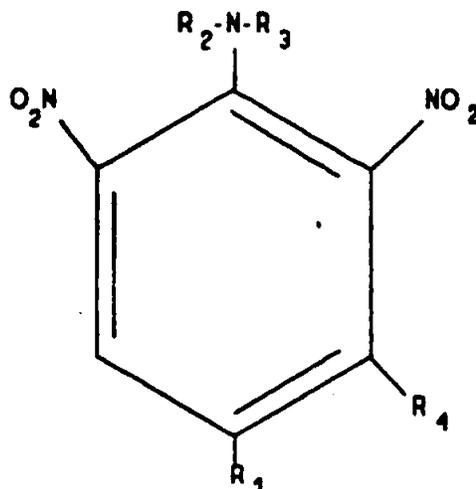
IV.2. DINITROANILIDAS

Figura 1-DIN: Molécula base de las dinitroanilidas.

## MECANISMO DE ACCION

Son antigramíneas preemergentes potentes que incluso combaten *Rottboellia exaltata*, pero de menor eficacia contra latifoliadas. Son adsorbidos por la raíz y el tallo, rápidamente; sin embargo, no ocurre transporte.

Por lo general la actividad foliar carece de importancia y no son eficaces después del estado de plántula. Propiedad que es aprovechada para el combate de gramíneas en especies susceptibles, como por ejemplo el uso en arroz de secano, en mezcla con propanil, o en sorgo (3-4 hojas), en mezcla con atrazina.

Inhiben el crecimiento de las plantas al afectar el crecimiento de las raíces, especialmente las laterales o raíces secundarias, acompañado de un aumento en diámetro o hinchazón de la región meristemática de la raíz. Estos fenómenos se han asociado a una detención de la división celular del tejido meristemático.

La mayoría de estos herbicidas resulta susceptible a la fotodescomposición y son volátiles, por lo que generalmente requieren de incorporación. Además resultan fuertemente adsorbidos a los coloides del suelo, lo cual junto con su baja solubilidad en agua, los convierte en herbicidas relativamente persistentes.

PRINCIPALES HERBICIDAS  
PENDIMETALINA

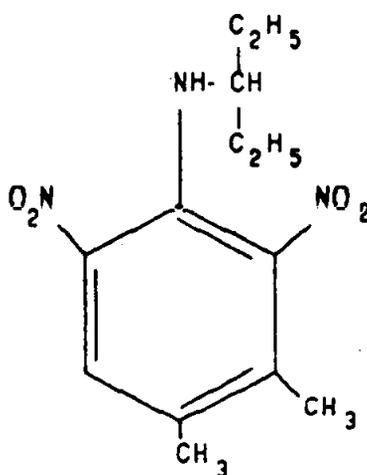


Figura 2-DIN: Molécula de la pendimetalina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Relativamente poco susceptible.
<u>Volatilidad:</u>	Relativamente poco susceptible.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,5 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales en arroz de secano, sorgo, leguminosas, tomate de transplante, maíz y algodón.
<u>Método de aplicación:</u>	Presemebra incorporado y preemergencia en cultivos dicotiledóneos. Posemergencia temprana en cereales; en maíz también en preemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,75-1,5 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo</u>	Persistencia de 1-3 meses.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1620 mg/kg

## TRIFLURALINA

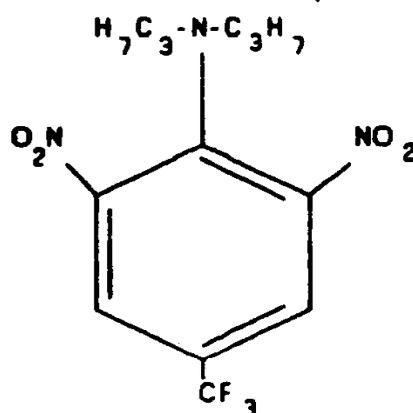


Figura 3-DIN: Molécula de la trifluralina.

<u>Fotodescomposición:</u>	Susceptible.
<u>Volatilidad:</u>	Ligeramente.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,3 ppmp
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales en algodón y leguminosas.
<u>Método de aplicación:</u>	Presemebra incorporado, no permitiendo más de 24 horas después de la aplicación.
<u>Dosis:</u>	0,5-1,0 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo:</u>	Bastante persistente; sin embargo, no existen, generalmente, problemas con residuos en cultivos susceptibles sembrados un año después de la aplicación.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	< 2 ml/kg.

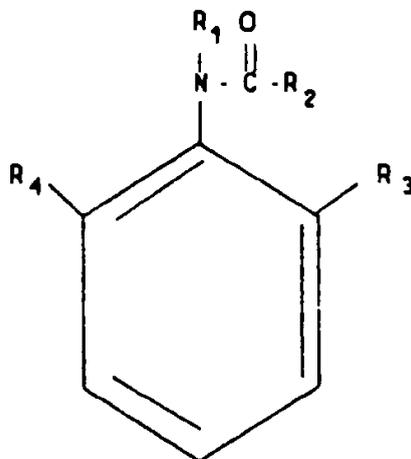
IV.3. ACETANILIDAS

Figura 1-ACE: Molécula de las acetanilidas.

## MECANISMO DE LA ACCION

Son inhibidores generales del crecimiento, en especial de la elongación de las raíces.

## PRINCIPALES HERBICIDAS

## ALACLOR

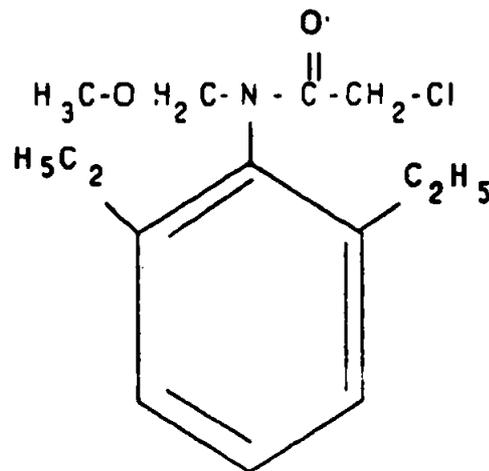
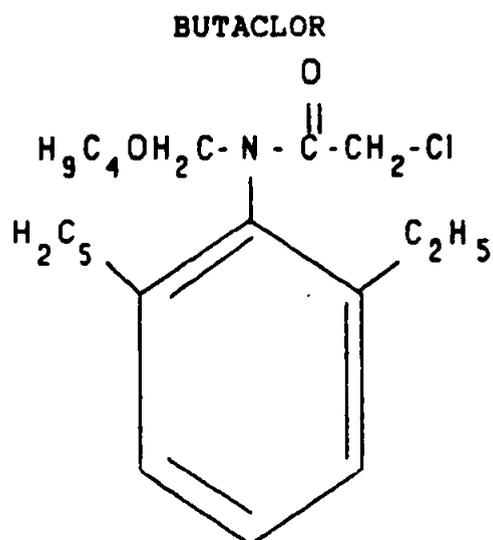


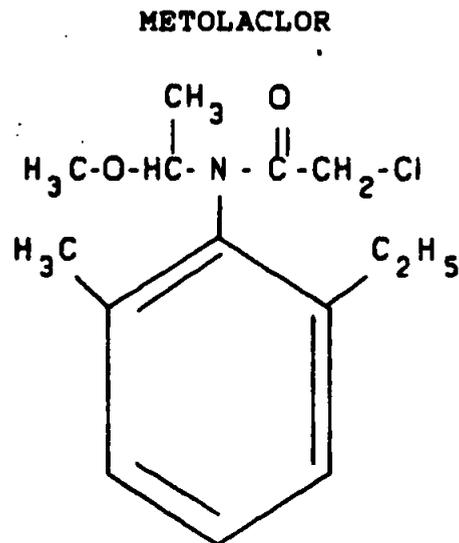
Figura 2-ACE: Molécula del alaclor.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilidad:</u>	Baja.
<u>Solubilidad en agua:</u>	242 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales, ciertas latifoliadas y cyperáceas, estas últimas en presiembra incorporado. Se usa en algodón, leguminosas, café, maíz y sorgo (tratado con el antídoto respectivo).
<u>Método de aplicación:</u>	Presiembra incorporado, preemergencia y posemergencia temprana.
<u>Dosis:</u>	1-4 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo</u>	Persistencia de 6-10 semanas. Se debe evitar su uso en frijol en suelos arenosos, debido a que se puede perder la selectividad al lixiviar.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	930 mg/k.



**Figura 3-ACE:** Molécula del butaclor.

<u>Método de aplicación:</u>	Preemergente
<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilidad:</u>	Baja.
<u>Solubilidad en agua:</u>	23 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales, ciertas latifoliadas.
<u>Dosis:</u>	1-4,5 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo</u>	Persistencia de 6-10 semanas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	2000 mg/kg



**Figura 4-ACE:** Molécula del metolachlor.

<u>Fotodescomposición:</u>	Poco susceptible.
<u>Volatilidad:</u>	Bajo ciertas condiciones es susceptible.
<u>Solubilidad en agua:</u>	530 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales, ciertas latifoliadas y cyperáceas, estas últimas en presiembra incorporado, en maíz, soya, maní y sorgo, este tratado con el antidoto concep ( <u>cyometrinil</u> ).
<u>Método de aplicación:</u>	Preemergencia y presiembra incorporado.
<u>Dosis:</u>	2-3 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo:</u>	Vida media 15-50 días.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	2534 mg/kg

PROPANIL

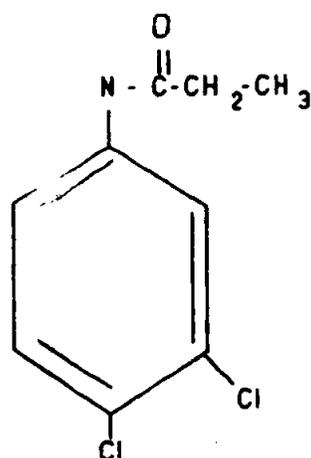
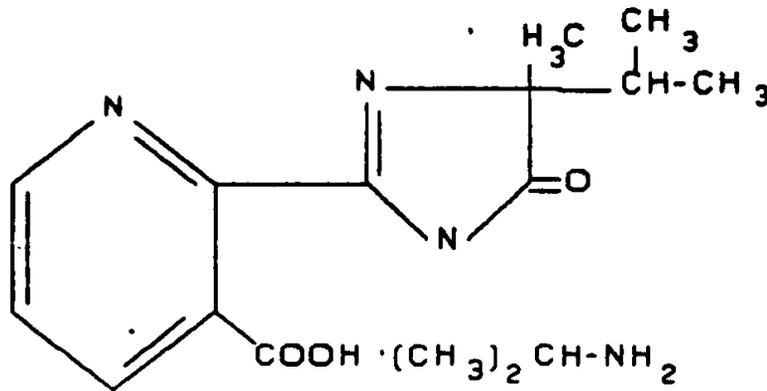


Figura 5-ACE: Molécula del propanil.

