

# Agraria

AGRARIA VOL. 1, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1985

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)

## DIRECTORIO DE LA UAAAN

**RECTOR:**

Ing. José Luis Gutiérrez Esquivel

**SECRETARIO GENERAL:**

Ing. Eduardo Fuentes R.

**DIRECTOR ADMINISTRATIVO:**

Dr. José Espinoza Velázquez

**DIRECTOR DE INVESTIGACIONES:**

Dr. David Rodríguez Maltos

**DIRECTOR DE COMUNICACIONES Y DESARROLLO:**

Ing. Antonio Treviño Rivero

---

AGRARIA. REVISTA CIENTIFICA UAAAN. VOL. 1, NUM. 2, JULIO-DICIEMBRE 1985

---

AGRARIA. Es una revista científica creada para difundir los resultados de la investigación generados, preferentemente, por los maestros y alumnos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se publica 2 veces al año, con un tiraje de 1 000 ejemplares.

Comisión Editorial: Ing. Felipe Rodríguez Cano, Ing. Gustavo Villarreal Maury e Ing. Oziel Montañez González.

CENTEOTL. Deidad de la Agricultura; es una advocación de *chicomecóatl*, Diosa del maíz de los aztecas. La UAAAN, en su afán de rescatar los valores culturales del pasado histórico de México, ha adoptado como logotipo de esta revista a *Centéotl*, como un símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

# Agropapia

AGRARIA VOL. 1, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1985

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)



## CONTENIDO

SISTEMA DE EVALUACION Y MANEJO INTEGRAL PARA PREDIOS GANADEROS DEL SUR DE COAHUILA	93
EVALUACION DE COLECCIONES NATIVAS DE ZACATON ALCALINO <i>Sporobolus airoides</i> Torr. EN LA FORMACION DE VARIEDADES BAJO SEQUIA	107
CONTROL DE LARVAS DE MOSCA CASERA <i>Musca domestica</i> L. (DIP-TERA: MUSCIDAE) EN GALLINAZA POR MEDIO DEL INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO DIFLUBENZURON	122
CLASIFICACION DE COLECCIONES DE ZACATE GIGANTE <i>Leptocloa dubia</i> H.B.K., Ness POR SU GRADO DE RESISTENCIA A SEQUIA EN MANITOL	142
EFFECTOS DE BIO-REGULADORES SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO Y FORMACION DE YEMAS FLORALES EN MANZANO	153
ATRIBUTOS INICIALES, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN NIVEL DE PLANTULA EN FRIJOL TEPARI <i>Phaseolus acutifolius</i> A. Gray	160
ABEJAS SILVESTRES EN EL SUR DE COAHUILA Y SU PREFERENCIA POR PLANTAS DESERTICAS	173
EVALUACION DE ACTIVIDAD FUNGICIDA DE LA RESINA DE <i>Larrea tridentata</i> SOBRE <i>Alternaria solani</i>	183
DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA DETERMINACION DE CALIDAD NIXTAMALERA DE MAIZ <i>Zea mays</i> L.	190
PLANEACION REGIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES DE ZONAS ARIDAS. Un enfoque de Sistemas	206
TRATAMIENTO ELECTRO-HIDROPONICO DE MAIZ Y SU INFLUENCIA EN LA CINEMATICA DE CRECIMIENTO	221

## SISTEMA DE EVALUACION Y MANEJO INTEGRAL PARA PREDIOS GANADEROS DEL SUR DE COAHUILA\*

Jesús E. Cantú Brito<sup>1</sup>  
Ricardo Vásquez Aldape<sup>2</sup>  
Jorge G. Medina Torres<sup>3</sup>  
Roberto Armijo Tamez<sup>4</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Rancho demostrativo Los Angeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se localiza a 48 km al sur de la Ciudad de Saltillo, Coah., y comprende una superficie aproximada de 6 704-39-62 ha divididas en 20 potreros de diferentes tamaños, y 3 áreas de temporal.

El objetivo fundamental fue formular y correr un modelo de asignación de recursos para el Rancho en cuestión. El trabajo consistió en 3 etapas que se desarrollaron de la siguiente manera: La primera consistió en obtener información de campo concerniente a producción de materia seca, coberturas, análisis bromatológico de 6 especies clave y el uso de los potreros por el ganado a través del año 1983. La segunda consistió en formular el modelo de recursos, en base a la información de campo obtenida, para la cual se tomaron 2 épocas marcadas de uso en el Rancho: la época seca de 8 meses de duración y la época verde de 4 meses de duración. Se utilizaron 20 URH

---

1 Tesista M.C.

2 Ing. M.S., 3 y 4 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal, UAAAN.

4 Titular del Proyecto Análisis de Sistemas en Zonas Aridas, CIQA, BID, CONACYT.

\* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de M.C. de 1.



(Unidades de Respuesta Homogénea) y se implantaron 42 alternativas de manejo con 19 productos, para formar un total de 61 variables. La tercera etapa consistió en correr el modelo de asignación de recursos con objetivos múltiples en la computadora.

Después de considerar las restricciones impuestas por la capacidad sustentadora del predio y la disponibilidad de mano de obra, se corrieron diferentes escenarios de desarrollo, los cuales fueron: escenario libre empresa (óptimo económico); escenario 2 (restricción severa de mano de obra), escenario 3 (restricción moderada de mano de obra), escenario 4 (restricción ligera de mano de obra); y escenario 5 (sin restricción de mano de obra).

El escenario 4 fue el que mostró los mejores resultados, de acuerdo a las necesidades de los encargados de la toma de decisiones. Para este escenario se impuso una restricción de mano de obra de 2 254 jornales, que son los máximos utilizados, y las metas a alcanzar con sus respectivas prioridades fueron las siguientes:

Prioridad	M e t a s
1	Obtener mayor o igual que cero el número de animales, en el ajuste de las épocas verde a la seca
2	Las unidades animal deberán ser menor o igual a 300 para cada época
3	La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00

Las metas 1 y 2 fueron completamente alcanzadas, mientras que la meta 3 se alcanzó a 5 718 334.00.

## INTRODUCCION

Las empresas ganaderas, cualquiera que sea su estructura social o económica, requieren para un buen funcionamiento, de la evaluación y medición de un gran número de factores, siendo la administración, el manejo de pastizal y el manejo del ganado, los 3 rubros principales a considerar, en la toma de decisiones.

El manejo global de un predio ganadero implica el mejoramiento y conservación de los recursos, planeación del cuidado que habrá de darse al ganado, planeación del manejo del pastizal, compras, ventas, construcciones y una amplia diversidad de actividades, que ponen en juego la habilidad del administrador.

Ante la falta de sistemas de planeación que sean de amplia utilidad para el manejo y administración de predios ganaderos, el presente trabajo tiende a plantear un proceso de planeación por medio de un modelo de asignación de recursos, con el fin de apoyar la toma de decisiones en la optimización del uso de los recursos.

### **Objetivos**

El objetivo general consiste en aplicar un modelo de asignación de recursos con metas múltiples, en el proceso de toma de decisiones, para la planeación y administración de predios ganaderos.

Los objetivos específicos son:

1. Diseñar un sistema de captación de información de campo concerniente a: producción de materia seca, cobertura, análisis bromatológico y uso de potreros para el Rancho Los Angeles, considerado como Rancho tipo.
2. Formular un modelo de asignación de recursos con metas múltiples, bajo las condiciones del Rancho Los Angeles.
3. Aplicar el modelo de asignación de recursos para el planteamiento de alternativas de optimización del uso de los recursos del Rancho Los Angeles, y buscar la extrapolación de éste a predios con características similares de operación.

La hipótesis formulada, está dirigida a comprobar que es factible, con el uso de un modelo de asignación de recursos, respaldar y optimizar el proceso de toma de decisiones en la planeación y administración del manejo de predios ganaderos.

### **Planteamiento del problema**

Muchas empresas ganaderas operan con déficit debido a que no están debidamente planeadas, lo que trae como consecuencia: pérdidas económicas, problemas ecológicos, deterioro del recurso pastizal y, en general, problemas de baja producción y productividad.

A pesar de que los modelos matemáticos son siempre menos completos que los sistemas naturales, son capaces de proporcionar la información básica requerida, y de poder retener información que resulta fácilmente accesible para los encargados de la toma de decisiones, ya que la solución propuesta

por un modelo, provee de mayor información para el análisis y fundamentación de criterios en el proceso de planeación.

Por tal razón, se pretende llegar a obtener, en base a un modelo de asignación de recursos, un esquema de organización que permita, en un momento dado, obtener información concerniente al Rancho Los Angeles, y ayudar en el proceso de toma de decisiones en el manejo y administración de los recursos del mismo y, en base a esto, recabar información sobre el manejo de predios y tratar de implementar esta práctica en los predios ganaderos del Sur de Coahuila.

## REVISION DE LITERATURA

### Modelos y métodos de computación en el manejo de ranchos

El éxito de las empresas ganaderas depende de ciertos procesos bióticos y abióticos que ocurren en el medio ambiente, así como de las diferentes respuestas del animal a medios ambientes diferentes y, sobre todo, de las decisiones tomadas por el hombre, como ser inteligente y manipulador del ecosistema (Huss y Aguirre, 1979).

En la actualidad, los planificadores de ecosistemas silvoagropecuarios están obligados a tomar decisiones sobre sistemas de tal magnitud y complejidad, que con el procedimiento tradicional de selección de alternativas de manejo, es prácticamente imposible prever los posibles cambios del sistema y seleccionar los mejores sistemas (Medina, *et al.*, 1982). Para tales efectos se puede aplicar una herramienta de reciente adaptación al proceso de toma de decisiones en predios agropecuarios, esta herramienta la constituyen los modelos matemáticos y, en caso específico, la programación lineal.

Un modelo se usa para representar un estado, objeto o evento, en forma idealizada, simplificada y menos complicada que la realidad. Los modelos científicos se usan para asimilar y relacionar el conocimiento sobre la naturaleza, y representarlo en forma abstracta como una representación de la realidad para explicar los procesos que se desconozcan de un evento dado. Los propósitos fundamentales en la construcción de un modelo en general, ayudan a explicar procesos, reacciones o eventos desconocidos, para propósitos de investigación y manejo (Medina *et al.*, 1982).

El primer paso para la elaboración de un modelo matemático, aplicable para maximizar y optimizar el manejo global de un predio ganadero, consiste en hacer un inventario de recursos para saber con qué se cuenta y al mismo tiempo poder determinar bajo qué condiciones están (Taylor, *et al.*, 1979).

Los datos ecológicos del tipo generado por el modelo matemático, son de importancia primaria para el manejador de pastizales. Una serie de modelos matemáticos ecológicos fueron desarrollados bajo el título de Ranges. Los objetivos de este modelo son usar la información disponible concerniente al crecimiento de forraje del ecosistema de pastizal, como una función de las variables mayores como la temperatura y precipitación (Bradley, 1975).

### **Modelo de Asignación de Recursos**

La consideración de objetivos múltiples la planeación del uso de la tierra, es uno de los aspectos de mayor relevancia en la implementación de estrategias de manejo de los sistemas de recursos naturales.

Para la planeación de ecosistemas, con un mayor grado de complejidad, se han desarrollado un grupo de técnicas que se conocen bajo el rubro de investigación de operaciones, que se define como la aplicación de un análisis cuantitativo formal a problemas de decisión de manejo (Plane y McMillan, 1971).

Wagner (1969), menciona que, para que un programa se pueda enmarcar dentro de investigación de operaciones, se requiere de lo siguiente:

1. Toma de decisiones como aspecto primordial
2. Criterio de eficiencia económica como base de evaluación
3. Confianza en un modelo matemático formal
4. Dependencia de un computador electrónico

Una de las herramientas más comúnmente usadas en la elaboración de planes de manejo de los recursos agrícolas, pecuarios o forestales, es la programación lineal, la cual es un método para asignar recursos escasos entre actividades competitivas de una manera óptima (Medina, 1979).

## **MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo se llevó a cabo en el rancho demostrativo Los Angeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se localiza a 48 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coah., y comprende una superficie aproximada de 6 704-39-62 ha divididas en 20 potreros de diferentes tamaños y 3 áreas de temporal.

### **Formulación del modelo**

El criterio utilizado, para la formulación del modelo, se basó en la información obtenida de los muestreos de campo, y se acopló y ajustó a las

condiciones de operación prevalecientes en el Rancho Los Angeles durante el año 1983; se consideraron, además: las condiciones del mercado, las posibilidades económicas, la mano de obra disponible y la implementación de las diversas alternativas de manejo. Una vez realizados los ajustes necesarios, la información se agrupó en las siguientes clases: recursos fijos, productos, respuestas de manejo, demandas del rancho, y prioridades, posteriormente se formularon dentro de un modelo general.

Se implementaron 42 alternativas de manejo y 19 productos, para formar un total de 61 variables. De acuerdo a la naturaleza de los productos, éstos están dados en: kg/ha, por período para producción de materia seca, kg/ha para los cultivos de temporal y flor de yuca, kg/ha de queso de cabra, cabezas de cabritos/ha por período, y unidades animal (U.A.) para el caso de bovinos, equinos y caprinos.

Para la formulación del modelo se requirió de la siguiente información, la cual se acopló a las condiciones donde se desarrolló el trabajo:

Una UA consume 13.5 kg de M.S./día, ó 4 927.5 kg de M.S./año; como las alternativas son por épocas, la época verde comprende un período de 4 meses (julio a octubre), o sea 120 días de uso, por lo que, si una UA consume 13.5 kg de M.S./ha, en la época verde consumirá 1 620 kg de M.S. Por otro lado, la época seca es de 245 días (noviembre-junio), así que, una UA consumirá 3 307.5 kg de M.S. en dicho período de 8 meses.

La producción de materia seca obtenida del trabajo de campo, en las alternativas que llevan pastoreo, se multiplicó por .5, que corresponde a un 50% de utilización, para obtener las UA que puede mantener cada alternativa. Después se hizo la proporción de cada uno de los diferentes productos (vacas, becerros, equinos, etc.).

Jornales. Se tuvo un total de 1 825 jornales disponibles para el Rancho; un jornal equivale a 8 horas/día, y cuesta aproximadamente \$ 790.00, por lo que para el período de verano costará \$ 94 800.00 y \$ 193 550.00 para el período seco. Se supone que el jornal de las cabras cuesta aproximadamente \$ 146 000.00, ó sea \$ 400.00 diarios que se dedican al cuidado del rebaño, a la ordeña y a la fabricación de quesos.

Se supone que se requiere de un jornal para manejar 100 UA (bovino), y un jornal para manejar un hato de 400 cabras, por UA equino, se requiere de .015 jornales. Los jornales para la cosecha de flor de

Yuca son de .125 días/ha, o sea que se requieren 15 jornales/año, para un período de 4 meses, con una frecuencia de cada 2 años (Medina, 1980).

Para el cultivo de maíz de temporal se requiere de 22 jornales/ha; para la avena 15 jornales/ha; y para la cebada 15 jornales/ha.

Unidades Animal, sus costos y productos. Huss y Aguirre (1979), consideran que una UA consume el 3<sup>o</sup> de su peso vivo. Una UA produce .3 UA becerro/año, que al destete equivale a .4 UA, con un precio de \$ 40 000, mientras que una UA de desecho vale \$ 35 000; una vaquilla de reemplazo equivale a .8 UA y tiene un precio de \$ 70 000; un toro equivale a 1.5 UA.

Una cabra equivale a .15 UA (Medina, 1980) y produce 1.8 cabritos al año y .250 mililitros de leche al día, o sea un promedio de 80 a 100 litros de leche al año (González, 1979). El precio de un cabrito es de \$ 1 500 y el de un kg de queso \$ 250.00, requiriéndose de 8 litros de leche para fabricar un kg de queso de cabra (Medina, 1979).

El producto del equino es el potrillo, que tiene un precio aproximado de \$ 15 000.00.

Los porcentajes de extracción de ganado de rancho calculados para el año de 1983, fueron los siguientes: vacas de desecho 14<sup>o</sup>o, vaquillas de reemplazo 45<sup>o</sup>o (que no pasaron el criterio de selección), becerros de destete 50<sup>o</sup>o.

- Cultivo de temporal. Medina (1980) menciona que los costos y producción de maíz, avena y cebada son los siguientes:

Cultivo	Costo	Producción	
		Grano	Rastrojo
Maíz	\$ 13 600.00	1 000 kg/ha	3 000 kg/ha
Avena	\$ 9 300.00	1 000 "	5 000 "
Cebada	\$ 9 300.00	1 000 "	5 000 "

### Metas y Prioridades

Después de considerar las restricciones impuestas por las limitantes financieras, capacidad sustentadora del predio y disponibilidad de mano de obra, se asignaron 3 prioridades, con 3 metas a alcanzar las cuales son:

Prioridad

Metas

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Obtener mayor o igual que cero el número de animales en el ajuste de la época verde a la seca |
| 2 | Las UA deberán ser menor o igual a 300 para cada época  |
| 3 | La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00                         |

Una vez ordenada la información en forma de matriz, se procedió a incorporarla al programa de Computadora GOAL (Metas), que fue corrido en la computadora DIGITAL VAX 11/780 del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), localizado en la Ca. de Saltillo, Coah.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los diferentes escenarios de desarrollo, corridos en la computadora; el primer escenario fue el de libre empresa, o sea sin restricciones, para poder tener un punto de referencia y observar al mismo tiempo hasta dónde las diferentes alternativas de manejo podían producir.

El resumen de las diferentes respuestas de los productos y parámetros a los diversos escenarios, se presenta en el Cuadro 2, donde se observa que la estrategia de libre empresa (óptimo económico) es la que proporciona la mayor cantidad de utilidades netas. Respecto a los demás escenarios, se encontró que al restringir la mano de obra, se obtiene menor producción de maíz de grano y rastrojo, por lo que se disminuye la utilidad neta. Por otro lado, el costo total de los escenarios 2, 3 y 4 va en incremento, a medida que se utiliza mayor cantidad de mano de obra.

El forraje remanente permanece constante en los escenarios 2, 3 y 4, debido a que no existe variación en las UA que se mantienen, y que son 300 UA por época, mientras que en el escenario 5 se presenta mayor cantidad de forraje remanente, ya que se mantienen sólo 275 UA en cada época.

El escenario 4 es el que satisface las necesidades más cercanas de los encargados de la toma de decisiones. Para este escenario se impuso una restricción de mano de obra de 2 254 jornales, y las metas a alcanzar fueron las siguientes:

Prioridad

Metas

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Obtener mayor o igual que cero el número de animales en el ajuste de la época verde a la seca |
| 2 | Las UA deberán ser menor o igual a 300 para cada época  |
| 3 | La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00                         |

Una vez ordenada la información en forma de matriz, se procedió a incorporarla al programa de Computadora GOAL (Metas), que fue corrido en la computadora DIGITAL VAX 11/780 del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), localizado en la Ca. de Saltillo, Coah.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los diferentes escenarios de desarrollo, corridos en la computadora; el primer escenario fue el de libre empresa, o sea sin restricciones, para poder tener un punto de referencia y observar al mismo tiempo hasta dónde las diferentes alternativas de manejo podían producir.

El resumen de las diferentes respuestas de los productos y parámetros a los diversos escenarios, se presenta en el Cuadro 2, donde se observa que la estrategia de libre empresa (óptimo económico) es la que proporciona la mayor cantidad de utilidades netas. Respecto a los demás escenarios, se encontró que al restringir la mano de obra, se obtiene menor producción de maíz de grano y rastrojo, por lo que se disminuye la utilidad neta. Por otro lado, el costo total de los escenarios 2, 3 y 4 va en incremento, a medida que se utiliza mayor cantidad de mano de obra.

El forraje remanente permanece constante en los escenarios 2, 3 y 4, debido a que no existe variación en las UA que se mantienen, y que son 300 UA por época, mientras que en el escenario 5 se presenta mayor cantidad de forraje remanente, ya que se mantienen sólo 275 UA en cada época.

El escenario 4 es el que satisface las necesidades más cercanas de los encargados de la toma de decisiones. Para este escenario se impuso una restricción de mano de obra de 2 254 jornales, y las metas a alcanzar fueron las siguientes:

**Cuadro 1. Comparación de los diferentes escenarios para el Rancio Los Angeles en la programación de inversiones en 1983**

Metas	Libre empresa	Escenarios			Con restricción de Unidad Animal
		Con restricción severa de mano de obra	Con restricción moderada de mano de obra	Con restricción ligera de mano de obra	
No. de Jornales (máximo)	—	1 825	1 915	2 254	—
U.A. época verde (máximo)	—	300	300	300	275
U.A. época seca (máximo)	—	300	300	300	275
Utilidades Netas (mínimo)	—	7 000 000.00	6 000 000.00	6 000 000.00	5 000 000.00

**Cuadro 2. Resumen de las diferentes respuestas de los productos a los diversos escenarios para el Hancino Los Angeles durante 1983**

Parámetros	Escenarios				
	1	2	3	4	5
Vacas multiparas (U.A.)	597.78	274.57	274.57	274.57	251.53
Beceros (U.A.)	89.33	41.10	41.10	41.10	37.81
Cabras (U.A.)	118.87	18.27	18.27	18.27	15.91
Queso de cabra (kg)	569.34	152.06	152.06	152.06	132.94
Forraje remanente (kg)	2 781 581.50	4 079 588.00	4 079 588.00	4 079 588.00	4 205 403.50
Maíz grano (kg)	150 000.00	121 357.79	127 357.79	150 000.00	150 000.00
Rastrojo (kg)	750 000.00	606 788.94	636 788.94	750 000.00	750 000.00
Utilidad neta	17 660 224.00	5 282 972.00	5 374 172.00	5 718 334.00	4 902 027.50
Jornales totales	2 260	1 825	1 915	2 254	2 253
Costo Total	4 040 294.50	3 195 002.2	3 250 802.25	3 461 375.25	3 404 525.75

**Prioridad**

**Me t a s**

- 1 Obtener mayor o igual que cero el número de animales en el ajuste de la época verde a la seca
- 2 Las U.A. deberán ser menores o iguales a 300 para cada época
- 3 La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00

**Toma de decisiones**

En el Cuadro 3 se presentan las alternativas de manejo seleccionadas, en la solución final de la programación de metas para la época verde. En el PMA en condición buena, deberán de pastorearse un 87.37% de su superficie, o sean 1 237.26 ha, que mantendrán 225 U.A. Por otro lado, el PMA en condición regular, deberá de utilizarse el 100% de su superficie, o sean 673.43 ha, para mantener el resto de las UA que son 74.81, para hacer un total de 300 UA para la época verde.

Para la época seca, la solución muestra una mayor distribución en pastoreo, ya que utiliza 8 de las unidades ecológicas presentes en el Rancho. En el

**Cuadro 3. Alternativas de manejo seleccionadas en la solución final del escenario 4 de la programación de metas para el Rancho Los Angeles para la época verde**

Variable	Descripción	Superficie	U.A.
X001	past pma buena verde	1237.26	225.18
X002	np pma buena verde	178.85	0.0
X005	past pma regular verde	673.43	74.81
X010	np pma pobre verde	762.49	0.0
X014	np pa norte verde	470.48	0.0
X018	np pa sur verde	635.30	0.0
X022	np mdcpa verde	445.60	0.0
X026	np mdr verde	1046.08	0.0
X030	np izotal verde	270.08	0.0
X035	np cap me verde	270.79	0.0
<b>Total</b>			<b>299.99</b>

Cuadro 4 se muestran las alternativas seleccionadas con su superficie a utilizar, con sus respectivas UA que mantiene cada una.

**Cuadro 4. Alternativas de manejo seleccionadas en la solución final del escenario 4 de la programación de metas para el Rancho Los Angeles para la época seca**

Variable	Descripción	Superficie	U.A.
X003	past pma buena seca	1416.11	81.28
X007	past pma regular seca	673.43	10.63
X011	past pma pobre seca	762.49	13.00
X015	past pa nte seca	298.70	26.16
X016	np pa nte seca	171.78	0.0
X019	past pa sur seca	635.30	58.25
X023	p mdcpa seca	445.60	16.35
X027	p mdr seca	1046.81	78.30
X031	p izo seca	270.08	16.31
X037	np c me seca	270.79	0.0
Total			300.30

Por lo que se refiere al valor óptimo de los productos, se muestran las cantidades producidas con la solución de la computadora, obteniéndose un total de 300 UA para cada época, con una producción de vacas vientre o multíparas de 274 para las 2 épocas, lo que equivale a 137 vacas vientre y una producción de becerros de destete del 41.01 UA becerro, lo que equivale a una producción de 117 becerros al destete, que representa un 85% de becerros destetados y que se considera excelente. El número total de toros es de 14.39 UA, lo que equivale a 11 toros para las 2 épocas, o sea 6 toros aproximadamente para cada época, para 137 vacas.

La formulación del modelo incluye un pastoreo combinado de bovinos, caprinos y equinos, por lo que también se tienen productos derivados de los caprinos, manteniéndose 18.27 UA cabra y 51.21 UA equino. La producción de cabritos fue de 22 cabezas y la producción de queso de cabra de 152.57 kg. Los equinos por otro lado producen 17.12 potrillos, aunque estos últimos productos se tienen como actividades secundarias en el Rancho.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a como se formuló el modelo y a las condiciones en que se desarrolló el trabajo, y después de analizar los resultados obtenidos por la computadora, se puede concluir lo siguiente:

1. La aplicación de la información obtenida variará de acuerdo a las condiciones particulares de cada área o predio que se presenten en base a la disponibilidad de recursos naturales, financieros y de mano de obra.
2. Se hace necesario continuar con la investigación de formulación de modelos de asignación de recursos, para poder tener datos con mayor apoyo científico.
3. El uso del modelo de asignación de recursos y su aplicación en el proceso de toma de decisiones, dependerá de la formulación y del planteamiento del problema, así como de la profundidad del mismo.
4. El presente trabajo se formuló de acuerdo a los tipos de vegetación presentes en toda la extensión del Rancho, por lo que se requiere hacer la formulación considerando la proporción de cada tipo de vegetación por potrero para estudios posteriores, ya que se estaría en posibilidades de recomendar un plan de manejo a nivel potrero.
5. Aunque los resultados del presente trabajo se consideran preliminares, el plan de manejo que se está en posibilidades de implementar, es por tipo de vegetación y por época, por lo que se utiliza para la época verde un sistema de pastoreo continuo para el pastizal mediano abierto en 2 condiciones: condición buena y condición regular.
6. Para la época seca, el plan de manejo que se sugiere es pastorear la totalidad del pastizal mediano abierto en sus 3 condiciones (buena, regular y pobre); se sugiere utilizar, además, un 75% de la superficie de pastizal amacollado exposición norte, y un 100% de la superficie del pastizal amacollado exposición sur. Se sugiere un pastoreo continuo para el 100% de la superficie del MDCPA, MIDR y el izotal. Con esto se obtiene una distribución más uniforme del pastoreo, a través de los diferentes tipos de vegetación del rancho y distribuyendo al mismo tiempo, la carga animal para evitar un sobrepastoreo, ya que la duración de esta época es de 8 meses y que se le caracteriza por presentar escasez de lluvias.

## BIBLIOGRAFIA

- Bradley, J.G. 1975. Grassland simulation model. Science Series No. 17, Range Science Dept. C.S.U.
- González, E.P. 1979. Mejore la Reproducción de su hato. México. Cebú 5(6):

- Huss, D.L. y E.L. Aguirre. 1979. Fundamentos de manejo de pastizales. Monterrey, México. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Medina, T.J.G. 1979. Aplicación de la programación de metas a la planeación de los recursos naturales en la cuenca de San Tiburcio, Zac. Ponencia presentada en el Seminario sobre Planificación Ecológica del uso de la tierra, Xalapa, México.
- , 1980. Critical Elements in Land Use and Research Design in Northern Mexico. Disserttation. Fort Collins, Colo. USA. CSV. College of Forestry and Natural Resources.
- , R. Armijo y R. Nava C. 1982. Modelos de manejo de ecosistemas. A.S.Z.A. Doc. de Trabajo.
- Plane, D.R. y C. McMillan Jr. 1971. Discrete optimization. New Jersey. Prentice-Hall, Inc. Englewoods Cliff.
- Taylor, R.G., E.T. Bartlett y J.R. Mckean. 1979. Impacts of federal grazing on the Economy of Colorado. U.S.F.S. Bureau of Land Management and the Colorado Exp. Sta. August.
- Wagner, H.M. 1969. Principles of operation research. New Jersey. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliff.

**EVALUACION DE COLECCIONES NATIVAS DE ZACATON ALCALINO**  
*Sporobolus airoides* Torr. EN LA FORMACION DE VARIEDADES  
BAJO SEQUIA\*

Adolfo Ortegón Pérez<sup>1</sup>  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Quince colecciones de Zacatón Alcalino *Sporobolus airoides* (Torr.) fueron evaluados bajo condición de temporal en las localidades de Navidad, Nuevo León y Ocampo, Coahuila, a través de un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, con el objetivo de identificar variedades con alto rendimiento de forraje para las zonas áridas del país. El análisis de varianza para el experimento de Navidad, Nuevo León, y análisis combinados de ambas localidades, indican diferencias significativas para el rendimiento de forraje verde y seco, altura de planta, número de tallos por metro, área foliar de la hoja 1 y 2, y vigor. El mayor número de caracteres en el experimento de Ocampo, Coahuila, también mostraron diferencias significativas que indican la existencia de una amplia gama de variabilidad para todas las características estudiadas.

Las colecciones: San Luis Potosí 244, Aguascalientes 13, Nuevo León 59, Zacatecas 15 y San Luis Potosí 67, fueron identificadas como sobresalientes para el rendimiento de forraje, considerando simultáneamente los resultados en ambas localidades. Estas 5 colecciones se comportan con alta re-

1 Ing. M.C. y 2 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía UAAAN

\* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de M.C. de 1.

sistencia a sequía, mayor número de tallos por metro, mayor área foliar, plantas más altas, vigorosas, y es considerado como un zacate con un buen valor forrajero. De estos 5 materiales sobresalientes se debe incrementar la semilla, hacer lotes grandes de prueba con testigos para identificar la mejor variedad. El rendimiento de forraje verde tuvo asociación positiva y significativa con 3 características, tales como: forraje seco ( $r = 0.918$ ), tallos por metro ( $r = 0.937$ ) y altura de planta ( $r = 0.582$ ). Altura de planta y número de tallos por metro pueden utilizarse como índice de selección indirecta, para seleccionar genotipos con alto rendimiento de forraje en el campo bajo sequía.

## INTRODUCCION

La insuficiencia de forraje ha sido un gran problema a nivel estatal y nacional, para incrementar la producción de carne y productos lácteos. En México existen varias especies de forrajes y pastos, y su producción ha sido incrementada en años recientes mediante materiales genéticos y prácticas agronómicas adecuadas. Desafortunadamente, tal incremento no ha sido obtenido en especies forrajeras nativas de las zonas áridas de México, aunque existen diferentes especies de forraje, tales como: Zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*), Navajita Azul (*Bouteloua gracilis*), Zacate temprano (*Setaria macrostachya*), Zacate gigante (*Leptochloa aubia*), Zacate tobozo (*Hilaria mutica*), Zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), etc. En el año de 1975 se inició la investigación de Zacatón alcalino en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para estudiar la variabilidad genética e identificar genotipos con alto rendimiento de forraje. Esta especie nativa es importante por su resistencia a la sequía y su alto valor forrajero en regiones áridas y semiáridas, donde otros cultivos tradicionales y otras especies forrajeras no pueden sobrevivir.

Las poblaciones de Zacatón alcalino están muy bien distribuidas en los Estados del Norte de la República, formando de pequeñas a grandes comunidades compactas de amplia superficie, en cuencas cerradas con suelo alcalino. Prácticamente no existe información, en la literatura nacional, sobre la variabilidad genética disponible en esta especie para: rendimiento, resistencia a sequía y otras características agronómicas.

Estas investigaciones fueron llevadas a cabo con el objetivo de estudiar la variabilidad para diferentes características agronómicas, identificar genotipos con alto rendimiento de forraje y determinar correlaciones útiles en la selección de genotipos para formar variedades bajo condición de sequía.

## REVISION DE LITERATURA

El Zacatón alcalino es una planta con tallos erectos y firmes, con macollos densos y compactos en su base. La planta tiene una altura entre 50 y 120 cm y un grosor de tallo, en su base, de 1.5 a 3 mm sin vellosidades. Las hojas envolventes, firmes sin vellosidades o cortas, ciliadas en la parte superior con poca vellosidad larga en cualquiera de los lados. La lígula, usualmente es una pequeña corona de vellosidades limitadas, láminas firmes y fibrosas, largas, de 2 a 5 mm de ancho, planas o más frecuentemente enrolladas. La panícula, principalmente de 12 ó 13 cm, ocasionalmente 40 cm de largo, típicamente abiertas, muy ramificada, posee glumas delgadas y redondas, la lema es delgada y redonda.

Gould (1951) señala que el Zacatón Alcalino se encuentra distribuido en: Nebraska, Missouri, sur de Dakota, Texas, oeste y este de Washington, y sur de California, en EEUU y norte de México.

Poehlman (1974) mencionó que el mejoramiento de las plantas forrajeras, en general, es más difícil que el de las plantas cultivadas por la causa de sus métodos de polinización, las irregularidades en su fertilización, problemas de propagación, flores muy pequeñas y difíciles para la hibridación artificial, ciertas plantas se reproducen principalmente por apomixis, deficientes en la producción de semillas, muy baja viabilidad, etc.

Hernández y Ramos (1968) plantean un programa de fitomejoramiento de plantas forrajeras en México, donde destacan como objetivos la búsqueda, selección y formación de especies forrajeras con alta capacidad de adaptación, a cada una de las 10 áreas agropecuarias de México.

Serrato (1977), en trabajos de mejoramiento de Zacate banderilla para desarrollar tipos forrajeros, mediante selección de genotipos superiores entre y dentro de ecotipos, concluye que su mejoramiento es posible mediante la selección y multiplicación de ecotipos superiores y que la selección de progenies dentro de ecotipos no genera avance en el mejoramiento, siendo la causa posible de esto, la ocurrencia de apomixis y que no es recomendable hacer selección dentro de ecotipos hasta que se tenga evidencia de reproducción sexual.

## MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en las localidades de Navidad, Nuevo León y Ocampo, Coahuila, de 1977 a 1983, en los campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La localidad de Navi-

dad, Nuevo León, tiene un clima semiseco, templado, muy extremoso, con lluvias todo el año y el suelo es plano, profundo, de textura migajón limoso, con pH de 7.5 a 8.4, pobre en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, y alto en carbonatos totales y ligeramente salino. El tipo de clima de Ocampo, Coahuila, es seco, templado muy extremoso, lluvias escasas todo el año, pero abundantes en el verano, terrenos planos, suelo de origen aluvial con textura migajón limoso medianamente alcalino, el contenido de materia orgánica es de mediano a rico y el tipo de vegetación corresponde al semi desértico. En ambas localidades existen condiciones apropiadas de clima, para evaluar las colecciones de Zacatón Alcalino en forma directa en el campo, para seleccionar genotipos con resistencia a sequía.