<u>Fotodescomposición:</u>	Información inconsistente.
<u>Volatilidad:</u>	No se encontró información.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,05%
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales (2-3 hojas) ciertas latifoliadas (1-2 hojas) en arroz.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia temprana.
<u>Dosis:</u>	1,5-4,5 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo:</u>	De persistencia prácticamente nula.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	1384 mg/kg

IV.4. IMIDAZOLINONAS

**Figura 1-IMI:** Molécula del Imazapir, ilustrando la molécula base de las imidazolinonas.

**MODO DE ACCION**

Herbicidas de absorción foliar y radical y son rápidamente transportados por la planta, tanto vía xilema como floema, con acúmulo en las regiones meristemáticas. Las plantas tratadas sufren de detención del crecimiento, poco tiempo después de la aplicación.

Las hojas jóvenes se ponen cloróticas y después necróticas, extendiéndose esos síntomas al resto de la planta.

En las plantas perennes son transportados hasta los órganos subterráneos de almacenamiento, eliminándolos.

La muerte completa de la planta toma lugar algunas semanas después.

**MECANISMO DE ACCION**

## PRINCIPAL HERBICIDA

## IMAZAPIR

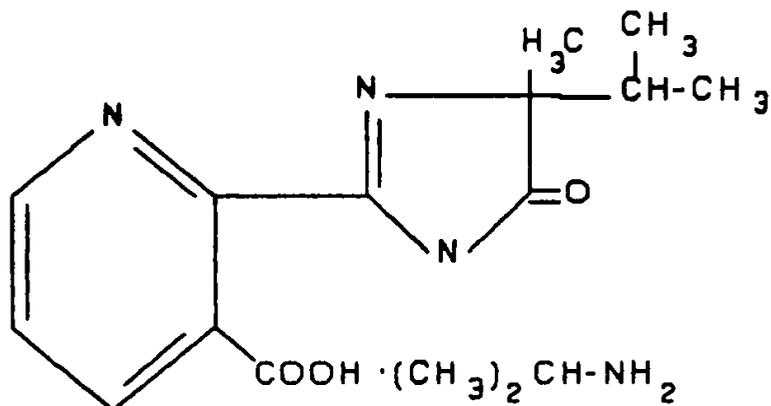


Figura 2-IMI: Molécula del Imazapir, ilustrando la molécula base de las imidazolinonas.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontró información.
<u>Volatilidad:</u>	No se encontró información.
<u>Solubilidad en agua:</u>	Muy soluble.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate total de malezas en áreas no agrícolas.
<u>Método de aplicación:</u>	Pre o Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	1,5-3 kg/ha
<u>Comportamiento en suelo</u>	No se encontró información consistente. Se estima en 4-6 meses su persistencia.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	> 5.000 mg/kg

### III. HERBICIDAS QUE INTERFIEREN CON LA SINTESIS DE ACIDOS NUCLEICOS .

Los herbicidas que interfieren con la síntesis de ácidos nucleicos son los denominados hormonales o mejor reguladores del crecimiento. Estos son los fenoxiderivados y los derivados del ácido benzoico y picolínico.

Por lo general tienen como característica el tener un grupo carboxi, sea un grupo cargado negativamente. Dicho grupo debe de estar a 5,5 A° de la carga positiva que emerge del anillo.

#### MECANISMO DE LA ACCION.

Se ha indicado que estos herbicidas podrían controlar la síntesis proteica en diferentes etapas, afectando la regulación del ADN durante la formación del ARN, efecto que puede ser alcanzado por la desreprección de un gene o activación de una ARN polimerasa. También pueden afectar la traslación del mensaje del ARN a las proteínas.

La primera posibilidad es la que apoya con mayor fuerza la evidencia. Sucedería, entonces, un cambio en la expresión del genoma, produciéndose la síntesis de un nuevo tipo de ARN.

### III.1.A. HERBICIDAS FENOXI DERIVADOS

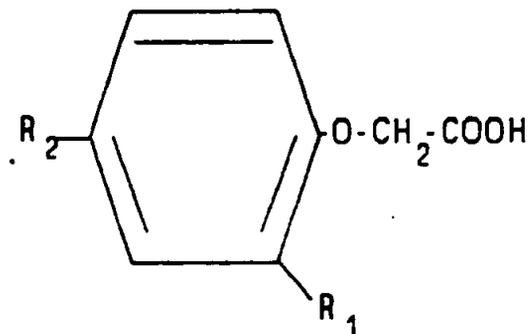


Figura 1-RC: Molécula base de los fenoxide-  
rivados.

#### MECANISMO DE ACCION

Tienen como características generales una mayor fitotoxicidad hacia dicotiledóneas y cyperáceas que hacia gramíneas; actúan como reguladores del crecimiento; el transporte ocurre vía simplasto, con los asimilados, de fuente de producción a órganos en consumo o almacenamiento; generalmente exhiben un corto efecto residual.

## PRINCIPALES HERBICIDAS

## 2,4-D

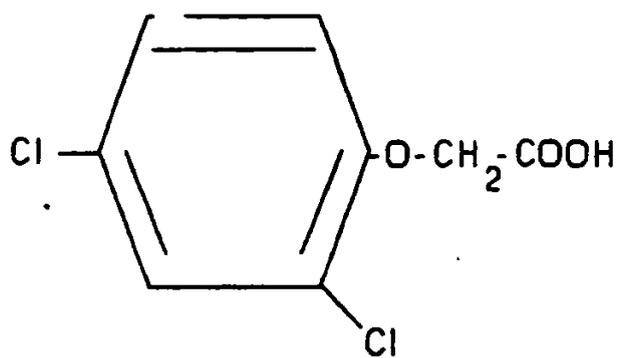


Figura 2-RC: Molécula del 2,4-D.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilidad:</u>	Baja en las formulaciones sal, alta en las formulaciones éster.
<u>Solubilidad en agua:</u>	La formulación sal es muy soluble, la éster no.
<u>Uso herbicida:</u>	Manejo de malezas latifoliadas y cyperáceas, anuales y perennes en cereales y pastos. También en especies dicotiledóneas, mediante aplicaciones dirigidas.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,5-1,0 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Tiene una vida media de 1-4 semanas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	300-1000 mg/kg.

MCPA .

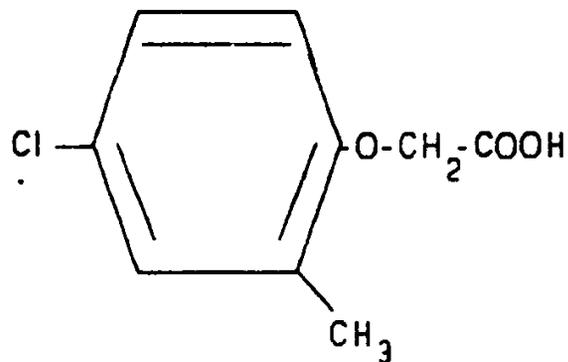


Figura 3-RC: Molécula del MCPA.

<u>Fotodescomposición:</u>	Estable.
<u>Volatilidad:</u>	Baja en formulaciones sal, alta en las éster.
<u>Solubilidad en agua:</u>	Insoluble.
<u>Uso herbicida:</u>	Similar al del 2,4-D.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,5 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	En suelo seco 6 meses de persistencia, en suelo húmedo 1 mes.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	800 mg/kg.

## FENOTIOL

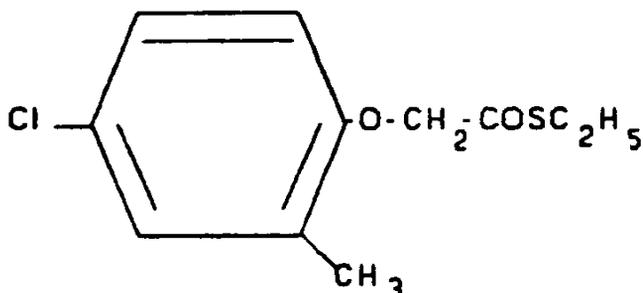


Figura 4-RC: Molécula del fenotiol.

<u>Fotodescomposición:</u>	Información no disponible.
<u>Volatilidad:</u>	Baja en relación con otros fenoxi.
<u>Solubilidad en agua:</u>	Baja.
<u>Uso herbicida:</u>	Manejo de latifoliadas y Cyperáceas en arroz.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia tardía.
<u>Dosis:</u>	0,5 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Vida media de 48 horas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	811 mg/kg.
<u>Nota:</u>	En las plantas es metabolizado rápidamente a MCPA.

III.1.B. OTROS REGULADORES DE CRECIMIENTO.

## DICAMBA

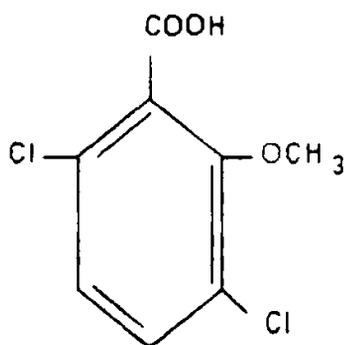


Figura 1-ORC: Molécula del dicamba.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilidad:</u>	Baja.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,45 g/100 ml.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de malezas latifoliadas y cyperáceas en pastos y ciertos cereales.
<u>Método de aplicación:</u>	Pre y posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,28-0,56 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	En condiciones de adecuada humedad tiene una vida media de 14 días. En condiciones secas la residualidad se prolonga.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	2900 mg/kg.

## PICLORAM

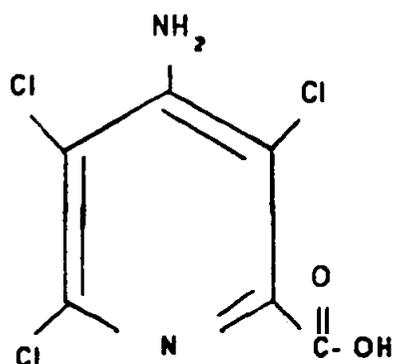


Figura 2-ORC: Molécula del picloram.

<u>Fotodescomposición:</u>	Sensible.
<u>Volatilidad:</u>	No disponible.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,043 g/100 ml.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de latifoliadas y cyperáceas, anuales y perennes, en potreros y ciertos cereales.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,14-3,4 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Presenta una vida media de 46 días.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	8200 mg/kg.

## TRICLOPYR

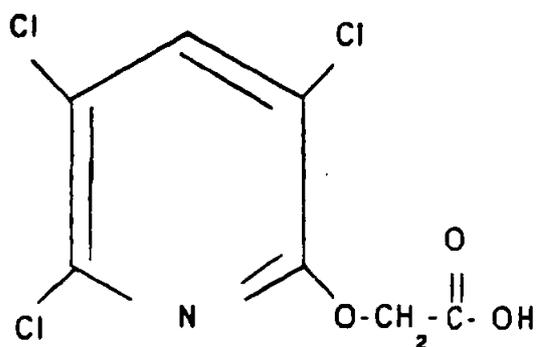


Figura 3-ORC: Molécula del triclopyr.