Semillas de 15 colecciones de Zacatón Alcalino fueron cosechadas en forma masal en 7 diferentes Estados de la República Mexicana; 1 en el Estado de Coahuila y 2 en cada uno de los siguientes Estados: Aguascalientes, Zacatecas, Chihuahua y Nuevo León; 3 en San Luis Potosí y 3 en Durango. Estos materiales representan un alto rango de distribución geográfica, por lo que se considera que se cuenta con una amplia variabilidad genética de la especie.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones, y la parcela experimental fue de 4 surcos de 5 m de largo, separados a 0.90 m. La preparación del terreno, en ambas localidades, constó de barbecho, rastro y surcado, durante la primavera de 1976; se depositaron semillas cada 10 cm en el lomo del surco y se dieron riegos para que germinara y se establecieran las plantas durante éste año. Las colecciones fueron evaluadas bajo sequía todos los años de investigación; se realizaron prácticas culturales para eliminar malas hierbas, no se fertilizó y no se tuvieron problemas con plagas ni enfermedades.

Los siguientes datos fueron tomados de los experimentos de ambas localidades:

Altura de planta: Se tomaron 5 lecturas por parcela, midiendo desde la base de la planta hasta donde llega la mayoría de las espigas.

Vigor: Se determinó visualmente en base a una escala arbitraria de 1-5, donde el número 1 es excelente, 2 bueno, 3 regular, 4 pobre y 5 muy pobre.

Area foliar: Sin contar la hoja bandera, se midieron 5 plantas diferentes y se promedió lo ancho de la base y lo largo de la primera y segunda hoja, para transformar a centímetros cuadrados.

Tallos por metro. Se contaron los tallos en un metro de longitud de surco de cada parcela.

Forraje verde o seco: Se tomó como forraje verde el peso directo en el campo, y de éste se tomó una muestra conocida, de cada parcela, para llevarse a una secadora hasta obtener peso constante para obtener forraje seco.

Debido a que hubo fallas en el establecimiento, se ajustó por covarianza en todos los años, excepto para 1983. Los promedios de las características fueron utilizados para calcular análisis de covarianza, varianza y correlaciones, en ambos experimentos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los cultivos perennes, como Zacatón Alcalino *Sporobolus airoides* y otros forrajes, deben evaluarse a través de varios años para identificar genotipos con mayor potencial, consistencia y estabilidad de rendimiento. Poehlman (1974) menciona que la mayor parte de los forrajes son plantas perennes de larga duración y, por lo tanto, se necesitan varios años para evaluar la persistencia y productividad de los nuevos tipos. En esta investigación, las colecciones de Zacatón Alcalino fueron evaluadas durante 6 años en las localidades de Navidad, Nuevo León y Ocampo, Coahuila, bajo la severidad de la sequía de las zonas áridas, por esta razón se considera que los resultados son muy confiables para seleccionar genotipos con resistencia a sequía.

El análisis de covarianza, para el rendimiento de forraje a través de los años, se presenta en el Cuadro 1, donde se pueden observar las diferencias significativas para el rendimiento de forraje seco, durante todos los años, en

**Cuadro 1. Análisis de covarianza de rendimiento de forraje seco de Zacatón Alcalino a través de 6 años en 2 localidades bajo temporal en Navidad N.L. y Ocampo Coah.**

Fuente de variación	Valor de F calculada para rendimiento de forraje					
	1977	1978	1979	1980	1981	1983
Tratamiento N	3.27**	2.99**	2.31**	2.64**	9.67**	4.78**
O	1.77NS	2.24*	3.56**	1.61NS	1.81NS	2.33**
C.V. (%) N	31.00	29.00	29.00	36.00	14.00	35.00
O	47.00	29.00	50.00	80.00	29.00	50.00

N = Navidad                      O = Ocampo

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

NS No significativo

C.V. Coeficiente de variación

la localidad de Navidad, Nuevo León y únicamente 3 años (1978, 79 y 83) para la localidad de Ocampo, Coahuila. El análisis de varianza combinado para el rendimiento de forraje verde y seco en 1983 (Cuadro 6), también reveló diferencias altamente significativas; esto indica un alto grado de variabilidad muy valiosa, para el fitomejorador de forraje, en el aprovechamiento de esta especie. El éxito inicial de un programa de fitomejoramiento de forrajes nativos, depende de la variabilidad genética disponible en los recursos naturales para el rendimiento y otras características agronómicas. El análisis de covarianza no tuvo significancia para 3 años (1977, 80 y 81) en el experimento de Ocampo, Coahuila (Cuadro 1) y se puede atribuir a las fallas en el muestreo, manejo del experimento, clima y heterogeneidad en los materiales de estudio.

En un estudio realizado en Estados Unidos de Norteamérica se evaluaron 25 genotipos de Zacatón Alcalino para el rendimiento de forraje seco durante 3 años (1968 a 1970), y se encontraron diferencias significativas para el rendimiento de forraje seco, para cada corte de 5 cortes por año y en 3 años. La producción de forraje seco varió ligeramente dentro de cada corte e identificaron 4 genotipos sobresalientes (College of Texas Agricultural Station (1970)).

El rendimiento de forraje verde y seco es la suma total de la eficiencia fotosintética de la planta. El promedio de rendimiento se aumentó de 1977 a 1979 y 1981 por la serie de condiciones climáticas favorables. En el Cuadro 2 se puede observar que, en la localidad de Navidad, N.L., el promedio de rendimiento fue de 2 921.1, 5 219.8, 6 178.1 y 4 094.8 g/parcela en 1977, 1978, 1979 y 1981 respectivamente, y los rendimientos de forraje seco aumentaron 78.69%, 111.5% y 40.18% en los años de 1978, 1979 y 1981 respectivamente, en comparación con 1977; se obtuvo un alto rendimiento de forraje en el tercero y cuarto año de establecido. El promedio de rendimiento varió cada año de prueba y en 1977 produjo de 1 408 a 4 643 g/parcela; en 1978 de 1 908 a 7 712 g/parcela, y en 1979 de 2 436 a 7 920 g/parcela. Si se considera en forma simultánea el rendimiento de forraje seco de 6 años, las colecciones San Luis Potosí 244, Nuevo León 59, Aguascalientes 13, Zacatecas 15 y San Luis Potosí 67, fueron las más sobresalientes y consistentes anualmente, y en promedio a través de años.

En las localidades de Ocampo, Coahuila, los rendimientos fueron más bajos (Cuadro 3) con 1 272.2, 4 362.4, 1 624.8, 814.7 y 2 294.8 g/parcela en los años de 1977 a 1981 respectivamente. Generalmente en la localidad de Ocampo, Coahuila, produjeron menos promedio de rendimiento, en comparación con Navidad, Nuevo León, a causa de las condiciones de aridez más severas en un 56.45% en 1977, 19.65% en 1978, 280.38 % en 1979 y

**Cuadro 2. Promedio de rendimiento de forraje seco de genotipos de Zacatón Alcalino a través de 6 años de cultivo temporal en Navidad Nuevo León**

Genotipos	Forraje seco (g/parcela)						Media de 6 años
	1977	1978	1979	1980	1981	1983	
Aguascalientes	15	6574	7171	512	4578	586	2591.3
Coahuila	40	3939	2436	626	2698	674	1963.5
San Luis Potosí	190	6147	6223	719	4538	416	3653.2
Zacatecas	90	4060	4284	404	3720	374	2556.8
Durango	95	4557	5685	516	3866	550	2889.3
Durango	202	4680	5545	475	3785	352	2942.0
Zacatecas	15	6496	7633	533	4522	468	3940.8
San Luis Potosí	67	6515	7920	659	4591	503	4138.5
Chihuahua	90	4324	4975	515	3642	481	2702.5
Nuevo León	59	6355	8172	729	4933	525	4056.5
Nuevo León	105	1908	4548	152	1926	265	1761.2
San Luis Potosí	244	7712	7637	582	5041	364	4139.3
Aguascalientes	13	5881	8091	631	5231	360	4037.6
Durango	132	5908	7196	383	4687	440	3471.0
Chihuahua	172	3241	4610	845	3664	1079	2527.7
Media	2921.1	5219.8	6178.1	558.7	4094.8	495.8	

78.44 % en 1981. El rendimiento de forraje seco fue 250.76%, 17.72%, 80.38% más alto en los años de 1978, 1979 y 1981 respectivamente, en comparación con 1977 del experimento de Ocampo, Coahuila.

Con la información de rendimiento de 6 años y 2 localidades, las colecciones San Luis Potosí 244, Zacatecas 15, San Luis Potosí 67, Aguascalientes 13 y Nuevo León 59, resultaron ser las más rendidoras bajo condición de temporal. Estas 5 colecciones se pueden clasificar como genotipos altamente resistentes a sequía. Sathyanarayanaiah (1976) clasificó variedades de trigo harinero resistentes a sequía, con el criterio de grado de producción de rendimiento de campo bajo sequía. Espinoza Zapata (1984) trabajó en evaluaciones de colecciones de zacate gigante nativo de México, bajo diferentes criterios, para determinar resistencia a sequía; clasificó 5 colecciones como altamente resistentes a sequía, con el criterio de producción de forraje seco en el campo bajo condición de temporal. Las poblaciones nativas son la fuente del material genético para identificar los genotipos con alto rendimiento de forraje. En estas especies nativas, que no han sido mejoradas en México, se pueden identificar genotipos superiores con más facilidad mediante simple selección y se pueden obtener progresos muy pronto.

El análisis de varianza para características agronómicas (Cuadro 4), considera únicamente los datos de 1983, en ambas localidades, al igual que el análisis de varianza combinado (Cuadro 5). El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en el experimento de Navidad y Ocampo (4 características) individualmente y el análisis combinado de las 2 localidades, revela que existe diferencia significativa para todas las características, como son: forraje verde, forraje seco, área foliar primera y segunda hoja, tallos por metro, altura de planta y vigor, lo que indica la presencia de variabilidad, la cual puede ser aprovechada en el fitomejoramiento de forrajes, en la interacción de tratamiento por localidad, no influyó en el forraje verde, seco y tallos por metro, y sí se encontró interacción con área foliar de primera y segunda hoja, altura y vigor.

El rendimiento es un carácter muy complejo y depende de varios componentes, cada uno es independiente de otro. Los componentes de rendimiento de la producción de forraje son: número de tallos (grosor, longitud y peso de cada tallo), número de hojas (longitud, anchura y peso de cada hoja por planta) y su peso. Rendimiento es el producto de la multiplicación de componentes del rendimiento. El éxito del fitomejoramiento genético de forrajes, depende de la variabilidad presente para las características agronómicas, tales como: número de tallos, área foliar y altura de planta. El promedio combinado de estas características se presenta en el Cuadro 6. El promedio de área foliar de la segunda hoja registró 77.67% más superficie que la

78.44 % en 1981. El rendimiento de forraje seco fue 250.76%, 17.72%, 80.38% más alto en los años de 1978, 1979 y 1981 respectivamente, en comparación con 1977 del experimento de Ocampo, Coahuila.

Con la información de rendimiento de 6 años y 2 localidades, las colecciones San Luis Potosí 244, Zacatecas 15, San Luis Potosí 67, Aguascalientes 13 y Nuevo León 59, resultaron ser las más rendidoras bajo condición de temporal. Estas 5 colecciones se pueden clasificar como genotipos altamente resistentes a sequía. Sathyanarayanaiah (1976) clasificó variedades de trigo harinero resistentes a sequía, con el criterio de grado de producción de rendimiento de campo bajo sequía. Espinoza Zapata (1984) trabajó en evaluaciones de colecciones de zacate gigante nativo de México, bajo diferentes criterios, para determinar resistencia a sequía; clasificó 5 colecciones como altamente resistentes a sequía, con el criterio de producción de forraje seco en el campo bajo condición de temporal. Las poblaciones nativas son la fuente del material genético para identificar los genotipos con alto rendimiento de forraje. En estas especies nativas, que no han sido mejoradas en México, se pueden identificar genotipos superiores con más facilidad mediante simple selección y se pueden obtener progresos muy pronto.

El análisis de varianza para características agronómicas (Cuadro 4), considera únicamente los datos de 1983, en ambas localidades, al igual que el análisis de varianza combinado (Cuadro 5). El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en el experimento de Navidad y Ocampo (4 características) individualmente y el análisis combinado de las 2 localidades, revela que existe diferencia significativa para todas las características, como son: forraje verde, forraje seco, área foliar primera y segunda hoja, tallos por metro, altura de planta y vigor, lo que indica la presencia de variabilidad, la cual puede ser aprovechada en el fitomejoramiento de forrajes, en la interacción de tratamiento por localidad, no influyó en el forraje verde, seco y tallos por metro, y sí se encontró interacción con área foliar de primera y segunda hoja, altura y vigor.

El rendimiento es un carácter muy complejo y depende de varios componentes, cada uno es independiente de otro. Los componentes de rendimiento de la producción de forraje son: número de tallos (grosor, longitud y peso de cada tallo), número de hojas (longitud, anchura y peso de cada hoja por planta) y su peso. Rendimiento es el producto de la multiplicación de componentes del rendimiento. El éxito del fitomejoramiento genético de forrajes, depende de la variabilidad presente para las características agronómicas, tales como: número de tallos, área foliar y altura de planta. El promedio combinado de estas características se presenta en el Cuadro 6. El promedio de área foliar de la segunda hoja registró 77.67% más superficie que la

**Cuadro 4. Análisis de varianza de diferentes características agronómicas de Zacatón Alcalino bajo temporal en 2 localidades en Navidad, N.L. y Ocampo, Coah., en 1983**

Fuente de variación	Grado de libertad	F				c a l c u l a d a		Tallo por metro	Altura	Vigor
		Forraje		Area foliar		1a. hoja	2a. hoja			
		verde	seco	1a. hoja	2a. hoja					
Repeticiones	N 3 O 3	1.853 0.561	1.675 1.093	1.282 2.156	1.923 4.619	7.122 4.788	0.532 0.191	3.097 10.027		
Tratamientos	N 14 O 14	4.341** 1.911NS	4.779** 2.327*	7.312** 3.386**	11.916** 3.280**	8.382** 2.015NS	5.963** 1.281NS	4.565** 2.592*		
Error (cm)	N 42 O 42	135110.182 184669.815	31003.135 31350.104	7.584 2.637	14.725 7.608	3373.987 4871.422	96.190 153.776	0.217 0.365		
C.V. (o/o)	N O	32.0 62.0	35.0 50.0	20.0 20.0	20.0 20.0	20.0 41.0	10.0 13.0	18.0 24.0		

N = Navidad  
 \* Significativo al 5%  
 \*\* Significativo al 1%  
 NS No significativo  
 C.V. Coeficiente de variación.  
 cm = Cuadrados medios  
 O = Ocampo

**Cuadro 5. Análisis de varianza combinado de diferentes características agronómicas de Zacatón Alcalino de las localidades en Ocampo Coah. y Navidad, N.L. bajo temporal en 1983**

Fuente de variación	Grado de libertad	Forraje		F c a l c u l a d a		Tallos por metro	Altura	Vigor
		verde	seco	1a. hoja	2a. hoja			
Localidades	1	32.66**	17.93**	186.71**	367.09**	58.31**	12.24**	1.86NS
Tratamientos	12	5.18**	5.61**	6.58**	9.56**	5.64**	1.96*	2.55**
Trat. x Loc.	12	0.44 NS	1.19NS	2.52**	2.91**	0.64NS	2.28*	2.00*
Error (cm)	27	160300.08	31944.35	4.89	10.85	4122.52	129.59	0.29
C.V. (o/o)	—	43.90	40.20	19.60	16.50	29.50	11.60	22.0

\*\* Significativo al 1%

\* Significativo al 5%

NS No significativo

C.V. Coeficiente de variación

cm= Cuadrados medios

**Cuadro 6. Promedio de diferentes características agronómicas combinados de Zacatón Alcalino de las localidades en Navidad, J.L. y Ocampo, Coah., bajo temporal en 1983.**

Genotipos	Forraje (g/p)		Area foliar (cm <sup>2</sup> )		Tallos por metro	Altura (cm)	Vigor
	verde	seco	1a. hoja	2a. hoja			
Aguascalientes	1063.4	479.4	12.7	22.3	231.5	103.0	2.3
San Luis Potosí	824.0	370.0	14.3	25.2	178.3	102.0	1.8
Zacatecas	683.8	341.9	6.9	12.4	232.0	85.0	2.8
Durango	1008.8	520.8	12.1	19.1	241.0	93.5	2.9
Durango	658.8	284.4	11.9	20.8	164.5	97.1	2.7
Zacatecas	683.1	328.8	10.2	19.2	160.1	101.6	2.8
San Luis Potosí	973.1	459.1	9.5	16.9	217.9	95.0	2.4
Chihuahua	844.8	397.3	9.3	15.2	246.0	89.5	2.6
Nuevo León	813.8	365.0	10.8	19.7	205.1	103.4	2.6
San Luis Potosí	759.4	321.9	13.3	24.2	182.4	100.5	2.4
Aguascalientes	712.5	319.4	13.1	23.4	161.9	102.3	2.3
Durango	945.6	488.1	10.9	19.7	247.0	98.7	2.3
Chihuahua	1888.7	856.9	11.0	20.8	359.4	99.2	2.1
Media	863.4	425.6	10.3	18.3	215.4	89.9	2.4

g/p= gramos por parcela

primera hoja. En todas las colecciones, la segunda hoja produjo más área foliar que la primera hoja. Las colecciones: San Luis Potosí 244 y 190, Aguascalientes 13 y Nuevo León 59, produjeron mayor superficie de área foliar, en comparación con el resto. Número de hojas y área foliar, está en función de número de tallos por planta y altura de planta. El número de tallos por metro es un componente importante del rendimiento de forraje, y varía entre 182.3 a 493.5, con un promedio de 215.4; las colecciones: Chihuahua 172, Chihuahua 90 y Durango 132, produjeron mayor número de tallos, pero con menos altura; las colecciones: San Luis Potosí 244, Aguascalientes 13, Nuevo León 59 y Zacatecas 15, produjeron mayor altura, la cual varió de 100.5 a 103.4 cm, y están relacionadas con alto rendimiento.

Las correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas bajo condiciones de temporal, del experimento de Navidad y Ocampo, se presentan en el Cuadro 7. En Ocampo se observa que el rendimiento de forraje verde tiene correlación positiva y significativa con 3 características, tales como: forraje seco ( $r = 0.918$ ), tallos por metro ( $r = 0.937$ ) y altura de planta ( $r = 0.582$ ). La primera hoja tiene correlación con área foliar de la segunda hoja y altura de planta. Se encuentran varias correlaciones positivas y significativas entre diferentes variables (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas bajo temporal, en 2 localidades en Navidad N.L., y Ocampo, Coah. 1983**

Características		Forraje seco	1a. hoja	2a. hoja	Tallos por metro	Altura de planta
Forraje verde	N	0.992**	0.331	0.297	0.328	-0.013
	O	0.918**	-0.049	0.040	0.937**	0.582*
Forraje seco	N	—	0.234	0.233	0.358	-0.034
	O	—	-0.032	0.031	0.897**	0.576*
Primera hoja	N	—	—	0.974**	-0.641**	0.617*
	O	—	—	0.945**	-0.169	0.377
Segunda hoja	N	—	—	—	-0.661**	0.718**
	O	—	—	—	-0.113	0.521*
Tallos por metro	N	—	—	—	—	-0.683**
	O	—	—	—	—	0.539*

N = Navidad O = Ocampo

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

Otros no significativos

## CONCLUSIONES

1. Existe una gran variabilidad para los componentes del rendimiento de forraje, en las colecciones incluidas.
2. Se identifican 5 colecciones (San Luis Potosí 244, San Luis Potosí 67, Nuevo León 59, Aguascalientes 13 y Zacatecas 15) con: potencial en la producción de forraje, alta resistencia a sequía, amplia adaptación, mayor área foliar, más número de tallos, plantas más altas, vigorosas, y consideradas como zacates con un buen valor forrajero para el ganado.
3. Estos materiales son muy apropiados para sembrarse en las zonas áridas, donde existen varios millones de hectáreas con una precipitación pluvial escasa y mal distribuida, donde otros cultivos tradicionales no pueden sobrevivir y, además, ayuda a evitar la erosión del suelo.
4. Se recomiendan estas 5 colecciones para incrementar la semilla, hacer pruebas avanzadas y desarrollar lotes semicomerciales en diferentes localidades bajo condición de temporal, en el Norte de la República Mexicana, para seleccionar las mejores en la formación de variedades.
5. Altura de planta y número de tallos por metro, se pueden utilizar como índice de selección indirecta de genotipos con mayor rendimiento de forraje.

## BIBLIOGRAFIA

- College of Texas Agricultural Station. 1970. Premier sideoats grama. The agricultural and mechanical.
- Espinoza, Z.R. 1984. Evaluación de colecciones de zacate gigante *Leptochloa dubia* nativo de México, bajo diferentes criterios para determinar resistencia a sequía. Tesis de Maestría. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Gould, F.W. 1951. Grasses of southwestern United States. Tucson Arizona. Biological Science Bulletin. p. 228 - 229.
- Hernández, E.X. y A.S. Ramos. 1968. Mejoramiento de las plantas forrajeras en México. Memorias del tercer Congreso Nacional de Fitotecnia (Primer Simposio) SOMEFI. Chapingo, México, p. 224 - 261.

- Pohelman, J.A. 1974. Mejoramiento genético de plantas forrajeras. Mejoramiento genético de las cosechas. México. Editorial Limusa, pp. 379 - 412.
- Sathyanarayanaiah, K. 1976. Genetic Studies on rainfed wheat. Tesis de doctorado en fitomejoramiento. New Delhi, India. Indian Agricultural Research Institute.
- Serrato, V.M. 1977. Ensayo de selección en zacate banderilla *Bouteloua curtipendula*. Tesis de Maestría. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### AGRADECIMIENTO

Se reconoce y agradece la participación de: Ph.D. Jorge R. González D., M.C. Víctor Manuel Serrato C., M.C. Héctor Garza C. y M.C. Roberto Espinoza Zapata, que de una u otra forma ayudaron para que se llevara a cabo este trabajo.

**CONTROL DE LARVAS DE MOSCA CASERA *Musca domestica* L.  
(DIPTERA: MUSCIDAE) EN GALLINAZA POR MEDIO DEL  
INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO DIFLUBENZURON**

Aguileo Lozoya Saldaña<sup>1</sup>  
Víctor M. Ruiz Rangel<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Con el fin de contribuir con las técnicas para el combate de las larvas de mosca casera *Musca domestica* L. en las granjas avícolas, se hicieron aplicaciones, a nivel laboratorio, de diferentes dosis del inhibidor del crecimiento diflubenzurón en el medio de desarrollo de éstas, y se evaluó el porcentaje de mortalidad causado por este producto. Con humedad apropiada en la gallinaza y a dosis relativamente bajas del compuesto, así como la mezcla de éste con el medio de desarrollo, se obtiene un mejor control de esta plaga.

**INTRODUCCION**

Salazar (1981), cita el hecho de que las granjas avícolas son fuente importante en la producción de gallinaza. Este material orgánico es un medio ideal para la proliferación de muy diversos organismos, además de causar malos olores y ser fuente de contaminación ambiental (North, citado por Peña, 1982). Dentro de los diferentes organismos asociados a excrementos de animales, los artrópodos representan un grupo numeroso, donde sobresale

---

1 Ing. M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN

2 Tesista

la mosca doméstica<sup>1</sup> *Musca domestica* L. (Díptera: Muscidae) la cual, a través del tiempo, se ha constituido en un serio problema de salud pública, ya que las poblaciones de este díptero alcanzan proporciones exageradas en las áreas urbanas y suburbanas.

De acuerdo a lo anterior, y por la alta potencialidad reproductiva que presenta la mosca casera, se han desarrollado una serie de medidas profilácticas y de combate. Actualmente, las más utilizadas han sido los insecticidas convencionales, pero dado que algunos de éstos son persistentes y acumulativos, como en el caso de los insecticidas organoclorados, ofrecen poca selectividad y, por lo tanto, riesgo para otros organismos, incluyendo al hombre, además de que son insectos que han desarrollado rápidamente resistencia a varios grupos de insecticidas, por lo que su utilización no es muy recomendable.

Las investigaciones sobre la síntesis de compuestos químicos han sido enfocados, recientemente, hacia los insecticidas selectivos del tipo hormonal e inhibidores de crecimiento, los cuales interfieren en procesos vitales como: la muda, crecimiento, maduración fisiológica y metamorfosis de los insectos (Williams, 1967). El compuesto insecticida diflubenzurón, de origen sintético, posee propiedades muy particulares, como las ya mencionadas, ya que actúa interfiriendo en la deposición de la quitina de los insectos, en el proceso de la muda. Esto implica que los estadios inmaduros son los más susceptibles a este compuesto.

El objetivo de esta investigación fue el de efectuar una evaluación preliminar del grado de penetración y la acción insecticida, de diversas dosis del compuesto inhibidor del crecimiento, diflubenzurón, a diferentes estratos de profundidad de gallinaza, para el control de larvas de mosca casera que se desarrollan en este medio, así como conocer, en forma general, la cantidad de pupas normales y anormales formadas por la exposición de larvas a gallinaza tratadas, además de la emergencia de adultos.

## REVISION DE LITERATURA

En el presente capítulo se proporciona información relacionada con la biología y hábitos de la mosca doméstica *M. domestica* L., dinámica poblacional, así como de las medidas profilácticas de combate. Por último, las características del compuesto diflubenzurón y su utilización como insecticida.

### Biología y Hábitos

De acuerdo a Lapage (1975), el ciclo de vida o biológico de la mosca doméstica es como sigue:

1 En este trabajo se utilizará indistintamente el término de mosca casera o mosca doméstica

El huevecillo es blanco y tiene forma oval alargada; mide aproximadamente 1 mm; la hembra pone los huevecillos individualmente, en grupos de 5 a 6 durante su vida, consistiendo cada uno de ellos de 75 a 150 huevecillos. A temperaturas entre los 25 y 35°C incuban en un plazo de 8 a 12 hr, temperaturas más elevadas pueden apresurar la incubación, o retardarla las bajas.

La larva se desarrolla rápidamente y, cuando los suministros de alimento y las temperaturas son favorables, puede madurar entre 4 y 8 días y comprende 3 fases larvarias (instares). La primera larva tiene alrededor de 2 mm de largo y es metanéustica; este instar dura de 24 a 36 hr, pero puede prolongarse hasta 3 ó 4 días. Las larvas de segundo instar maduran de uno a 3 días y son del tipo anfinéustica. La larva madura de tercer instar tiene alrededor de 12 mm de longitud. Imm's, citado por este mismo autor, señala que esta fase dura de 3 a 4 días a una temperatura de 35°C. El extremo cefálico es más angosto y el cuerpo remata en forma cónica desde su parte intermedia hasta su parte anterior.

Cuando las larvas están maduras se convierten en pupas. La exuvia de la larva madura, de tercer instar, forma la membrana que envuelve la pupa verdadera y a ésta se le denomina pupario. La pupa completamente formada mide de 6 a 8 mm de largo y tiene la forma de un barril, aunque ligeramente más ancho en su parte posterior. Al principio es de color amarillo cremoso, pero al sexarse se vuelve rojizo y finalmente toma un color café oscuro. La fase de pupa dura de 14 a 28 días, si las condiciones exteriores son desfavorables, pero, en condiciones favorables, puede durar solamente de 4 a 5 días. El insecto adulto abandona el pupario empujando su extremo anterior por medio de su saco ptilinal inflado. Si la mosca adulta emerge de las profundidades de un montón de estiércol o de otro material semejante, sube hasta la superficie inflando y desinflando alternativamente su bolsa ptilinal. Estos datos sobre la biología de la mosca doméstica concuerdan con los mencionados por West, citado por Salazar (1981).

Las moscas adultas están sexualmente maduras en el término de 10 a 14 días después de haber abandonado el pupario. El tiempo requerido para la totalidad del ciclo biológico, desde la postura del huevecillo hasta la fase adulta, varía considerablemente de acuerdo con la temperatura del ambiente. James y Harwood, citados por Lapage (1975), describen trabajos experimentales donde muestran que dicho ciclo puede completarse en 9 días a la temperatura de 30°C y que una temperatura más baja lo prolonga, ya que a 16°C necesita de 44 a 48 días. En el estiércol calentado por la fermentación puede requerir solamente 6 días.

### **Dinámica Poblacional**

Los factores de temperatura del medio ambiente y humedad relativa, son considerados, en forma casi general, como los más importantes que determinan la dinámica poblacional de adultos de mosca doméstica. (Salgado, 1958; Lapage, 1975; Cavazos, 1981; y Salazar, 1981).

Cavazos (1981) encontró que las máximas poblaciones de adultos de esta especie, en el establo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coah., se presentaron de abril hasta septiembre, acentuándose durante los meses de julio y agosto.

Salazar (1981), realizó este mismo tipo de estudios en gallineros en Saltillo, Coah., y encontró que las máximas poblaciones de adultos se manifestaron durante los meses de agosto a octubre; las más bajas fueron de noviembre a marzo.

Por lo que respecta a la dinámica poblacional de larvas, los factores de humedad relativa y temperatura del medio ambiente no intervinieron en ésta. El factor que influye para que la población de larvas de esta especie sea alta, es la humedad del estiércol donde se desarrollan. (Cavazos, 1981, Salazar, 1981).

Salazar (1981), menciona que en gallinaza humedecida por el goteo de bebederos, se colectan mayor número de larvas que en la gallinaza seca. La máxima densidad de larvas en gallinaza, encontradas por este autor en estudios desarrollados en granjas avícolas en Saltillo, Coah., fue durante los meses de mayo a septiembre, período que puede considerarse como el más crítico durante el año.

### **Medidas Profilácticas de Combate**

Como se mencionó, el medio más propicio para que se desarrollen las crías de mosca doméstica es el estiércol de establos, porquerizas y, principalmente, gallineros. Aunque Cavazos (1981) menciona que el estiércol de bovinos se manifiesta como pobre para el desarrollo de esta especie.

Un buen manejo del estiércol da como resultado una notable disminución en la incidencia de esta plaga. Esto se puede lograr llevando inmediatamente al campo el estiércol húmedo recién desechado, para ser distribuido en capas delgadas para que seque rápidamente y no sea atractivo para la oviposición de huevecillos. (Salgado, 1958; James y Harwood citados por Lapage, 1975). Además se debe evitar toda fuga de agua de los bebederos dentro de los gallineros, ya que ésta ayuda a la proliferación de las moscas cebi-

do a que mantienen húmeda la gallinaza y consecuentemente la hace ideal para las larvas. (Salazar, 1981).

Por otra parte, cuando el estiércol no se puede distribuir y se tenga que acumular en montones, éstos deben ser compactos, deben comprimirse porque esto favorece la conservación del calor producido por la fermentación, el cual destruiría muchos huevecillos y larvas que se encuentren en las partes más profundas, aunque no destruiría las que se localizan en las capas superficiales. Los huevecillos y larvas en estas capas pueden combatirse con sustancias químicas que los destruyan. (James y Harwood, citados por Lapage, 1975).

### **Modo de Acción de la Actividad Insecticida del diflubenzurón**

Por observaciones realizadas en laboratorio y campo con larvas tratadas, se deduce lo siguiente: las larvas tratadas parecen normales hasta ocurrir la écdisis y, durante este proceso, llega un momento en que la larva es incapaz de romper la cutícula vieja; burbujas y gotas de fluido pueden aparecer en la superficie del cuerpo y eventualmente las larvas gradualmente se tornan negras y mueren. Si la larva es tratada en su último instar, solamente la parte abdominal de la misma, muda la cutícula, mientras que en la parte anterior permanece adherida la piel de la larva (Philips Duphar, 1975).

La principal característica de este compuesto, es el ser de acción estomacal, el cual actúa interfiriendo con la deposición de la quitina del insecto. Así, todos los estados de los insectos que tienden a formar nuevas cutículas son especialmente susceptibles a este compuesto. Esto implica que el primer estado larval, es más susceptible. También se observó que pueden ser afectados otros estados, por ejemplo, huevecillos de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Larvas de muchas especies de insectos económicamente importantes son controladas con este compuesto. También se observó que las larvas, después de ingerir este compuesto, sufren dificultades en la muda. Así, la nueva cutícula malformada no resiste la presión interna durante el proceso de écdisis y/o no puede dar suficiente soporte a los músculos envueltos en la misma, lo cual resulta en un debilitamiento y rompimiento de la exuvia formada, causándole finalmente la muerte. (Philips Duphar, 1975).

### **Uso de diflubenzurón para Control de Muscoideos**

Este compuesto es activo contra las etapas larvales de numerosas especies de moscas, tales como: la mosca doméstica *M. domestica*, la mosca de establo *Stomoxys calcitrans*, (Díptera: Muscidae), la mosca del cuerno

*Haematobia irritans*, (Díptera: Muscidae), y la mosca de la cara *Musca autumnalis* (Díptera: Muscidae). El compuesto ha de ser ingerido para ser efectivo y, en numerosos ensayos de laboratorio, ha tenido un excelente control de larvas de mosca, obtenidos cuando este compuesto fue mezclado completamente en el medio de cultivo (Philips Duphar, 1975).

Mulder y Swennen (1973), citados en Informe Técnico por Philips Duphar B.V. (1975), mezclaron el diflubenzurón con el medio de cría de las larvas, o sea el estiércol, y encontraron que a 1 ppm de este compuesto, se obtenía entre un 90 y 100% de mortalidad de larvas de *M. domestica*, pero bajo condiciones prácticas no es posible mezclar el producto en los medios de cría como el estiércol.

De acuerdo a la evaluación de las posibilidades prácticas de este tipo de actividad, se tienen 2 métodos de aplicación probados extensivamente: 1. Aplicación directa a la superficie del estiércol, y 2. La ingestión del compuesto por los animales (a través del alimento). (Philips Duphar, 1975).

### Aplicación superficial

En vista de la muy baja solubilidad del diflubenzurón en agua (0.2 ppm), no hay penetración apreciable del compuesto hacia el interior del estiércol; esto es lo esperado de aplicaciones locales. La actividad dependerá del paso de larvas a través de la capa tratada y se indica que cuando esta capa se deja secar exteriormente, la eficacia del tratamiento se reduce. Aplicaciones superficiales en lotes de estiércol, en cobertizos de vacas y aves de corral, han sido acertadas en proporciones de aplicación de 1.0 y 0.5 gr de ingrediente activo por m<sup>2</sup>. (Philips Duphar, 1975).

Otros experimentos prácticos en las mismas líneas, ambos con estiércol de ganado vacuno y estiércol de pollos, parece confirmar la tendencia de que, con una dosis de 0.5 gr i.a. por 1 m<sup>2</sup>, prevalece una actividad residual aproximadamente de 3 semanas, mientras que, con la dosis de 1.0 gr i.a. por 1 m<sup>2</sup>, el período residual se extiende como mínimo 5 semanas (Philips Duphar, 1975).

Wright (1974), al realizar pruebas de laboratorio, observó que la aplicación de este producto previene la emergencia de la mosca doméstica, *M. domestica*, y mosca de establo, *S. calcitrans*, cuando el diflubenzurón se aplica tópicamente a razón de 1 mg/0.0929 m<sup>2</sup> en áreas de crías. Menciona también que en alimento de ganado vacuno y despojos de plantas, la aplicación superficial con diflubenzurón en áreas de crías, en aplicaciones a razón de 50 mg/0.0929 m<sup>2</sup>, da un 90% de control de mosca doméstica. Este mismo resultado fue confirmado en estudios desarrollados por Wright *et al.* (1976).

Wright y Spates (1976), observaron que el diflubenzurón reduce la eclosión de huevecillos de mosca de establo y de mosca doméstica, pero no afecta la fecundidad de éstas. Estos mismos autores mencionan que el producto es activo primeramente en hembras que en machos, además, que la mosca del establo es más susceptible que la doméstica.

### **A través del alimento**

Diflubenzurón mezclado completamente con el alimento, o usando bloques minerales como portador, proporciona la vía ideal para mezclar la sustancia activa completamente en el estiércol. En los Estados Unidos de Norteamérica, numerosas pruebas han sido llevadas a cabo para ensayar este tipo de aplicación. (Philips Duphar, 1975).

Miller (1974), en un estudio con vacas lecheras, estableció que 0.5 mg de diflubenzurón por kilogramo de peso por día, mató el 99% de larvas de mosca doméstica, las cuales fueron sembradas dentro de los excrementos. Otras investigaciones indican que son posibles dosis más bajas, y que con este método de administración, un control efectivo de larvas de mosca, puede ser logrado con 0.05 mg de diflubenzurón por kilogramo de peso por día, tanto en ganado vacuno y en aves de corral (Miller *et al.* 1975, Wright, 1975). Backer y Jones (1976), mencionan que este producto también inhibe el desarrollo de larvas de la mosca del cuerno, *H. irritans*, en heces de bovinos que consumieron bloques minerales que contenían 0.1 y 0.5% de diflubenzurón.

En todas las investigaciones relevantes, se estableció que con el método, a través del alimento, el efecto del tratamiento cesó de 2 a 3 días, después de que la alimentación con diflubenzurón se ha suspendido. En pocos casos, novillos han sido alimentados con este producto a proporciones excesivas por período de más de 3 meses sin efecto tóxico aparente. Numerosos estudios de toxicidad animal, relativos a este tipo de aplicación, están en desarrollo (Philips Duphar, 1975).

### **Relación Diflubenzurón-Parasitoides**

La combinación de 2 ó más métodos de control para el combate de una especie plaga, es la base del control integrado. Es así que Aules *et al.* (1975), en estudios de laboratorio para observar la emergencia de parasitoides provenientes de pupas parasitadas, que previamente se les alimentó en el medio de cría larval contaminado en estado de larva, no observaron efectos de este producto en la emergencia del parasitoide *Musciaifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae); estos mismos autores hicieron una comparación en el uso de dimetoato y diflubenzurón, y encontraron que en granjas de galli-

nas tratadas con diflubenzurón, favoreció la población de parasitoides y, por lo tanto, su abundancia y diversidad de especies.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y se contó con la colaboración de varias granjas avícolas del área suburbana de Saltillo, Coah., en las cuales se recolectó el material seco de gallinaza.

Para el inicio de esta investigación se procedió a la recolección de gallinaza seca, la cual fue extraída de gallineros fuera de explotación, ya que lo que se buscaba era la obtención del medio de cría de la mosca doméstica. Posteriormente, la gallinaza se trasladaba al laboratorio para su limpieza, la cual consistió en extraerle plumas de las aves, pedazos de cascarón y todo material extraño que contuviera.

Se determinaron, en primera instancia, los diferentes grados de humedad de la gallinaza, con el fin de escoger un grado óptimo para el desarrollo de larvas de mosca doméstica, y favorecer el proceso de fermentación. Esta comparación se realizó en forma visual en gallineros con alta infestación de esta plaga. Cabe hacer la observación de que la fermentación se lleva a cabo por una gran cantidad de microorganismos existentes en el medio, ésta hace que el medio se vuelva más suave y menos compacto, permitiendo así un mejor paso de las larvas por todo el medio, además de un mejor desarrollo de las mismas (Metcalf y Flint, 1981).

Limpio y seco el material de gallinaza, se procedió a humedecerlo hasta alcanzar un 60% de humedad, (en virtud de que entre el 60 y 80% son porcentajes óptimos para el desarrollo de las larvas). Una vez húmeda la gallinaza al 60%, se procedió al inicio de los tratamientos. El diseño experimental utilizado consistió en un diseño completamente al azar; con 5 tratamientos de 8 repeticiones cada uno.

Los tratamientos de este Bioensayo fueron:

Número del tratamiento	ppm de diflubenzurón (peso: volumen)
1	0 (testigo)
2	1
3	10
4	100
5	1000

Para cada tratamiento, o dosis del producto, se utilizaron diferentes capas o estratos de profundidad de gallinaza al 60% de humedad. Los estratos que se utilizaron fueron: 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 y 12.5 cm, para lo cual se utilizaron botes cilíndricos de plástico de 55 gr de peso, con capacidad de un litro, y un diámetro de abertura de 11 cm.

Para no incurrir en errores de peso en cuanto a los estratos (2.5, 5.0, 7.5, etc.), se determinó un promedio del peso de la gallinaza en cada estrato, para obtener una mejor aplicación del 60% de humedad, y completar posteriormente el 80% de humedad deseado; para esto, se agregó agua + producto (diflubenzurón) en una relación peso:volumen.

A cada una de las repeticiones del tratamiento se les hizo una siembra de 50 larvas de *M. domestica* L., no mayores de 3 días de edad, obtenidas en condiciones naturales. Las larvas utilizadas se obtuvieron de excrementos de cerdo, ubicadas las porquerizas dentro de la misma Universidad. Posteriormente, hecha la siembra de larvas, se procedió a la aplicación del compuesto, el cual se administró en forma de suspensión acuosa a cada una de las repeticiones, hasta completar, en cada una, un 80% de humedad. En algunos tratamientos se vio la necesidad de cubrir los botes con una cubierta de plástico, para evitar la fuga de adultos ya emergidos, en virtud de que varios emergieron antes de trasladarse a los frascos de emergencia.

Los parámetros en estudio fueron: mortalidad de larvas, formación de pupas normales y anormales, de acuerdo a las técnicas de comparación visual por Pedraza (1979) y, por último, la emergencia de adultos machos y hembras.

### **Análisis Estadísticos**

Previamente a la realización del análisis de varianza de la información en este trabajo, ésta se transformó a  $\log X + 1$ ; estas transformaciones se realizan en experimentos en los que se hacen conteos de insectos, de malezas, de plantas enfermas, expresados en porcentajes (Little y Jackson, 1979; Reyes, 1981). Finalmente, los tratamientos se compararon con una prueba de rango múltiple de Duncan, al nivel de 0.05% de riesgo.

El trabajo estadístico se llevó a cabo en el Departamento de Estadística y Cálculo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través de la Computadora Digital PDP 11/34, programando análisis completamente al azar y pruebas de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo.

### Aspectos Generales del Estudio

Para mayor objetividad, los resultados han sido agrupados considerando los porcentajes de las 8 repeticiones por tratamiento (50 larvas por repetición). Estos resultados se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Total de larvas muertas, pupas normales y anormales, emergencia de adultos macho y hembra, obtenidos de la exposición de larvas de *M. domestica* de 3 días de edad a 5 dosis de aifluzeturón. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Porcentaje de 8 repeticiones por tratamiento, 50 larvas por repetición. Saltillo, Coah. 1982**

Dosis (ppm)	Estrato (cm)	Larvas muertas	Pupas normales	Pupas anormales	Emergencia de adultos macho y hembra	
1000	2.5	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.0	97.25	0.00	2.75	0.00	0.00
	7.5	98.25	0.00	1.75	0.00	0.50
	10.0	97.75	0.00	2.25	0.00	0.00
	12.5	97.25	0.00	2.75	0.00	0.00
100	2.5	98.50	0.00	1.50	0.00	0.00
	5.0	82.00	0.25	17.75	0.00	0.00
	7.5	83.75	0.25	16.00	0.00	0.00
	10.0	80.75	0.00	19.25	0.00	0.00
	12.5	77.50	3.75	18.75	0.75	1.25
10	2.5	33.75	34.50	31.75	17.25	18.50
	5.0	33.00	42.00	25.00	22.00	20.00
	7.5	40.25	38.50	21.25	18.00	20.25
	10.0	45.75	34.00	20.25	19.75	14.50
	12.5	58.00	13.25	28.75	9.50	6.00
1	2.5	6.25	53.25	40.50	31.50	33.50
	5.0	11.75	46.00	42.25	14.50	17.00
	7.5	10.25	48.75	41.00	8.00	7.25
	10.0	15.00	37.00	48.00	12.25	10.50
	12.5	53.00	41.25	5.75	12.00	11.00
0	2.5	29.25	70.75	0.00	22.75	32.75
	5.0	41.75	58.25	0.00	22.75	22.50
	7.5	25.00	75.00	0.00	35.75	31.25
	10.0	48.25	51.75	0.00	19.75	19.50
	12.5	5.25	94.75	0.00	44.50	41.75

Aunque todos los tratamientos se comportaron de manera diferente, en cada uno de los parámetros en estudio, se observó que la mortalidad de larvas sigue una tendencia decreciente para las dosis de 1 000, 100 y 10 ppm, éstas fueron de: 98.1%, 84.5% y 42.15% (promedios en porcentaje aerivados del Cuadro 1), respectivamente. A la dosis de 1 ppm, la mortalidad de larvas fue de 19.25%, porcentaje menor al que presentó el testigo que fue de 29.9%

Una vez que la formación de pupas se había completado en los diferentes tratamientos, se procedió a realizar el conteo de las mismas. En la formación de pupas normales, ésta sigue una tendencia normal de acuerdo a la dosis; esto es, que a menor dosis, el porcentaje de pupas normales es mayor que dosis altas; así se tiene que para 1 000 ppm, el porcentaje de pupas normales fue de 0.0%, para 100 ppm fue de 0.85%, para 10 ppm fue de 32.45%, para la dosis de 1 ppm fue de 45.25% y, por último, el testigo que presentó un 70.1% de pupas normales (Promedios en porcentaje aerivados del Cuadro 1).

La obtención de pupas anormales se encuentra relacionada con el porcentaje obtenido de larvas muertas y pupas normales. Es así que, para la dosis de 1 000 ppm, el porcentaje de pupas anormales fue el menor obtenido en todas las dosis (1.9%), pero cabe aclarar que, en esta dosis, el porcentaje de larvas muertas fue mayor que todas éstas. Para la dosis 100 ppm, el porcentaje de pupas anormales fue de 14.65%, para 10 ppm fue de 25.4%, para la dosis de 1 ppm fue de 35.5% y, por último, el testigo que presentó un 0.0% de pupas anormales. (Promedios en porcentaje derivados del Cuadro 1).

Se observó que las larvas tienden a pupar en la interfase del medio húmedo y el medio seco, además, en el estrato de 2.5 cm se vio que este medio se secaba más rápido que los otros y aquí se obtuvieron las pupas de menor tamaño; a medida que el estrato era mayor (más profundo), las pupas obtenidas aumentaban en tamaño. Las anomalías que se observaron en las pupas fueron: alargamiento y aspecto necrótico de las mismas, a medida que el medio se compactaba, las larvas tendían, al momento de pupar, a hacer una especie de "cápsula o cocón", de estructura sólida como medio de protección; esto no sucedió en los medios que fueron protegidos por medio de una cubierta de plástico, sino que, por el contrario, el material conservaba una estructura suave; esta cubierta permitía la aereación por medio de un perforado que se le hacía con anticipación al tapado de los botes.

La emergencia de adultos en la dosis de 1 000 ppm se puede considerar prácticamente igual a cero, ya que solamente emergió el 0.1% de hembras, para la dosis de 100 ppm, la emergencia correspondió al 0.15% y

0.25% respectivamente para machos y hembras, para la dosis de 10 ppm y 1 ppm, los resultados fueron similares y en la primera de ellas se obtuvo un 17.3% y 15.85%, y un 15.65% y 15.85% para la segunda respectivamente para machos y hembras. El testigo fue el que obtuvo los porcentajes más elevados, los cuales fueron de 30.1% y 29.55% respectivamente para machos y hembras. (Promedios en porcentaje derivados del Cuadro 1). Se observó, en algunas dosis, que algunos adultos emergidos carecían de alas, esto se acentuó más en la dosis de 1 ppm, en la cual se obtuvieron más adultos ápteros.

### Evaluación de los Resultados Relativos a Larvas Muertas

Todos los tratamientos se comportaron de manera diferente para cada uno de los parámetros en estudio (0, 1, 10, 100 y 1000 ppm). Por lo que respecta a la mortalidad de larvas, ésta presentó una tendencia decreciente para la dosis de 1 000, 100 y 10 ppm, respectivamente. También se comentó que la dosis de 1 ppm fue la que resultó con menor porcentaje de mortalidad de larvas, comparado con las anteriores dosis, también lo fue con el testigo.

Para una mejor evaluación, se creyó conveniente realizar un análisis por separado de la interrelación dosis-estrato, con el objeto de observar la efectividad del producto, razón por la cual se llevaron a cabo análisis estadísticos (ANVA) de larvas muertas por dosis y otro por estratos, para efectos de comparación.

### Análisis estadísticos para estratos

Para el estrato de 2.5 cm (Cuadro 2), se observó que la mortalidad de larvas, en las dosis de 1 000 y 100 ppm, son estadísticamente iguales ya que,

**Cuadro 2. Larvas muertas de *M. domestica* por estratos tratados a 5 dosis del compuesto diflubenzurón, administrado en el medio de desarrollo de éstas. Porcentaje de 8 repeticiones por tratamiento (dosis estrato), 50 larvas por repetición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Ibarro. Saltillo. Coan. 1982.**

Dosis	Estratos				
	2.5 cm	5.0 cm	7.5 cm	10.0 cm	12.5 cm
0 ppm	29.25 b	41.75 b	25.00 c	48.25 ab	5.25 d
1 ppm	6.25 c	11.75 c	10.25 d	15.00 c	53.00 c
10 ppm	33.75 b	33.00 b	40.25 b	45.75 bc	58.00 bc
100 ppm	98.50 a	82.00 a	83.75 a	80.75 a	77.50 ab
1000 ppm	100.00 a	97.25 a	98.25 a	97.75 a	97.25 a
C.V. =	7.57%	6.04%	7.32%	13.30%	7.38%

en la primera, la mortalidad fue de 100.00%, y para la segunda de 98.50%, en cambio, para las dosis de 10 ppm y el testigo, la mortalidad observada fue de 33.75% y de 29.25%, y fueron estadísticamente iguales, pero diferentes a las dosis de 100 y 1 000 ppm. La dosis de 1 ppm, mostró un 6.25% de mortalidad, y se observó diferencia estadística entre esta dosis y la anterior. Esta diferencia se debió tal vez, al manejo de las larvas en el testigo, o por edad diferencial de las mismas, ya que por problemas en la disponibilidad de tiempo y espacio en el laboratorio, los tratamientos se fraccionaron buscando mayor operatividad.

Para el estrato de 5.0 cm, se observó que las dosis de 1 000 y 100 ppm, se comportaron iguales estadísticamente, presentaron cada uno de éstos, 97.25 y 81.0% respectivamente. También se pudo apreciar que, las dosis de 10 ppm y el testigo, resultaron iguales estadísticamente, pero diferentes de las de 1 000 y 100 ppm. La dosis de 1 ppm mostró una diferencia muy marcada con respecto a las demás dosis; caso similar al del estrato de 2.5 cm, en la dosis de 1 ppm (Cuadro 2).

Para el estrato de 7.5 cm, las dosis de 1 000 y 100 ppm, se comportaron igual estadísticamente, con 98.25 y 83.75% para cada uno de éstos, no así las dosis de 10 y 1 ppm, incluyendo el testigo, los cuales resultaron diferentes unos de otros; siendo para 10 ppm 40.25%, para 1 ppm 10.25% y para el testigo 25.00%. Se puede observar que en los estratos de 2.5, 5.0 y 7.5 cm, la dosis de 1 ppm presentó el menor porcentaje de larvas muertas, por lo que resultó que este estrato fuera diferente en el porcentaje de mortalidad, en comparación con los demás estratos, más aún comparado con el testigo (Cuadro 2).

Para el estrato de 10.0 cm, las dosis de 1 000 y 100 ppm, fueron iguales estadísticamente, pero se observó que el testigo resultó también igual que los anteriores (5.0 y 7.5 cm), de acuerdo a la Prueba de Duncan, estas dosis mostraron un 97.75%, 80.75% y el testigo un 48.25%; este último se comportó igual con las dosis de 10 ppm, que tuvo un 45.75% de mortalidad; esta dosis también fue igual que la de 1 ppm. En este estrato no es posible explicar a que se haya debido la igualdad del testigo con las dosis de 1 000 y 100 ppm, ya que en los estratos mencionados anteriormente, no se presentó esta situación (Cuadro 2).

En el estrato de 12.5 cm, las dosis de 1 000 y 100 ppm, fueron estadísticamente iguales, como en los anteriores estratos, con un 97.25% y un 77.50% respectivamente. En este estrato se observa que la dosis de 100 ppm también es igual a la dosis de 10 ppm, esta última mostró un 58.00% y se comportó igual que la de 1 ppm, no así el testigo, que fue completamente

diferente con respecto a las demás dosis. La dosis de 1 ppm tuvo un 53.00% y el testigo un 5.25%. (Cuadro 2).

En este último estrato (12.5 cm) la mortalidad de larvas fue menor, debido, tal vez, a que las larvas dispusieron de más alimento y espacio de escape al producto y, por lo tanto, se desarrollaron más adecuadamente. En síntesis se puede decir que, las dosis de 1 000 y 100 ppm, en todos los estratos, se mantuvieron estadísticamente iguales, a excepción del estrato de 10.0 cm, el cual resultó igual que el testigo. También se puede decir que la dosis de 1 ppm se comportó como si éste fuera el testigo, a diferencia del estrato de 12.5 cm, que fue el que se comportó de manera más lógica. (Cuadro 2). De acuerdo a los resultados obtenidos por Mulder y Sweenen (1973), citados en Informe Técnico por Philips Duphar (1975), en que obtuvieron entre un 90.00 y 100.00% de mortalidad de *M. domestica*, cuando se mezclaba el diflubenzurón a 1 ppm con el medio de cría de larvas; comparándolos con los de esta investigación, en que se aplicó tópicamente el tratamiento, se puede recomendar que al aplicarlo únicamente en la superficie para fines prácticos de control de esta plaga, es necesario el complemento de medidas culturales, como el de revolverlo o mezclarlo con el estiércol y cuando éste no se pueda distribuir, se deberá acumular en montones compactos. (James y Harwood citados por Lapage, 1975). Dichos resultados estadísticos se grafican en la Figura 1, para su mejor comprensión y apreciación de manera integral.

### Análisis estadístico para dosis

En el Cuadro 3 se observa que, para la dosis de 0 ppm (testigo), los estratos de 2.5, 5.0 y 10.0 cm resultaron estadísticamente iguales; cada uno

**Cuadro 3. Larvas muertas de *M. domestica* obtenidas de 5 dosis del compuesto diflubenzurón, administrado en el medio de desarrollo de éstas. Porcentaje de 8 repeticiones por tratamiento (dosis-estrato), 50 larvas por repetición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., 1982**

Estratos (cm)	D ó s i s				
	0 ppm	1 ppm	10 ppm	100 ppm	1 000 ppm
2.5	29.25 ab	6.25 c	33.75 b	98.50 a	100.00 a
5.0	41.75 a	11.75 bc	33.00 b	82.00 b	97.25 b
7.5	25.00 b	10.25 bc	40.25 ab	83.75 b	98.25 ab
10.0	48.25 a	15.00 b	45.75 ab	80.75 b	97.75 b
12.5	5.25 c	53.00 a	58.00 a	77.50 b	97.25 b
	C.V. 10.05%	13.71%	5.8%	1.74%	0.40%

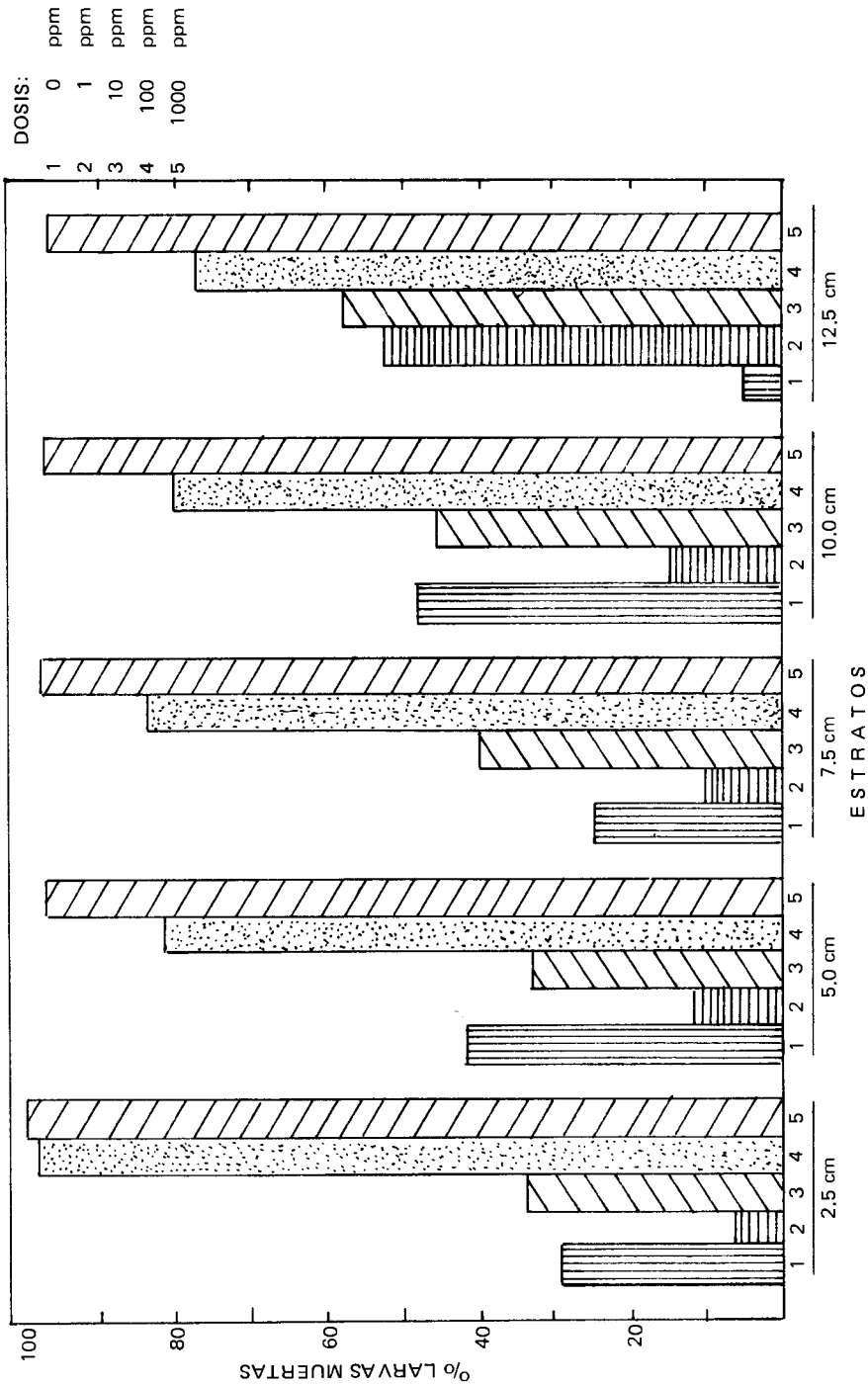


Figura 1. Larvas muertas de *M. domestica* por estratos expuesta 5 dosis del compuesto diflubenzurón, administrado en el medio de desarrollo de éstas. Porcentaje de 8 repeticiones por tratamiento (dosis-estrato), 50 larvas por repetición. UAAAN. Saltillo, Coah. 1982

de ellos mostró un 20.25, 41.75 y un 48.25<sup>o</sup>/o respectivamente, pero se puede apreciar que el de 2.5 cm resultó también igual con el de 7.5 cm, el cual tuvo un 25.00<sup>o</sup>/o de mortalidad de larvas, no así los estratos de 5.0 y 10.0 cm. El estrato de 12.5 cm se comportó muy diferente de los demás estratos, con un 5.25<sup>o</sup>/o, debido a los factores ya mencionados.

En la dosis de 1 ppm, el estrato de 12.5 cm resultó diferente estadísticamente de los demás estratos, y mostró un 53.00<sup>o</sup>/o. En el Cuadro 3 se puede observar que, los estratos de 10.0, 7.5 y 5.0 cm, sí se comportaron iguales estadísticamente, con un 15.00, 10.25 y 11.75<sup>o</sup>/o para cada uno de ellos; esto no sucedió para el estrato de 2.5 cm, que se mostró diferente, con un 6.25<sup>o</sup>/o de mortalidad de larvas, pero igual a los tratamientos de 5.0 y 7.5 cm (11.75<sup>o</sup>/o y 10.25<sup>o</sup>/o, respectivamente).

Para la dosis de 10 ppm, se observó que los estratos de 12.5, 10.0 y 7.5 cm se comportaron estadísticamente iguales entre sí, con porcentajes de 58.00, 45.75 y 40.25<sup>o</sup>/o respectivamente, pero se aprecia que el estrato de 10.0 y 7.5 cm, resultaron iguales con los de 5.0 y 2.5 cm, éstos son porcentajes de 33.00 y 33.75<sup>o</sup>/o respectivamente (Cuadro 3).

Con lo que respecta a la dosis de 100 ppm, los estratos de 12.5, 10.0, 7.5 y 5.0 cm, se comportaron estadísticamente iguales, y mostraron porcentajes de 77.50, 80.75, 83.75 y 82.00<sup>o</sup>/o respectivamente, no así el estrato de 2.5 cm, que se comportó diferente de los anteriores, con un 98.50<sup>o</sup>/o de mortalidad de larvas (Cuadro 3). Por último, en la dosis de 1 000 ppm, del mismo cuadro, los estratos de 7.5 y 2.5 cm, con 98.25 y 100.00<sup>o</sup>/o de mortalidad, se comportaron estadísticamente iguales, pero diferentes del estrato de 5.0 cm, que mostró un 97.25<sup>o</sup>/o, y éste, a su vez, se comportó igual con los estratos de 7.5, 10.0 y 12.5 cm, respectivamente.

En la evaluación anterior, se observa que la dosis de 0 ppm (testigo), mostró una mayor discrepancia entre sus estratos. En lo que se refiere a las demás dosis, se aprecia que hubo un comportamiento más homogéneo entre sus respectivos estratos, o sea, a las mayores dosis y menor estrato, se obtenía mayor mortalidad, en virtud de que las larvas se encontraban más confinadas a tener contacto con el producto. Al observar dichos resultados, se advierten los buenos efectos que se obtienen cuando las larvas pasan por las capas en que el producto ha llegado por lixiviación. A las dosis intermedias de este estudio (1 ppm y 10 ppm) y a los mayores estratos, fue donde se obtuvo el mayor porcentaje de larvas muertas, caso totalmente inverso para la dosis de 0 ppm (testigo), en donde se obtuvo, para este último estrato, el menor porcentaje de mortalidad.

Los resultados estadísticos se manifiestan en la Figura 2, en la que se aprecia objetivamente lo comentado a este respecto.

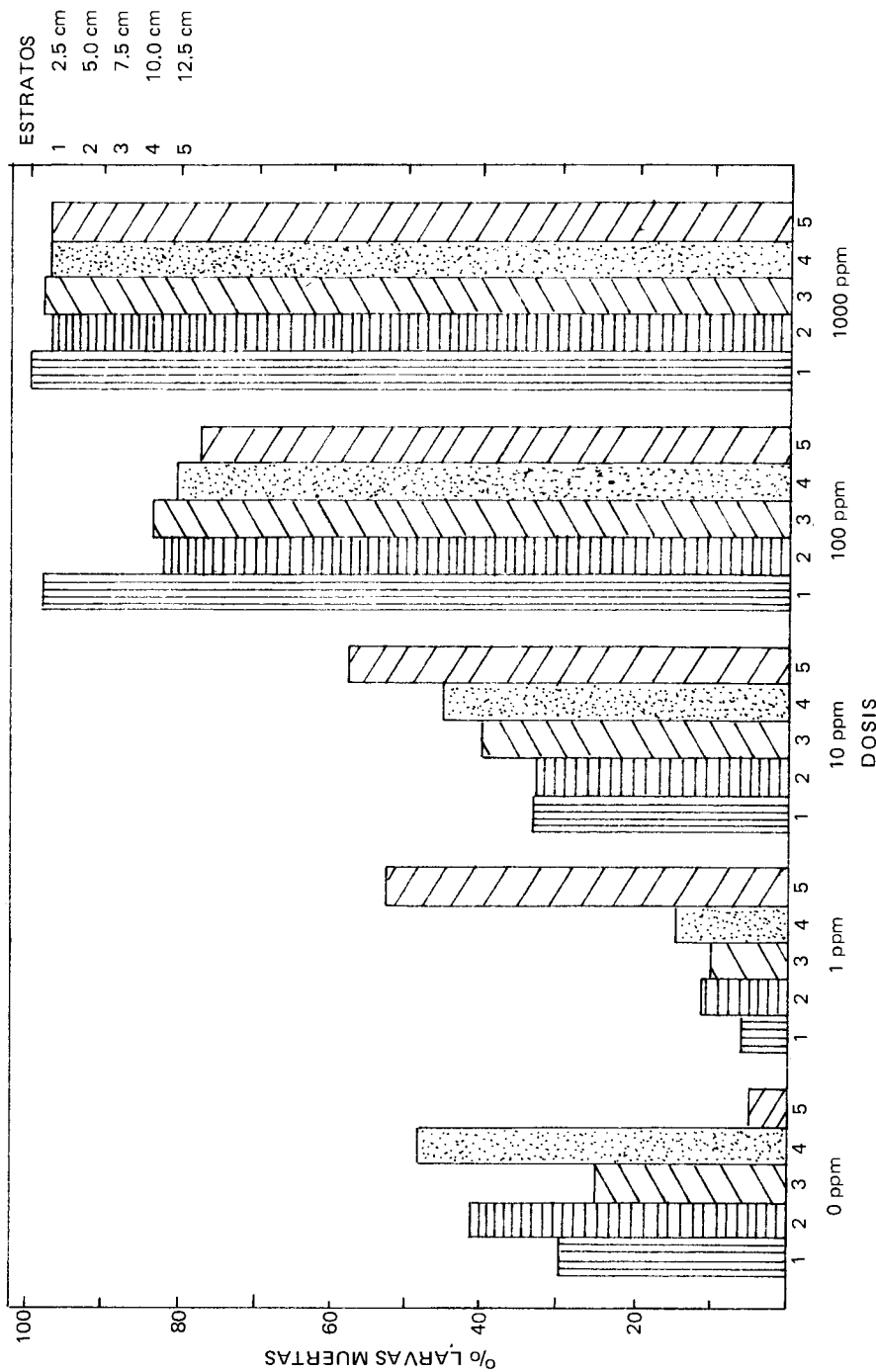


Figura 2. Larvas muertas de *M. domestica* por dosis del compuesto diflubenzurón administrado en el medio de desarrollo de éstas. Porcentaje de 8 repeticiones por tratamiento (dosis-estrato), 50 larvas por repetición. UAAAN. Saltillo, Coah. 1982.

## CONCLUSIONES

1. La mortalidad de larvas siguió una tendencia decreciente para las dosis de 1 000, 100, 10 y 1 ppm. Las dosis con más mortalidad fueron las de 100 y 1 000 ppm.
2. Con la aplicación del compuesto diflubenzurón a la gallinaza, se observan anomalías en las larvas que se alimentan de éste, como es un alargamiento y aspecto necrótico.
3. La formación de pupas normales sigue una tendencia normal de acuerdo a las dosis. A menor dosis, la cantidad de pupas normales es mayor que a dosis altas; además se encuentra relacionado con la cantidad de larvas muertas y pupas anormales.
4. La emergencia de adultos depende, principalmente, de la cantidad de pupas normales y anormales.

Por los resultados obtenidos se recomienda, para el control de *M. domestica*, el uso de todo tipo de medidas de combate, tales como: culturales, profilácticas, químicas y demás, e integrarlas para obtener, de esta forma, un mejor control de la plaga. Se recomienda mezclar el compuesto diflubenzurón con el medio de desarrollo de larvas, y evitar aplicaciones superficiales para ejercer una penetración adecuada.

## BIBLIOGRAFIA

- Ables, J.R., R.P. West y M. Shepard. 1975. Response of the house fly and its parasitoides to dimilin (TH-6040). Jour. Econ. Entomol. 68:622-4.
- Backer, R.W. y R.L. Jones. 1976. Inhibition of larval horn fly development in the manure of bovines fed dimilin mineral blocks. Jour. Econ. Entomol. 69:441-3.
- Cavazos, C.O. 1981. Dinámica poblacional de larvas y adultos de *Musca domestica* (L). (Díptera: Muscidae) en estiércol de bovinos y artrópodos asociados a este mismo material orgánico. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 65 pp.
- Lapage, G. 1975. Parasitología Veterinaria. 3a. Ed. México, E.D. Trad. por Carrasco R.R. Compañía Editorial Continental, S.A. 790 pp.

- Little, T.M. y F.J. Hills. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, D.F. Trad. por De Paula. C.A. Eu. Trillas. 270 pp.
- Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1981. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus características y su control. México. 14a. reimpression. Trad. por Blackaller V.A. Compañía Editorial Continental. 1208 pp.
- Miller, R.W. 1974. TH 6040 as a feed additive for control of the face fly and house fly. Jour. Econ. Entomol. 67:697.
- E. Corley y K.R. Hill. 1975. Feeding TH 6040 to chickens: Effects on larval house flies in manure and determination of residues in eggs. Ibid 68:181-2.
- Pedraza, M.F.A. 1979. Efecto del compuesto diflubenzurón en la viabilidad de las larvas y fertilidad de adultos de tres líneas de *Musca domestica* L. Tesis M.C. Monterrey, México. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 115 pp.
- Philips-Duphar B.V. Crop Protection Division. 1975. Dimilin a new insecticide interfering with chitin deposition. Holland. 43 p.
- Peña, G.H.E. 1982. Determinación de las cualidades alimenticias de la pupa de la mosca casera *Musca domestica* L. (Díptera. Muscidae). Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 62 pp.
- Reyes, C.P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. México. 1a. reimpression. Ed. Trillas. 344 pp.
- Salazar, S.A. 1981. Dinámica poblacional de larvas y adultos de *Musca domestica* L. (Díptera: Muscidae) en granjas avícolas del Municipio de Ramos Arizpe, Coah. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 51 pp.
- Salgado, S.J.M. 1958. Estudio sobre el control químico de la mosca doméstica con 4 insecticidas elaborados en establos cerca de Texcoco, Edo. de México. Tesis Profesional. Saltillo, México. Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. 72 pp.
- Williams, C.M. 1967. Third-Generation pesticides. Scientific American. 217: 13 - 17.