<u>Fotodescomposición:</u>	Sensible.
<u>Volatilidad:</u>	$1,26 \cdot 10^{-4}$ mm Hg a 25 °C.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,043 g/100 ml.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de latifoliadas y Cyperáceas en ciertos cereales y potreros.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,28-1,0 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Presenta una vida media de 46 días.
<u>Toxicidad acuada oral:</u>	713 mg/kg.

### V. HERBICIDAS QUE AFECTAN LAS SINTESIS DE PROTEINAS, AMINOACIDOS Y LIPIDOS.

Los productos que interfieren con la síntesis de proteínas y aminoácidos son los ácidos alifáticos y los derivados de la glicina. Específicamente, los primeros interfieren con la síntesis de proteínas, mientras que el segundo lo hace con los aminoácidos.

#### MECANISMO ACCION

Los productos que interfieren con las proteínas, los ácidos alifáticos, lo hacen al provocar cambios en la conformación de las mismas o al inducir su precipitación.

Mientras que los derivados de la glicina interfieren con la síntesis de aminoácidos; en el caso del glifosato se interfiere la biosíntesis de fenil-alanina, al bloquear la acción de una enzima durante su biosíntesis. Esta acción desencadena una disturbación total del metabolismo.

#### V.1. ACIDOS ALIFATICOS

Son herbicidas antigramíneas.

#### PRINCIPALES HERBICIDAS

##### DALAPON

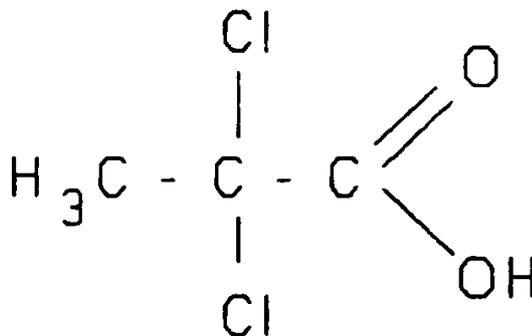


Figura 1-ALI: Molécula del dalapon.

Fotodescomposición:

No se encontraron datos disponibles.

Volatilidad:

No se encontraron datos disponibles.

<u>Solubilidad en agua:</u>	Muy soluble.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales y perennes en caña de azúcar (dirigido), arroz (presembrado, 20 días antes), café, cítricos y otros frutales.
<u>Método de aplicación:</u>	Poseemergencia total o dirigida.
<u>Dosis:</u>	1-8 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Herbicida muy móvil en el suelo. De relativa baja persistencia, 20-25 días.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	9330 mg/kg.
<u>Nota:</u>	El producto disuelto en agua está sujeto a sufrir hidrólisis, dependiendo de la temperatura.

## TCA

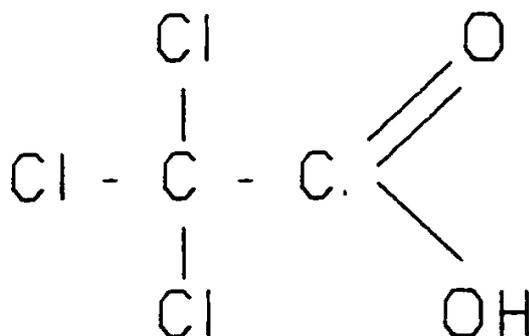


Figura 2-ALI: Molécula del TCA.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontraron datos disponibles.
<u>Volatilidad:</u>	No se encontraron datos disponibles.
<u>Solubilidad en agua:</u>	83,2 g/100 ml.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales y perennes en áreas no agrícolas, caña de azúcar (dirigido) y otros cultivos.
<u>Método de aplicación:</u>	Presiembra, preemergencia y posemergen- cia.
<u>Dosis:</u>	1-27 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Persistencia de 10 semanas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	3640 mg/kg.

V.2. DERIVADOS DE LA GLICINA

Herbicidas totales de amplio espectro, de preferencia para el combate de malezas perennes de propagación vegetativa.

## HERBICIDA PRINCIPAL

## GLIFOSATO

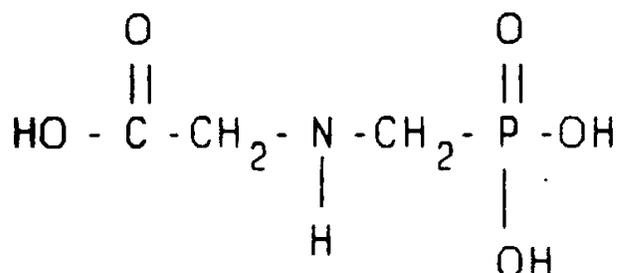


Figura 1-GLI: Molécula del glifosato.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilidad:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	1,2%.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de especies anuales y perennes. De amplio espectro y NO SELECTIVO. En aplicaciones de presiembra o preemergencia de los cultivos en mínima labranza, en arroz, maíz y otros.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergente a la maleza.
<u>Dosis:</u>	1-3 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Relativamente no persistente, ofreciendo poca o nula actividad preemergente.
<u>Toxicidad aguda oral</u>	5600 mg/kg.

## VI CARBOXI-DIFENOXI

Fueron denominados herbicidas antiauxina, posiblemente por la interferencia que exhiben con la hormona vegetal del crecimiento, AIA. Esta propiedad causa un efecto antagónico con los herbicidas hormonales (2,4-D y otros fenoxiderivados, picloram, tryclopir, dicamba y otros.). Actualmente se ha postulado que la interferencia ocurre por interferirse el transporte de los carboxi-difenoxi en la planta.

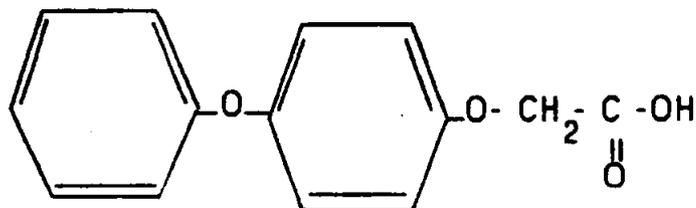


Figura 1-CAR: Molécula base de los carboxi-difenoxi.

## MECANISMO DE ACCION

Para ser funcionales requieren deben poseer un grupo carboxi libre, por lo cual a pesar de ser aplicados como ester, deben ser transformados a la forma ácida, por medio de una hidrólisis (Fig 47).

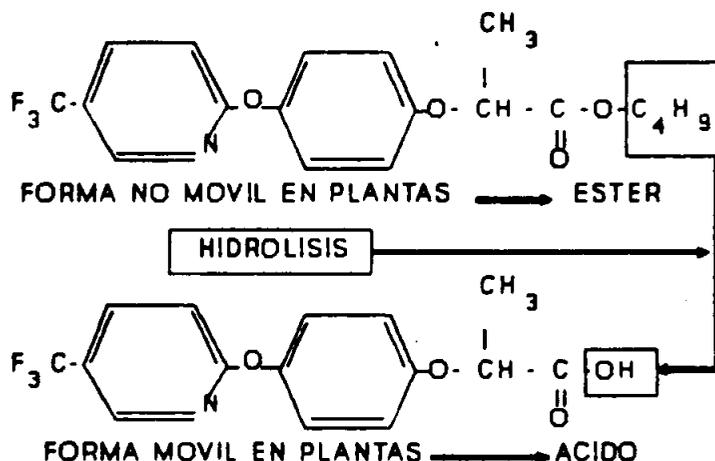


Figura 2-CAR:Hidrólisis del fluazifop-butil en plantas superiores.

Los tejidos jóvenes en expansión y los meristemas resultan ser los más sensibles. Se afecta esencialmente el sistema interno de membranas, de manera tal que las enzimas oxidativas e hidrolíticas del compartimento lisosomal, sea la vacuóla, son liberadas y actúan sobre los constituyentes citoplasmáticos. En virtud de lo anterior ocurre una completa destrucción de la célula.

Uno de los procesos primeramente afectados es la síntesis de lípidos, al interferir con la acción de una enzima.

Inicialmente se creyó que el sitio de acción estaba localizado en un compartimento lipofílico, muy cerca de la membrana citoplasmática; y que en ese sitio podrían existir varias localidades de ligamen del herbicida para interferir la acción del AIA, que es el que debería ocuparlas. En la actualidad se ha comprobado que existe un bloqueo de la carboxilasa Acetil Coenzima A, localizada en los cloroplastos, que se encarga de catalizar el primer paso en la biosíntesis de los ácidos grasos; de esta manera la síntesis de lípidos resulta inhibida.

PRINCIPALES HERBICIDAS  
FLUAZIFOP-BUTIL

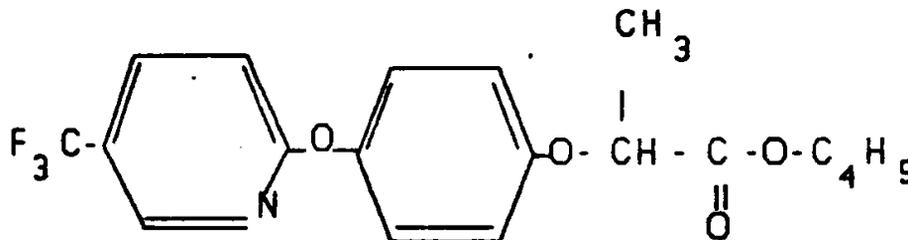


Figura 3-CAR: Molécula del fluazifop-butil.

<u>Fotodescomposición:</u>	Despreciable.
<u>Volatilidad:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	2 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales y perennes en la mayoría de las dicotiledóneas.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,09-0,5 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Puede persistir de 1,5-2 meses.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	3328 mg/kg.

## FENOXAPROP-ETIL

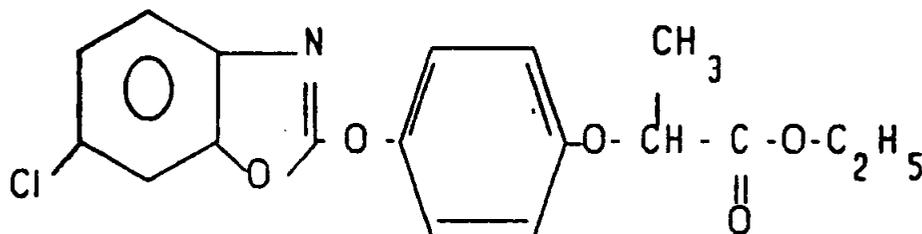


Figura 4-CAR: Molécula del fenoxaprop-etil.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontró información.
<u>Volatilidad:</u>	Poco volátil.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,9 mg/l.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales y perennes en la mayoría de las dicotiledóneas. Combate posemergente de gramíneas en arroz.
<u>Método de aplicación:</u>	posemergente.
<u>Dosis:</u>	0,09-0,12 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Rápidamente desaparece.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	2357-2500 mg/kg.