Wright, J.E. 1974. Insect growth regulators: Laboratory and field evaluation of thompson-Hayward TH 6040 against the house fly and the stable fly. Jour. Econ. Entomol. 67: 746-7.

-----, 1975. Insect growth regulators: development of house flies in feces of bovines fed TH 6040 in mineral blocks and reduction in field populations by surface treatments with TH 6040 or a mixture of stirafos and dichlorvos at larval breeding areas. Ibid. 68:322 - 4.

-----, G.E. Spates y M. Schwarz. 1976. Insect growth regulator A 13-36206. Biological activity against *Stomoxys calcitrans* and *Musca domestica* and its environmental stability. Ibid. 69:79 - 82.

----- y G.E. Spates. 1976. Reproductive inhibition activity of the insect growth regulator TH 6040 against the stable fly and the house fly: Effects of hatchability. Ibid. 69:365-8.

**CLASIFICACION DE COLECCIONES DE ZACATE GIGANTE**  
*Leptochloa dubia* H.B.K., Ness **POR SU GRADO DE**  
**RESISTENCIA A SEQUIA EN MANITOL\***

Roberto Espinoza Zapata<sup>1</sup>  
Sathyanarayanaiah Kuruvaci<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Doce colecciones de zacate gigante *Leptochloa dubia* H.B.K., Ness colectados en diferentes Estados de México y un testigo de Texas, Estados Unidos, fueron evaluados para determinar porcentaje de germinación bajo diferentes presiones osmóticas en manitol, y clasificar las colecciones por su grado de resistencia a sequía. Se utilizó un diseño experimental bifactorial, con distribución de bloques al azar, con 6 niveles de presión osmótica y 4 repeticiones.

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas en el porcentaje de germinación de las colecciones entre diferentes presiones osmóticas y su interacción, indicando una amplia gama de variabilidad en la capacidad de germinación. Las 5 colecciones: Durango-39, Testigo, Chihuahua-30, Chihuahua 188 y Chihuahua-120, produjeron mayor porcentaje de germinación en alta presión osmótica, y se pueden considerar como resistentes a sequía, mientras que las 5 colecciones: Narro, Chihuahua 22, Jalisco 64, San Luis Potosí 190 y Coahuila, produjeron porcentaje de germinación intermedia y moderadamente resistente; los 3 genotipos: Zacatecas 51, Zacate-

<sup>1</sup> Ing. y <sup>2</sup> Ph.D. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía UAAAN

\* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de M.C. de 1.

cas 7 y Aguascalientes, prooujeron menor porcentaje de germinación, mostrando ser susceptibles a sequía. Generalmente, en la mayor parte de las colecciones, se observaron relaciones entre alto porcentaje de germinación en alta presión osmótica y rendimiento sobresaliente de forraje bajo sequía en el campo.

## INTRODUCCION

El Zacate Gigante *Leptochloa dubia* H.B.K., Ness es una especie perenne, nativa de México y muy aceptado por el ganado debido a su valor forrajero. Esta especie es resistente a sequía y es apropiado para sembrarse en las zonas áridas, con escasa precipitación y alta temperatura del ambiente y del suelo. Las poblaciones nativas, de este zacate, están distribuidas en los Estados de: Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Nuevo León, Querétaro, Jalisco, y probablemente en otros estados de la República Mexicana, además se encuentra en Estados Unidos de Norteamérica y América del Sur.

En 1976 se iniciaron investigaciones sobre zacate gigante en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con el fin de desarrollar variedades y poblaciones altamente rendidoras de forraje y con resistencia a sequía, para recomendar su siembra en las zonas áridas bajo condiciones de escasa humedad. En la literatura de zacate gigante no hay información disponible sobre identificación de variedades resistentes a través de pruebas experimentales.

Sathyanarayanaiah (1980) indicó varios métodos para clasificar variedades por su grado de resistencia a sequía: evaluación de genotipos para rendimiento en el campo bajo temporal, medida de la tasa de fotosíntesis, densidad, tamaño y comportamiento de los estomas, agua retenida en las hojas cortadas, medición de temperatura de la hoja, potencial hídrico en los tejidos de la planta, porcentaje de germinación de semillas en diferentes presiones osmóticas con manitol, evaluación por contenido de prolina, betaina, ácido abscísico, agua fisiológica, proteínas, azúcares y activiuaao de enzimas, estudio del potencial y modelo del sistema radical, presencia de cutina, pubescencia, enrollamiento de las hojas, área foliar y evaluación del factor de recuperación después de castigo de agua en diferentes etapas de planta.

La metodología sobre germinación de semillas, bajo presión osmótica en soluciones de manitol, es una de las útiles para identificar variedades resistentes a sequía. Varios investigadores como: Lima (1978), Williams *et al.* (1967), y Sathyanarayanaiah (1980), clasificaron variedades resistentes y susceptibles a sequía en diferentes cultivos utilizando esta metodología.

El objetivo de esta investigación consistió en clasificar las colecciones de zacate gigante por su grado de resistencia a sequía en manitol.

## REVISION DE LITERATURA

La humedad para la germinación es de vital importancia para que las plántulas logren su establecimiento en suelos secos o con poca humedad. La germinación constituye la fase inicial para la obtención de plántulas, y condiciones simuladas de sequía pueden aplicarse a las semillas con objeto de conocer su potencial de establecimiento. Caracteres importantes, necesarios en la mayoría de las gramíneas son una alta germinación y un establecimiento rápido y uniforme de plántulas.

Whvits (1946) fue uno de los primeros en usar manitol como un soluto para producir soluciones de diferentes potenciales osmóticos, para estudiar porcentaje de germinación en diferentes presiones osmóticas, en relación a resistencia a sequía en alfalfa.

Lima (1978) estudió la respuesta a sequía en frijol y utilizó para ello 3 métodos para medir resistencia: 1) variación del potencial mátrico de humedad del suelo; 2) germinación de semillas y crecimiento de plántulas en soluciones de manitol a diferentes presiones osmóticas, y 3) prueba de índice de estabilidad de clorofila, indicando que el manitol dio el mejor resultado para los estudios de resistencia a sequía. Observó disminuciones en 10% de germinación en las variedades Carioca, P-748-7, P-750-A, cuando fueron sometidos a tensiones osmóticas de 3 atmósferas, pero la variedad P-749-A no se afectó por tensión de humedad del suelo, aun cuando se sometió a 5 atmósferas en ambos métodos.

Al someter semillas de frijol a condiciones crecientes de presión osmótica de 3.5, 7.2, 11.0 y 16.5 atmósferas, durante la germinación, mediante el uso de polietilenglicol-6000 Maghaer y Carelli (1972), encontraron que el estrés de agua tuvo un efecto muy grande, disminuyendo la germinación total, el crecimiento de raíces y crecimiento de la plántula aun a 3.5 atmósferas; sugieren que existe una gran susceptibilidad del frijol para germinar bajo condiciones limitadas de agua.

Williams *et al.* (1967) compararon híbridos y líneas autofecundadas de maíz bajo sequía en laboratorio, usando solución de manitol a 15 atmósferas de presión osmótica en cajas petri. Después de 6 días a 100% de humedad relativa y a 30°C, determinaron el porcentaje de germinación y encontraron una correlación positiva altamente significativa ( $r = 0.65$ ) con renacimiento de los genotipos en el campo; indicaron que la metodología de presión osmótica con solución de manitol, es una base metodológica para identificar resistencia a sequía.

En resultados obtenidos por Kaul citado por Hurd (1975) a través de germinación de semilla de trigo en solución de manitol a presión osmótica de 20 atmósferas, obtuvo 49% de germinación para la variedad Pitic-62, 27% para Manitoua, 5% para Giza y 3% para Carazinho, lo cual demostró substanciales diferencias entre cultivares de trigo.

Knipe (1968) al estudiar la germinación de semillas de zacatón alcalino, galleta y navajita, en soluciones de manitol representando tensiones de humedad de 0, 1, 4, 7, 13 y 16 atmósferas, encontró que la tensión de humedad afectó notablemente el vigor de las plántulas. Las tensiones de humedad, por encima de una atmósfera, disminuyeron el vigor de plántulas de zacatón alcalino y navajita. Las tensiones por encima de 4 atmósferas disminuyeron el vigor de plántulas de zacate galleta.

Tapia y Schmutz (1970) en pruebas de germinación con manitol, en 3 especies de zacates del desierto, concluyen que en *Eragrostis lehmanniana* la germinación decreció al incrementar la tensión osmótica, en contraste con *Trichachne californica* y *Setaria macrostachya* que fueron bastante resistentes, en las que no se apreciaron efectos adversos drásticos, sino hasta 12 atmósferas.

## MATERIALES Y METODOS

Esta investigación fue conducida en el laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el mes de marzo de 1984. La semilla de las 12 colecciones de zacate gigante fueron cosechadas en forma masal en poblaciones nativas de 7 diferentes Estados: 4 colecciones de Chihuahua, 2 de Coahuila, 2 de Zacatecas y una de cada uno de los siguientes 4 Estados: Durango, Aguascalientes, San Luis Potosí y Jalisco; además se utilizó un testigo del Estado de Texas, dichos materiales cubren una amplia gama de variabilidad y distribución geográfica.

Para la realización de este experimento, las envolturas de las semillas fueron eliminadas a mano para obtener únicamente cariósides, excluyendo las quebradas o dañadas. Las semillas se pusieron a germinar en cajas petri de 10 cm de diámetro, usando 2 hojas de papel filtro Wathman saturadas con cada una de las soluciones preparadas de acuerdo a la fórmula indicada por el principio de J.H. Van't Hoff (Salisbury y Ross, 1969).

$$-\psi_{\pi} = m i R T$$

Donde:

m = Molalidad de la solución

i = una constante la cual explica la ionización del soluto y/o otras desviaciones de soluciones perfectas

R = constante de los gases (0.083) litros bars/mol grado o 0.082 litros atmósfera/mol grado, o 0.0357 litros calorías/mol<sup>2</sup> grado

T = temperatura absoluta

El diseño experimental utilizado fue un bifactorial, con una distribución de bloques al azar con 4 repeticiones. Se colocaron 50 carióspsies en cada solución, con los niveles de humedad de 0, 3, 6, 9, 12 y 15 atmósferas, utilizando para el tratamiento con 0 (cero) atmósferas únicamente agua destilada, y agua con manitol para cada una de las demás soluciones. Las carióspsies fueron lavadas previamente con agua y cloro al 5% antes de colocarlas en el papel filtro dentro de cada caja petri, con el objeto de evitar, al máximo, la aparición de hongos, bacterias o cualquier contaminación. Las cajas petri, así preparadas, se colocaron en un cuarto con temperatura constante a 22°C, los riegos con cada solución se hicieron cada 48 horas, agregando cada vez 1 mm por cada caja petri, los conteos se hicieron periódicamente suspendiéndolos a los 15 días de iniciación del experimento. Se consideró como semilla germinada, aquella que mostró un crecimiento mínimo de 5 mm, tanto en plúmula como en radícula, sacando las plántulas de cada caja petri una vez realizado cada uno de los conteos.

Para determinar resistencia a sequía, el criterio consistió en considerar como resistentes a las colecciones que presentaron alto porcentaje de germinación en alta presión osmótica y, como susceptibles, aquellas que presentaron bajos porcentajes de germinación en alta presión osmótica. Después de obtener los porcentajes de las semillas germinadas, los datos fueron transformados por arco seno raíz cuadrada del porcentaje, para su análisis estadístico.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de varianza del Cuadro 1, se observan diferencias altamente significativas entre colecciones, entre presiones osmóticas y en la interac-

**Cuadro 1. Análisis de varianza para germinación de semilla de zacate gigante bajo diferente presión osmótica usando manitol**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. calculada
Colecciones (Factor A)	12	29953.31	2496.11	57.27**
Presión osmótica (Factor B)	5	212727.14	42545.43	916.11**
Interacción (AB)	60	13282.31	221.37	5.07**
Error	234	10198.70	43.58	
Total	311	266161.46		

\*\* Nivel de significancia al 1%

ción entre colección por presión osmótica. Las diferencias significativas entre colecciones, demuestra la existencia de amplia gama de variabilidad para capacidad de germinación en zacate gigante y diferencia entre niveles de presión osmótica; permite la aplicación de ciertos niveles de estres de humedad para la germinación de semilla. La interacción entre colecciones y diferente presión osmótica, deja ver que se presentan porcentajes de germinación diferentes entre colecciones en una misma presión osmótica y entre diferentes niveles de presión osmótica, lo que permitirá la detección de colecciones con cierto grado de resistencia a sequía y poder desechar las menos capaces de prosperar, sobre todo en estado de emergencia, que es cuando se requiere asegurar mayor establecimiento bajo condiciones críticas de humedad.

Los promedios de germinación en porcentaje se presentan en el Cuadro 2, donde se observa el comportamiento de cada colección con los 6 niveles de presión osmótica. El testigo con valor de 55.24 y Durango - 39 con 53.04%, fueron estadísticamente semejantes entre sí, pero superiores al resto de las colecciones; se obtuvo, en segundo término, 47.43% en Chihuahua - 120 y 44.91% en Chihuahua - 188, y en último lugar: Zacatecas - 51 (24.13%) y Zacatecas - 7 (22.62%), siendo todas las demás superiores estadísticamente a estas 2 últimas.

**Cuadro 2. Promedio de germinación en porcentaje de semillas de zacate gigante bajo diferente presión osmótica usando manitol**

Colección	Germinación (%) en diferentes atmósferas						Promedio
	0	3	6	9	12	15	
Zacatecas-51	62.69	40.97	26.60	10.49	4.06	0.00	24.13
Zacatecas-7	58.37	40.37	25.06	10.49	1.43	0.00	22.62
Chihuahua-22	78.24	64.63	54.35	54.53	4.06	2.03	42.97
Chihuahua-30	71.38	70.83	69.34	52.73	17.71	2.88	47.48
Chihuahua-120	78.46	70.14	67.70	47.75	17.66	2.88	47.43
Chihuahua-188	74.33	68.10	67.54	45.56	13.94	0.00	44.91
Durango-39	81.34	72.40	75.19	61.97	17.47	9.83	53.04
Coahuila	71.08	59.17	53.72	33.81	7.34	0.00	37.52
Narro	75.51	70.87	65.33	42.70	3.54	0.00	42.99
Aguascalientes	65.28	41.55	46.45	11.71	4.92	0.00	28.32
San Luis Potosí 190	70.05	67.22	63.21	32.92	6.64	0.00	40.01
Jalisco-64	65.41	64.29	64.31	42.08	7.93	0.00	40.67
Testigo	79.50	75.81	70.14	65.13	26.55	14.32	55.24
Promedio	71.66	62.03	57.51	39.37	10.25	2.46	40.56
DMS 5%	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	9.14	3.73

Con los niveles de presión osmótica de 0, 3 y 6 atmósferas, la mayoría de las colecciones no presentan cambios considerables excepto en Zacatecas - 51 y Zacatecas - 7, que registraron descenso fuerte y valores menores al resto de las colecciones. A 9 atmósferas es más fácil observar diferencias y, de acuerdo a su respuesta, se mantienen con mayor consistencia el testigo con 65.13% y Durango - 39 con 61.97%. Con los valores más bajos y estadísticamente diferentes al resto, se observaron a las colecciones: Aguascalientes, Zacatecas - 51, Zacatecas - 7 con 11.71, 10.49 y 10.49% de germinación respectivamente. Bajo tensión osmótica de 12 atmósferas, se mantiene en primer sitio el testigo con 26.55% siendo, sin embargo, estadísticamente semejante a Chihuahua - 30 con 17.71%, Chihuahua - 120 con 17.66% y Durango - 39 con 17.47%. Bajo la presión osmótica más drástica (15 atm) se observa diferencia estadística con valores del testigo de 14.32% y de Durango - 39 de 9.83% superiores al resto de las colecciones; logran germinar también, pero en menor porcentaje: Chihuahua 120 y Chihuahua-30, ambos con 2.88%, y Chihuahua - 22 con 2.03%. El resto de las colecciones tuvieron nula germinación.

En forma general, se observa que a partir de 9 atmósferas se presenta un descenso considerable en la germinación, acentuándose aún más a 12 atmósferas; es a partir de este nivel, donde es posible aplicar selección drástica, lo cual permite identificar mejores colecciones con mayores probabilidades de éxito para un buen establecimiento en condiciones adversas por falta de humedad.

Si se observa el comportamiento general a través de todos los niveles de presión osmótica, tanto el testigo como Durango-39, muestran una respuesta positiva y comportamiento superior al resto de las colecciones, así también en forma particular a 15 atmósferas como nivel de presión osmótica más drástica utilizada en este experimento.

El Cuadro 3 se presenta para la interpretación de la significancia de la interacción colección por presión osmótica, indicando que existen efectos interactivos, que las colecciones se comportan de manera diferente en presiones osmóticas distintas y que el comportamiento de los factores no es independiente.

Para observar la tendencia de la germinación de las colecciones, se llevó a cabo un ajuste polinomial, encontrando significancia sólo para el efecto lineal y se obtuvo la ecuación y la gráfica representadas en la Figura 1, donde se observa que la germinación disminuye cuando la presión osmótica aumenta; se observa además, que a 3 y 6 atmósferas la disminución de la germinación fue ligera, pero a partir de 9 atmósferas ésta disminuyó en forma drástica. También Tapia y Schmutz (1970), usando manitol en 3 especies de za-

**Cuadro 3. Significancia para la interacción entre colecciones y presión osmótica**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
A/b <sub>1</sub>	12	2427.23	202.26	4.64**
A/b <sub>2</sub>	12	7739.02	644.91	14.79**
A/b <sub>3</sub>	12	12446.14	1037.17	23.79**
A/b <sub>4</sub>	12	16860.20	1405.01	32.23**
A/b <sub>5</sub>	12	2786.30	232.19	5.32**
A/b <sub>6</sub>	12	976.49	81.37	1.86**
B/a <sub>1</sub>	5	16761.34	3352.26	76.91**
B/a <sub>2</sub>	5	13981.55	2796.31	64.15**
B/a <sub>3</sub>	5	19513.84	3902.76	89.54**
B/a <sub>4</sub>	5	19782.99	3956.59	90.78**
B/a <sub>5</sub>	5	19039.09	3807.81	87.36**
B/a <sub>6</sub>	5	15315.65	3063.13	70.28**
B/a <sub>7</sub>	5	10825.84	2165.16	49.67**
B/a <sub>8</sub>	5	19568.58	3913.71	89.79**
B/a <sub>9</sub>	5	22954.41	4590.88	105.33**
B/a <sub>10</sub>	5	20662.75	4132.55	94.81**
B/a <sub>11</sub>	5	11789.28	2357.85	54.09**
B/a <sub>12</sub>	5	17986.63	3597.32	82.53**
B/a <sub>13</sub>	5	17827.22	3565.44	81.80**
Error	234	10198.70	43.58	
Total	311	266161.46		

\*\* Nivel de significancia al 1%

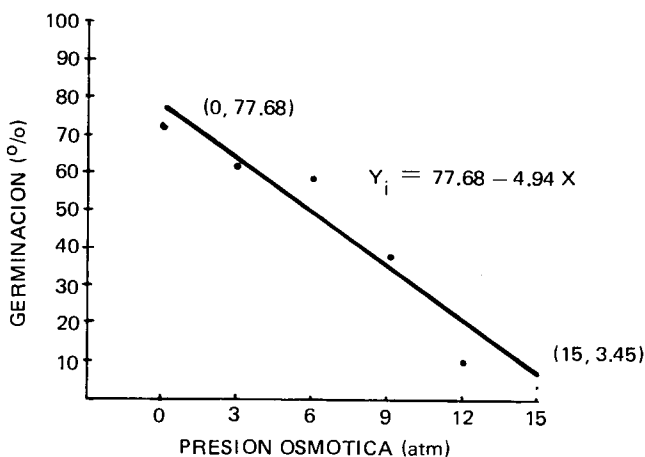


Figura 1. Gráfica representativa de la tendencia general de la germinación de las colecciones de zacate gigante

cate del desierto, concluyeron que, en *Eragrostis lehmanniana*, la germinación descendió rápido y considerablemente, en cambio en *Trichachne californica* y *Setaria macrostachya* se observaron efectos adversos apreciables a partir de 12 atmósferas. Knipe (1968), al trabajar con *Sporobolus airoides*, *Hilaria jamessi*, *Bouteloua gracilis* y soluciones de manitol con rango de -1 a - 16 atmósferas, a 20°C de temperatura, encontró que *Sporobolus airoides* fue la especie más sensitiva; sin embargo, *Hilaria jamessi* y *Bouteloua gracilis* no se afectaron sino hasta -7 a - 10 atmósferas.

Por los resultados que se han obtenido, tanto en esta especie como en algunas otras gramíneas de zonas áridas o semiáridas, existe una tendencia a disminuir la germinación de semilla a partir de 8 a 10 atmósferas de presión osmótica, usando soluciones de manitol como medio para inducir condiciones de sequía en la germinación de semilla, considerando que arriba de estos niveles es posible observar y seleccionar entre especies, alta capacidad de germinación y establecimiento de plántulas en condiciones adversas con estos de humedad.

Las colecciones Durango-39, Chihuahua-30 y Chihuahua-188, produjeron altos rendimientos de forraje bajo condiciones de temporal, cuando se evaluaron las mismas colecciones en el campo en años anteriores, y también registraron alto porcentaje de germinación (13.94% a 17.71%) en el nivel de 12 atmósferas; éstas se pueden clasificar como resistentes a sequía. Generalmente las colecciones con alto porcentaje de germinación, en alta presión osmótica, produjeron alto rendimiento de forraje en el campo. Las 5 colecciones: Narro, Chihuahua-22, Jalisco-64, San Luis Potosí-190 y Coahuila, produjeron moderada germinación y se clasificaron como moderadamente resistentes. Zacatecas-51 y Zacatecas-7, obtuvieron alto rendimiento de forraje en el campo, pero bajo porcentaje de germinación en alta presión osmótica.

Rendimiento es el producto de efectos multiplicativos de los componentes del rendimiento, cada componente es independiente a otro y están controlados por poligenes. Resistencia a sequía es un caracter muy complejo controlado por varios genes a través de características morfológicas, fisiológicas, anatómicas y sustancias bioquímicas. Las variedades resistentes a sequía hay que desarrollarlas a través de características que están relacionadas con resistencia.

## CONCLUSIONES

1. Las 4 colecciones: Durango-39, Chihuahua-120, Chihuahua-30 y Chihuahua-188, se recomiendan para la siembra en las zonas áridas del país para obtener alto porcentaje de germinación, óptimo

establecimiento, vigorosidad, uniforme crecimiento de plántulas, alta resistencia a sequía, y alta producción de forraje.

2. En las grandes superficies de las zonas áridas existen condiciones desfavorables de escasa precipitación, mal distribución de lluvias, altas temperaturas de la atmósfera y suelo, terrenos marginales en el nivel de materia orgánica. Las colecciones citadas arriba, son apropiadas para su resiembra y para aumentar producción de forraje, productos lácteos y carne, donde otros cultivos tradicionales no pueden sobrevivir.

## BIBLIOGRAFIA

- Hurd, E.A. 1975. In Symposium of plant modification for more effective water use. USA. Agric. Meteorology. 14:39 - 55
- Knipe, O.D. 1968. Effect of moisture stress on germination of alkali sacaton, galleta and blue grama. USA. J. Range Management. 21:3 - 4
- Lima, M.A. 1978. Estudo da resistencia a seca em cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris*, L. Tesis. Maestría en Piracicaba-sp. Brasil, Universidade de Sao Paulo Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz
- Maghaer, A.C. y M. Carelli. 1972. Germinacao de sementes de feijão *Phaseolus vulgaris*. Sob condicoes variadas de pressao osmotica. Bragantia 31:19 - 26
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1969. Plant Physiology. Belmont. Calif. Macworth Publishing Company Inc. pp. 66 - 67
- Sathyanarayanaiah, K. 1980. Genetic studies on dry land wheat. *Triticum durum*. Post doctoral research investigation. Agrl. Canada Res. Station. Research Branch. Swift Current, Saskatchewan, Canada.
- Tapia, C.R. and E.M. Schmutz. 1970. Germination response of three desert grasses to moisture stress and light. USA. J. Range Management. 24:292 - 295.
- Whvits, R. 1946. Effect of osmotic pressure on water absorption and germination of alfalfa seed. USA. Am. J. Bot. 33:278 - 295.
- Williams, T.V., R.S. Snell y J.F. Ellis. 1967. Methods of measuring drought tolerance in corn. USA. Crop Sci. 7:179 - 181

## **AGRADECIMIENTOS**

Ing. Leticia Bustamante García, por su valiosa orientación y colaboración en el trabajo de laboratorio, y al Ing. Regino Morones Reza, por su colaboración en el análisis estadístico del trabajo realizado. Ambos maestros-Investigadores de la UAAAN.

## EFFECTOS DE BIO-REGULADORES SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO Y FORMACION DE YEMAS FLORALES EN MANZANO\*

Homero Ramírez<sup>1</sup>  
Uriel Figueroa Viramontes<sup>2</sup>  
Artemio Valadez López<sup>3</sup>

### RESUMEN

Aspersiones foliares a árboles de manzano cultivar Golden Delicious/MM 106 de 3 años de edad con Promalín, Promalín + Alar, 6-BA y Alar, incrementaron significativamente el número de brotes por centímetro de longitud de rama. Promalín y 6-BA estimularon, además, la longitud de los brotes y el crecimiento total por rama. La longitud individual de brotes se vio reducida significativamente por los tratamientos de Promalín + Alar, 6-BA + Alar, y Alar, aunque solamente los 2 últimos lograron una compactación apreciable del árbol. Promalín inhibió significativamente la formación floral, mientras que los demás tratamientos la incrementaron de manera considerable.

Analizando, por otro lado, en el mutante de Golden Delicious Aguanueva II, yemas localizadas en áreas de madera con posibilidades de iniciar flores para el ciclo siguiente, se encontró una mayor concentración endógena de citocininas que de auxinas y giberelinas, durante la época aproximada a la inducción floral.

---

\* Trabajo publicado en el X Congreso de SOMEFI, Ags. Agosto, 1984

1 Ph.D. Maestro Investigador del Depto. de Horticultura, Div. Agronomía, UAAAN

2 y 3 Tesistas

## INTRODUCCION

En los sistemas de plantación de altas densidades con el cultivo del manzano, es importante estimular primeramente el desarrollo vegetativo y acelerar la formación de la estructura del árbol. Con este propósito se han experimentado diferentes biorreguladores (Veinbrants y Miller, 1981).

Cuando se tienen árboles con una estructura adecuada para iniciar su etapa productiva, ésta puede verse inhibida por diversos factores. En este caso, muchos trabajos han reportado los efectos favorables de los retardantes del crecimiento, especialmente Alar, en el proceso de formación floral en manzano (Luckwill y Chilo, 1973, Ramírez y Hoag, 1981, y Cárdenas, 1983). Este efecto parece ser mediado vía un incremento en citocininas en el órgano a diferenciarse a yema floral (Ramírez y Hoag, 1981), lo que hace pensar que un cambio en el balance endógeno hormonal favorece los niveles de auxinas y giberelinas al momento del estímulo floral (Ramírez y Hoag, 1981). Considerando estos conceptos, se desarrolló este trabajo con los objetivos de evaluar los efectos de Promalín, (6-BA x GA 4/7), 6-benciladenina y Alar, sobre el desarrollo vegetativo y formación de yemas florales en árboles de manzano y conocer, endógenamente, el balance hormonal en tejidos destinados a formar yema floral para el siguiente ciclo, bajo las condiciones ambientales de la Sierra de Arteaga, Coahuila.

## MATERIALES Y METODOS

### Estudio exógeno

Este trabajo se llevó a cabo durante 1981-1982. Se utilizaron árboles de manzano cultivar Golden Delicious/MM 106, al inicio de su cuarto año de crecimiento, plantados a distancias de 4.8 x 2.5 m. Los productos evaluados fueron: 6-Benciladenina 500 ppm, Promalín 500 ppm y Alar 1000 ppm, solos y combinados, como se muestra en el Cuadro 1.

Todos los productos fueron diluidos en agua, añadiendo Tween 20 como agente surfactante y asperjados al follaje cuando los crecimientos del año alcanzaron una longitud de 10 a 12 cm (abril 20 de 1981).

El experimento se analizó en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento, constando la unidad experimental de 1 árbol. Al final del ciclo de crecimiento se evaluaron los parámetros del desarrollo vegetativo que fueron el número y longitud de brotes sobre ramas del año anterior seleccionadas previamente. En la primavera de 1982 fue evaluada la floración existente sobre madera de 2 años.

**Cuadro 1. Efectos de Alar, Promalín y 6-BA aplicados en abril de 1981 sobre el desarrollo vegetativo y formación de yemas florales en árboles de manzano cultivar Golden Delicious/ivi/ivi 106 de 4 años de edad.**

Tratamiento	No. brotes por cm de long. de rama	Long. x por brote (cm)	Crec. tot. por cm de long. de rama (cm)	No. de yemas florales por rama
Testigo	0.22 c	25.59 b	5.56 b	2.23 c
Promalín	0.25 ab	28.28 a	7.47 a	0.87 a
Promalín + Alar	0.26 ab	21.78 c	5.89 b	5.60 b
6-BA	0.28 a	27.09 ab	8.04 a	5.00 b
6-BA + Alar	0.24 bc	19.09 d	4.77 b	8.20 a
Alar	0.26 ab	19.63 cd	5.01 b	8.03 a

La concentración utilizada de los productos fue: Promalín 500 ppm, 6-BA 500 ppm y Alar 1000 ppm. En columnas, números seguidos por distinta letra difieren al 5%, según Duncan

### Estudio endógeno

Durante 4 fechas, en los meses de mayo y junio de 1982, se muestrearon yemas de madera de un año de árboles del cultivar Golden Delicious mutante Aguanueva II, de 3 años de edad / MM106, plantados bajo el sistema de huerto pradera en túnel de plástico. El muestreo de yemas se realizó en esas fechas considerando que dentro de las mismas, aproximadamente, ocurriría la iniciación floral. Cada muestreo se realizó con un intervalo de 15 días. Durante las 2 primeras fechas se muestrearon, a lo largo de toda la rama, 410 yemas, debido a que todavía no se tenía el crecimiento requerido, para poder dividir las posiciones de la rama en basal, media y distal como se realizó en las 2 siguientes recolecciones, donde se tuvieron 250 yemas por cada posición. Para evitar su deshidratación, inmediatamente después de la colecta, las yemas fueron colocadas en papel absorbente húmedo en cajas petri y traídas al laboratorio.

Posteriormente, las muestras fueron preparadas para determinar, por medios biológicos, el contenido de auxinas, giberelinas y citocininas, utilizando las técnicas y diseños estadísticos previamente reportados por Valadez López (1983).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Estudio exógeno

En el Cuadro 1 se muestran los efectos de los diferentes tratamientos sobre el desarrollo vegetativo y formación de yemas florales. Todos los tra-

tamientos aplicados, excepto 6-BA + Alar incrementaron significativamente el número de brotes. Los mayores crecimientos en longitud de brote se observaron en los árboles tratados con Promalín y 6-BA, mientras que los tratamientos que involucraron Alar, redujeron significativamente su longitud. Por otro lado, la formación de yemas florales se vio inhibida significativamente por el tratamiento de Promalín; en los demás tratamientos con biorreguladores se podrá observar un incremento significativo en la cantidad de flores formadas.

6-BA y Promalín han sido reportados como sustancias estimuladoras de la brotación lateral y el desarrollo vegetativo (Valadez-López, 1983). En este caso, el excesivo desarrollo vegetativo estimulado por el tratamiento de Promalín, estuvo relacionado con una baja formación de yemas florales. Las giberelinas, componentes de Promalín, han sido reportadas como sustancias inhibitorias de la formación floral en varias especies frutales (Monselise, 1973; Greene, 1981, y Tromp. 1982). Aunque 6-BA produjo un excesivo desarrollo vegetativo, también estimuló significativamente la formación de yemas florales. Este incremento en la floración coincide con los reportes previos de Ramírez y Hoad (1981).

Bajo este concepto es de considerarse que la aplicación de Promalín y 6-BA con el propósito de estimular la brotación lateral y el desarrollo vegetativo, se efectúe durante los primeros años de formación del árbol, ya que el incremento en el desarrollo vegetativo, generalmente va acompañado de una baja formación de yemas florales.

Considerando la edad y estructura de los árboles al momento de realizar las aplicaciones, los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos de Alar y 6-BA + Alar, los cuales controlaron, en mayor grado, el crecimiento vegetativo, estimulando paralelamente una mayor formación de yemas florales. Efectos similares con el uso de Alar han sido reportados recientemente (Fortes y Camilo, 1982, y Cárdenas, 1983). El control del crecimiento logrado por estos 2 tratamientos es importante, sobre todo en aquellos árboles que muestran un excesivo vigor vegetativo ocasionado, por ejemplo, por patrones vigorosos y fertilización nitrogenada en exceso. Este control del crecimiento vegetativo se traduce en una mayor formación de yemas florales en los primeros años del árbol en el huerto.

### **Estudio endógeno**

El Cuadro 2 presenta los niveles de auxinas, giberelinas y citocininas, encontradas en las yemas de manzano bajo este estudio. Se podrá observar que en forma consistente, la tendencia de citocininas es el de tener mayor

**Cuadro 2. Contenido de hormonas en yemas de ramas de un año de árboles de manzano del mutante de Golden Delicious Aguanueva II durante la primavera de 1982**

Fecha de colección	Sección de la rama	Contenido hormonal ( $\mu$ g equiv/gr p.s.)*		
		Giberelinas <sup>a</sup> (GA <sub>3</sub> )	Auxinas <sup>b</sup> (AIA)	Citocininas <sup>c</sup> (kinetina)
Mayo 15	Completa	1.5	2.4	7.8
Mayo 29	Completa	1.0	1.1	15.8
Junio 12	Basal	18.0	46.6	51.8
Junio 12	Medios	5.6	32.0	19.9
Junio 26	Distal	18.4	12.4	77.4
Junio 26	Basal	10.7	13.0	26.1
Junio 26	Medía	6.7	3.4	11.6
Junio 26	Distal	7.8	5.6	13.8

\*Según pruebas biológicas

a Hipocotilo de la lechuga

b Coleoptilo del trigo

c *Amaranthus*

contenido en esos órganos que de auxinas y giberelinas en la mayoría de las muestras analizadas, tanto en ramas completas (15 y 29 de mayo) como en secciones distales medias y basales (12 y 26 de junio).

Se ha presentado, en otros trabajos, evidencia del efecto promotor de formación de yema floral, cuando el contenido de giberelinas es bajo en el tejido, a diferenciarse en flor (Luckwill y Child, 1973), por otro lado, el efecto auxínico en este proceso no es bien conocido, puesto que a la fecha no existe una evidencia concreta de su posible función promotora o inhibitoria en esta especie frutal (Ramírez y Hoad, 1981).

En los últimos años se ha considerado que las citocininas juegan un papel importante en la floración, como lo afirma Luckwill y Child (1973) y otros autores más. Trabajos realizados por Luckwill y Whyte (1968) y Jones (1973), sobre la concentración endógena de citocininas, determinaron que existe un contenido máximo de citocininas en la savia del xilema en el período previo a la floración completa; condición que, según Luckwill y Whyte (1968) es requisito principal para que ocurra la iniciación floral. Trabajos similares, fueron hechos por Grochowska y Karaszewska (1978) en árboles podados y no podados. Estos autores establecieron que existe una concentración doble de citocininas endógenas en la savia del xilema en árboles no podados en el período de la diferenciación de la yema floral, que aquellos podados. Por otro lado, Ramírez y Hoad (1981) han reportado que la aplicación exógena de citocininas estimulan la formación de yema floral.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente trabajo, y bajo las condiciones en que se realizó, preliminarmente se puede concluir que:

1. El balance hormonal con tendencia a un mayor nivel endógeno de citocininas, posiblemente sea un factor en rama que favorezca la formación de yema floral, en el mutante de manzano Agua Nueva II.

## BIBLIOGRAFIA

- Cárdenas C., A.G. 1983. Inducción de precocidad en manzano con Alar. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 77 pp.
- Fortes, G.R.L. y A.P. Camilo. 1982. The effect of different Alar concentrations on the shoot growth control and on the quality of the apple fruits, cv. 'Gala'. *Horticulturae Sciences*. 17(3):496 (abst.).
- Greene, D.W. 1981. Growth regulators applications and cultural techniques to promote early fruiting of apples. En: Tukey, R.B. y Williams, M. W. (eds.), *Tree fruit growth regulators and chemical thinning*: 117-146.
- Grochowska M.J. y A. Karaszewska. 1978. A posible role of hormones in growth and development of apple trees and a suggestion on how to modify their action. *Acta Horticulturae* 80:457 - 464.
- Jones, C.P. 1973. Effects of cytokinin in xylem sap from apple trees on apples shoot growth. *Journal Horticultural Sciences*. 48:181 - 188.
- Luckwill, L.C. y R.D. Child. 1973. The meadow orchard a new concept of apple production based on growth regulators. *Acta Horticulturae*. 34:213 - 220.
- Luckwill, L.C. and P. Whyte. 1968. Hormones in the xylem sap of apple trees. *S.C.I. Monografía*. 31:87 - 101.
- Monselise, S.P. 1973. Recent advances in the understanding of flower formation in fruit trees and its hormonal control. *Acta Horticulturae*. 34:157 - 166.

- Ramírez R., H. y G.V. Hoad. 1981. Effects of growth substances on fruit-bud initiation in apple. *Acta Horticulturae*. 120:131 - 136.
- Tromp, J. 1982. Flower-bud formation in apple as affected by various gibberellins. *Journal Horticulturae Sciences*. 57(3):277 - 282.
- Valadez López, A. 1983. Estudio de la fisiología de floración en mutantes de manzano (*Malus* spp). Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 102 p.
- Veinbrants, N. y P. Miller. 1981. Promalin promotes lateral shoot development of young cherry trees. *Australian Journal of Experimental Agriculture Animal Husbandry*. 21(113):618 - 622.

## ATRIBUTOS INICIALES, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN NIVEL DE PLANTULA EN FRIJOL TEPARI *Phaseolus acutifolius* A. Gray

Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>1</sup>  
Alberto Morales Loredó<sup>2</sup>

### RESUMEN

Quince genotipos fueron evaluados para 8 características de plántula a los 15 días después de su siembra, bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre los genotipos probados, para las características estudiadas a nivel de plántula. El coeficiente de variación osciló entre 8.72% a 21.17%; así, los resultados son aceptables. Los genotipos PHAACU-68, PHAACU-93, PHAACU-95, PHALUN y PHAVUL, fueron sobresalientes para las características de: número de raíces, longitud de raíz principal, longitud total de raíz, peso seco de raíz y área foliar, considerándolas simultáneamente. Peso seco de raíz varió entre 0.05 g (PHAACU-9) a 0.70 g (PHALUN) con promedio de 0.33 g. Existen correlaciones positivas y altamente significativas entre valores altos de peso de 100 semillas con 5 características, tales como: número de raíces ( $r = 0.883$ ), longitud total de raíz ( $r = 0.762$ ), peso seco de vástago ( $r = 0.958$ ), peso seco de raíz ( $r = 0.919$ ) y área foliar ( $r = 0.925$ ). Peso de 100 semillas se puede utilizar como índice de selección para identificar genotipos con mejor sistema radicular. Existen asociaciones positivas y significativas entre diferentes características de plántula.

1 Ph.D. Maestro Investigador del Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN

2 Ing. Estudiante de Maestría en Ciencias, especialidad en Fitomejoramiento. Colegio de Post-graduados, UAAAN.

## INTRODUCCION

El frijol tepari *Phaseolus acutifolius* A. Gray es una especie de leguminosa que fue utilizada extensivamente por los indios, a través de Mesoamérica, durante los tiempos antiguos. La distribución fitogeográfica de esta especie, es en Arizona y Nuevo México en Estados Unidos de Norteamérica, y Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Baja California y Durango en México; estas áreas de distribución representan principalmente zonas de escasa precipitación.

Actualmente existe información en esta especie, sobre su distribución y diferentes colectas de germoplasma de diversas áreas geográficas en México. Pero hasta ahora no existe, en México, una investigación sistemática sobre su mejoramiento genético y agronomía, para aumentar su producción. En esta especie se tiene gran variabilidad genética y una potencialidad para su comercialización como un cultivo en el futuro, por lo tanto, en este cultivo, existen posibilidades para su mejora en forma rápida por selección y aplicaciones de métodos de mejoramiento genético.

Es urgente e importante, realizar investigaciones en las diferentes facetas de los recursos genéticos, como la evaluación de germoplasma, con el fin de utilizar la variabilidad existente en cultivos convencionales y no convencionales, para evitar la dependencia en unas cuantas especies.

El mayor problema, en condiciones de temporal, es cómo establecer una óptima población de plantas por unidad de superficie para obtener un máximo nivel de rendimientos. Sathyanarayanaiah (1980) concluyó, en trigo, que cualquier genotipo o variedad con altos valores de características de plántula produce mejor emergencia, vigorosidad y óptima población en el campo bajo sequía; además, existen correlaciones positivas y significativas entre características de plántula con la población de plantas en el campo bajo sequía en trigo (Roy *et al.* 1969). En la presente investigación se evaluaron características de plántula en 15 genotipos de frijol, con los siguientes objetivos:

- Estudiar la variabilidad de las diferentes características de plántula.
- Identificar los mejores genotipos para las características de plántula de alto valor para su siembra bajo sequía.
- Estimar los parámetros genéticos para diferentes características de plántula.
- Calcular las correlaciones entre diferentes características de plántula para una posible selección indirecta.

## REVISION DE LITERATURA

La resistencia a sequía de los cultivos, ha sido definida por diferentes investigadores como una capacidad de los cultivos para crecer satisfactoriamente en áreas que estén sujetas a períodos de déficit de agua, o como una capacidad general de la planta para minimizar su reducción del rendimiento bajo déficit de agua.

Levitt (1972) clasificó la resistencia a sequía en 3 mecanismos que son escape, evitación y tolerancia a sequía, los cuales pueden actuar independientemente o en combinación.

En las plantas cultivadas se han desarrollado técnicas que ayudan a la identificación de variedades sobresalientes en cuanto a la tolerancia y/o susceptibilidad a sequía, tales como: medición de la fotosíntesis, comportamiento de los estomas, agua retenida en las hojas cortadas, potencial hídrico de los tejidos, características del sistema radicular, crecimiento de la porción aérea y estimación del contenido de prolina, betalina y ácido abscísico (Sathyanarayanaiah, 1980). Estas técnicas han sido utilizadas por diferentes investigadores para la obtención de información, que permita obtener variedades con mayores posibilidades de sobrevivir en condiciones de déficit hídrico en el suelo.

Kinabacher *et al.* (1967) realizaron un estudio para observar la estabilidad de la enzima dehidrogenasa málica extraída de las hojas de frijol *Phaseolus acutifolius* en invernadero, expuestas a condiciones de altas temperaturas en un rango de 30 a 62°C por 15 minutos. La actividad de la enzima se reduce cerca de los 50°C. La enzima dehidrogenasa málica fue más estable en las plantas más rústicas. Los resultados indican que, la desnaturalización de la enzima, es un factor importante para resistencia a temperaturas altas.

Sánchez y Acosta (1982) evaluaron 11 genotipos de *Phaseolus acutifolius* bajo condiciones de temporal, utilizando como testigo una especie de *P. vulgaris* L., con el objetivo de comparar entre las 2 especies el rendimiento, precocidad y reacción a enfermedades. Los resultados obtenidos señalan que la variedad testigo, Pinto Nacional, fue superada en rendimiento en 4 localidades por la mayoría de los materiales de la especie *P. acutifolius* así, rendimientos de esta especie son superiores en regiones de menor altitud, baja precipitación y alta temperatura, en relación a los de *P. vulgaris* L.

Ochoa (1983) estudió 6 variedades criollas de frijol *Phaseolus vulgaris* L., para la determinación de las correlaciones existentes entre las va-

riables área foliar, peso seco de la raíz y rendimiento; se ha determinado que la correlación más consistente se obtuvo entre área foliar y el rendimiento, con una tendencia hacia una correlación positiva.

Hernández (1983) trabajó con 20 genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L., para estudiar la variabilidad de ciertas características de plántula, los resultados indicaron que existen correlaciones positivas y significativas, entre las características altura de cotiledón y altura de plántula con longitud total de raíces; además, encontró alta heredabilidad para todas las características a nivel de plántula, lo que indica que se puede realizar selección para estas características.

## MATERIALES Y METODOS

Para lograr los objetivos de esta investigación, se evaluaron 15 colectas pertenecientes a 3 especies diferentes: 13 de *Phaseolus acutifolius*, una de *Phaseolus vulgaris* y otra de *Phaseolus lunatus*, en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Buenavista Saltillo, Coahuila, durante el mes de octubre de 1983. Todas las semillas de estas colectas fueron proporcionadas por cortesía del Banco de Germoplasma de Frijol, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Cuadro 1). Estos materiales genéticos pertenecen a 8 diferentes Estados de la República Mexicana y tienen una gama de variabilidad y diversidad geográfica, para todas las características.

La siembra se realizó, en macetas de cartón, botes de leche de un litro, con un arreglo estadístico de bloques al azar con 3 repeticiones. Se sembraron 8 semillas en 2 botes, distribuidas en igual proporción, por variedad y por repetición; se llenaron los botes a un 80% de su capacidad con arena cribada, se les aplicó un riego, y después se colocaron y distribuyeron uniformemente las semillas y se cubrieron con otra capa de arena. Se administró agua en cantidad suficiente para evitar daños por déficit de humedad. A los 15 días de la siembra, se lavaron las raíces para quitar el suelo, con una corriente de agua muy suave para no dañarlas; después se lavaron en agua con jabón para eliminar completamente los residuos de suelo. Se tomaron datos de las siguientes características:

1. Longitud de la raíz más larga: Expresada en centímetros a partir de la base hasta la punta de la raíz principal.
2. Número de raíces: Se determinó por medio de un conteo de todas las raíces primarias y secundarias de la plántula.
3. Longitud total de raíces: Es la suma expresada en centímetros del número total de raíces medidas.

**Cuadro 1. Colectas de frijol incluidas en esta investigación y su origen**

Número registro	Colector	Año	Estado	Localidad	País
PHAACU 9	INIA-CIAT 57	1978	Durango	Francisco I. Maero	México
PHAACU 10	INIA-CIAT 70	1978	Durango	Cerro Alto-Cerro las Mianzallas	México
PHAACU 21	JAG-79-71-A	1979	Durango	Cuencamé	México
PHAACU 18	INIA-CIAT-135	1978	Jalisco	Zapotlán-San Isidro	México
PHAACU 40	CHIS-261	--	Chiapas	Tapachula	México
PHAACU 43	CHIS-350	1972	Chiapas	Mamastepec	México
PHAACU 61	MAS Y LCCG-1	1980	Sinaloa	El Fuerte (mercado)	México
PHAACU 49	INIA-CIAT-517-A	1979	Campeche	Heclchaken	México
PHAACU 68	MAS Y LCCG-12	1980	Sinaloa	Choix Ejido Potrero de Cancio	México
PHAACU 93	MAS Y LCCG-67-A	1980	Sonora	Bavicora	México
PHAACU 95	MAS Y LCCG-71-A	1980	Sonora	Bavicora	México
PHAACU 132	NAY-13-B	--	Nayarit	Tepic	México
PHAACU 146	S-27-A	--	Durango	--	México
PHALUN	UAAAN	--	---	Variedad frijol aplastado	México
PHAVUL	UAAAN	--	---	Variedad Jamapa	México

4. Altura del cotiledón: Expresada en centímetros y medida a partir de la base del tallo hasta el nudo cotiledonal.
5. Altura de plántula: Distancia en centímetros desde la base del tallo hasta la punta de la parte aérea de la plántula.
6. Peso seco de la raíz: Es el peso seco de la masa radical después de 48 horas a 60°C mantenidas en el horno.
7. Peso seco de vástago: Peso en gramos de la parte aérea después de secada por 48 horas a 60°C en el horno.
8. Área foliar: Medida en centímetros cuadrados y estimados en base al producto de largo y ancho, el factor coeficiente de área foliar para frijol en plántula de 0.70.
9. Peso de 100 semillas: Estimado en gramos.

Se utilizaron 5 plántulas con competencia completa, de un total de 8, para toma de lecturas. Los promedios de cada carácter se utilizaron para hacer el análisis de varianza y las estimaciones de correlaciones. Se estimaron los parámetros genéticos y heredabilidad en sentido amplio, para todas las características estudiadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios para todas las características de plántula estudiadas, se presentan en el Cuadro 2. El análisis de varianza (Cuadro 3) indicó que hay diferencias altamente significativas para todas las características estudiadas y revela que hay variabilidad sustancial para las mismas en los genotipos incluidos a nivel de plántula. El coeficiente de variación osciló entre 8.72% a 21.17% para 6 características analizadas y se considera como muy bajo, por lo tanto, los resultados de este experimento son muy confiables (Cuadro 3).

Las características de plántula como: número de raíces, longitud de raíz más larga, longitud total de raíces y peso seco de raíz, durante el período de germinación, son de importancia para la absorción de agua y nutrientes, determinando un óptimo desarrollo en las etapas tempranas del crecimiento para evitar la sequía. La distribución errática de las lluvias, así como la poca cantidad de las mismas durante la siembra, determinan que la disponibilidad de agua para las plantas sea muy pobre. Los genotipos con los valores mayores para características del sistema radical aprovecharía más el

Cuadro 2. Promedio de diferentes características de plántula en frijol

Genotipo	Peso 100 semillas (g)	número de raíces	Longitua de raíz principal (cm)	Longitua total de raíz (cm)	Altura de cotileación (cm)	Altura de plántula (cm)	Peso seco vástago (g)	Peso seco raíz (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
PHHACU	9	2.10	4.02	16.30	5.27	10.40	0.09	0.05	7.75
PHAACU	10	2.17	4.33	14.88	5.30	10.45	0.08	0.06	6.30
PHAACU	21	11.30	5.73	22.65	7.47	13.71	0.50	0.33	25.32
PHAACU	18	3.22	4.22	16.93	5.19	11.62	0.14	0.05	9.53
PHAACU	40	11.78	5.73	18.89	7.34	12.18	0.44	0.21	23.16
PHAACU	43	10.16	5.20	19.45	7.37	12.87	0.49	0.30	24.35
PHAACU	61	12.29	7.13	24.49	5.99	13.82	0.52	0.40	20.89
PHAACU	49	13.33	6.13	18.33	5.97	15.06	0.61	0.37	31.12
PHAACU	68	11.43	7.87	27.09	5.61	13.15	0.49	0.48	22.56
PHAACU	93	14.28	9.13	24.08	6.65	14.88	0.75	0.47	29.19
PHAACU	95	14.84	7.73	22.71	6.73	16.66	0.65	0.37	27.45
PHAACU	132	8.69	5.73	21.56	6.09	14.03	0.37	0.23	18.98
PHAACU	146	10.46	6.47	21.23	6.03	15.12	0.45	0.36	21.07
PHALUN	29.00	9.93	20.91	124.91	6.37	9.57	1.09	0.70	39.06
PHAVUL	18.30	7.93	21.99	113.65	7.58	13.42	1.02	0.63	38.85
$\bar{X}$	11.55	6.49	20.77	87.25	6.33	13.15	0.51	0.33	23.04

Cuadro 3. Análisis de varianza para diferentes características de plántula en frijol

Fuente de variación	G.L.	Características									
		número de raíces	Longitua de raíz principal	Longitua total de raíz	Altura de cotileación	Altura de plántula	Peso seco vástago	Peso seco raíz	Área foliar		
Repetición	2	5.959	4.987	341.644	0.196	0.517	0.026	0.007	2.015		
Genotipos	14	9.467**	33.222**	3366.419**	2.067**	12.230**	0.260**	0.113**	291.030**		
Error	28	0.768	8.297	137.756	0.305	3.258	0.005	0.005	11.919		
C.V. %		13.510	13.870	13.450	8.720	13.730	13.780	21.170	14.980		

\*\* Significativo al 1%

agua disponible del suelo, lo que se transformaría en plántulas sanas, vigorosas con mayor emergencia y crecimiento rápido, garantizando una población óptima de plantas en el campo, bajo condiciones de sequía. De estas características, el número de raíces varió entre 3.0 y 15.0 con un promedio de 6.49 por plántula (Cuadros 2 y 4). La variedad PHALUN produjo (9.93) mayor número de raíces, le siguió la colecta PHAACU-93 (9.13), PHAVUL (7.93), PHAACU-68 (7.87) y PHAACU-95 (7.73). La longitud de raíz más larga varió entre 7.70 cm (PHAACU 49) a 34.50 cm (PHAACU-146), con un promedio de 20.77 cm. Las 3 colectas PHAACU - 68, PHAACU-61 y PHAACU 93, produjeron más longitud de raíz más larga con 27.09, 24.49 y 24.08 cm, respectivamente. Longitud total de raíces presenta una gran variabilidad con un rango de 17.40 cm a 213.20 cm, con un promedio de 87.25 cm. Generalmente las colectas que produjeron mayor número de raíces, también produjeron más longitud total de raíces. Las colectas PHALUN y PHAVUL, registraron mayor peso seco del sistema radical, con 0.70 y 0.63 g respectivamente en comparación con otras variedades. Al considerar simultáneamente todas las características del sistema radical, 2 colecciones, PHAACU-93 y PHAACU-68, fueron sobresalientes, pero, PHAACU-61 y PHAACU-95 son mejores para las características de longitud de raíz principal y longitud de raíces. Cinco colecciones sobresalientes para cada carácter se presentan en el Cuadro 4.

Las características de plántula están controladas por los genes y el medio ambiente. La plántula deriva los nutrientes, inicialmente disponibles en el albumen de la semilla que contienen todos los materiales de reserva y está formado por el embrión y los cotiledones, para desarrollar la radícula que forma la raíz, la gémula que dará origen a las hojas y la plúmula que formará el tallo. Las colecciones con más peso de 100 semillas, generalmente producen mayores valores de características de plántula; por ejemplo, PHALUN tiene el máximo peso de 100 semillas y ha producido el primer lugar para : número de raíces, peso seco de vástago, peso de raíz y área foliar, por la causa de gran reserva de alimentos en el albumen de la semilla. Las colectas PHAACU-9, PHAACU-10 y PHAACU-18, tuvieron menos peso de 100 semillas y produjeron menores valores para todas las características de plántula (Cuadro 2). En PHAACU-68 y PHAACU-93, tuvieron peso de 100 semillas intermedio, pero produjeron máximos valores para: número de raíces, longitud total de raíces y otras características, por el efecto de los factores genéticos. Sathyanarayanaiah (1980) y Hernández (1983) también indicaron que las características de plántula están controladas por los genes y el medio ambiente (tamaño de semilla) en trigo y frijol respectivamente.

Altura de cotiledón y altura de plántula a la germinación, están relacionados con la emergencia y crecimiento inicial de la plántula, que ayuda pa-

**Cuadro 4. Medias y rangos de diferentes características de plántula en frijol**

Características	Rango		Mejores 5 genotipos	
	Media	Mínimo		Máximo
Número de raíces	6.49	3.00	15.00	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-68, PHAACU-95, PHAACU-61
Longitud de la raíz principal	20.77	7.70	34.50	PHAACU-68, PHAACU-61, PHAACU-93, PHAACU-95, PHAACU-21
Longitud total de raíces	87.25	17.40	213.20	PHAACU-93, PHALUN, PHAACU-95, PHAVUL, PHAACU-68
Altura de cotiledón	6.33	3.30	9.50	PHAVUL, PHAACU-21, PHAACU-43, PHAACU-40, PHAACU-95
Altura de plántula	13.15	7.80	20.50	PHAACU-95, PHAACU-146, PHAACU-49, PHAACU-93, PHAACU-132
Peso de 100 semillas	11.56	2.10	29.00	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-95, PHAACU-93, PHAACU-49
Peso seco vástago	0.51	0.03	1.18	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-93, PHAACU-95, PHAACU-49
Peso seco raíz	0.33	0.36	0.75	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-68, PHAACU-93, PHAACU-61
Area foliar	23.04	3.97	54.85	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-49, PHAACU-93, PHAACU-95

ra la supervivencia bajo condiciones desfavorables. Las 4 colecciones PHAACU-95, PHAACU-146, PHAACU-49 y PHAACU-93, proveyeron mayor altura de plántula y altura de cotiledón; por consiguiente, presentan mejor adaptación bajo escasez de humedad. Generalmente, colectas con mayor altura de cotiledón producen mayor altura de plántula. La materia biológica total de la plántula está constituida por el peso seco de vástago y raíz. Las colecciones PHALUN y PHAVUL produjeron máximos valores para peso seco de vástago y sistema radicular y también contienen mayor peso de 100 semillas. Al examinar todas las características de plántula simultáneamente, los 5 mejores genotipos, si se consideran las 3 especies estudiadas, son: PHAACU-93, PHALUN, PHAVUL, PHAACU-95 y PHAACU-49, en donde solamente el genotipo PHAACU-93 fue el más consistente en la mayoría de las características. Estos genotipos se pueden recomendar para realizar pruebas en lotes semicomerciales bajo condiciones de temporal.

La idea básica de estudiar parámetros genéticos para todas las características de plántula, fue particionar las varianzas atribuibles a diferentes causas. Los valores relativos de estos parámetros determinarán las propiedades del genotipo o la población. La varianza fenotípica observada constituye 3 principales fuentes de variación que son: genotipos, ambiente y su interacción, mientras que la varianza genotípica constituye efectos de genes aditivos, de alelos del mismo par de genes y alelos de otro par de genes y su interacción. En esta investigación todas las características registraron más o menos los mismos valores de varianza fenotípica y varianza genotípica, e indican que todas las características de plántula fueron determinadas por la participación de los genes y el medio ambiente (Cuadro 5).

Falconer (1981), mencionó que la heredabilidad del carácter cuantitativo es una de sus propiedades más importantes. La heredabilidad, en sentido

**Cuadro 5. Parámetros genéticos de las diferentes características en frijol**

<b>Carácter</b>	<b>Varianza error</b>	<b>Varianza genotípica</b>	<b>Varianza fenotípica</b>	<b>Heredabilidad amplia (%)</b>
Número de raíces	0.768	2.899	3.155	91.88
Longitud de raíz principal	8.297	8.308	11.074	75.02
Longitud total de raíz	137.756	1076.221	1122.140	95.91
Altura de cotiledón	0.305	0.587	0.597	98.30
Altura de plántula	3.258	2.991	4.077	73.37
Area foliar	11.919	93.037	97.010	95.90
Peso seco de vástago	0.005	0.085	0.087	98.40
Peso seco de raíz	0.005	0.036	0.038	95.41

amplio, está dada por el cociente de la varianza genotípica sobre la varianza fenotípica total. La función de la hereabilidad tiene un papel preictivo que expresa la confiabilidad del valor fenotípico a través de generaciones. El porcentaje de heredabilidad amplia varió entre 91.88 a 98.40, para las características de: número de raíces, longitud total de raíces, altura de cotiledón, área foliar, peso seco de vástago y peso seco de raíz (Cuadro 5). En general, todas las características presentaron valores altos para hereabilidad amplia, e indican que estas características se pueden seleccionar a nivel de plántula en generaciones tempranas.

Existen correlaciones positivas y altamente significativas entre peso de 100 semillas con 5 características, tales como: número de raíces ( $r = 0.883$ ), longitud total de raíz ( $r = 0.762$ ), peso seco de vástago ( $r = 0.958$ ), peso seco de raíz ( $r = 0.919$ ) y área foliar ( $r = 0.925$ ). Altura de cotiledones tiene asociación positiva y significativa con peso seco de vástago ( $r = 0.593$ ) y área foliar ( $r = 0.672$ ). El peso de 100 semillas puede utilizarse como un índice para seleccionar simultáneamente: mejor sistema radicular, peso seco de vástago, peso seco de raíz y área foliar. Existen varias correlaciones entre diferentes variables útiles en este estudio (Cuadro 6).

## CONCLUSIONES

1. Existe variabilidad sustancial para todas las características a nivel de plántula.
2. Los genotipos sobresalientes para todas las características a nivel de plántula, considerando sólo a la especie *Phaseolus acutifolius* son: PHAACU-93, PHAACU-95, PHAACU-68 y PHAACU-49.
3. Los genotipos estudiados de las especies *P. lunatus* y *P. vulgaris*, presentaron características con alto valor a nivel de plántula, el genotipo PHAACU-93 fue el más consistente.
4. Existen correlaciones positivas y altamente significativas entre valores altos de peso de 100 semillas con número de raíces, longitud total de raíz, peso seco de vástago, peso seco de raíz y área foliar.
5. Los valores más altos de heredabilidad amplia para las características de plántula, indican que hay posibilidades de seleccionar a nivel de plántula en generaciones tempranas.

**Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características de plántula en frijol**

	Número de raíces	Longitud de raíz principal	Longitud total raíz	Altura de cotiledón	Altura de plántula	Peso seco vástago	Peso seco raíz	Area foliar
Peso 100 semillas	0.883**	0.484	0.762**	0.504	0.103	0.958**	0.919**	0.925**
Número de raíces	---	0.712**	0.937**	0.333	0.260	0.886**	0.925**	0.812**
Longitud de raíz principal	---	---	0.846**	0.315	0.527*	0.529*	0.688**	0.516*
Longitud total raíz	---	---	---	0.435	0.458	0.811**	0.865**	0.761**
Altura de cotiledón	---	---	---	---	0.311	0.593*	0.465	0.672**
Altura de plántula	---	---	---	---	---	0.227	0.237	0.320
Peso seco vástago	---	---	---	---	---	---	0.953**	0.974**
Peso seco raíz	---	---	---	---	---	---	---	0.916**

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

## BIBLIOGRAFIA

- Falconer, D.S. 1981. Introducción a la Genética Cuantitativa. México. Compañía Editorial Continental, S.A. p. 201-202.
- Hernández, R.F. 1983. Estudio de la Variabilidad de Algunas Características en Plántula y Plantas Adultas en Frijol *Phaseolus vulgaris* L. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados.
- Kinabacher, E.S., Y. Sullivan, H.R. Kull. 1967. Thermal Stability of Malic Dehydrogenase from Hear-Hardeneo *Phaseolus acutifolius* Tepary Buff. Crop Sci. 7:148-151.
- Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Environmental stresses. New York, Academic Press.
- Ochoa, M.R. 1983. Estudio de Algunas Características de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. como indicadores de tolerancia a Sequía. Resúmenes de Tesis de Maestría. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados. Vol. 1, No. 1
- Roy, N.N., S.B. Yadav and J. Ram. 1969. Influence of Temperature on the Growth of Wheat Coleoptile. Indian J. Agric. Sci. 40:948-953.
- Sánchez, V.I., J.A. Acosta, G. 1982. Evaluación de variedades de Frijol Tepari *Phaseolus acutifolius* A. Gray, Bajo temporal en Durango. IX Congreso Nacional de Fitogenética. México. Resúmenes 3-7.
- Sathyanarayanaiah, K. 1980. Genetic Studies on Dry Land Wheat. Post Doctoral Research Investigation Submitted to I.D.R.C. Canadá.

## ABEJAS SILVESTRES EN EL SUR DE COAHUILA Y SU PREFERENCIA POR PLANTAS DESERTICAS

Eugenio Guerrero Rodríguez<sup>1</sup>  
Pilar Rojas Villanueva<sup>2</sup>

### RESUMEN

En el área de estudio se encontraron 15 especies de abejas silvestres, mismas que se identificaron a género, siendo las más importantes, de acuerdo a su abundancia y al polen que portaban, 3 especies de *Halictus*, una de *Colletes* sp. y una de la tribu Hemisiini. A excepción de algunas de las abejas de las especies 2 y 3 de *Halictus* que colectaron polen de *Yucca filifera*, el resto de las especies prefirieron pecorear en flores de compuestas y de *Larrea tridentata*. La actividad más fuerte de estas abejas, en general, fue entre las 11 a.m. y 4 p.m. No se considera que algunas de las especies estudiadas pudieran actuar como sustituto del polinizador *Tegeticula yucasella* en *Y. filifera*.

### INTRODUCCION

*Tegeticula yucasella* (Riley) (Lepidoptera: Prodoxidae) es un insecto cuya hembra es un polinizador específico y altamente especializado de *Yucca filifera* (Chamb), pero que a su vez oviposita en el gineceo y cuyas larvas en su desarrollo destruyen parte de las semillas en formación, para constituir así un caso clásico de comensalismo.

Dado que a las semillas de esta planta se les ha estado dando una explotación comercial en la Comisión Nacional de las Zonas Áridas, es necesario

1 Ing. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN.  
2 Tesista

buscar la forma de tener la mayor cantidad de semilla sana, para que la explotación tenga mayores utilidades, razón por la cual, es importante que el sustituto de *T. yucasella* sea un insecto que polinice sin que dañe las semillas; esta condición puede lograrse en muchos casos con abejas, por lo que el objetivo del presente estudio es, determinar si existe alguna especie que tenga el potencial para sustituir a la palomilla de la yuca, mediante el conocimiento, la recolección de polen de las abejas silvestres presentes en un área con alta densidad de *Y. filifera*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Desde fines del siglo pasado, Riley (1892) hace ver que, en general, el género *Yucca* depende para su polinización de especies de *Tegeticula*, cuyas hembras se han adaptado a un trabajo sumamente especializado para la polinización de estas flores, que por sí solas, no pueden polinizarse (a excepción de *Y. aloifolia*), debido a que los estambres son más cortos que el receptáculo del tubo estigmático y con proyección hacia afuera, de tal manera que las anteras no logran tocar el órgano femenino. Además, el polen es sumamente pegajoso, por lo que la polinización por aire tampoco se puede realizar y, por último, son flores que no atraen insectos al no proveerlos de otros alimentos que no sean polen, ya que las glándulas nectaríferas de éstas se encuentran muy atrofiadas (Trelease, 1902).

En cuanto a otros insectos que visitan a flores de la yuca, Rile (1892), señala a *Chauliognathus pennsylvanicus* que principalmente usa la flor como un lugar de descanso. Bastida (1962), menciona que ha observado la presencia de algunos himenópteros en los frutos, además de trips, dípteros, hemípteros y coleópteros en flores, sin hacer referencia, a la función de estos insectos en la flor o fruto. Otros insectos que pudieran presentar polinización en estas plantas no se mencionan. Trelease (1893), reporta que en panícula protegidas con gamuza a los que se les excluyó *T. yucasella* y se introdujeron otros insectos, nunca se logró polinizar las flores, esto se lograba sólo donde se dejaba la palomilla de la yuca. Guerrero *et al.* (1985), señalan que en flor y fruto de esta yuca, se encontraron una gran cantidad de insectos, muchos presentes en forma ocasional o usando la flor como sitio de descanso y sólo reportan a 4 insectos estrechamente asociados al fruto de la palma, pero con función polinizadora sólo a *T. yucasella*.

Por otro lado, Hernández (1981) reporta que la abeja de colmena colecta una gran cantidad de polen de *Y. filifera* en mayo y junio, que son los meses de máxima floración de esta planta. Meave (1985) señala que los meses de mayor floración de yuca correspondieron a julio y agosto, y cita que se encontró en ocasiones 2 especies de *Halictus* presentes en flores de la palma y portando esporádicamente polen de *Y. filifera*. Este último obviamente in-

fluye en la realización del presente estudio, ya que permitió visualizar otra posible alternativa en la búsqueda de otro insecto polinizador de esta planta.

Linsley (1958), Linsley *et al.* (1963) y Tepedino (1982) señalan que estos insectos colectan polen de *Larrea*, *Prosopis* y *Cercidium* y que son polilécticos.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el ejido Encarnación de Guzmán, Saltillo, Coahuila, ubicado en el km 274 de la carretera Saltillo-Zacatecas. Los muestreos, que se iniciaron en junio de 1983, se realizaron semanalmente para terminar a fines de agosto; esto comprendió el período de máxima floración de *Y. filifera*. Los muestreos se realizaron de 10 a.m. a 4 p.m., con colectas cada hora, a fin de observar el comportamiento de las especies presentes.

La colecta de las abejas fue con ayuda de una red entomológica y con un tubo-succionador; con la red se dieron 50 golpes en plantas como compuestas y gobernadora *Larrea tridentata* y 50 en flores de yucas, las abejas colectadas, en cada ocasión, se depositaron en tubos de ensaye, en el que previamente se colocó un pedazo de algodón impregnado con éter etílico y posteriormente se taponeaba para adormecer y matar rápidamente las abejas, en cada tubo se anotaban la fecha y hora de colecta. El tubo-succionador se utilizó para capturar aquellos individuos, primordialmente *Halictus* spp., que son de tamaño pequeño y fueron atraídos al sudor humano.