## HALOXIFOP-METIL

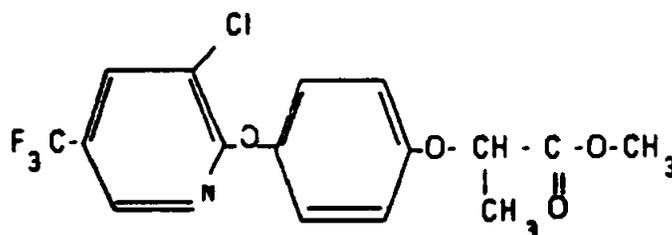


Figura 5-CAR: Molécula del haloxifop-metil.

<u>Fotodescomposición:</u>	No se encontró información disponible.
<u>Volatilidad:</u>	Poco volátil.
<u>Solubilidad en agua:</u>	9,3 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate de gramíneas anuales y perennes en dicotiledóneas; también en arroz en aplicaciones totales o dirigidas, cuando se encuentra entre la 3 <sup>a</sup> hoja y el inicio del macollamiento.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia de las malezas.
<u>Dosis:</u>	0,09-0,5 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Vida media entre 15-75 días.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	393 mg/kg.

## II. HERBICIDAS QUE DANAN LAS MEMBRANAS CELULARES.

Las membranas son tejidos que protegen a las células y controlan el flujo de una a otra. Están formadas de fosfolípidos y proteínas; se conoce que los fosfolípidos se disponen en una capa doble y las proteínas globulares se encuentran inmersas, parcialmente, entre esa capa. Cuando esta delicada estructura resulta dañada la planta pierde el control del flujo intercelular y sobreviene la muerte.

### MECANISMO DE ACCION

#### Desorganización de la membrana de manera directa:

La completa desorganización de la membrana ocurre solamente cuando el herbicida disocia los enlaces estabilizadores entre los componentes proteicos y fosfolípidos, situación que aparentemente ocurre con los aceites aromáticos, nitrofen y fluorodifen (difenil-eter), 2,4-D en dosis superiores a las normales, bromacil, ioxinil y bromoxinil.

#### Desorganización de la membrana de manera indirecta:

El daño se produce vía una reacción bioquímica, como sucede con los bupiridilos que forman peróxido o radicales libres  $OH^{\cdot}$ , compuestos que dañan las membranas.

El propanil inhibe varios procesos bioquímicos como la reacción de Hill, la respiración, síntesis de ARN y proteínas, pero sus efectos sobre las membranas celulares pueden contribuir a su acción. El daño sobreviene por una reducción en la disponibilidad de energía.

#### Permeabilidad:

Tanto el plasmalema como el tonoplasto protegen al citoplasma, sitio en que ocurren importantes reacciones bioquímicas. Las propiedades semipermeables que exhibe parecen ser conferidos por los fosfolípidos, que forman una barrera hidrofóbica. Los productos liposolubles penetrarían posiblemente por fenómenos pasivos (físicos); sin embargo, con algunos ocurre transporte activo en alguna extensión. Los productos polares como iones inorgánicos, aminoácidos, y azúcares, importantes en el metabolismo, son transportados activamente.

Algunos herbicidas que alteran la permeabilidad son el 2,4-D, dicamba y nitrofen.

**Transporte de iones:**

Se sabe que está ligado a la respiración, parcialmente a la fotosíntesis, así como a la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos. Herbicidas que interfieran con los citados procesos lo harán también con el transporte de iones, principalmente al limitar la disponibilidad de energía (ATP).

2,4-D, dalapón, simazina, propanil y TCA interfieren con la absorción de fósforo.

**Fitotoxinas:**

Cuando se estudia la ALELOPATIA, que consiste en el daño que ocurre a las plantas por la liberación de sustancias fitotóxicas por otras plantas o partes de las mismas, se encuentran evidencias de que varias de tales fitotoxinas, interfieren la permeabilidad de la membrana celular.

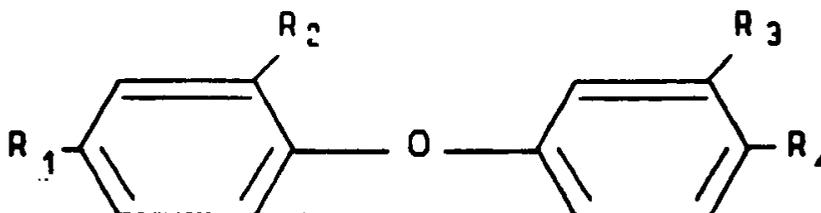
II.1.A. DIFENIL ETER

Figura 1-DIF: Molécula base de los difenil-  
eter.

## MECANISMO DE ACCION

Son herbicidas de contacto, que requieren de luz para actuar. Sin embargo, existen productos de este grupo que pueden actuar en la oscuridad, no disponibles comercialmente al momento.

La dependencia de luz, para la actividad de los herbicidas comerciales de este grupo, radica en la necesidad de que los pigmentos carotenoides absorban luz, requiriéndose también del oxígeno.

La actividad de estos herbicidas mejora cuando se aplican en la oscuridad, al permitirse una mejor distribución del herbicida por la planta, provocado por un retraso en su acción.

La selectividad se basa en factores anatómicos y morfológicos. Por ejemplo en la cebolla, el oxifluorfen resulta tolerado por la baja penetración al interior de la planta.

## PRINCIPALES HERBICIDAS

## ACIFLUORFEN-METIL

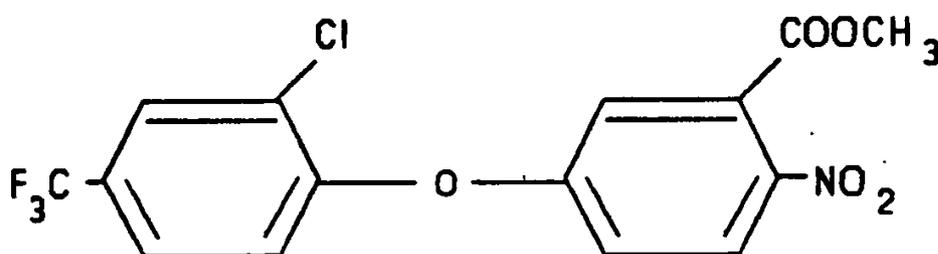


Figura 2-DIF: Molécula del acifluorfen-metil.

<u>Fotodescomposición:</u>	Rápida.
<u>Volatilidad:</u>	Despreciable.
<u>Solubilidad en agua:</u>	Muy soluble.
<u>Uso herbicida:</u>	Selectivo para el combate de latifoliadas en soya, mani y otras leguminosas.
<u>Método de aplicación:</u>	Posemergencia.
<u>Dosis:</u>	0,14-1,12 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Tiene una vida media de 2-4 semanas. Lixiviación despreciable.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	2025 mg/kg.

## BIFENOX

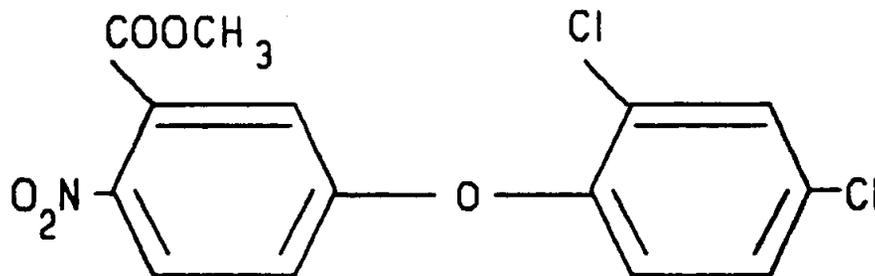


Figura 3-DIF: Molécula del bifenox.

<u>Fotodescomposición:</u>	No sujeto a pérdidas.
<u>Volatilidad:</u>	No sujeto a pérdidas.
<u>Solubilidad en agua:</u>	0,35 ppm.
<u>Uso herbicida:</u>	Combate selectivo de malezas latifoliadas, ciertas cyperáceas y acuáticas en arroz, otros cereales.
<u>Método de aplicación:</u>	Preemergencia y posemergencia.
<u>Dosis:</u>	1-2 kg/ha.
<u>Comportamiento en suelo</u>	Presenta una persistencia de 6-8 semanas.
<u>Toxicidad aguda oral:</u>	>6400 mg/kg.

**PRODUCTOS NO TRADICIONALES CON FINES DE EXPORTACION**

Ing. Moisés Soto Ballesteros.  
Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía  
Univesidad de Costa Rica

**1- INTRODUCCION**

Se entiende por productos agrícolas No Tradicionales de exportación, aquellos productos agrícolas que no se han exportado con frecuencia, o en volúmenes que justifiquen una separación de las exportaciones tradicionales. Dentro del grupo de No Tradicionales se puede hacer al menos dos divisiones, una que incluye los cultivos nuevos que requieren de la importación de tecnología para su desarrollo, tal es el caso de las plantas ornamentales, flores, fresas, macadamia, cardamomo, etc.; el otro grupo incluye a cultivos domésticos y rústicos de gran tradición en su explotación, pero que por diversas razones no se han exportado en el pasado en volúmenes apreciables, tal es el caso de la yuca, los chayotes, los tiquisques (malangas), ñames, los plátanos, los ayotes, los mangos, las piñas, etc., que en la mayoría de los casos sólo requieren del mejoramiento en la tecnología de producción usada hasta la fecha, para satisfacer las necesidades de los mercados.

Es indudable que el primer grupo de productos adolece del defecto de su introducción, para lo que se requiere de un período más largo o más corto de aceptación por parte de los agricultores, y a su vez, en la mayoría de los casos requieren de la aplicación de alta tecnología y elevadas inversiones de capital.

El segundo grupo, son cultivos tradicionales y rústicos, ampliamente conocidos por los agricultores, que no requieren una alta tecnología de producción ni fuertes inversiones de capital; ambas alternativas se dan en el país y parece lógico suponer que los cultivos del segundo grupo son más convenientes, por lo menos hasta ahora.

Con respecto a la "agricultura de cambio", no solamente debe haber un cambio en el tipo de agricultura, sino que también debe haber un cambio en la tecnología, a fin de hacer los productos agrícolas de Costa Rica más competitivos con respecto a costos y calidades para exportación.

## 2- MERCADOS PARA LOS PRODUCTOS AGRICOLAS NO TRADICIONALES

### a) Exportaciones de Productos Tradicionales y No Tradicionales de Costa Rica

Para 1980 se da una exportación de \$ 1001.7 millones de la cual el 57% fue de productos Tradicionales y el 43% de No Tradicionales. Dentro de este renglón solo aparecen \$714,000.00 como exportación agrícola de semillas de petunia. Ya para 1982 la exportación de productos agrícolas No Tradicionales alcanza la suma de \$ 23,708,000.00 que representa un 7.32% de las exportaciones No Tradicionales. Los rubros que más se destacan son las plantas ornamentales y semillas con \$ 6.4 millones y el plátano con \$ 4.9 millones.

Para el año de 1985 los productos agrícolas suman \$38,036,000.00 donde las semillas y las plantas ornamentales llegan a \$ 16.3 millones seguido por la piña con \$ 6.1 millones. Los plátanos como consecuencia de la sigatoka negra bajan a \$ 1.3 millones en 1988.

Para 1986, las exportaciones de productos agrícolas No Tradicionales llegan a \$37,500,.00 que representa el 3% del total de exportaciones No Tradicionales. La yuca y los chayotes sumados exportaron \$ 6,834,336.00 y las flores llegaron a \$ 5,762,086.00. En este año los tiquisques y ñames aparecen con \$ 995,270.00

En 1987, estas exportaciones de no tradicionales siguen aumentando hasta llegar doblar el valor F.O.B. con respecto al año anterior, debido principalmente al auge que tuvieron algunos productos como la piña (\$ 21.5 millones) y los ornamentales (\$ 17.7 millones), representando para ese año un porcentaje de un 6% para los productos agrícolas no tradicionales del total de exportaciones del país.

En el año de 1988, las exportaciones de productos agrícolas no tradicionales aumentaron en forma no tan espectacular como lo había sido el año anterior, pero si constituyendose en un rubro muy importante en el ingreso de divisas para el país (6%), los tiquisques y los ñames alcanzan los \$ 2.5 millones. Mientras que la yuca y los chayotes llegan a obtener \$ 7.7.millones, siguen siendo un factor importante en la exportación las flores y los ornamentales llegando a \$ 21.8 millones. Mientras que la piña alcanza los \$ 28.8 millones.

CUADRO 1. COSTA RICA. EXPORTACION DE PRODUCTOS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES

PRODUCTO	1984	1985	1986	1987	1988*
PRINCIPALES PRODUCTOS					
CAFE	264,094	308,118	391,922	334,459	290,341
BANANO	229,756	188,588	227,734	228,612	230,147
CACAO	1,444	2,285	2,051	1,380	1,132
CARNE	47,884	57,778	66,688	62,509	45,685
CAÑA DE AZUCAR	21,975	5,133	2,014	11,852	10,005
OTROS	49,529	34,282	13,315	6,123	5,665
TOTAL PROD TRAD.	614,682	596,184	703,724	644,935	582,975
PLATANOS	1,876	1,252	1,310	1,763	1,292
COCO	191	422	784	797	610
TIGUISQUE Y NAME	603	618	995	1,419	2,489
YUCA	2,840	2,944	4,348	4,510	5,153
CHAYOTES	1,873	2,118	2,486	2,825	2,644
JENGIBRE	407	322	466	341	965
FLORES	4,478	6,742	5,762	7,438	6,530
ORNAMENTALES	0	0	4,922	17,763	15,315
MELON	390	323	303	503	1,476
PIÑA	4,855	6,360	14,854	21,539	28,878
FRESAS	0	0	221	701	860
CARDAMOMO	0	0	590	998	612
MACADAMIA	0	0	459	779	327
TOTAL DE PROD AGRIC.					
NO TRAD	17,512	21,101	37,500	61,375	67,152
OTROS PROD NO TRAD	348,074	324,488	344,428	407,818	423,514
TOTAL PROD NO TRAD	365,586	345,589	381,928	469,193	490,666
TOTAL DE EXPORTACION	980,268	941,773	1,085,652	1,114,128	1,073,641

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

b) Mercados de los productos agrícolas No Tradicionales

El mercado de Estados Unidos se ha abierto como una gran alternativa a través de la iniciativa de la Cuenca del Caribe.

Este es un mercado segmentado en lo que se refiere al consumo de productos agrícolas No Tradicionales, ya que algunos productos específicos son consumidos casi exclusivamente por un segmento de la población, mientras que otros son de consumo más generalizado.

Los productos específicos para una minoría étnica son generalmente bien pagados aunque sus volúmenes no son necesariamente grandes.

Para nadie es un secreto que la población hispana en los Estados Unidos es el segmento que más crece (4.4%), y con una población de veinte millones de personas es el principal grupo minoritario.

Este grupo ha incrementado notoriamente su poder de compra durante los últimos años, hasta tal punto que sus casi 141 billones de dólares de poder de compra ya no parece ser ignorado por el comercio de los Estados Unidos. La oficina de censos de los Estados Unidos informa que el ingreso de doméstico promedio de la familia hispana es de \$20.300.

Los latinos tienen varias características deseables en su patrón de consumo; en primer término las familias son mayores que la familia promedio americana. Tienden a gastar más en bienes de consumo que el resto de la población en general.

La forma de vida hispana se basa en la unidad familiar y son dados a rituales sociales como primera comunión, quince años, matrimonios, con consumos importantes de productos tradicionales.

La familia hispana tiende a preparar y a comer platos hechos en casa de productos tradicionales en lugar de comer afuera de sus hogares; viven con un pie en Estados Unidos y el otro en su país de origen. Casi un 25% del ingreso familiar lo gastan en verduras, frutas frescas, carnes y sodas. Tienen preferencia por marcas conocidas, pero no son necesariamente leales a ellas. No utilizan los cupones de compra como los demás consumidores, les gusta buscar baratas, les gusta ir a comprar en tiendas de descuento, no tienden a ser compradores impulsivos, compran regularmente en tiendas étnicas. Otras características de la población hispana en los Estados Unidos se pueden observar en el cuadro 2.

Por las anteriores circunstancias el mercado hispano en los Estados Unidos es una excelente alternativa a las exportaciones de cultivos No Tradicionales.

Otras minorías étnicas como los caribeños de habla inglesa, constituyen consumidores importantes de productos agrícolas No Tradicionales, algo semejante sucede con los africanos y asiáticos en Europa y en Estados Unidos.

No es posible determinar el mercado mundial para los productos agrícolas No Tradicionales, y sólo será posible hacer estimaciones basándonos en las exportaciones de los principales países abastecedores.

CUADRO 2. CARACTERISTICAS DE LA POBLACION HISPANA EN CUATRO CIUDADES DE LOS ESTADOS UNIDOS

	LOS ANGELES	NUEVA YORK	MIAMI	SAN ANTONIO
PODER ADQUISITIVO	22.1 Billones	18.9 Billones	8.5 Billone	4.6 Billones
INGRESO PROMEDIO POR VIVIENDA	25,008	26,121	31,042	20,400
POBLACION HISPANA	3,789,200	2,550,800	963,560	31,600
TASA DE CREC.	38.4	23.6	35.3	51.9
VIVIENDAS	1,003,300	820,200	283,710	201,300
PERSONAS POR VIVIENDA	3.8	3.1	3.1	3.6
PAISES DE ORIGEN %	MEXICO 77.4 EL SALV. 8.7 GUATEMALA 5.8 C.A Y S.A. 2.1 OTROS 1.4	P.RICO 45.1 R. DOM 27.8 C.A Y S.A. 18.9 CUBA 5.2 MEXICO 2.3 OTROS 0.7	CUBA 65.2 C.A. 16.6 S.A 10.3 P. RICO 4.8 OTROS 3.1	MEXICO 94.5 C.A. Y .A. 1.6 ESPAÑA 3.9
EDAD PROMEDIO	26.1	27.8	35.7	27

Fuente: INCAE. Características socio-económicas del mercado hispano

### 3- OFERTA DE PRODUCTOS AGRICOLAS NO TRADICIONALES

No se cuenta con las informaciones que permitan determinar la oferta mundial de productos No Tradicionales, pero tomando como referencia los principales productos exportados es posible observar que el principal oferente de chayote es Costa Rica. La yuca es ofrecida por Costa Rica casi exclusivamente, vendiendo \$3.5 millones a Estados Unidos en 1988.

La malanga blanca es exportada en su totalidad por República Dominicana con 14.5 millones de Kg ( \$5,6 millones) a Estados Unidos (1987). La Florida en Estados Unidos, produce aproximadamente 10 millones de kg, lo que hace a este tubérculo el producto de mayor volumen de consumo.

Las exportaciones de Costa Rica 1988 llegan a 2.5 millones de Kg que representan un 10 % del mercado de los Estados Unidos.

Con respecto a las calabazas (ayotes) el principal exportador ha sido República Dominicana con 2 millones de kg a U.S.A y una cantidad igual a Puerto Rico, no existe referencia para Costa Rica, pero en 1987 se exportaron cerca de 2 millones de kilos.

En cuanto a los plátanos no se tiene referencia cierta de la oferta, pero el mercado es de alrededor de 25 millones de cajas, suplidas por Colombia, Ecuador, Venezuela y Honduras. Costa Rica exportó \$ 4.9 millones en 1982 pero su oferta bajó a \$ 1.2 millones de dólares en 1988 como consecuencia de la sigatoka negra.

Las piñas han mostrado una exportación ascendente desde 943,000.00 dólares en 1983 a 28.9 millones de dólares en 1988, es sin duda el producto de mayor incremento en las exportaciones de Costa Rica. Las exportaciones de Rep. Dominicana son de \$ 1.8 millones en 1987.

Las plantas vivas y las flores son exportadas por diversos países. el consumo mundial es alto y el mercado está bien abastecido. Las exportaciones de C.R. se han incrementado mucho y son de \$ 15.3 millones de dólares en plantas vivas y de \$ 6.5 millones de dólares en flores.

Los ñames exportados en 1987 por Jamaica ( 5 millones de kilos), Colombia (6 millones de kilos), y Brasil ( 2 millones de kilos) con precios ascendentes y muy buenos. Las exportaciones de Costa Rica llegan a 2.1 millones de kilogramos a partir de 1988 ( 50 % de ñame dulce, 50 % ñame jamaicano).

Las exportaciones de frutas frescas como mangos, fresas, melones, son bajas de los países de Centro América y el Caribe, el país de máxima exportación es México, con condiciones de mercadeo muy aceptables.

CUADRO 3. COSTA RICA EXPORTACION DE ALGUNOS PROD. NO TRAD.  
A ESTADOS UNIDOS EN MILES DE DOLARES

	1,986	1,987	1,988
PLATANOS	990	1,309	960
COCO	436	310	237
TIQUISQUE	817	733	1,286
YUCA	3,200	3,135	3,582
CHAYOTES	1,361	1,310	1,226
JENGIBRE	62	46	130
FLORES	3,752	4,562	4,005
HORNAMENTALES	4,528	6,712	5,787
MELON	264	481	1,412
PIÑA	1,303	14,823	19,874
FRESAS	111	623	765

Fuente: Departamento de Importaciones Agrícolas U.S.A.

#### 4- ESQUEMA DE COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS NO TRADICIONALES

La comercialización de productos agrícolas No Tradicionales se ha hecho mediante comercializadoras privadas, generalmente pequeñas y a veces con no muy buen conocimiento de los mercados, lo que se ha prestado para múltiples problemas, que en algunos casos han limitado o retrasado el desarrollo normal de las exportaciones. Se han dado contratos de exportación a comercializadoras sin ningún tipo de capacidad lo que las ha hecho fracasar en mayor o menor tiempo, o han abusado de los contratos de exportación para la introducción de productos prohibidos.