Estos especímenes se llevaron al laboratorio para tomar muestras del polen que las abejas portaban, el cual se analizó y comparó, en el microscopio compuesto, con polen de plantas nativas, que previamente se había colectado para conocer qué flores son las que prefieren estas abejas silvestres. Estas abejas se montaban en alfileres entomológicos y en las etiquetas se anotaban la fecha, tipo de polen cuando lo portaba y la planta donde se colectó.

Al menos de 2 especies se retiraron los genitales de los machos, para tener la certeza de que las especies eran diferentes.

La identificación de las abejas a género, se basó en las publicaciones de Michener (1944), y de Stephen *et al.* (1969).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el desarrollo del estudio se lograron colectar 15 especies de abejas, identificadas y agrupadas en 9 géneros de 4 familias (Cuadro 1), de éstas, la familia Halictidae es la mejor representada en el área estudiada,

con 4 géneros y 8 especies; el género *Halictus* es, a su vez, el que presentó más diversidad de especies y de las que se capturó el mayor número de individuos (63.6%) del total de abejas colectadas. Dado que las 3 especies de *Halictus* son muy semejantes y a las que frecuentemente se va a hacer referencia, en el Cuadro 2 se presentan algunas características que ayudan a di-

**Cuadro 1. Principales familias y géneros de abejas colectadas. UAAAN 1983.**

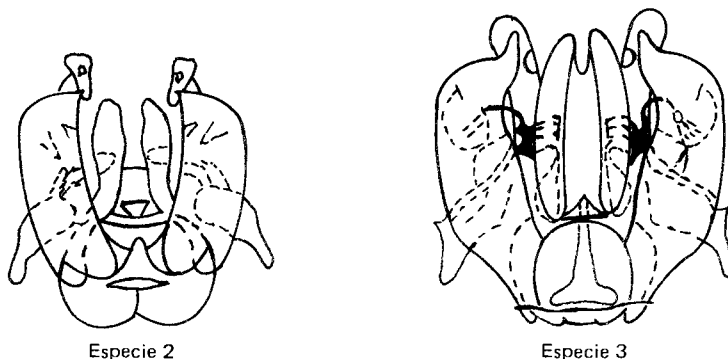
Familia	Género	No. de especies
Halictidae	<i>Halictus</i>	3
	<i>Micralictoides</i>	2
	<i>Agapostemon</i>	2
	<i>Nomia</i>	1
Colletidae	<i>Colletes</i>	1
	<i>Hylaeus</i>	2
Apidae	Hemisiini*	1
	<i>Xenoglossa</i>	1
Megachilidae	<i>Lithurge</i>	2

\* Tribu

**Cuadro 2. Características de las especies de *Halictus*, presentes en el estudio UAAAN 1983.**

Abeja	Longitud (mm)	Color	Genitalia
Especie 1	4.75	negra con abdomen rojo	—
Especie 2	4.75	negra total	*
Especie 3	5.5 a 6.0	negra total	*

\* Vea la Figura 1



**Figura 1. Estructuras y genitales de machos de las especies 2 y 3 de *Halictus*.**

ferenciarlas. En el Cuadro 3 se muestra el número de abejas totales y con polen de cada especie, donde se nota que, si bien de las 3 especies de *Halictus* y la de *Colletes* se capturaron mayor número de especímenes, los más eficientes para coleccionar polen fueron las abejas de *Colletes* sp., ya que 30 de las 47 capturadas portaron polen al igual que Hemisiini, de las que 13 de 20 coleccionadas lo portaban; la especie 1 de *Halictus* también presenta una buena habilidad para coleccionar polen, ya que 25 de 47 lo presentaron. El resto de las diversas especies fueron menos eficientes en cuanto a coleccionar polen.

Se puede notar que la gran mayoría coleccionaron el polen preferentemente de compuestas y en menor grado de gobernadora, lo que no significa que las prefieran simplemente durante el período de muestreo que, como ya se mencionó, correspondió al de mayor floración de yuca; las diversas especies de compuestas florecieron constantemente, mientras que el período de floración de *L. tridentata* ya había pasado y sólo algunas florecillas de estas plantas se presentaban. Es claro que muy pocas especies coleccionan polen de *O. imbricata*, debiéndose esto a que el número de planas de coyonoxtle en esta área es muy bajo. Por último, se nota que sólo las especies 2 y 3 de *Halictus* y en cantidades relativamente bajas, prefieren coleccionar polen de *Y. filifera*, además de polen de compuestas y/o gobernadora; empero, a pesar de que estas abejas sí visitan a las flores de yuca, es difícil pensar que pudieran polinizarla, ya que por su tamaño pequeño, en comparación a la flor, no puede, al tiempo de frotar las patas con la scopa, provocar que los granos de polen caigan en el pistilo. En general, a excepción de estas 2 especies, el resto de las abejas silvestres prefieren pecorear en plantas de porte pequeño de menos de 1.5 metros y no en inflorescencias ubicadas de 4 a 7 metros de altura, aun cuando algunas especies son de tamaño grande como en caso de Hemisiini y *Xenoglossa* sp.

Con lo que respecta a la actividad de las especies con mayor constancia durante el estudio (Figura 2), en cuanto a abejas totales, se aprecia que las poblaciones de la especie 1 de *Halictus* y *Colletes* sp. se incrementan fuertemente a mediados de julio, mientras que la especie 3 de *Halictus* decrece en esta época, manteniendo el resto de las especies una actividad más o menos constante. En cuanto a abejas con polen en general, todas las especies muestran más eficiencia durante el mes de julio, esto debido a que en estas fechas las flores de compuestas fueron más abundantes.

En cuanto a la actividad por horas de las abejas silvestres más abundantes, en relación al total capturado, se nota que la especie 1 de *Halictus* prefiere trabajar de las 12 a.m. a 2 p.m., la especie 2 de *Halictus* está presente desde las 11 a.m. hasta las 3 p.m., la hora en que las abejas coleccionaron más polen fue de las 11 a.m. a las 3 p.m. La especie 3 de *Halictus* mantiene una

Cuadro 3. Total de especímenes colectados con y sin polen UAAAN. 1983.

Género	Total de abejas colectadas	Total de abejas con polen	No. de abejas con polen de:				Compositae
			<i>L. tridentata</i>	<i>Y. filifera</i>	<i>O. imbricata</i>		
<i>Halictus</i> sp. (1)	49	25	4	—	4	17	
<i>Halictus</i> sp. (2)	91	17	—	7	1	9	
<i>Halictus</i> sp. (3)	37	9	3	4	—	2	
<i>Colletes</i> sp.	47	30	16	—	2	12	
Hemisiini*	20	13	5	—	—	8	
<i>Xenoglossa</i> sp.	10	4	—	—	—	4	
<i>Lithurge</i> sp. (1)	8	5	3	—	—	2	
<i>Lithurge</i> sp. (2)	3	1	—	—	—	1	
<i>Hylaeus</i> sp. (1).	3	0	—	—	—	—	
<i>Hylaeus</i> sp. (2)	2	0	—	—	—	—	
<i>Micralictoides</i> sp. (1)	3	2	—	—	—	2	
<i>Micralictoides</i> sp. (2)	2	1	—	—	—	1	
<i>Agapostemon</i> sp. (1)	1	1	1	—	—	—	
<i>Agapostemon</i> sp. (2)	1	0	—	—	—	—	
<i>Nomia</i> sp.	1	1	—	—	1	—	

\* Tribu

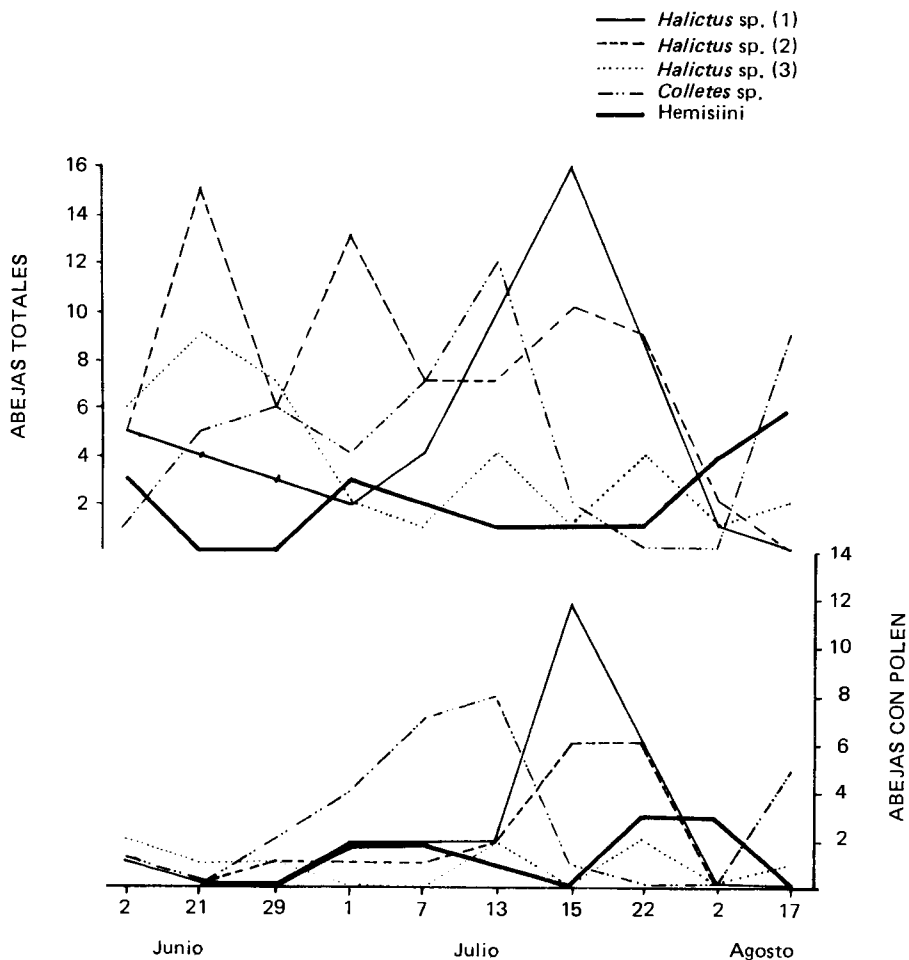


Figura 2. Número de abejas de las especies más constantes a través de fechas UAAAN. 1983.

actividad constante desde las 11 a.m. hasta las 4 p.m., al igual que las abejas de *Colletes* sp., tanto en el número total de abejas como en abejas con polen, (Figura 3).

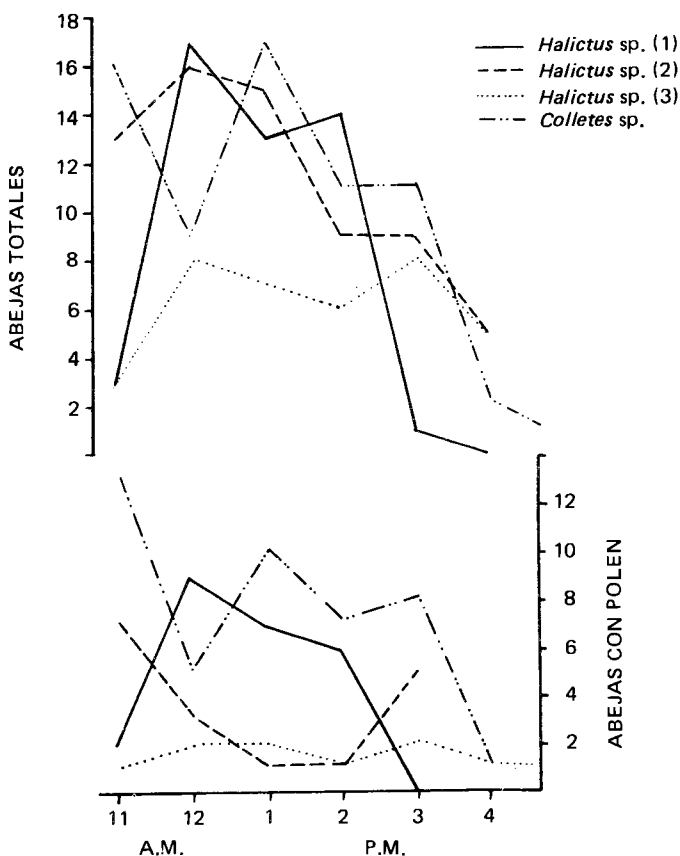


Figura 3. Número de abejas de las especies más constantes a través de horas. UAAAN. 1983.

### CONCLUSIONES

1. Existe una amplia diversidad de especies de abejas silvestres en el área de estudio (se encontraron 15).
2. Las especies de más importancia, de acuerdo a su abundancia y al polen que portaban, fueron 3 especies de *Halictus*, una de *Colletes* y una de Hemisiini respectivamente.

3. A excepción de algunas abejas de las especies 2 y 3 de *Halictus*, que colectaron polen de *Y. filifera*, el resto de las especies prefirieron colectar primordialmente polen de compuestas y de *L. trientata*.
4. No se encontró, en las especies de abejas silvestres, alguna que pudiera actuar como sustituto de *T. yuccasella* como polinizador de *Y. filifera*.

## BIBLIOGRAFIA

- Bastida, U.L. 1962. Polinización de *Yucca filifera* (Chamb) por *Tegeticula mexicana* (Bast). (Lep:Prodoxidae) en San Luis Potosí. Tesis de Licenciatura. México. Instituto Politécnico Nacional. 63 pp.
- Guerrero, R.E., J.M. Juárez R. y G. Acevedo F. 1985. Determinación de artrópodos asociados a flor y fruto de *Yucca filifera* (Chamb), y su daño en las áreas de Caopas, Zac. y Matehuala, S.L.P. Agraria 1(1): 35-45.
- Hernández, M.E. 1981. Estudios preliminares de la capacidad de polinización de *Apis mellifera* (Linneo) sobre *Yucca filifera* (Chamb) en el ejido Encarnación de Guzmán, Municipio de Saltillo. Tesis de Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 54 pp.
- Linsley, E.G. 1958. The ecology of solitary bees. Hilgardia 27:(19):543-85.
- Linsley, E.G., J.W. Mc Swain and P.H. Raven. 1963. I. *Oenothera* bees of the Colorado desert. II *Oenothera* bees of the Great Basin. Univ. of Calif. Publ. in Entomol. 33(1):1 - 58.
- Meave, O.J.F. 1985. Estudios sobre la polinización de *Apis mellifera* (Linneo) y abejas silvestres de *Halictus* sp. en *Yucca filifera* (Chamb) en el ejido Encarnación de Guzmán, Municipio de Saltillo, Coah. Tesis de Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 49 pp.
- Michener, C.D. 1944. Comparative external morphology, phylogeny and classification of bees. Bull. American Mus. Nat. Hist. 82:157 - 326.
- Riley, C.V. 1892. The yucca moth and yucca pollination. Miss. Botan. Gar. 9:141 - 6.

Stephen, W.P., G.E. Bohart and P.F. Torchio. 1969. The biology and external morphology of bees. Agric. Exper. Sta. Oregon State University, Corvallis. 140 pp.

Tepedino, V.J. 1982. Flower visitation and pollen collection records for bees of high altitude shortgrass prairie in southwester Wyoming. Southwestern Entomol. Soc. 7(1); 16 - 25.

Trelease, W. 1893. Further studies of yuccas and their pollination. Miss. Botan. Gar. 4:181 - 232.

Trelease, W. 1902. The yuceae. Miss. Botan. Gar. 13:27 - 133.

### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe, su participación en la revisión y corrección del presente artículo.

## EVALUACION DE ACTIVIDAD FUNGICIDA DE LA RESINA DE *Larrea tridentata* SOBRE *Alternaria solani*

Martha M. Guevara Martínez<sup>1</sup>  
Eugenio Guerrero Rodríguez<sup>2</sup>  
José Luis Barragán Torres<sup>3</sup>

### RESUMEN

Al evaluar las fracciones etanólicas y clorofórmicas en dosis de 2 000, 1 000, 500 y 250 ppm, se encontró que la fracción etanólica a 1 000 y 2 000 ppm, logran inhibir el desarrollo de *Alternaria solani*, aunque sólo por 8 días, ya que después de este período de tiempo, aun en las dosis de 2 000 ppm, continuó su desarrollo, aunque en bajos niveles; lo anterior indica que por la presencia de impurezas en la resina, los productos con actividad fungicida se degradan, esto ocurre aun cuando los extractos se mantengan en condiciones refrigeradas.

### INTRODUCCION

Cada vez con mayor énfasis se han estado efectuando estudios con compuestos provenientes de plantas, para tratar de controlar organismos dañinos a la agricultura tales como: insectos, bacterias, hongos, etc., dado que se han encontrado resultados alentadores y a que el potencial de diversificación de compuestos químicos en las plantas es enorme. Además, en algunos casos se busca dar utilización a recursos vegetales con una amplia distribución, que ocupan grandes áreas geográficas y a las que no se les destina

<sup>1</sup> Biol, <sup>2</sup> Ing.M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN.  
<sup>3</sup> Tesista

explotación alguna, como es el caso de los recursos de las zonas áridas, donde se tiene entre otras muchas plantas a *Larrea tridentata* que ocupa el 25% de la superficie total de la República Mexicana, y se ubica en gran parte del desierto Chihuahuense.

El objetivo del presente trabajo consiste en determinar si la resina de la gobernadora presenta acción fungicida contra *Alternaria solani*, hongo que afecta fuertemente al cultivo de la papa.

## REVISION DE LITERATURA

Mabry y Bohnstedt, citados por Campos (1979), reportan que alrededor del 50% del peso seco de las hojas de *L. tridentata* puede ser extraído como resina, la que tiene altas cantidades de aglicón-flavonoides, lignanos y ácido noraidroguayenético (NDGA), de este último contienen de un 5 a 10%.

A su vez, Timmerman citado por el mismo autor, menciona que esta planta tiene usos en medicina natural, potencial para usarse como forraje para ganado, y para uso industrial como antioxidante y como revelador en fotografía, entre otros.

Por lo que respecta a la actividad biológica en hongos, Delgado *et al.* citados por Hernández (1979), indican que *Rhizoctonia solani* fue inhibido en su crecimiento por NDGA a 500 y 1000 ppm. Además, Belmares *et al.* citados por Velázquez (1981), señalan que los extractos metanólico, clorofórmico y etanólico posterior al clorofórmico, comparados con NDGA, presentan igual actividad para inhibir el crecimiento de *R. solani* a 500 ppm, *Pythium* sp de 500 a 1 000 ppm, *Rhizopus nigricans* de 500 a 1000 ppm y de *Fusarium oxysporum* no se logró la inhibición total, ni aun a 1 000 ppm. El mismo Hernández reporta que, en colaboración con el Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte, se evaluaron 2 extractos contra *Puccinia cabata*, y encontró que el etanólico curó por completo esta enfermedad del algodón; pero, otros estudios indicaron que tiene un bajo poder curativo y cierta acción preventiva.

Rodríguez (1980), reporta que las fracciones etanólicas y clorofórmicas a 1 000 ppm, lograron inhibir a *Phymatotrichum omnivorum* y Velázquez (1981) menciona que la fracción etanólica a 2 000 ppm, inhibe el desarrollo micelial de *Cytosporina* sp., estado sexual de *Eutypa armeniacae* y a la misma dosis también se lograron inhibir las ascosporas de este hongo.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó bajo condiciones de laboratorio, a través del medio papa dextrosa-agar (PDA) como campo de cultivo de *Alternaria solani*,

que se aisló de plantas de papa, variedad alfa y se identificó posteriormente. En la primera parte del estudio se contó con un total de 11 tratamientos con 5 repeticiones, cada una de las cuales consistió de una caja petri. Ocho tratamientos fueron de extractos de la resina: 4 que se extrajeron con cloroformo y se denominó fracción clorofórmica, y 4 que se extrajeron con etanol y se denominó fracción etanólica; ambos se evaluaron a dosis de 250, 500, 1 000 y 2 000 ppm; además, se contó con un testigo etanólico al que se le agregaron 15 ml de etanol, por ser la que se utilizó para disolver la cantidad mayor de ambos extractos (2 000 ppm), se añadió también, un testigo fungicida que consistió de Maneb 20 PH a dosis de 2 000 ppm, y se incluyó un testigo absoluto que consistió de sólo PDA.

En una derivación del anterior estudio, se utilizaron aquellos tratamientos con resina y el testigo fungicida, para resembrar a los 14 días en las áreas sin crecimiento del hongo, para observar si la resina, con el tiempo, no se degradaba (esto por la poca disponibilidad de resina). Una última parte consistió en afinar las dosis de la fracción etanólica, entre 500 y 1 000 ppm.

La forma de preparación del PDA, esterilización del material, etc. se realizó bajo las normas convencionales. La dilución de la resina se realizó agregando 15 ml de etanol en 2 gramos de la resina, tanto en la fracción etanólica como en la clorofórmica; bajo esta base se prepararon el resto de las concentraciones. La forma de agregar las dosis de las fracciones etanólicas y clorofórmicas, así como el fungicida, fue añadirlo al PDA cuando manifestaba una temperatura de 40 a 45°C, esto para evitar problemas de degradación por calor excesivo. Después de la gelificación se procedió a sembrar, en forma directa, esporas del hongo al centro de la caja petri, con ayuda de una aguja de disección; la efectividad de los diversos tratamientos sobre el hongo, que fue en base al desarrollo del diámetro del cultivo, se midió cada 24 horas durante 7 días. Todas las cajas petri, una vez sembradas con *A. solani*, se colocaron en una estufa donde se les mantuvo a una temperatura de 26 a 28°C. durante todo el tiempo del estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Es conveniente señalar que el etanol, además de usarse en la fracción donde este disolvente se usó como extractor, se utilizó en la clorofórmica, ya que en pruebas previas se logró una mejor dilución de la resina clorofórmica, que usando cloroformo o bien acetona; es necesario señalar que, en esta resina, siempre quedaron pequeños grumos que no se disolvieron y quizás, en parte, a eso se deba que los resultados siempre fueron menores que en la resina etanólica, como en seguida se verá, ya que otros autores reportan que ambos extractos manifiestan igual efectividad.

Como se muestra en el Cuadro 1, en los únicos tratamientos donde *A. solani* se inhibió totalmente en su crecimiento, fue en el testigo fungicida, como era natural, y en la fracción etanólica a dosis de 2 000 y 1 000 ppm, aunque después de los 8 días, en esta última, se registra un pequeño crecimiento; en cambio, el tratamiento con 500 ppm presenta un desarrollo del 10%, en comparación al testigo-PDA, y a 250 ppm el crecimiento fue mayor.

**Cuadro 1. Crecimiento de *Alternaria solani* en la primera siembra a través del tiempo. UAAAN. 1981.**

Tratamientos y dosis en ppm	Desarrollo del diámetro en cm en días							
	1	2	3	4	5	6	7	8.5
Test - PDA	0.96	1.94	2.84	3.92	4.70	5.50	6.16	7.06
Test - etanólico	0.7	1.32	1.90	2.60	3.24	3.98	4.64	6.00
Test - fungicida	0	0	0	0	0	0	0	0
Fr. et. 2000	0	0	0	0	0	0	0	0
Fr. et. 1000	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Fr. et. 500	0.06	0.06	0.10	0.20	0.34	0.42	0.52	0.70
Fr. et. 250	0.20	0.32	0.72	0.80	1.00	1.20	1.42	1.78
Fr. Clor. 2000	0.02	0.02	0.04	0.12	0.22	0.34	0.40	0.50
Fr. Clor. 1000	0.08	0.24	0.40	0.58	0.76	0.96	1.18	1.52
Fr. Clor. 500	0.10	0.28	0.66	0.76	0.98	1.10	1.42	1.74
Fr. Clor. 250	0.18	0.38	0.74	1.04	1.24	1.54	1.84	2.30

Fr. et. (fracción etanólica)

Fr. clor. (fracción clorofórmica)

Por el contrario, la fracción clorofórmica, aun a la dosis de 2 000 ppm, presenta un desarrollo ligeramente menor al de 500 ppm de la fracción etanólica y los tratamientos de 1 000 y 500 ppm, son similares al que presenta la fracción etanólica a 250 ppm y el tratamiento de 250 ppm de la fracción clorofórmica, presenta un desarrollo de la caloría equivalente a un 30% del testigo absoluto.

Por lo que respecta al testigo - etanólico, es notorio que a la dosis aplicada no afecta fuertemente el desarrollo del hongo, ya que presenta un avance constante aunque más lento y en la última lectura muestra un crecimiento 15% menor al del testigo PDA.

En lo que se refiere a la resiembra (Cuadro 2) que se realizó en las mismas cajas petri, a excepción de los testigos PDA y etanólico que presentaron un crecimiento abundante de *A. solani*, es notorio que ahora los tratamientos de 2 000 y 1 000 ppm de la fracción etanólica (ahora de 8 días de edad), presentan desarrollo desde el primer día después de la siembra, y a los 14 días

de ser puesto en las cajas petri; la dosis de 2 000 presenta una colonia con un desarrollo de 4%, si se compara con el testigo absoluto anterior en el resto de los tratamientos, sea fracción etanólica o clorofórmica, el desarrollo de las colonias siempre fue ligeramente mayor en la resiembra, a excepción de la dosis de 500 ppm de la fracción clorofórmica (Cuadro 3). Lo anterior indica que la resina de *L. tridentata*, si pierde efectividad, es decir, se degrada

**Cuadro 2. Crecimiento de *Alternaria solani* en la resiembra a través del tiempo. UAAAN. 1981.**

Tratamientos y dosis en ppm	Desarrollo del diámetro en cm en días						
	1	2	3	4	5	6	7
Test — Fungicida	0	0	0	0	0	0	0
Fr. et. 2000	0.10	0.20	0.24	0.24	0.24	0.26	0.26
Fr. et. 1000	0.10	0.22	0.30	0.30	0.30	0.42	0.44
Fr. et. 500	0.08	0.18	0.28	0.42	0.52	0.62	0.66
Fr. et. 250	0.20	0.38	0.62	0.82	1.00	1.32	1.42
Fr. Clor. 2000	0.15	0.32	0.42	0.52	0.57	0.77	0.85
Fr. Clor. 1000	0.22	0.38	0.54	0.78	0.92	1.12	1.32
Fr. Clor. 500	0.26	0.54	0.64	0.84	1.02	1.30	1.34
Fr. Clor. 250	0.30	0.50	0.76	1.00	1.30	1.64	1.94

Fr. et. (fracción etanólica)

Fr. clor. (fracción clorofórmica)

**Cuadro 3. Comparación del crecimiento en cm de *Alternaria solani* de la primera siembra y resiembra. UAAAN. 1981.**

Tratamiento y dosis en ppm	1a. siembra 7 días	Resiembra 7 días
Testigo — PDA	6.16	—
Testigo — etanólico	4.64	—
Testigo — fungicida	0	0.00
Fr. et. 2000	0	0.26
Fr. et. 1000	0	0.44
Fr. et. 500	0.52	0.66
Fr. et. 250	1.42	1.42
Fr. Clor. 2000	0.40	0.85
Fr. Clor. 1000	1.18	1.32
Fr. Clor. 500	1.42	1.34
Fr. Clor. 250	1.84	1.94

Fr. et. (fracción etanólica)

Fr. Clor. (fracción clorofórmica)

dan paulatinamente los compuestos con acción fungicida, lo que permite que el hongo se desarrolle aun en las dosis que en un principio fueron excelentes.

El tiempo óptimo probable con acción sobre *A. solani*, quizá sea de sólo 7 días ya que, después de 8 días en la dosis de 1 000 ppm (Cuadro 1), se comienza a desarrollar la colonia. Es notorio que el testigo —fungicida— sigue sin presentar desarrollo del patógeno, lo que indica buena estabilidad a los 14 días después de aplicado.

Por último (Cuadro 4), en el estudio que se realizó para afinar la dosis que inhibe el desarrollo de *A. solani* entre 500 y 1 000 ppm, se nota que la dosis mayor, de esta fracción etanólica, sólo inhibió el desarrollo por 2 días y alcanzó, a los 8 días, un crecimiento igual al presentado en la resiembra a los 7 días; la dosis de 900 ppm inhibe al hongo, sólo durante un día y después permite su desarrollo que alcanza, lógicamente, un mayor crecimiento. El resto de los tratamientos presentan la misma tendencia; es decir, a menor dosis mayor crecimiento, es notorio que en la dosis de 500 ppm, el crecimiento de la colonia es aun mayor en los primeros estudios. Es obvio que en esta tercera etapa no se obtuvo la información esperada, pero, esto indica que la resina de la gobernadora está degradando aun cuando se tenga en condiciones refrigeradas. Lo anterior señala que el principio tóxico al hongo (NDGA) se debe de tener libre de impurezas para no afectar su estabilidad.

**Cuadro 4. Crecimiento de *Alternaria solani* en la segunda siembra a través del tiempo. UAAAN. 1981**

Tratamientos y dosis en ppm	Desarrollo del diámetro en cm en días							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fr. et. 1000	0	0	0.08	0.18	0.26	0.30	0.38	0.46
Fr. et. 900	0	0.08	0.12	0.20	0.30	0.38	0.46	0.56
Fr. et. 800	0.08	0.18	0.26	0.36	0.46	0.54	0.64	0.70
Fr. et. 700	0.10	0.20	0.30	0.48	0.60	0.70	0.78	0.88
Fr. et. 600	0.10	0.20	0.38	0.56	0.68	0.78	0.90	0.94
Fr. et. 500	0.10	0.28	0.48	0.64	0.74	0.90	1.02	1.12

Fr. et. (fracción etanólica)

### CONCLUSIONES

1. La fracción etanólica de la resina de gobernadora, a dosis de 1 000 y 2 000 ppm, logran inhibir el desarrollo de *A. solani*.

2. Después de 8 días de aplicada la resina, comienza a perder efectividad ya que permite el desarrollo del hongo, aunque en bajos niveles.
3. La resina de gobernadora, aun en condiciones refrigerantes, pierde eficiencia (se degrada) conforme pasa el tiempo.
4. Los testigos absolutos y fungicidas se comportan como tales, y el etanólico sólo presenta un desarrollo más lento, aunque también abundante.

### BIBLIOGRAFIA

- Campos, L.E., T.J. Mabry y S.F. Tavison. 1979. *Larrea*. Saltillo, México. Centro de Investigaciones de Química Aplicada. Comisión Nacional de Zonas Áridas. 411 pp. (Serie del Desierto, Volumen 2).
- Hernández, F.B. 1979. Evaluación de actividad fungistática de la resina de gobernadora. In: Revisión de las actividades realizadas en el Centro de Investigaciones de Química Aplicada de 1975 a 1978. Saltillo, México. Centro de Investigaciones de Química Aplicada.
- Rodríguez, R.E. 1980. Estudios del efecto inhibitorio de extractos de gobernadora *Larrea tridentata* Cov. en el desarrollo del hongo de la pudrición texana *Phymatotrichum omnivorum* Shear Duggar. Tesis de Maestría. Monterrey, México. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 93 pp.
- Velazquez, V.R. 1981. Evaluación de la actividad fungicida de la resina de gobernadora sobre *Eutypa armeniacae* Hans and Carter. Tesis de Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 51 pp.

## DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA DETERMINACION DE CALIDAD NIXTAMALERA DE MAIZ *Zea mays* L.

María Elena García Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

La principal manera de preparar el maíz para su consumo, en México, es en forma de tortilla, y para su elaboración se requiere el proceso de nixtamalización, en el cual inciden una serie de factores que determinan la calidad del producto.

Desde el punto de vista de mejoramiento genético, al tratar de formar materiales para este fin, no existe una metodología específica para evaluar dichos materiales. En base a lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo, detectar parámetros que permitan determinar la calidad del grano, requerida para dicho proceso.

Este estudio fue realizado en el Instituto Mexicano del Maíz, con sede en esta Universidad, durante los años 1982-1983, y se utilizaron 27 materiales de diverso origen genético, tales como: razas, variedades criollas, variedades mejoradas e híbridos.

Para su desarrollo se consideraron las siguientes etapas: recepción de la muestra, que incluye la caracterización taxonómica y morfológica, así como la determinación de especificaciones físicas del grano; condiciones termalcalinas durante la nixtamalización; evaluación de parámetros como sedimentación y extensibilidad en la masa; en harina nixtamalizada: pruebas de

<sup>1</sup> Ing. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN

granulometría y en tortilla características organolépticas, rendimiento y vida de anaquel.

Los diferentes parámetros se analizaron individualmente en diseño completamente al azar y las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey; se estudió la correlación simple entre las variables, y se encontraron diferencias significativas en los parámetros gasto de agua y tiempo de cocción, así como una tendencia a asociar características que con componentes de textura con características propias del proceso de nixtamalización.

## INTRODUCCION

En México, el maíz constituye más del 60% de la dieta popular, y se consume a razón de 127 kg por habitante, por año, en forma de tamales, atoles, etc., pero, principalmente en forma de tortilla.

Por lo que se refiere a la producción total de maíz, se estima que el 55% queda en manos de los productores para el autoconsumo; de esto se desprende que el producto final se prepara con cierto cuidado; el resto de la producción es destinada a la población que no participa directamente en ella y a otros fines, como el pecuario y el industrial.

Para que la población pueda consumirlo, se requiere de un largo proceso que parte del cultivo de las semillas, pasa a su transformación en masa de nixtamal y en harina nixtamalizada, para terminar con la manufactura de la tortilla; en este proceso inciden una serie de factores que determinan la calidad final del producto.

Por otra parte, desde el punto de vista de mejoramiento genético, al tratar de formar materiales que sean propios para elaborar tortillas, surge el inconveniente de que no existe una metodología específica para evaluarlos.

De acuerdo a lo anterior, se elaboró este trabajo con el objetivo de detectar parámetros que permitan evaluar la calidad del grano requerida para el proceso de nixtamalización; el estudio se desarrolló en el Instituto Mexicano del Maíz, con sede en esta Universidad, durante los años de 1982 y 1983, como parte de un proyecto realizado en cooperación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; en este estudio se presentan los resultados preliminares, ya que actualmente el trabajo se encuentra en proceso.

## REVISION DE LITERATURA

El maíz es uno de los principales cultivos de México, y la superficie sembrada abarca el 51% del área total del país destinada a la agricultura;

la superficie sembrada con maíz, se considera 8 veces mayor que la que se destina al cultivo del trigo y existen 40 veces más productores de maíz que de trigo, Robles (1981). De lo anterior se desprende que es un cultivo al que se da gran importancia y al que se dedican muchos recursos. La razón de esto estriba en la relación cultural que esta planta tiene para el pueblo mexicano, existen evidencias que lo sitúa en este país anterior a 5 000 años A.C., y se considera como centro de origen primario. Vavilov (1936) citado por Robles (1981). Actualmente se tiene una gran diversidad morfológica y genética de la planta cultivada.