Por otra parte, los problemas de transporte han sido grandes, no solo por la falta de continuidad y eficiencia, sino que también por el costo de los mismos. En esas circunstancias, las exportaciones de productos agrícolas No Tradicionales se han visto afectadas y sólo por empeño de algunas empresas exportadoras ha sido posible crecer en este campo.

#### 5- CONCLUSIONES

De lo expuesto se puede concluir que existen 2 grupos de productos agrícolas No Tradicionales, unos que requieren alta tecnología e inversión de capital y otros de cultivos tradicionales y rústicos que requieren baja tecnología y poca inversión, que serán más fáciles de desarrollar a corto plazo. Se concluye así mismo, que la exportación de productos agrícolas No Tradicionales se inicia en 1982 en forma significativa de acuerdo con datos del Banco Central y ha crecido hasta llegar a \$ 67.1 millones en 1988.

Algunos productos como el plátano han bajado notablemente su exportación, y requieren de nuevas tecnologías para su desarrollo futuro. Las plantas vivas y las piñas son los productos que más han crecido en las exportaciones, junto con el buen crecimiento de los tubérculos y las fresas.

Las exportaciones de yuca son equivalentes a las de las flores, con menor costo y mayor beneficio para el país. Que el mercado de los Estados Unidos y específicamente el segmento de la población latina, es el mayor consumidor de los productos agrícolas exportables No Tradicionales.

La comercialización de los productos agrícolas exportables No Tradicionales no ha sido la mejor, por lo que se requiere modificar el esquema, de tal forma que el productor se organice y obtenga participación en el mercadeo. Que se busquen fórmulas para mejorar el transporte de los productos agrícolas No Tradicionales, mejorando el servicio y los costos. Los incentivos otorgados por el estado a los contratos de exportación son esenciales para que los productos agrícolas exportables No Tradicionales puedan competir satisfactoriamente en los mercados.

LA BIOTECNOLOGIA APLICADA A ESPECIES TROPICALES  
CAFE Y CACAO COMO EJEMPLOS

VICTOR M. VILLALOBOS A.

CENTRO AGRONOMICO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA

1989

## LA BIOTECNOLOGIA APLICADA A ESPECIES TROPICALES

### CAFE Y CACAO COMO EJEMPLOS\*

#### INTRODUCCION

El café y el cacao son dos de los más importantes productos agrícolas en los mercados internacionales. Ambas especies se cultivan en países tropicales y el destino de su producto son los consumidores en todo el mundo. La demanda del café y el cacao ha ido en incremento, lo que ha traído como consecuencia la continua apertura de nuevas áreas al cultivo. Sin embargo, la calidad del producto se ha visto amenazada por factores ambientales y sequías prolongadas, así como por ataques severos de plagas y enfermedades. Los fitomejoradores han venido trabajando en café y cacao con el fin de tener un producto de mejor calidad y buscando principalmente resistencia genética a plagas y enfermedades. Los métodos convencionales de mejoramiento se han empleado con relativo éxito en ambas especies. Por ejemplo, la roya del cafeto (*Hermileia vastatrix*) ha dejado de ser una amenaza seria debido a la liberación de la variedad Colombia (variedad compuesta), por CENIFACE, Colombia. Para el caso del cacao, la Moniliasis ha sido la principal enfermedad. El CATIE ha distribuido a los países latinoamericanos más de 23 millones de semillas híbridas de gonotipos que presentan combinaciones con diferentes niveles de resistencia al hongo, entre otras características. Aún cuando se pudiera pensar que la genética convencional continuará aportando alternativas de solución a la problemática del café y cacao, lo cierto es que la demanda del producto, su calidad y otras variedades, han justificado el empleo de la biotecnología. A continuación se discutirán los adelantos y el estado del conocimiento de la biotecnología aplicada al café y cacao.

#### BIOTECNOLOGIA EN CAFE

El cultivo de tejidos ha sido ampliamente aplicado al café desde el trabajo pionero de Staritsky (1970), en el cual se logró por vez primera la embriogénesis somática a partir de brotes ortotrópicos. A la fecha, las técnicas de cultivo de tejidos aplicadas con éxito en café son: a) micropropagación a partir de ramas adultas, b) embriogénesis somática, c) aislamiento y cultivo de protoplastos, d) obtención de plantas haploides y e) crioconservación. A continuación se detallará el estado del conocimiento para cada una de éstas técnicas.

-----  
\* Conferencia presentado por el autor en Luxemburgo. Junio, 1989

## MICROPROPAGACION POR YEMAS AXILARES

Las plantas de café tienen varias yemas ortotrópicas y dos plagiotrópicas en cada nudo de las ramas (Sondahl *et al.*, 1984). El cultivo de explantes nodales y el desarrollo de los brotes, ha sido un adecuado procedimiento para la clonación *in vitro* de genotipos deseables. El procedimiento consiste en el empleo de un medio adecuado para estimular el desarrollo de brotes, suplementando con BA a una concentración de 1-4 mg/l y en condiciones de luz es factible un rendimiento de los brotes después de 90 días de cultivo. Estos brotes pueden subdividirse para originar 7 explantes nodales en promedio, los cuales darán a su vez origen a un número similar de brotes después de 80 días en cultivo. El enraizamiento de estos brotes ha sido altamente eficiente, al eliminar la BA del medio. Empleando este sistema, el laboratorio de cultivo de tejidos del CATIE ha logrado multiplicar más de 100 mil plantas clonales, algunas distribuidas a los países latinoamericanos. Los resultados de 4 años de evaluación muestran una alta estabilidad genética en relación a los individuos parentales.

## EMBRIOGENESIS SOMATICA

Esta ruta morfogénica de diferenciación ha permitido la multiplicación masiva de café a partir de explantes de hoja. Los explantes foliares de tamaño de 1 cm son cultivados en medio conteniendo auxinas y citocininas a diferentes concentraciones. En estas condiciones, se observa la embriogénesis somática después de 120 días en cultivo. Los embriones pueden transferirse al mismo medio, donde se ha observado la embriogénesis somática secundaria. En medio sólido o líquido, la capacidad embriogénica de las hojas es extremadamente alta. Observaciones hechas en CATIE, pueden estimarse en más de 100 embriones por explante después de 3 meses en cultivo. La germinación de estos embriones ha sido fácil, al eliminar las hormonas del medio de cultivo.

## AISLAMIENTO Y CULTIVO DE PROTOPLASTOS

Sondahl (*et al.*, 1980) lograron el aislamiento de protoplastos de *C. arábica* y la formación de callos en un 30% de los cultivos. El interés en el uso de esta técnica radica en la posibilidad de hacer híbridos interespecíficos (cibridos) y más a futuro la transferencia de genes ya sea por medio de vectores o a través de la transformación directa. A la fecha, la limitante radica en la regeneración de plantas completas a partir de protoplastos.

## OBTENCION DE PLANTAS HAPLOIDES

El cultivo de anteras en café se ha ensayado con el fin de producir híbridos comerciales en especies autocompatibles como C. canephora (Sondahl, et al., 1981). Recientemente, en CENICAFE, Colombia, se diferenciaron más de 1000 embriones somáticos a partir de anteras en estado unicelulado (Londoño y Marulanda, datos no publicados). Estos embriones han sido germinados y el objetivo de CENICAFE será el de comprobar su estado haploide, duplicar el genoma y evaluar estos genotipos en el campo.

## CRIOCONSERVACION

Los riesgos de mantener germoplasma de café en colecciones en el campo, ha propiciado la búsqueda de alternativas para su conservación a largo plazo.

Recientemente, Bertrand y Col. del CNRS de Francia publicó la tecnología para la generación de plantas de café a partir de embriones somáticos que fueron mantenidos en nitrógeno líquido (Bertrand, et al., 1988). Esta metodología crea expectativas para la conservación e intercambio de genotipos de café, con un alto potencial de recuperación de plantas a partir de embriones somáticos de Coffea. A la fecha, las respuestas son diferentes, en función de la especie.

## BIOTECNOLOGIA EN CACAO

Uno de los objetivos más importantes en la aplicación de la biotecnología en cacao, es la búsqueda de resistencia a enfermedades que atacan seriamente al cultivo como Monilia y Phytophthora. Archibald (1954) fue el primer investigador que trabajó con cacao. Sus resultados pusieron en evidencia la eficiente formación de callos usando explantes embrionarios; sin embargo, nunca logró la regeneración de plantas completas. A la fecha, no se ha reportado ningún trabajo que permita esta generación en forma eficiente. Ampomah et al., (1988) señalan la relevancia de contar con una alta tasa de regeneración de plantas a partir de células, por consecuencia, las aplicaciones de cultivo de tejidos en cacao se concentran a la formación de callos para la inducción de la embriogénesis somática y la eventual regeneración de las plantas completas.

## EMBRIOGENESIS SOMATICA EN CACAO

Se han ensayado varios explantes para promover la embriogénesis somática: como tejido cambial, embriones sexuales y cotiledones. La embriogénesis ha sido reportada únicamente empleando embriones sexuales inmaduros. Estos embriones somáticos se han producido directamente (Esan, 1975; Pence, 1980) o por medio de callos (Novak *et al.*, 1986). No obstante estos resultados, no se ha logrado la germinación de estos embriones en forma sistemática. Novak *et al.*, (1986) propusieron la remoción de los cotiledones para promover dicha germinación; sin embargo, los resultados han sido limitados. Pretendiendo solucionar este problema, en la Unidad de Biotecnología del CATIE se ha desarrollado un sistema de microinjertación (datos no publicados), entre plántulas germinadas *in vitro* provenientes de semilla sexual y la injertación de embriones somáticos. Los resultados de esta metodología han permitido la obtención de plantas completas empleando un método altamente confiable.

## PERSPECTIVAS DE LA BIOTECNOLOGIA EN CAFE Y CACAO

La relevancia económica de estas dos especies y su importancia para los países productores, permiten señalar que se continuará la investigación empleando la biotecnología en forma complementaria al fitomejoramiento y a la fitopatología. Tanto en café como en cacao, se tienen técnicas de regeneración de plantas a partir de una sola célula empleando embriogénesis somática. Esta situación abre grandes expectativas para aplicar mucho del potencial del cultivo de tejidos, no solo en la micropropagación sino también para el mejoramiento genético por medio de variación somaclonal, fusión de protoplastos y eventualmente la transformación. La posibilidad de regenerar plantas a partir de embriones somáticos por medio de la técnica de microinjerto propuesta por nuestro grupo, abre nuevas perspectivas hacia la búsqueda de resistencia a las enfermedades más severas que atacan al cacao. Finalmente, es importante destacar que la complejidad de la problemática de especies que crecen en los trópicos, como es el caso del café y el cacao, requieren de la participación de diferentes disciplinas científicas y tecnológicas, en las cuales la biotecnología es solo un componente.