Por lo que se refiere a su clasificación taxonómica, es una planta que pertenece a la familia gramineae, a la tribu maydeae, género *Zea*, especie *mays* y subdividido en las siguientes subespecies: a) *indurata* (cristalino); b) *amylacea* (amiláceo) harinoso; c) *everta* (maíz reventador o palomero); d) *saccharata* (dulce); e) *tunicata* (tunicado); f) *indentata* (dentado) y g) *ce-rea* (céreo), Robles (1981).

Las diferencias entre las subespecies mencionadas, radica principalmente en el grano, el cual muestra variabilidad en textura, peso, tamaño, color y forma. En base a cada uno de estos aspectos, se señala lo siguiente:

En relación a la textura, Cano (1973), realizó un estudio morfológico comparado del fruto de 9 razas mexicanas de maíz, para observar los siguientes rasgos: a) grosor del pericarpio; b) relación embrión/grano; y c) estructura, desarrollo y comportamiento del endospermo, dando mayor énfasis a esta parte del fruto por su significación fisiológica, bromatológica y genética, dado que constituye el punto sobre el cual se aplican denominaciones del término textura. Ya que la clasificación para subespecies dada alude al aspecto y en algunos casos a la consistencia del endospermo, queda en pie la cuestión de, cuáles factores anatómicos y/o químicos determinan una textura dada. Para lo anterior realizó un análisis subcelular, conceptuando este término sobre una base anatómica y concluyó que existen 2 texturas básicas diferentes: amilífera, con o sin meatos y canalículos aéreos; y aporeticular, enteramente sólida pero sin matriz protéica reticulada.

De acuerdo a lo anterior, sitúa en la textura amilífera a los tipos endospermicos conocidos como cristalino, everta y harinoso y, en la textura aporeticular, el tipo dulce; menciona que la textura dentada es una combinación cristalino-harinosa.

Por lo que se refiere al peso, Sturtevant, citado por Cano (1973), señala que 100 frutos de una variedad pueden pesar sólo 3 gramos, mientras que igual cantidad de frutos de otra variedad, pueden alcanzar un peso de

100 gr; en la misma obra se cita que el tamaño de los frutos también es variable, y que los hay hasta de 25 mm de longitud de la variedad chilena Cuzco. Sturtevant (1984), citado por Robles (1981) y Wellhausen *et al.* (1951), citan a Chapalote y Reventador con 7.2 y 7.3 mm de largo, como las razas mexicanas de granos más pequeños. ▲

Los granos también asumen diversas formas tales como: oblonga, aplana, cónica, ovoide, cóncava, triangular, rectangular, etc., Wellhausen *et al.* (1951).

El color también es variable, durante las 2 primeras semanas, después de la fertilización, el grano se ve blanco y aparecen en seguida los colores típicos de cada variedad, que pueden ser dados por la capa de aleurona: rojo púrpura; el parénquima endospermico: amarillo, blanco; o el pericarpio: anaranjado, rojo, pardo, abigarrado; (Kiesselbach (1949), Anderson y Emerson, (1923), citados por Cano en 1973).

Esta variación existente se pudo cuantificar en un trabajo realizado por Wellhausen *et al.* (1951), citado por Robles (1981), en el cual se clasificaron las razas de maíz en México basándose en: 1) Caracteres vegetativos de la planta; 2) Caracteres de la espiga; 3) Caracteres de la mazorca; y 4) Caracteres fisiológicos, estudios genéticos y citológicos. Hasta 1972 fueron descritos en México, 18 razas de tipo dentado, 22 del cristalino, 7 de everta, 2 del tipo dulce y 5 del tipo harinoso; algunas razas presentaron varias texturas diferentes, Hernández (1972).

Esta variación es amplia en cada región y tiene significado para el agricultor, y principalmente para su mujer, quien tiene una idea precisa de cual es el mejor tipo de maíz para cada forma específica de consumo, Hernández (1972).

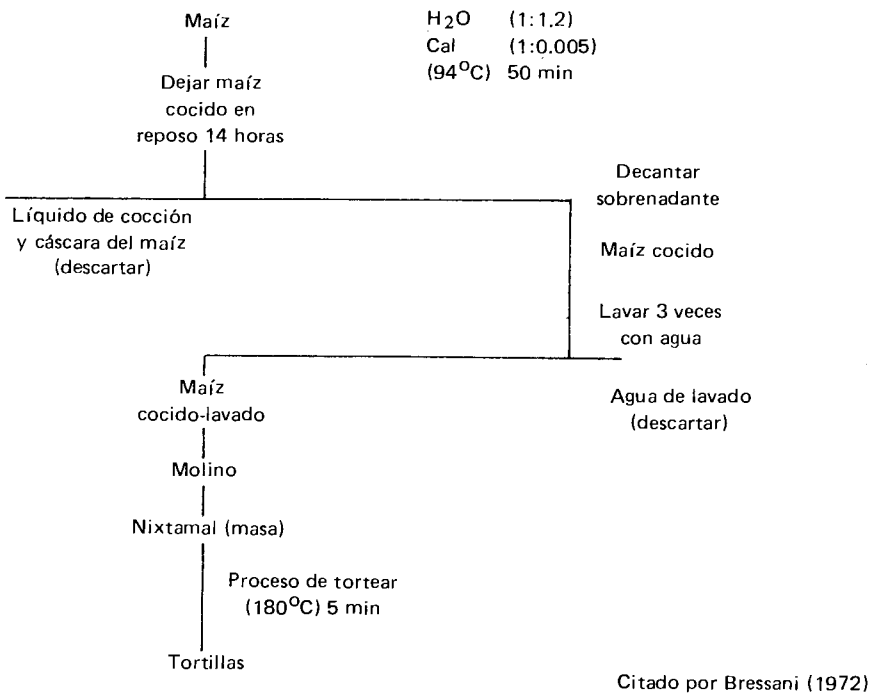
La elaboración de tortillas requiere del proceso de nixtamalización, éste es un método que se atribuye a los Olmecas, los cuales obtenían la cal de la concha del ostión; se estima que hace 2 300 años se empezaron a hacer las tortillas en México. Como lo usamos (1982). Este proceso se ha mantenido en el tiempo sin variantes y se muestra en la Figura 1.

Este proceso, a pesar del tiempo que se ha utilizado, no ha sido debidamente estudiado, los primeros reportes sobre la teoría química de la formulación del nixtamal fueron dados por Illescas (1943). Este autor describe el proceso en detalle, y señala que la cubierta del grano está compuesta de 20.3% a 21.9% de celulosa, 2.6% a 4.9% de lignina y 73.2% a 77.1% de hemicelulosa; menciona también lo siguiente: la lechada de cal diluida

con que se hace el nixtamal, actúa sobre las hemicelulosas, que pueden hidrolizarse totalmente por tratamiento más prolongado, pero en la práctica sólo se hidroliza la mitad; la celulosa y la lignina quedan prácticamente inatacadas.

La pérdida de nutrientes del maíz, en la preparación de tortillas, puede ser debido a cambios químicos y físicos. Los cambios físicos son debido a la completa o parcial separación de algunos de los constituyentes del grano del maíz, por lo consiguiente se remueven los componentes que se encuentran en ellos. Los cambios químicos pueden ser en el lavado con agua, o en la destrucción de los nutrientes por los diferentes tratamientos, aunque éstos son mínimos, a pesar de que parece existir una tendencia hacia una mejor calidad para las tortillas, Santos (1980).

Lo que es importante de la tortilla, es el proceso a que se somete el maíz para elaborarla, ya que si se prepara con un simple cocimiento con agua, conduce al desarrollo de la pelagra o deficiencia de niacina; este pro-



**Figura 1. Proceso tradicional para la elaboración de tortilla.**

ceso reduce también el contenido de fibra cruda, para hacer un alimento con textura más suave y, además, como se lleva a cabo con hidróxido de calcio, representa una buena fuente de calcio, y su absorción es tan alta como el de la leche, Santos (1980).

Por lo que se refiere a los efectos propios del proceso y de la experiencia al respecto que tienen los molineros, se les presentan problemas para nixtamalizar algunos maíces, esto puede ocasionarles pérdidas económicas y dificultades para manejo posterior de la masa y al elaborar la tortilla, lo que repercute también en el consumidor al verse obligado a consumir tortillas de baja calidad organoléptica y nutritiva, Ochoa (1982).

De los diversos estudios realizados, se ha sacado en claro que las condiciones adecuadas de nixtamalización (tiempo de cocimiento, tiempo de reposo, etc.) son diferentes para cada variedad de maíz, por lo que es importante la determinación de estas condiciones, no sólo para el control de la calidad del producto, sino también para la mejor utilización de materiales mejorados que, en algunos casos, presentan dificultades para su procesamiento, Ochoa (1982).

Al conocer los factores que intervienen en la nixtamalización y al saber qué niveles óptimos de estos factores son función de la variedad de maíz, se tienen 2 posibilidades: a) Estudiar cada variedad de maíz para determinar sus condiciones óptimas, y b) Determinar una o varias características que definan estas condiciones, estudiar maíces que difieran en estas características y posteriormente generalizar las condiciones determinadas a todas las variedades semejantes, Ochoa (1982). En el presente trabajo se optó por la segunda posibilidad.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Nixtamalización del Instituto Mexicano del Maíz con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Para el desarrollo del presente trabajo se propusieron las siguientes actividades:

- a. Colección de diferentes variedades de maíz de diversas áreas geográficas
- b. Pruebas preliminares de técnicas generales
- c. Desarrollo de técnicas específicas para el proceso de nixtamalización
- d. Evaluación de las técnicas

- e. Utilización de técnicas específicas en forma masiva
- f. Pruebas en serie

Estas actividades se realizaron de la siguiente manera:

a. La colección de materiales se hizo a través del Instituto Mexicano del Maíz; fueron 27 materiales de diverso origen genético, que incluían razas, variedades criollas, variedades mejoradas e híbridos, los cuales fueron agrupados como se muestra en el cuadro 1.

Lo anterior se hizo con el fin de tener materiales que representen la diversidad de esta planta en el territorio mexicano y se incluyeron los que por tradición son utilizados para hacer tortillas como las razas Pepitilla y Celaya.

b. Por lo que se refiere a las pruebas preliminares de técnicas generales se trabajó en base al esquema que se muestra en la Figura 2.

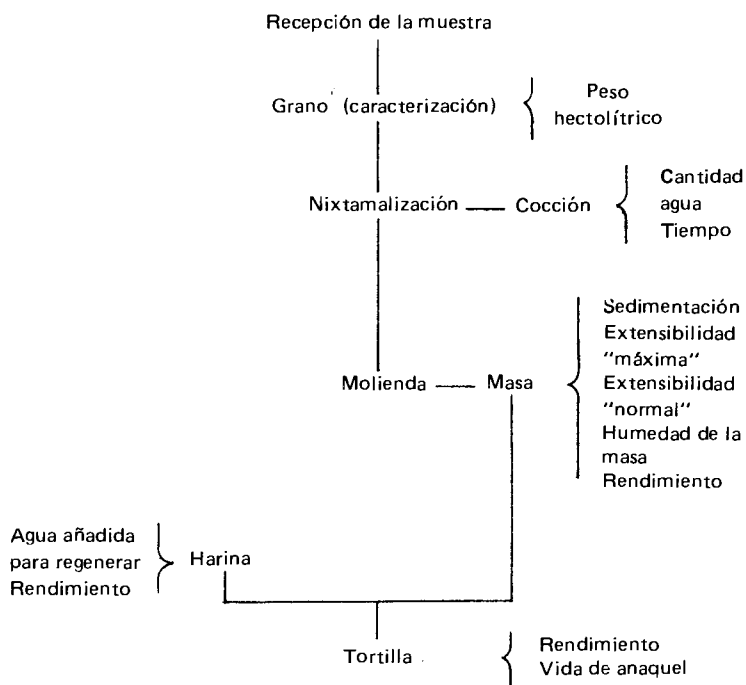


Figura 2. Esquema que ilustra las diferentes determinaciones a que fueron sometidas las muestras.

**Cuadro 1. Caracterización de los materiales.**

No.	Nombre	Procedencia	Faza	Color	Textura
1	Pepitilla	Tep. Morelos	Pepitilla	Rojo	Dentado
2	Pepitilla	Tep. Morelos	Pepitilla	Rojo 1/4 opaco	Dentado
3	Pepitilla	Tep. Morelos	Pepitilla	Rojo opaco total	Harinoso
4	Pepitilla	Durango	Pepitilla x cónico	Variegado	Dentado
5	Zapalote chico	Oaxaca	Zapalote chico	Blanco	Dentado
6	Zapalote chico	Oaxaca	Zapalote chico	Blanco opaco total	Harinoso
7	Tuxpeño	Cardel, Ver.	Tuxpeño	Blanco	Dentado
8	Tuxpeño	Coahuila	Tuxpeño	Blanco	Dentado
9	Cónico norteño	Coahuila	Cónico norteño	Variegado	Cristalino
10	Bolita	Coahuila	Bolita	Blanco	Dentado
11	Olotes occidentales	Coahuila	Olotes occidentales	Morado	Harinoso
12	Cónico	Coahuila	Cónico	Blanco	Cristalino
13	Harinoso de ocho	Coahuila	Harinoso de ocho	Morado	Harinoso
14	Celaya	Nuevo León	Celaya	Blanco	Dentado
15	Criollo	Puebla		Blanco	Cristalino
16	Criollo	Puebla		Blanco	Harinoso
17	NEPO	UAAAN		Blanco	Dentado
18	NEPO	UAAAN		Blanco opaco total	Harinoso
19	AN-462	UAAAN		Blanco	Dentado
20	Norteño	Tamaulipas		Blanco	Cristalino
21	Comercial (testigo)			Blanco	Cristalino
22	AN-360	UAAAN		Blanco	Dentado
23	VAN-361	UAAAN		Blanco	Dentado
24	VAN-361	UAAAN		Blanco opaco total	Harinoso
25	Celaya	Nuevo León	Celaya	Blanco opaco total	Harinoso
26	Tuxpeño	Coahuila	Tuxpeño	Blanco opaco total	Harinoso
27	Bolita	Durango	Bolita	Blanco opaco total	Harinoso

La caracterización de los materiales se hizo en base a aspectos morfológicos tales como: color, estrías, depresiones, etc., la clasificación para raza fue de acuerdo a la descripción para grano hecha por Wellhausen (1951), y la determinación de la textura de acuerdo a tinciones de los granos por una solución denominada IKI que contiene 1 g de Ioduro de potasio y 1 g de Iodo en 100 ml de agua, la cual permite una diferenciación clara del almidón suave con el almidón córneo; se utilizó también una lámpara que, a través del paso de luz por los granos, permite la clasificación de los materiales considerados como opaco total (Cuadro 1). El peso hectolítrico fue determinado en balanza marca Ohaus No. 4004 y se obtuvo por lectura directa kilogramo/hectolitro.

c. La nixtamalización se realizó de acuerdo al método casero citado por Bressani (1972), utilizando en todas las pruebas lechada de cal (CaOH) al 20%; durante la cocción fue medido el volumen de agua y el tiempo que requirió cada material. El tiempo de reposo, en todas las pruebas, fue de 14 horas; la molienda se hizo en húmedo con un molino de piedra tipo laboratorio, con motor de 1 HP en 8 polos y 850 RPM. En la masa obtenida se determinó: sedimentación por método gravimétrico y extensibilidad, la cual se obtuvo al aplicar una fuerza sobre la masa hasta romper su límite, a lo cual se le denominó extensibilidad máxima, y para extensibilidad normal se aplicó una fuerza menor, para obtener, de esta manera, la tortilla que permite su manejo; en ambos casos se midió el diámetro. El rendimiento de la masa fue calculado sobre la base seca del grano; se consideró, además, el agua utilizada durante la molienda. La humedad de la masa fue determinada en estufa, hasta peso constante.

Para la obtención de harina, la masa fue secada en estufa, molida en seco pasada a través de mallas. Al producto así obtenido se le hicieron las siguientes determinaciones: pruebas de granulometría para determinar el tamaño de las partículas, debiendo pasar mínimo el 75% de harina por un tamiz No. 24 M-60 U.S. (abertura de malla de 250 micrones), según Norma Oficial Mexicana NOM B - 231; enseguida se cuantificó el agua necesaria para regenerar la masa a partir de la harina y se calculó el rendimiento de harina, tomando como base seca el grano limpio. Por lo que se refiere a la tortilla, ésta se elaboró tanto a partir de la masa como de la harina nixtamalizada, y se obtuvo el rendimiento y la vida de anaquel, o sea la capacidad de conservación del producto, tomando en cuenta para ésta sus características organolépticas, a través de la prueba del doblado, la cual consiste en calentar el producto y enrollarlo sin que éste se rompa.

d. Los diferentes parámetros que se consideran fueron analizados individualmente en diseño completamente al azar y las medias fueron compara-

das mediante la prueba de Tukey, para obtener las diferencias entre variedades. En seguida se estudiaron las correlaciones simples entre las 12 variables.

e y f. En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se realizan actualmente pruebas en materiales genéticos de interés para IMM, de los parámetros que mostraron asociación con la calidad para nixtamalización.

## RESULTADOS

Al agrupar los materiales en estudio (Cuadro 1) se puede observar que hay una gran diversidad entre los materiales, y existen materiales de una misma raza que difieren en textura.

A continuación se muestran los Análisis de Varianza de los parámetros que tuvieron diferencias significativas, (Cuadros 2 y 3).

**Cuadro 2. Análisis de varianza para gasto de agua y tiempo de cocción durante la nixtamalización**

F.V.	Gasto de agua		F.V.	Tiempo de cocción	
	G.L.	C.M.		G.L.	C.M.
Tratamientos	26	22440.1*	Tratamientos	26	.3**
Error	46	11548.9	Error	51	.1
Total	72		Total	77	

C.V. = 28.61%

C.V. = 20.58%

**Cuadro 3. Análisis de varianza para extensibilidad máxima y extensibilidad normal de la masa**

F.V.	Extensibilidad máxima		F.V.	Extensibilidad normal	
	G.L.	C.M.		G.L.	C.M.
Tratamientos	26	1.0*	Tratamientos	26	7.7**
Error	46	.5	Error	46	1.3
Total	72		Total	72	

C.V. = 8.42%

C.V. = 10.02%

Los materiales que requirieron menor cantidad de agua fueron de texturas harinoso y dentado principalmente. Por lo que se refiere al tiempo necesario para la cocción, solamente fueron de texturas harinoso y dentado, de acuerdo a la prueba de Tukey (Cuadro 4). En ambos casos se tuvo mayor número de materiales de textura harinosa.

**Cuadro 4. Pruebas de Tukey para gasto de agua y tiempo para la cocción durante la nixtamalización**

Var.	Gasto de agua en ml	Var.	Tiempo en horas
26	600	5	2.19
13	550	6	2.18
20	500	7	2.16
22	470	1	2.15
5	460	2	2.10
21	450	8	2.09
25	450	9	2.09
4	450	3	2.08
8	433	4	2.05
1	420	10	1.53
11	400	11	1.51
23	385	12	1.50
14	350	13	1.49
9	350	14	1.46
10	350	15	1.42
2	350	16	1.32
7	340	17	1.31
6	330	18	1.30
19	325	19	1.30
24	310	20	1.30
17	300	21	1.30
18	300	27	1.28
3	300	22	1.25
27	270	23	1.20
12	250	24	1.14
15	233	25	1.08
16	216	26	1.00

Al comparar los materiales por la prueba de Tukey en relación a la textura, ésta fue, en ambos casos, en mayor proporción del tipo dentado (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Pruebas de Tukey para extensibilidad máxima y extensibilidad normal de la masa**

Var.	Diámetro en centímetros para extensibilidad máxima	Var.	Diámetro en centímetros para extensibilidad normal
2	14.50	1	10.00
4	14.25	5	9.20
3	13.50	22	9.00
14	13.38	23	8.96
13	13.13	20	8.90
24	12.82	7	8.74
19	12.70	17	8.70
8	12.37	18	8.70
10	12.30	15	8.70
25	12.30	10	8.50
12	12.00	11	8.40
17	12.00	16	8.40
26	12.00	27	8.30
9	11.70	6	8.20
15	11.70	9	8.10
16	11.63	14	8.05
27	11.08	8	8.03
6	11.00	2	8.00
11	11.00	3	8.00
18	11.00	4	8.00
21	10.50	12	8.00
7	10.34	21	8.00
20	9.30	24	8.00
22	9.25	25	7.90
23	9.22	26	7.70
1	8.88	19	7.63
5	8.58	13	7.58

Por lo que se refiere a la vida de anaquel de la tortilla, se muestran a continuación los materiales que se conservaron por más tiempo y que resistieron la prueba del doblado (Cuadro 6).

Las correlaciones entre las variables se muestran en el Cuadro 7.

**Cuadro 6. Vida de anaquel para tortilla**

Material	No. de días
VAN-361	16
VAN-361 <sup>(2)</sup>	15
Zapalote chico <sup>(1)</sup>	14
Criollo Puebla	14
Pepitilla rojo	12
NEPO	12
AN-360	12
Comercial (T)	12

T = Testigo

2 = Harinoso

1 = Dentado

## DISCUSION

Los parámetros que al ser analizados mostraron diferencias significativas entre los materiales, fueron para características que, desde el punto de vista práctico, son importantes para el proceso. Por lo que se refiere a la comparación entre ellos, considerando la textura, es de interés el que sean principalmente de los tipos harinoso y dentado que también, desde el punto de vista práctico, son de los más utilizados para hacer tortillas.

En el Cuadro 7 se puede observar que a mayor peso hectolítrico se obtiene mayor extensibilidad normal, lo cual es explicable al considerar el tipo de almidón córneo que poseen los materiales más pesados, ya que la cohesión necesaria existirá entre los residuos celulósicos y el almidón.

El peso hectolítrico muestra una correlación negativa con el rendimiento de tortilla, que puede estar también determinada por el tipo de almidón que se transforma en harina.

Por lo que se refiere a las condiciones de cocción, se presenta una asociación positiva entre la cantidad de agua adicionada durante la cocción y el tiempo que requiere el material para cocerse; se observa que los materiales que requieren menor tiempo de cocción son de textura harinosa, la cual permite la introducción del agua más rápidamente.

**Cuadro 7. Correlaciones entre las características estudiadas**

	PH	RH	AC	TC	SM	EM	EN	HM	AH	RM	RT	VA
PH	1	-0.763	0.290	0.121	0.365	0.425	-0.588**	0.293	0.045	-0.442	-0.850**	0.195
RH		1	-0.494	-0.536	-0.231	0.336	0.446	-0.532	-0.016	0.353*	-0.263	-0.974
AC			1	0.567**	0.040	-0.191	-0.053	0.141	0.173	0.179	-0.334	-0.458
TC				1	0.027	-0.476*	0.247	-0.230	0.069	0.033	-0.133	-0.531
SM					1	0.129	-0.105	0.521**	-0.095	-0.365	-0.544**	0.451
EM						1	-0.774**	-0.197	0.050	-0.140	-0.078	0.519
EN							1	0.017	-0.190	0.058	0.091	-0.551
HM								1	0.034	-0.550**	-0.157	-0.134
AH									1	0.280	-0.010	-0.492
RM										1	0.215	-0.346
RT											1	0.168
VA												1

PH	Peso Hectolítrico	EM	Extensibilidad máxima	RT	Rendimiento de tortilla
RH	Rendimiento de harina	EN	Extensibilidad normal	VA	Vida de anaquel
AC	Agua para cocción	HM	Humedad de masa	*	Significativo al 5%
TC	Tiempo para cocción	AH	Agua añadida harina	**	Altamente significativa al 1%
SM	Sedimentación masa	RM	Rendimiento de masa		

En la asociación negativa que muestra el tiempo de cocción y la extensibilidad máxima, podría estar dada por la mezcla óptima de zeína y glutena formada durante la cocción, la cual actúa como material de liga.

En la correlación positiva que se observa entre la sedimentación de la masa y la humedad de la misma, pudiera estar dada por el tamaño de las partículas de la masa, ya que éstas tenderán a sedimentarse; por lo que se refiere a la mayor cantidad de agua en la masa, ésta pudiera estar contenida entre las partículas y no dentro de ellas. Eso explicaría también, la asociación negativa que muestra la sedimentación con el rendimiento de tortilla, ya que en el caso, por ejemplo, de harina nixtamalizada, en el que se requiere un determinado tamaño de las partículas, las de mayor sedimentación mermarán su rendimiento.

En la correlación negativa que se observa en las 2 extensibilidades, parece estar dada por la clase de almidón que posee el grano, ya que la mezcla de liga estará actuando sobre los residuos celulósicos y el almidón, pudiendo ser variable la gelatinización de este último.

En el caso de asociación negativa, entre la humedad de la masa y el rendimiento de la misma, puede atribuirse a que al efectuar los cálculos de rendimiento fue además considerada el agua que se le adicionó durante la molienda.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Hay diferencias significativas en parámetros tales como gasto de agua y tiempo de cocción, que son de importancia para el molinero, así como para extensibilidad, lo cual es de interés para elaborar la tortilla.
2. Estas diferencias, al agruparse por texturas, tuvieron tendencias para ciertos tipos, pero no puede considerarse en el presente trabajo que esto sea general.
3. Al observar las correlaciones obtenidas, también existe una tendencia a asociar características que son definidas como componentes de la textura, tales como: peso hectolítrico y clase y proporción de los almidones dentro del grano con características propias del proceso, tales como: gasto de agua y tiempo de cocción, así como extensibilidad y rendimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- Bressani, R. 1972. Evaluación nutricional del maíz opaco-2 en niños y adultos. *In: Memoria del Simposio sobre Desarrollo y Utilización de Maíces de Alto Valor Nutritivo*. México, Junio 18-22. 226 p.
- Cano, C.G. 1973. Estudio morfológico comparado del fruto de nuevas razas mexicanas de maíz (*Zea mays* L.). Tesis M.C. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. 60 p. (mimeografiada).
- Como lo usamos. 1982. México. Arbol Editorial, p. 226. Los libros del maíz.
- Hernández, X.E. 1972. Consumo humano de maíz y el aprovechamiento de tipos con alto valor nutritivo. *In: Memoria del Simposio Sobre Desarrollo y Utilización de Maíces de Alto Valor Nutritivo*. México, Junio 18-22. 226 p.
- Illescas, R. 1943. La teoría química de la formación de nixtamal. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. México. Universidad de México. 4(34):129.
- Ochoa, C.J. y G.H. Cejudo. 1982. Estudio de 3 factores (dureza, tiempo y temperatura) en la nixtamalización del maíz (*Zea mays* L.) México. *Anuario de Investigaciones*. Universidad Autónoma de Chapingo. Industrias Agrícolas. 176 p.
- Robles, S.R. 1981. Cultivo del maíz (*Zea mays* L.). En *Producción de Granos y Forrajes*. 2a. reimpresión. 2 ed. México. Limusa, pp. 9-22
- Santos, M.A. 1980. *Bioquímica de Cereales y sus productos*. México, Universidad Autónoma de Chapingo. Industrias Agrícolas. 75 p.
- Wellhausen E.J., L.M. Roberts y X.E. Hernández, en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. México. Programa de Agricultura Cooperativa de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México. p. 237.

## AGRADECIMIENTO

El autor agradece el apoyo financiero para el desarrollo del presente trabajo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

**PLANEACION REGIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES  
DE ZONAS ARIDAS  
Un enfoque de Sistemas\***

Jorge Galo Medina Torres<sup>1</sup>  
Roberto Armijo Tamez<sup>2</sup>  
Víctor Blanco Icazbalceta<sup>3</sup>

**RESUMEN**

En el presente trabajo se examinan algunos conceptos relacionados con el proceso de planeación de recursos naturales de las zonas áridas, en los que el hombre juega el doble papel de beneficiario y tomador de decisiones.

A la luz de los resultados experimentales en la implementación de programas de desarrollo, se observa que los beneficios esperados raramente alcanzan los objetivos sociales y económicos de los sectores más marginados. Esto pone de manifiesto la necesidad de nuevos enfoques para el logro de las metas de desarrollo regional. La tecnología agropecuaria generada debe acoplarse a los patrones socioculturales de los productores que son sujetos y objetos del desarrollo, así como a la realidad biológica y capacidad sustentadora

\* Durante el período de realización del presente proyecto participaron conjuntamente las siguientes instituciones: Departamento de Recursos Naturales Renovables de la UAAAN, a través del proyecto de desarrollo 311 Planeación y uso de los Recursos Naturales; Centro de Investigación de Química Aplicada, programa de análisis de sistemas BID-CONACYT; y programa de empleo cooperativo para el fomento de recursos naturales renovables STPS-SARH-COPLAMAR, a través de la Coordinación Regional Coahuila

1 Ph.D. Maestro-Investigador del Depto. de Recursos Naturales Renovables. Div. Ciencia Animal UAAAN

2 Ph.D. Centro de Investigación de Química Aplicada

3 Ing. Comisión Técnica para el Programa de Empleo Rural

de los recursos, de tal forma que los beneficios se prevean en todos los sectores de la sociedad.

En este contexto, se discute la aplicación del análisis de sistemas en la planeación regional de los recursos naturales en términos de:

1. La satisfacción de los requisitos y demandas sociales.
2. La identificación de estrategias óptimas de manejo.
3. La asignación eficiente de los recursos limitantes de tierra, mano de obra y capital.

## INTRODUCCION

La heterogeneidad geográfica del país, ha sido factor determinante del desigual crecimiento, dispersión de recursos y concentración de la riqueza, que las distintas zonas presentan entre sí. Ello conlleva, de manera implícita, la necesidad de encontrar nuevas fórmulas para un desarrollo regional más congruente con las limitantes naturales, condiciones socioeconómicas y disponibilidad de tecnologías, para cumplir con 3 metas fundamentales.

1. Satisfacer las necesidades básicas de la población.
2. Aprovechar las potencialidades económicas de la región.
3. Conservar, mejorar y restaurar el ambiente del hombre.

Desde el punto de vista regional, las zonas áridas del Norte de México constituyen uno de los aspectos más amplios y marginados del país, caracterizado por un bajo nivel de productividad, alta degradación ambiental, bajos insumos tecnológicos y una declinación generalizada de los niveles de vida. Entre las causas fundamentales de esta problemática destacan 2 aspectos principales: 1) la implementación de acciones resultantes de planes aislados que no han considerado el proceso productivo completo, y 2) la ausencia de mecanismos que permitan adecuar los planes y políticas nacionales a las necesidades, limitantes y potenciales regionales. Sin embargo, es más criticable la falta de estudios que permitan mejorar las políticas y objetivos para la aplicación de la ciencia y la tecnología en el desarrollo regional (Dedijer, 1979). De ello resulta que la forma más viable para entender y contribuir al desarrollo de las zonas áridas, es diseñar estudios que tengan por objeto la región como tal. En esto se coincide con Parra *et al.* (1982) quienes concluyen que:

“ . . . la región es la unidad de estudio mínima en la cual se puede estudiar el proceso de producción global . . . el ciclo completo de la producción inmediata . . . ”

Dentro de este contexto, la cuestión importante es que la unidad de estudio contenga internamente las principales interrelaciones que se desean estudiar, así como las estructuras básicas para analizar el fenómeno en particular (De la Peña, 1979).

La inherente complejidad de los problemas de los recursos naturales, adquiere mayores dimensiones al enfocarse desde un punto de vista regional. Al respecto Armijo *et al.* (1982) señalan que el manejo integral de los recursos renovables, debe entenderse como un proceso de toma de decisiones en condiciones inciertas, orientado a elaborar estrategias de uso múltiple, y a producir en forma sostenida los elementos indispensables para generar los bienes y servicios requeridos. Como tal, se inserta dentro de la categoría de problemas que son el objeto de estudios de preparación de decisiones públicas y que solamente pueden abordarse desde la perspectiva o enfoque de sistemas (Medina *et al.* 1982).

El análisis de sistemas, en su concepción más amplia, es un cuerpo de técnicas y teorías orientadas al estudio de problemas complejos, que pueden verse como un todo o unidad compuesta de rutas de causa y efecto interconectadas (Watt, 1966). En este contexto, la identificación de estrategias y de oportunidades para el desarrollo regional, requiere necesariamente de la formulación de un modelo que sirva de apoyo a la toma de decisiones, evite la acumulación de información innecesaria y costosa, y simplifique la complejidad inherente del ecosistema.

El objetivo fundamental de este estudio, fue construir un modelo que permitiera seleccionar opciones de manejo de los recursos, tomando en cuenta la estructura de preferencias de los beneficiarios, las limitantes ecológicas y el potencial económico. A partir de este objetivo, el estudio se centró en 2 supuestos básicos: 1) la construcción de un modelo ayudará a detectar opciones de manejo de los recursos que fomenten una actividad económica rentable a corto y mediano plazo en las comunidades rurales, y 2) las opciones de manejo identificadas pueden ser agrupadas a nivel regional para integrar actividades de producción a escala regional.

## REVISION DE LITERATURA

La aplicación del Análisis de Sistemas a la planeación de recursos naturales, requiere que el planificador incorpore sus objetivos de manejo en un marco matemático, de tal forma que las decisiones a tomar se basen en los objetivos y restricciones impuestas por los recursos disponibles (Swartzman, 1972). El Análisis de Sistemas tiene como propósito fundamental el encontrar soluciones a los problemas de manejo, decisión o administración, a través del análisis cuantitativo formal (Plane y Mc Millan, 1971).

La elaboración de modelos matemáticos, para sistemas de recursos naturales, permiten asimilar y entender los conocimientos actuales, de manera que puedan representarse en forma abstracta las relaciones y propiedades más relevantes de los fenómenos estudiados. Los modelos ayudan a explicar procesos, entender reacciones desconocidas, predecir tendencias y facilitar la visualización de aspectos críticos para la investigación y manejo (Medina *et al.* 1982).

Toda vez que un problema desea estudiarse a través del análisis de sistemas, se hace necesario traducir la información conocida (conceptual, verbal, empírica, descriptiva) a un lenguaje matemático formal. Este proceso involucra fundamentalmente las siguientes fases, según Shannon (1975).

1. Definición de los propósitos del modelo.
2. Determinación de los componentes o subsistemas en que se puede descomponer el modelo básico.
3. Identificación de los parámetros y variables asociadas con los componentes del modelo.
4. Especificación de las relaciones funcionales entre los componentes, variables y parámetros.

### **Asignación Óptima de Recursos**

El problema de asignación de recursos, es en sí un problema de programación matemática. Bajo este rubro se agrupan aquellas técnicas o métodos matemáticos de optimización, cuyo propósito es encontrar la mejor decisión para un problema determinado (Beer, 1966). Esto es, a partir de un conjunto de variables y restricciones iniciales, se intenta encontrar una solución factible y óptima. Una de las técnicas originales y más efectivas, es la programación lineal, que fue la primera en desarrollar un algoritmo de solución que pudo ser resuelto a través de la computadora: el método Simplex (Clough, 1963). A la programación lineal le concierne el problema de asignar, de manera óptima, recursos escasos entre actividades competitivas (Clayton y Moore, 1972). Para ello, todos los objetivos o metas de manejo deben reducirse a un solo objetivo, es decir, a un criterio uni-dimensional. Además, el uso de esta técnica implica 4 suposiciones básicas (Hillier y Lieberman, 1974): 1) todas las funciones matemáticas son lineales (linealidad); 2) todas las variables del sistema se conocen a la perfección (determinismo); 3) todas las variables son mayores o iguales a cero (no-negatividad); 4) los valores de las variables pueden ser cualquier número positivo, real o entero (continuidad).