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento al Dr. Marc Berthouly y a la Bióloga Ma. Elena Aguilar por su contribución a la presente revisión y a la Sra. Lissette Vega por el trabajo mecanográfico. La investigación ha sido parcialmente financiada por los proyectos PROMECAFE y PROCACAO.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Archibald, J.F. 1954. Culture in vitro of cambial tissue of cocoa. *Natur* London 1973:351-352.
- Ampomah-Adu, Y., F.J. Novak, R. Afza, M. Van Duren, M. Perea-Dallos, 1988. Initiation and growth of somatic embryos of cocoa (Theobroma cacao L.) *Café, Cacao Thé*, vol. no. 3. juil-sept. 1988.
- Bertrand, D.A., Fabre, J. Engelmann, F., Dereuddre, J., and Charrier A. 1988. Reprise de l'embriogenése adventive a partir de 'embryons somatiques de cafeier (Coffea arabica L.) a pres levr congelation dans l'ozote liquide C.R. *Acad. Sci. paris.* 307:395-801.
- Esan, E.B., 1977. Tissue cultrue studies on cocoa (Theobroma cacao L.). A supplementation of current research. In: *Procfeedings, Vth Inenational Cocoa Research Conference, Ibadán, Nigeria, 1-9 Setp. 1975.* Cocoa Research Institute of Nigeria (Ibadan) 1977, p. 116-125.
- Novak, F.J., Donini, B., Owusu, G.K., 1986. Somatic embryogenesis and in vitro plant development of cocoa. In: *Proc. Int. FA/IAFA Symposium "Nuclear Techniques and In vitro Culture for Plant Improvement"*. IAEA, Vienna, 1986. p. 443-449.
- Pence, V.C., Hasegawa, P.M., Janick, J. 1979. Culture of shoot apices of Theobrama cacao L. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 104, p. 145-148.
- Pence, V.C., Hasegaqa, P.M., Janick, J. 1980. Initiation and development of asexual ambryos of Theobroma cacao en vitro. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* (Stuttgart), vol. 98, no. 1, p. 1-14.
- Sondahl, M.R., Monaco, L.C. and Sharp, W.R. 1981. In vitro methods applied to coffee. In: *Tissue Culture and its application in Agriculture* (T.A. Thorpe, ed.). pp. 325-358. Academic Press, New York.

- Sondahl, M.R., Nakamura, T., Medina-Fiho, H.P., Carvalho, A., Fazuoli, L.C. and Costa, M. 1984. Coffee. In: Handbook of Plant Cell culture. Vol. 3 (Ammirati, Evans, Sharp and Yamada, ed.) pp. 564-590.
- Sondahl, M.R., Caldas, L.S., Maraffa, S.B., and Sharp, W.R., 1980. The Physiology of in vitro asexual embryogenesis. In: Horticultural Reviews (J. Janick, ed.) pp. 298-310. AVI Publ., Westport, Connecticut.
- Staritsky, G. 1970. Embryoid formation in callus cultures of coffee. Acta Bot. Neerl. 19:509-514.
- Villalobos, V. 1988. Biotechnology, New Approach for Agricultural Research. Fraining and Development an CATIE in Proc. Strenghtening Collabration in Biotechnology: International Agricultural Research and the Private Sector AID. Arlington Virginia p. 26.

**SECCION**

**EL COLEGIO EN LA VIDA NACIONAL**

ASOCIACION COSTARRICENSE DE CRIADORES CABRAS  
( A.C.C.C. )

CENTRO DE ACOPIO Y PLANTA PROCESADORA DE LECHE DE CABRA

Ing. Miguel Vallejo Solís 1.  
Ing. Alvaro Castro Ramírez 2.  
Ing. Zennia Rodríguez 3.

INTRODUCCION

El potencial productivo de las cabras es muy prometedor, es una de las especies domésticas a la que poco interés se le había brindado, y a la que se le deben canalizar los avances desarrollados en la producción animal en todos los aspectos que ésta comprende, lo que permitirá abrir perspectivas ante la posibilidad de una producción rentable y competitiva.

La actividad caprina puede representar una fuente generadora de ingresos al núcleo familiar, a través del procesamiento de la leche y la venta de los productos. Es fundamental el establecimiento de un Centro de Acopio y Planta-  
Procesadora de Leche de Cabra, que permita apoyar de una forma adecuada la actividad, definiendo para ello canales de comercialización de los productos y promocionando el consumo en el costarricense de una nueva línea de alimentos derivados de esta leche.

OBJETIVOS

GENERAL

Establecimiento de un Centro de Acopio y Planta Procesadora de productos lácteos de cabra.

- 
- 1.- Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
  - 2.- Dirección de Salud y Producción Pecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Barreal, Heredia, Costa Rica.
  - 3.- Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). Depto Suministros. La Uruca.

ESPECIFICOS

- 1.- Abrir canales de comercialización para los productos que se obtienen de la producción caprina, tanto en el mercado nacional como internacional.
- 2.- Mejorar el nivel de vida de los pequeños productores y sus familias, al garantizar una retribución económica estable a través de la venta de la leche y sus derivados.
- 3.- Diversificar la industria de los productos lácteos a nivel nacional, enriqueciéndola con nuevas líneas.
- 4.- Permitir una mejor organización de los productores de leche de cabra.
- 5.- Promocionar una actividad pecuaria importante en la diversificación de las labores efectuadas en una finca, y para aprovechar mejor los recursos agrarios, humanos y económicos existentes.
- 6.- Generar nuevas fuentes de empleo.

## ANTECEDENTES

La idea de formar una asociación dedicada a la actividad caprina nació en el año 1984 de una serie de conversaciones y reuniones informales entre propietarios de cabras, vecinos del Valle Central.

La Asociación Costarricense de Criadores de Cabras (A.C.C.C. ), quedó legalmente establecida y debidamente inscrita en 1986. Consta de 50 asociados aproximadamente, dentro de los cuales se encuentran propietarios de pocos animales hasta los que poseen rebaños de 40 cabras adultas y miembros que sin poseer animales, apoyan las labores de la Asociación con su trabajo, tiempo y dedicación.

La A.C.C.C ha logrado que los productores involucrados mejoren sus sistemas de producción a través de nuevas técnicas adoptadas, obteniendo mejores rendimientos económicos.

## ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE DE CABRA

A inicios de 1986, la señora Irma Tacsan, estudiante del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica, se contactó con un miembro de la asociación para conseguir el suministro de leche de cabra para la elaboración de un queso tipo francés, sugerido por su director de tesis. Trabajó en el proyecto y en setiembre de 1986 fue ofrecido al público costarricense en una feria efectuada en un centro comercial de San José. El queso tuvo una gran aceptación, lo que motivó la idea de gene-

rar su producción a nivel comercial. Se formalizó un convenio de colaboración del CITA con la A.C.C.C. para suplir la leche a esta institución para la fabricación del queso.

A partir del año 1987 todos los esfuerzos de la asociación se inclinaron hacia el establecimiento de un sitio que funcionara como planta procesadora de leche de cabra, en la cual se pudiera preparar el queso, y desarrollar tecnología para nuevos productos derivados de la leche.

A través de los técnicos del CITA y de los miembros de la Misión de Cooperación Francesa se logró conseguir apoyo financiero y técnico para el proyecto. La Embajada de Francia donó el equipo básico para iniciar las labores en la planta, y la Embajada de Canadá brindó también un valioso aporte económico al proyecto.

Se realizaron gestiones para establecer un convenio entre la A.C.C.C. y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para el préstamo de unas instalaciones de un antiguo vivero ubicado en El Alto de Ochomogo, asegurando el sitio como centro de acopio y procesamiento de la leche.

El Banco Nacional de Costa Rica otorgó un Crédito para la remodelación de las instalaciones, la colocación del equipo y garantizar el fondo necesario de capital de trabajo requerido para iniciar las labores.

La Planta fue inaugurada el pasado 7 de febrero del presente año, e inició la fase comercial el mes de abril anterior, colocando el queso maduro llamado "Cabrotín" en diferentes sitios de San José. El segundo producto que se prepara para lanzar el mercado es la leche fluida íntegra y pasteurizada, el cual tiene una demanda considerable.

#### PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS

La A.C.C.C. a través del centro de acopio y planta procesadora de leche de cabra establecido pretende seguir diversificando la cantidad de productos ofrecidos en el mercado provenientes de esta leche. Para ello contamos con el apoyo del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA), para el desarrollo de tecnología de nuevos productos como quesos frescos y dulces. Además, se ha solicitado colaboración de otros organismos para concretar la posibilidad de conseguir un equipo deshidratador de leche para producir leche de cabra en polvo, y cubrir así la demanda de este producto en nuestro país.

#### PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA

Se va a llevar a cabo un programa de asistencia técnica dirigido inicial

mente a los productores involucrados en la planta para garantizar una mejor calidad de leche entregada.

#### CONCLUSIONES

Esperamos que la consolidación de esta empresa de pequeños productores no sólo permita un mejor bienestar del costarricense al tener nuevas líneas de productos alimenticios de alta calidad nutricional derivados de la leche de cabra, sino que se proyecte con miras a buscar mercados internacionales, favoreciendo la economía del país.

#### RECOMENDACIONES

Apoyar la nueva agroindustria como es el caso de la Planta Procesadora de Leche de Cabra, por parte de las instituciones involucradas en el desarrollo del país, para consolidar empresas que permitirán diversificar las fuentes alimenticias.

Involucrar a profesionales de diferentes disciplinas que promuevan el desarrollo de tecnología para el procesamiento de los productos caprinos, y promuevan su comercialización tanto a nivel nacional como internacional.

## EL ACTO DE INCORPORACION AL COLEGIO DE INGENIEROS AGRONOMOS

Eugenio A. Porrás Vargas.

El Colegio de Ingenieros Agronomos es el ente que regula el ejercicio, promueve y define el decoro de la profesión de Ingeniero Agrónomo en nuestro país, de acuerdo con su ley orgánica.

No obstante esta condición "sine qua non", es común escuchar las manifestaciones de malestar que expresan sus colegiados por la función que el Colegio realiza hacia la comunidad costarricense y que cumple con los propios colegiados.

Considerando que la institución ha crecido enormemente y que futuros Ingenieros Agrónomos se estarán incorporando en años venideros; es que resulta de vital importancia que quienes lo hagan tengan un amplio conocimiento de sus deberes y obligaciones con el Colegio o viceversa; y lo que este y el colegiado representan para la sociedad agrícola nacional.

Una de las vías por se puede lograr esto es por medio del Acto de Incorporación.

### Objetivo

El objetivo del presente trabajo es exponer la importancia que tiene y la utilidad que se puede obtener el Acto de Incorporación.

### Descripción del Problema

Conforme los años han transcurrido el Colegio de Ingenieros Agrónomos ha crecido en número de agremiados y en su organización.

Esta situación ha hecho que sea necesario revisar y actualizar los diferentes procedimientos y actividades que comunmente se llevan a cabo.

Tradicionalmente el Acto de Incorporación al Colegio de Ingenieros Agrónomos, fue muy "familiar" este era realizado en la Asambleas Generales convocadas y consistía en la juramentación de los incorporados, aunado a la respectiva motivación.

Conforme el país fue creciendo mayor número de profesionales solicitaban su incorporación, y no es sino hasta mediados de los años ochenta que esta actividad cambio su norte.

Durante varias temporadas el Acto se celebró en individualmente y en su agenda se incluyeron charlas de: Etica, Funcionamiento del Colegio y el mensaje de bienvenida.

Como se puede apreciar, se dieron los primeros pasos con el propósito de dar la solemnidad e importancia que la jornada requiere.

A pesar de que el acto debió de haberse ido tecnificando y consolidando este no ha sido posible.

Sin embargo tenemos que un 90% de las opiniones, de 25 colegiados, indican que el acto de incorporación debe de ser una actividad especial y el 85% dicen que no debe limitarse a la juramentación sino que se debe abarcar otros tópicos.

De igual forma opinan los ex-presidentes Ing. Alvaro Rojas Espinoza e Ing. Alexis Vásquez Morera quienes coinciden cuando dicen "...la incorporación no debe considerarse solamente como la autorización para ejercer la profesión", sino que apuntan, que en el acto se debe orientar con información básica y ofrecer una visión técnica real del sector agrícola al nuevo colegiado.

### Conclusiones

De la diversas opiniones se puede concluir que el Acto de Incorporación:

- 1- Debe de ser revisado y actualizado de acuerdo con la época.
- 2- El evento debe de ser organizado como una actividad independiente.
- 3- El contenido de su fase de información-capacitación debe comprender, un enfoque integral de lo que son los deberes-derechos agremiado-Colegio. Y lo representa el Ingeniero Agrónomo y el Colegio en la vida nacional.

### Recomendaciones

- 1- Recomendar a la Junta Directiva del Colegio que institucionalize el Acto de Incorporación como un evento totalmente independiente.
- 2- Incluir dentro de la agenda a desarrollar la exposición de: Etica Profesional; Funcionamiento del Colegio; Reglamentos internos o leyes conexos más importantes inherentes a la profesión; y un enfoque de la realidad agropecuaria del país en ese momento.

TEMA: "EL AGRONOMO Y SU COMPROMISO SOCIAL"

AUTOR: LIC. HERNAN VEGA MIRANLA, Coordinador General COMISION NACIONAL DE RESCATE DE VALORES.

### 1. -Introduccion:

En forma acertada los organizadores del VIII CONGRESO AGRONOMICO NACIONAL, incorporaron la seccion denominada "Participacion del Colegio en la vida nacional", pues no podemos ignorar que el agronomo y la institucion gremial, al igual que todos los profesionales y Colegios del pais, constituyen factores decisivos para el desarrollo integral de la sociedad costarricense.

Con el analisis que pretendo realizar del tema "El Agrónommo y su compromiso social", busco señalar la importancia que representa el profesional en agronomia y su Colegio, en el fortalecimiento y cultivo de todos aquellos principios, elementales para la convivencia humana y por ende para rubostecer la paz, la libertad, la justicia social y la democracia.

Es nuestro interes, llamar a la conciencia de los compañeros agrónomos, respecto al papel que están obligados a cumplir, no solo como profesionales, sino como seres humanos y como ciudadanos. Por ello, trataremos de identificar el compromiso del agronomo, con la sociedad costarricense.

### 2.-Objetivos:

Los objetivos de este trabajo, están dirigidos a concientizar a los agronomos, respecto a la crisis de valores que afecta a buena parte de nuestra gente, como consecuencia de la indolencia e indiferencia en que desenvolvemos existencia; a fin de generar actitudes positivas que produzcan las respuestas deseables. Busco demostrar a los profesionales en agronomia que la descomposición moral de la sociedad costarricense, no sólo es la consecuencia de acciones de promotores de los vicios y corruptelas; sino tambien, de la apatia de las mayorias, dentro de las cuales destacan los profesionales. Es mi interés, llamar la atención de los agrónomos, para que comprendamos que circunstancia de que no hagamos daño a nadie y nos limitemos a nuestros deberes profesionales y particulares; lamentablemente no constituye ningún aporte positivo al proceso formativo de la sociedad. En fin pretendemos que la reflexion, se convierta en un instrumento indispensable, para la comprensión de la tarea social que los profesionales estamos llamados a realizar en Costa Rica.

### 3.-Descripción del problema.

La crisis de valores que afrontan el ser costarricense, caracterizada por una incontrolable corrupción, un desmedido aumento de la criminalidad y una peligrosa influencia del narcotráfico, en la vida económica y política del país; son algunos de los factores que precipitan a nuestra nación, hacia las profundas oscuridades del caos, el dolor y la miseria y desde luego a la destrucción de nuestro sistema democrático.

El costarricense durante los últimos decenios, ha sufrido transformaciones en su conducta y modo de ser. Muchos son los ingredientes que han participado en ese proceso deformativo, tanto endógenos, como exógenos; pero dentro de ellos, destacan los medios de comunicación, particularmente los electrónicos; los que a pesar de significar un importante vehículo de educación no formal, han servido para inculcar en la población costumbres ayunas de valores, conductas indebidas y actitudes contrarias a la idiosincracia del ser costarricense. El materialismo y el economicismo que invaden la tierra, también gobiernan a muchos costarricenses, para quienes lo primero es el confort, las apariencias y la riqueza. Con la ayuda de algunos programas televisivos, el trabajo que es fundamental en la vida de todo ser humano, ha perdido su majestad; ante la imposibilidad de que por procedimientos decorosos y honestos, se puedan llenar las necesidades que nos están llegando de otras latitudes.

Se trata de un problema complejo, el que diariamente se complica, precisamente por la indiferencia de quienes con los conocimientos y la cultura suficientes, se niegan a detenerlo y enmendarlo.

### 4.-Conclusiones

Como consecuencia de tan dramática situación, surge el Plan Nacional de Rescate de Valores, el cual pretende la concientización de todos, sobre la crisis que vivimos; al fin de dar los pasos necesarios que permitan a las futuras generaciones vivir en paz y libertad.

Estimo que aún, ante la adversidad que refleja la convivencia del hombre, estamos en buen tiempo de tomar las medidas correctivas que eviten el aniquilamiento de nuestro sistema de derecho. Para lograrlo, urge la solidaridad de todos los costarricenses, el compromiso de los profesionales, para iniciar la transformación integral del costarricense, en procura de los valores morales, cívicos y espirituales que fortalezcan la identidad y la nacionalidad costarricense.

## 5.-Recomendaciones

El país espera de los profesionales y en particular de los agrónomos, una actitud positiva y de servicio a la sociedad. Es indispensable que el Colegio de Agrónomos y sus agremiados se incorporen a la campaña para el rescate de valores, asumiendo conductas de combate contra los flagelos que azotan al costarricense. Es necesario realizar conferencias, mesas redondas, charlas y motivaciones escritas, sobre la familia, la verdad, el respeto, la disciplina, la honradez, la responsabilidad y el trabajo. Desde luego sobre los valores cívicos, sobre nuestra histórica, nuestro folclor, nuestras tradiciones. Recomendamos destacar la importancia del hombre costarricense, frente a un fenómeno que día tras día, toma mayor relevancia, la ponderación de lo extranjero, frente a lo nacional. La bandera de defensa de nuestra naturaleza y la ecología, es determinante.

CONDICIONES Y PERDIDAS DURANTE EL PROCESO DE MADURACION  
CON CARBURO DE CALCIO EN PAPAYA

Miguel Monterrey L.  
Programa Integral de Mercadeo  
Agropecuario.

Gran parte de la papaya en Costa Rica para consumo nacional es madurada posterior a la cosecha. Generalmente, este proceso es realizado utilizando como agente acelerador de la maduración el carburo de calcio ( $\text{Ca C}_2$ ). Este producto reacciona con la humedad produciendo acetileno (El cual actúa en forma similar al etileno) y liberando calor. Sobre esta etapa, se tiene poco conocimiento de las condiciones de temperatura y humedad relativa, en las que se desarrolla, así como también de las dosis utilizadas y pérdidas generadas.

Por esta razón, el objetivo del presente fue la determinación de los factores anteriormente mencionados, como punto de partida de futuras investigaciones.

El estudio se realizó a nivel de campo durante los meses de junio a agosto de 1987, en las bodegas 1/ de maduración del CENADA. Para la determinación de los factores: humedad relativa, temperatura y tiempo, se utilizó un hidrotermógrafo el cual, se introdujo en las bodegas sin alterar las condiciones normales de manejo. Para la determinación de pérdidas de peso y enfermedades 2/, se pesaron los frutos antes y después de cada proceso normal de maduración en las bodegas (pesándose aproximadamente unos 10,000 Kg. de fruta).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

---

1/ Estas son cajones de madera internamente cubiertos por cartón, con capacidades de 4 a 6 m<sup>3</sup> por lo general.

2/ Se refiere a la papaya que por exceso de presencia de patógenos y magulladuras es vendida a lo último a precios muy bajos, o bien, desechada.

-Con respecto al tiempo, este va a depender del estado fisiológico general de la fruta así como de las dosis de  $\text{Ca C}_2$  empleadas, ubicándose este desde las 24 horas hasta las 72 horas.

La temperatura generada internamente durante el proceso con  $\text{Ca C}_2$  registró un promedio de  $28.5^\circ\text{C}$ . Esta temperatura se alcanzó aproximadamente a las seis horas de iniciado el proceso y se mantiene durante el mismo. En el caso de papaya madurada sin carburo bajo las mismas condiciones, se registró un rango de  $25^\circ\text{C}$  a  $26^\circ\text{C}$ .

La humedad relativa en el proceso con  $\text{Ca C}_2$ , registró un rango de 85,90%, el cual se alcanzó aproximadamente a las dos horas de iniciado el proceso y se mantiene hasta el final del mismo.

Las dosis de  $\text{Ca C}_2$  utilizadas, estuvieron en el rango de 0.2 gr. a 1.0 gr.  $\text{Ca C}_2/\text{Kg}$ . fruta.

Las pérdidas de peso registraron un promedio de 11.97%. Las pérdidas por papaya enferma registraron un promedio de 10.44%.

De lo anterior, se puede concluir dos aspectos básicos:

Primero: La actual maduración forzada en papaya es un proceso en el que se tiene poco control, tanto en la homogeneidad del producto a procesar, como de las condiciones (temperatura y humedad relativa) que se generan durante el mismo.

Segundo: Las condiciones que se producen durante este proceso de maduración son las óptimas para el desarrollo de hongos post-cosecha, de lo que se deriva la importancia de un control integral de enfermedades en la precosecha.