Algunos autores (Schreuder *et al.* 1979; Walters y Hilborn, 1978) han considerado a la programación de poco valor en la planeación del uso de los

recursos o solución de problemas de manejo ecológico. La razón principal de ello se debe a que los modelos de programación lineal tienen poca riqueza al nivel conceptual. Sin embargo, dados un marco metodológico y ambiente conceptual adecuados, los modelos de programación lineal han probado ser herramientas sumamente valiosas en la teoría de decisiones (Bare, 1971, Bartlett, 1974; Jameson, 1979). Un modelo de este tipo fue propuesto por D'Aquino (1974), por su pertinencia en el cumplimiento de 3 metas de manejo de recursos, desde el punto de vista de su utilidad pública. 1) satisfacción de las demandas de la sociedad; 2) selección de alternativas para cumplir con las demandas sociales sin rebasar las limitantes ecológicas, y 3) asignar en forma óptima, los recursos escasos de tierra, mano de obra y capital. Este modelo genera un conjunto de alternativas de manejo y productos, que corresponde a un óptimo económico, pero sujeto a restricciones sociales y ecológicas.

### **Programación de Metas**

A diferencia de la programación lineal, la técnica de programación de metas propuesta por Charnes y Cooper (1961), permite asignar recursos considerando en forma simultánea varios objetivos o metas de manejo. Este enfoque ha sido utilizado en bosques (Field, 1973; Schuler *et al.* 1977), pastizales (Bottoms y Bartlett, 1975), cuencas hidrológicas (Goicoechea *et al.* 1976), y planeación del uso del suelo (Dane *et al.* 1977).

Bell (1977) indica que existen 2 tipos básicos de algoritmos computacionales en la aplicación de la programación de metas: 1) la programación lineal estándar, y 2) la programación de Lee (1972). La primera permite evaluar solamente las metas de acuerdo a su importancia, sin considerar prioridades jerárquicas. El programa de Lee (1972) permite presentar prioridades, además de la ordenación cardinal o valores ponderados dentro de un mismo nivel de prioridades. Este procedimiento, conocido como metas prevaciadas, asegura que una meta de alta prioridad pueda ser satisfecha antes de considerar otra de menos prioridad. De ello se desprende que este procedimiento sea mucho más completo y atractivo que el primero. Sin embargo, el método presenta 3 limitantes básicas: 1) está restringido a menos de 125 actividades; 2) demanda mucha capacidad de almacenamiento de computadora; y 3) es ineficiente en el tiempo de procesamiento en la computadora. Las modificaciones realizadas por Bartlett *et al.* (1976) han solucionado los problemas de ineficiencia y tamaño del programa, lo cual permite aplicar la programación de metas a los casos siguientes: a) problemas con metas múltiples; b) problemas con metas individuales y submetas múltiples; c) problemas con metas múltiples incompatibles e inconmensurables; d) problemas con metas múltiples y submetas múltiples.

El paso más importante, sin embargo, en el desarrollo de un modelo de programación de metas, es el análisis de metas, el cual tiene 2 funciones principales: 1) el análisis de desviaciones, y 2) el establecimiento de prioridades (Gibbs, 1973). En el primer caso se requiere que el programador analice cada meta individualmente, a fin de determinar si se puede sublograr (desviación negativa) o sobrelograr (desviación positiva) sin efectos perjudiciales. La segunda función demanda un mayor esfuerzo. Primero, las metas se jerarquizan en orden de importancia. En seguida se les asigna un peso cuantitativo según el orden de importancia. Después, a las variables de desviación para las cuales un sublogro o sobrelogro es satisfactorio, se les asigna una prioridad cero, mientras que al resto se les asigna su peso correspondiente de acuerdo a su ordenación.

El modelo generalizado de programación de metas se puede representar matemáticamente como:

Minimizar  $Z = \sum \underline{d}^- + \sum \underline{d}^+$  en el orden de prioridad asignado y sujeto a.

$$\begin{aligned} Ax + \underline{d}^- - \underline{d}^+ &= b \\ x, \underline{d}^-, \underline{d}^+ &\geq 0 \end{aligned}$$

donde:

$\underline{b}$  = vector de restricciones y niveles deseados de las metas (valor del lado derecho de la ecuación)

$\underline{d}^-, \underline{d}^+$  = representa los vectores de las desviaciones negativas y positivas de las metas propuestas

$\underline{x}$  = es el vector que contiene las alternativas de manejo (variables decisionales)

$A$  = es la matriz de coeficientes

$\underline{Z}$  = función objetivo (suma de desviaciones positivas y negativas de cada nivel de metas)

## MATERIALES Y METODOS

### Area de Estudio

La delimitación de la región estudiada se fundamentó en la necesidad de representar la diversidad ecológica del Desierto Chihuahuense; para ello, se ubicó un área con 3 unidades fisiográficas de cobertura regional. 1) Laguna de Mayrán, 2) Pliegues Saltillo-Parras, y 3) Sierra Transversal (Figura 1).

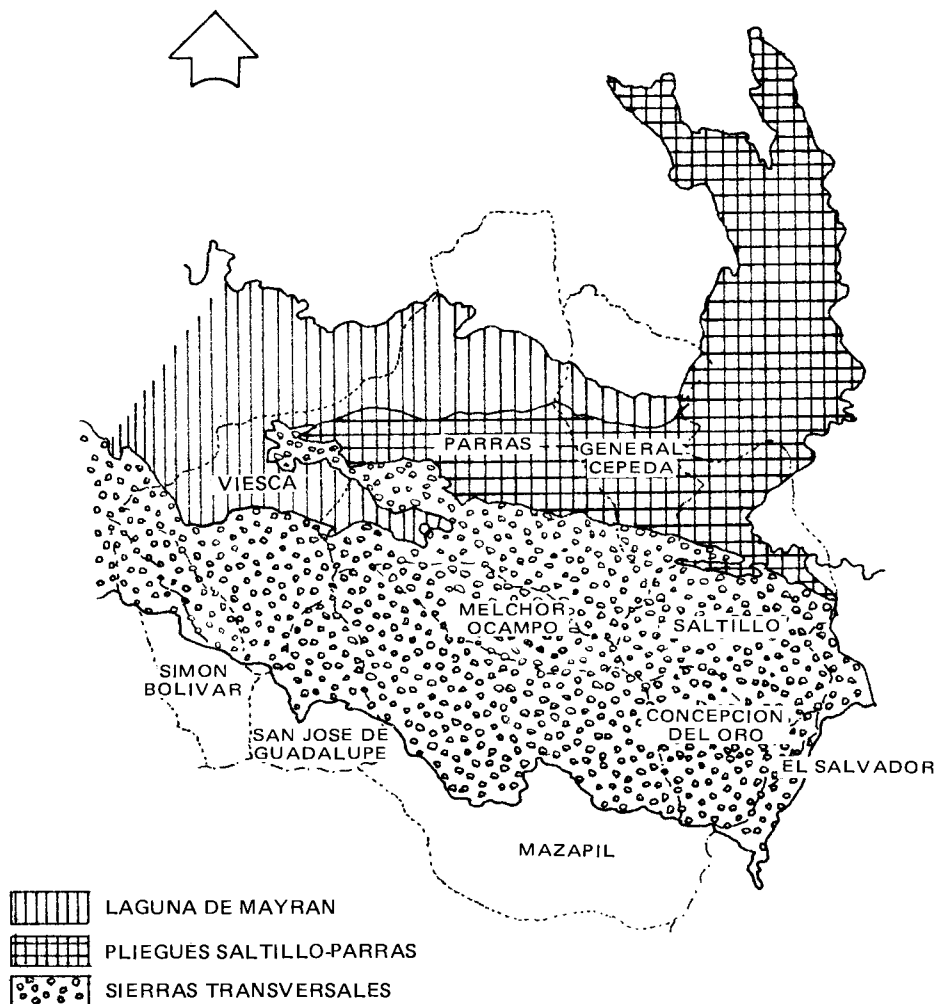


Figura 1. Unidades fisiográficas de la región estudiada

### Estructura y Formulación del Modelo

La estructura general del modelo de asignación de recursos corresponde a la de programación de metas, lo cual permitió formular y evaluar más de un objetivo simultáneamente. En la Figura 2 se presenta la estructura matricial del modelo en la que se señalan sus principales componentes. La información requerida para cada componente se compiló a partir de los resultados y de las investigaciones y experimentos realizados en la región por diversas instituciones, principalmente la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, el Centro de Investigación de Química Aplicada, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Asimismo, se apoyó en información obtenida de encuestas socio-económicas e inventarios agroecológicos a nivel predial, y entrevistas con productores, técnicos e investigadores de la región.

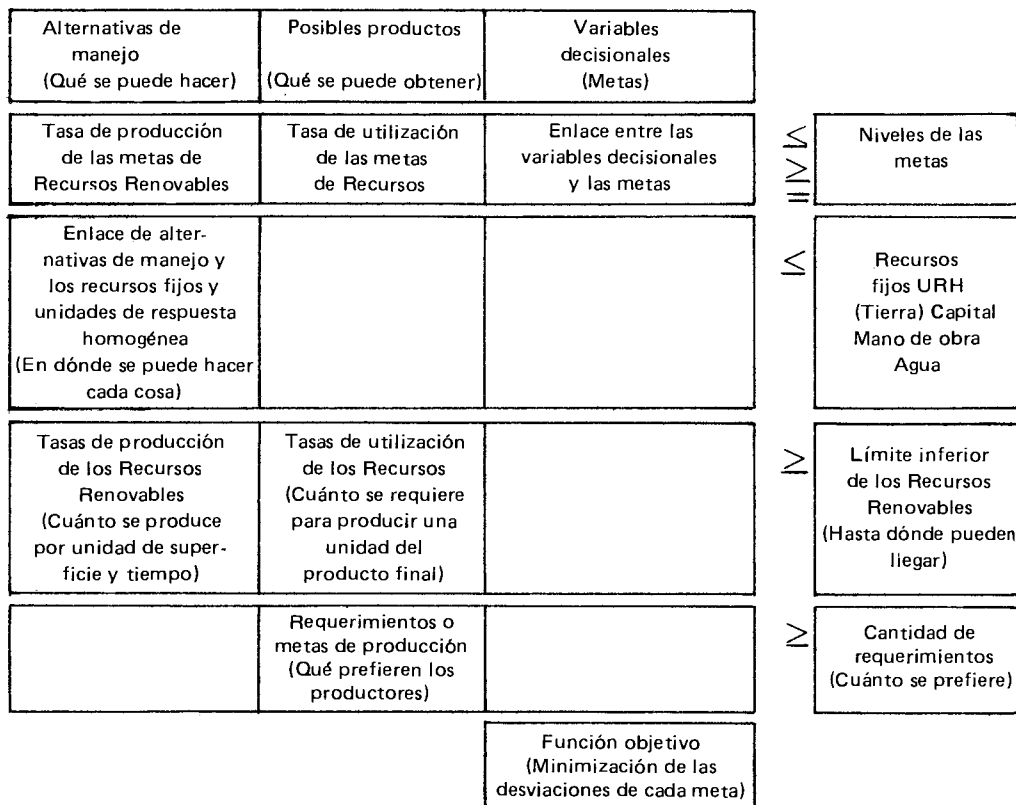


Figura 2. Estructura general del modelo de asignación de recursos de metas múltiples.

En este proceso de síntesis, se reconocieron 32 unidades de respuesta homogénea (sectores con características similares y que responden de manera homogénea a un mismo tratamiento de uso), asimismo se identificaron 145 alternativas de manejo y 23 productos esperados potenciales. La región estudiada comprendió 4 121 802 hectáreas, que debido a su alto grado de heterogeneidad se agrupó en 3 sub regiones: Coahuila, Durango-Coahuila y Zacatecas-Coahuila.

## Participantes

Por su naturaleza, el presente estudio fue interinstitucional e interdisciplinario, distinguiéndose 3 categorías de participantes:

**1. Los beneficiarios**, representados por los campesinos organizados en Sociedades Cooperativas de Participación Estatal, constituidas a partir de 1980 como parte del Programa de Capacitación y Empleo Cooperativo para el Fomento de Recursos Naturales STPS-SARH-COPLAMAR.

**2. Los investigadores**, que agrupa a las instituciones y científicos de diferentes especialidades que participaron en el diseño e implementación del proyecto, y que desempeñaron un doble papel: 1) especialistas en bio-recursos, que fue cubierto por el personal académico de los Departamentos de Recursos Naturales Renovables, Riego y Drenaje, Producción Animal, Fitomejoramiento y Sub-Dirección de Desarrollo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y 2) integradores del análisis de sistemas, que fue cubierto por el personal del proyecto Análisis de Sistemas de Zonas Áridas (CONACYT-BID) del Centro de Investigación de Química Aplicada.

**3. Ejecutores**, que representan a los funcionarios, en sus diversos niveles, del Programa de Capacitación y Empleo Cooperativo COPLAMAR.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La aplicación del modelo permitió realizar un análisis del potencial de cada sub región en función de la disponibilidad de mano de obra. Asimismo, facilitó la identificación de oportunidades para integrar el sector primario con el secundario. De este análisis se desprende que cada sub región muestra características diferentes, que conducen a favorecer la especialización de la misma en direcciones complementarias.

El Cuadro 1 contiene un resumen de los resultados generados por el modelo, en términos de la producción esperada óptima, de acuerdo con el criterio económico de máximo beneficio. Representa, por lo tanto, el perfil de lo

**Cuadro 1. Perfil de producción anual de las diversas sub regiones de acuerdo con el modelo de asignación de recursos y bajo un criterio económico.**

Producto	Sub regiones		
	1	2	3
Piñón (ton)	608.625	0.0	137.4
Leña (m <sup>3</sup> )	55 485	27 000	1 365 000
Madera (m <sup>3</sup> )	6 075 000	0.0	156 400
Vacas (UAA)	42 045	43 095	23 805
Cabras (cab.)	125 265	108 060	92 865
Fibra Yucca (ton)	161.7	0.0	161.2
Creosota (ton)	3 472.5	1 377.4	8 128.0
Cera (ton)	4 208.4	1 440.0	0.0
Frijol (ton)	34 401	34 575	57 000
Queso (ton)	485.5	397.8	352.1
Hule (ton)	63	45	12.6
Maíz (ton)	37 710	33 330	11 700
Aglomerados fibra (m <sup>2</sup> )	105 900	52 500	68 800

que las diversas sub regiones generarían al someterse a un manejo con objetivos económicos exclusivamente. Este tipo de análisis permite identificar posibles oportunidades económicas que orienten las políticas de producción regionalmente. Los diversos niveles de producción de cada una de las sub regiones, determina el grado de especialización a lo que bajo un óptimo económico se puede llegar. Así, la sub región 1 tiene un potencial mayor en los aspectos agropecuarios y de industrialización de la fibra para aglomerados celulósicos. La inclusión de este último producto en el perfil de la sub región en el lugar de la fibra sin procesamiento, tiende a indicar la conveniencia económica de esta alternativa. El mercado nacional en el renglón de aglomerados celulósicos es deficitario y el nivel de importación asciende a los 100 millones de ton/año, de manera que la oportunidad existe al igual que el potencial. La sub región 2, dada su base de recursos, está orientada hacia los aspectos agropecuarios en forma preferente. No está claro cómo podría estructurarse una estrategia productiva agroindustrial a esta escala, dado que los niveles de producción óptimos son inferiores (aglomerados, creosota) al de las otras dos sub regiones. En cuanto a la tercera sub región, es notorio los bajos niveles de producción del ganado y los cultivos básicos, sin embargo, es evidente el gran potencial agroindustrial-silvícola que se tiene en cuanto a colchas, creosota y madera (postas).

De acuerdo con el análisis llevado a cabo, se pueden identificar las siguientes estrategias para cada una de las sub regiones.

**Sub región 1. (Coahuila).** El fomento de la actividad agroindustrial de procesado de fibra lechuguilla y resina de gobernadora, tiene que darse en forma paralela a una racionalización de la actividad pecuaria y agrícola. Esto implica, dentro del marco de una estrategia de desarrollo rural integral, lo siguiente:

1. La estructuración de formatos viables de organización para establecer cooperativas ganaderas a nivel ejidal y con una relación sub regional o micro-regional, es decir, un grupo de ejidos dentro de una cuenca.

2. La selección de comunidades rurales con vista a convertirse en centros de desarrollo, para localizar las empresas agroindustriales de aglomerados celulósicos, es necesario, definir el esquema de organización, recepción de materia prima y comercialización, para evitar situaciones análogas a las existentes actualmente.

3. La tecnificación de los cultivos básicos bajo condiciones de temporal, sin requerir de grandes niveles de insumos (fertilizante, semilla mejorada, etc.), pero sí emplear un mejor manejo del agua, prácticas de preparación, etc. a lo cual se le ha dado poco énfasis.

Lo anterior no implica que no existan otras oportunidades que generen ingresos (recursos no renovables, turismo, etc.), las cuales no se analizarán en el presente trabajo.

**Sub región 2. (Durango-Coahuila).** La racionalización de la actividad agropecuaria es la estrategia base de esta sub-región, la cual tiene una de las contribuciones marginales más pequeñas de las tres. Esto implica que:

1. Se le debe dar máximo énfasis a integrar la agricultura (temporal y riego) dentro de un sistema agropecuario, en el cual los esquilmos de un componente se empleen integralmente en el otro y, a su vez, los subproductos pecuarios se integren dentro del componente agrícola. El énfasis para este sistema debe darse al ganado caprino, dada la flexibilidad en su dieta.

2. Aunado a esto se puede dar igual énfasis a tecnificar la agricultura de temporal, como mejorar el manejo del ganado caprino, aprovechando la leche de este último para procesamiento en quesos o dulces. Un esquema de interacción entre cooperativas —ganaderas y agrícolas— puede servir para integrar el sistema a un nivel sub regional.

3. El fomento de especies forrajeras que ayuden a incrementar la capacidad sustentadora de este ecosistema, proporcionaría empleo productivo a la mano de obra que, dado las pocas opciones productivas, tienen un costo de oportunidad muy bajo.

**Sub región 3. (Zacatecas-Coahuila).** El potencial silvoagropecuario de esta región provee las bases para un programa de desarrollo integral. Las estrategias deberán contemplar, entre otras, los siguientes aspectos:

1. Impulso a las agroindustrias de aglomerados de fibra y la resina de gobernadora; el potencial de este último es el más alto de las 3 regiones. Lo crucial en estos rubros es el esquema de organización del sistema productivo, el cual puede ser estructurado de tal forma que evite los vicios de otras actividades homólogas.

2. Fomento a la actividad pecuaria, a través de cooperativas ganaderas que propicien el manejo conjunto de comunidades vegetacionales forrajeras dentro de micro regiones.

Está claro que las direcciones que se proponen pueden resultar obvias para muchas personas que han trabajado en otras regiones, sin embargo, es importante recalcar que éstas se desprenden de un proceso sistemático, el cual partió asimilando esta experiencia y evitando sesgos personales de soluciones favoritas.

## CONCLUSIONES

El estudio regional de los recursos naturales, utilizando la programación de metas como una herramienta cuantitativa y análisis de sistemas, permitió organizar y estructurar la información disponible relacionada con la capacidad sustentadora de los recursos, respuestas biológicas esperadas de diversas actividades del uso de la tierra e impacto económico de las diferentes estrategias de manejo de los recursos naturales. Mediante este enfoque es factible diseñar planes de manejo que incorporen restricciones y criterios múltiples (económicos, sociales y ecológicos), que puedan ser analizados para determinar el nivel de conflicto existente para el uso combinado de los recursos regionales.

Como herramienta de apoyo a la toma de decisiones, el presente enfoque resulta de suma utilidad para entender el proceso de planeación del uso de la tierra con respecto a metas regionales, inventario de recursos, alternativas de manejo y asignación óptima de los recursos limitantes.

## BIBLIOGRAFIA

- Armijo, T.R., J.G. Medina T., D.A. Jameson y R. Nava C. 1982. Manejo integral de recursos renovables. *Ciencia y Desarrollo*, 47:110 - 119
- Bare, B.B. 1971. Applications of operations research in forestry management: a survey. Quantitative Science Paper No. 26, Center for Quantitative Science in Forestry, Fisheries and Wildlife, University of Washington, Seattle. 57 pp.
- Bartlett, E.T. 1974. A decision aiding model for planning optimal resource allocation of water basins. Ph.D. Dissertation. Tucson. The University of Arizona. 132 pp.
- Bartlett, E.T., K.E. Bottoms y R.P. Pope. 1976. Goal. Multiple objective programming. Coll. for and Nat. Res. Range Sci. Fort Collins, Colo. Department Range Science. Series No. 21. p 157.
- Beer, S. 1966. Decision and control. New York. John Wiley and Sons. 556 pp.
- Bell, E.F. 1977. Mathematical programming in forestry. *J. Forestry*, 75:317-319.
- Bottoms, K.E. y E.T. Bartlett. 1975. Resource allocation through goal programming. *J. Range Manage.* 28:442 - 447.
- Charnes, A. y W.W. Cooper. 1961. Management models and industrial applications of linear programming. New York, John Wiley and Sons. 471 pp.
- Clayton, E.R. y L.J. Moore. 1972. Goal vs. linear programming. *Journal of Systems Management*. 23(11):26 - 31.
- Clough, D.J. 1963. Linear programming. Chapter 13. In *Concepts in Management Science*. pp. 324-338.
- Dane, C.W., N.L. Meador, and J.B. White. 1977. Goal programming in land-use planning. *J. Forestry*. 75:325-329.
- D'Aquino, S.A. 1974. A case study for optimal allocation of range resources. *J. of Range Management*. 27:228-233.

- Deaijer, S. 1979. The I.Q.O. under development countries and the jones intelligence doctrine, *Technology in Society*, Vol I. pp. 239-253.
- De la Peña, S. 1979. El modo de producción capitalista. Teoría y método de investigación, México. Siglo XXI Ed. 246 pp.
- Field, D.B. 1973. Goal programming for forest management. *Forest Science*, 19(2): 125-135.
- Gibbs, T.E. 1973. Goal programming. *Journal of Systems Management*, 24(5): 38-41.
- Goicoechea, A., L. Duckstein, and M.M. Fogel. 1976. Multiobjective programming in watershed. *Water Resources Research*, 12:1085 - 1092.
- Hillier, F.J. y G.J. Lieberman. 1974. *Operations research*. San Francisco. Holden-Day, Inc. 800 pp.
- Jameson, D.A. 1979. Natural resource management analysis recurrent models and new directions. *ISEM Journal* 1(1-4):5 - 47.
- Lee, S.M. 1972. *Goal programming for decision analysis*. Averbach Publ. Inc. Philadelphia. 363 pp.
- Medina T., J.G., R. Armijo T. y R. Nava C. 1982. Modelos de manejo de ecosistemas. Saltillo, México. CIQA-ASZA. RO/16-82.
- Parra, V.M.; M. Perales R. y E. Hernández X. 1982. Desarrollo histórico del concepto de región y su aplicación en México. *Rev. de Geografía Agrícola (Análisis Regional de la Agricultura)*. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo, 2:7 - 31.
- Plane, D.R. y C. McMillan, Jr. 1971. *Discrete optimization*. New Jersey. Prentice-Hall, Inc. Englewoods Cliffs. 251 pp.
- Schreuder, G.F., K. Rustagi and B.B. Bare. 1979. Some methodologies employed in wildland use planning. *Seminario Planeación Ecológica Regional del Uso de la Tierra*. Xalapa, México. Instituto Nacional de Inv. sobre Rec. Bióticos. 28 pp.
- Schuler, A.T., H.H. Webster y J.C. Meadows. 1977. Goal programming in forest management. *J. Forestry*. 75:320 - 324.

- Shannon, R.E. 1975. Systems simulation. The art and science. N.J. Prentice-Hall, Inc. Engelwoods Cliffs. 387 pp.
- Swartzman, G.L. (Ed) 1972. Optimization techniques in ecosystem and land use planning U.S. International Biological Program Grassland Biome Technical. Fort Collins, Colo. Report. No. 143. 164 pp.
- Walters, C.J. and R. Hilborn. 1978. Ecological optimization and adaptive management. Ann. Rev. Ecol. Syst. 9: 157 - 188 pp.
- Watt, K.E.F. (Ed). 1966. Systems analysis in ecology. New York. Academic Pres. 276 pp.

## **TRATAMIENTO ELECTRO-HIDROPONICO DE MAIZ Y SU INFLUENCIA EN LA CINEMATICA DE CRECIMIENTO**

Julio Antonio Méndez Berlanga<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

Se describe y justifica el funcionamiento y la aplicación práctica de una nueva técnica de tratamiento electro-hidropónico, como un medio de selección y control de la cinemática de crecimiento, evaluada en maíz, por medio de un análisis físico y estadístico. Esta técnica tiene importancia para fines de investigación y en la producción agrícola a nivel invernadero y campo.

El sistema hidropónico tipo solución, se constituyó de tal manera, que formase un condensador electrolítico de placas planas paralelas, una superior en la superficie de la solución nutritiva, y la otra inferior en el fondo del recipiente, en donde la solución y las raíces constituyen el electrólito del condensador. En las placas se aplican 3 tipos de voltajes eléctricos con 8 volts efectivos y 60 hertz, durante 10 días a partir de la siembra en invernadero, con un consumo medio de 0.05 miliwatts por hora. El voltaje fundamental tiene la forma de onda alterna senoidal y los otros 2 se derivan de él, mediante la rectificación de media onda con polaridades invertidas, aparte se considera un testigo. Después del tratamiento eléctrico se efectúa el transplante en el campo.

Del análisis físico estadístico se concluye que, la forma y polaridad de la onda afectan significativamente la cinemática de crecimiento. Las ondas positiva y negativa, generan respectivamente un pH alcalino y ácido que des-

<sup>1</sup> Lic.M.C. Maestro Investigador del Depto. Agrofísica, Div. Ingeniería, UAAAN.

acelera el crecimiento durante el tratamiento, para luego acelerarlo en el campo. La onda alterna genera un pH neutro y provoca efectos cinemáticos similares al testigo, superándolo en la velocidad de crecimiento; en ambos casos, la velocidad se mantiene constante durante el tratamiento y en el campo.

Este trabajo es parte de un programa sobre Diseño, Construcción y Evaluación de Equipo para Ionización y Magnetización Agrícola, iniciado en 1978 por el Departamento de Agrofísica de la UAAAN.

## INTRODUCCION

Este artículo describe parte de una tesis de maestría sobre Aplicación de la Estadística y la Física en el Estudio de varios Efectos de la Energía Eléctrica sobre el Medio Hidropónico y Desarrollo del maíz, la que, a su vez, forma parte de un subprograma de investigación del Departamento de Agrofísica que se inició en 1978, referente a la Aplicación e Influencia de la Energía Eléctrica sobre los Cultivos agrícolas y su Medio, el cual forma parte de un programa dedicado al Diseño, Construcción y Evaluación de Equipo para Ionización y Magnetización Agrícola. Con el fin de desarrollar tecnología propia, basada en el campo electromagnético como un medio de diagnóstico, selección y control, para lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles en el lugar donde las semillas se conservarán, o germinarán y se nutrirán las plantas para disminuir, en la medida de lo posible, la contaminación ambiental y el uso irracional de energéticos.

En el presente estudio se describe una nueva técnica, práctica y eficiente, para la aplicación de energía eléctrica en el medio hidropónico tipo solución, con el fin de generar cambios en la cinemática de crecimiento del maíz, aun cuando la técnica puede ser de uso generalizado a diversos cultivos agrícolas. Se realiza una tabulación de valores de altura ( $Y$ ) contra tiempo ( $t$ ) durante los tratamientos eléctricos para el intervalo de tiempo;  $0 \leq t \leq 10$  días y, posteriormente, desde el trasplante hasta los 45 días, es decir,  $10 < t \leq 45$  días. Se efectúan análisis de varianza para estimar estadísticamente diferencias entre efectos asociados a tratamientos y los modelos de altura  $Y(t)$ . Para cada tratamiento se le asignan 3 modelos  $Y(t)$ , de los cuales se selecciona uno a partir de un criterio establecido por el autor. De cada modelo  $Y(t)$ , se derivan los modelos respectivos para la velocidad  $V(t)$  y la aceleración  $a(t)$ .

La aplicación de energía eléctrica a los cultivos agrícolas y su medio se justifica, debido a que el agua constituye una parte importante de los materiales que forman los seres vivos y en particular el de los vegetales, ahora bien, el agua posee propiedades eléctricas particulares debido a la estructura

misma de la molécula formada por un par de dipolos eléctricos. Además, las membranas celulares se pueden considerar como condensadores eléctricos, sobre las que actúa un potencial electrogénico realizando trabajo sobre el sistema. Debido a que el medio extracelular e intracelular de los organismos vivos es, en gran parte, de naturaleza electrolítica y en consecuencia los fenómenos iónicos desempeñan un papel fundamental en numerosos procesos biológicos. Las macromoléculas biológicas, en solución coloidal, muestran propiedades importantes de tipo electrolítico. De forma similar sucede con el suelo y la solución nutritiva. Por otra parte, el fenómeno fotosintético está directamente relacionado con el fenómeno fotoeléctrico.

Está demostrado que la energía eléctrica es factible de transformarse, con mínima contaminación, en muchas otras formas de energía, con una eficiencia muy grande, aparte de ser susceptible de controlarla en el tiempo y el espacio con una alta precisión. Además es, hasta el momento, la de menor costo por kilowatt hora, comparado con las demás formas de energía para consumo social.

En general, se puede establecer la hipótesis de que la influencia de la aplicación de energía eléctrica sobre los cultivos agrícolas y su medio, dependerá de la forma, polaridad, intensidad y frecuencia de la onda aplicada a la semilla, planta, medio de nutrición o de conservación, en interacción con las variables: luz, concentración de CO<sub>2</sub>, temperatura, humedad y fertilidad del medio. En consecuencia, se admite la posibilidad de aplicar la energía eléctrica, como un medio de conservación y control de la producción agrícola en forma intensiva, a nivel invernadero tipo hidropónico o suelo y en el campo directamente. En particular, en este estudio se demuestra que la forma y polaridad de la onda eléctrica influye sobre la cinemática de crecimiento del maíz, y afecta la altura, la velocidad y la aceleración de la planta, en forma tal que se puede aplicar como un medio de control del crecimiento vegetal.

## REVISION DE LITERATURA

Zaderej A. y C. Corson, (1977), citan que durante el siglo XVIII, varios hombres distinguidos, trabajando experimentalmente en forma independiente, concluyeron que la electricidad es un factor de control importante en el ciclo biológico. Los resultados de algunas investigaciones fueron conocidos 300 años después de efectuados. El estudio de los electrocultivos (como los llama la ciencia) empieza con los experimentos básicos efectuados en Inglaterra en 1746 y en Francia en 1748.

Lemstrom (1904), en la introducción de su libro "Electricidad en la Agricultura y la Horticultura", advierte que para la interpretación de estos

fenómenos se requieren, al menos, de conocimientos básicos sobre Física, Botánica y Agronomía; pero resulta que la electrocultura no es de interés particular para los especialistas en esas áreas. En el siglo XX se tendrá la necesidad de recurrir a no menos de 7 campos diferentes de la ciencia y la técnica, en relación con la electrocultura.

En respuesta a la advertencia de Lemstrom, los científicos contemporáneos encontrarán la explicación natural, de por qué la electricidad es el factor más importante en el desarrollo de los sistemas biológicos.

En la atmósfera terrestre existe un campo eléctrico de gran intensidad, cuyo valor medio es de 1 V/cm. Según Neda Marinesco (1932), este campo (que a 1 m ya es de + 100V) interviene como factor acelerador en la ascensión electrosmótica de la savia. ¿Cómo se conducen, desde el punto de vista del crecimiento, las plantas sustraídas a esa influencia?

Breazeale J.F. (1923), menciona que algunos experimentadores, comparando el crecimiento en conexión con el suelo, o bien aislando macetas de cultivo, han observado que la supresión del campo eléctrico terrestre no perjudica, sino que, por el contrario, favorece el desarrollo de los vegetales. Con la influencia de un potencial eléctrico se aumenta el tránsito de cationes en la planta.

Breazeale L.E. *et al.* (1951), establece evidencias experimentales que fundamentan la teoría de que la absorción de nutrientes por la planta, es un fenómeno eléctrico. Prueba que la absorción de cationes está en función del potencial eléctrico específico del ion. Los iones son absorbidos y transportados dentro de la planta, como una respuesta a un impulso eléctrico creado por un impulso vital. La técnica experimental "Fisher electropode" puede ser utilizada en el estudio de la absorción de iones por las plantas.

Zaderej A. y C. Corson (1977), citan que las plantas son seres independientes en muchos modos y que no necesariamente muestran patrones de producción uniformes. Electrónicamente hablando, siendo organismos vivos, las especies utilizan la energía contenida en la unión del fosfato, del trifosfato de adenosina (ATP) para impulsar las reacciones, las cuales controlan el mantenimiento y crecimiento de las células, tejidos, etc. Este (ATP) se produce del difosfato de adenosina (ADP) por procesos involucrados en la respiración aeróbica, fermentación y los constituyentes bionucleares electromagnéticos de la fotosíntesis. En muchos casos, las plantas son semi-conductores orgánicos y aparentemente partes del sistema de transporte de electrones, los cuales, en las mitocondrias de las plantas superiores, son exactamente los mismos que para las mitocondrias animales, un camino para generar enzimas.

Menciona Lawrence (1969), que probablemente el descubrimiento y la utilización de los fertilizantes químicos, fue lo que inhibió el desarrollo de la ingeniería de los electrocultivos. Hoy, sin embargo, se está en una situación en que la polución por la utilización de los nitratos, está contaminando no sólo el abastecimiento del agua, sino el panorama ecológico entero. Esta situación hace que el resurgimiento de la electrocultura, sea no solamente deseable, sino inminentemente necesaria.

Lawrence L.G. (1973), cita en relación con la electrocultura, un incremento verídico en la producción del 45%, es lo que se puede esperar de un campo bien cultivado. Las diferencias en la producción se determinan comparando los resultados contra campos en iguales condiciones, pero sin electrocultivos. Algunas plantas responden negativamente al tratamiento y dan muy baja producción, como es el caso de los chícharos y zanahorias. Además, el tratamiento eléctrico deberá ser suspendido si los días son calurosos y soleados. Un simple circuito de relay fotoeléctrico, conectado en serie con el abastecimiento de corriente, provee un control adecuado para este propósito. Se puede utilizar un fertilizante orgánico para proveer los nutrientes básicos para la planta.

Lawrence (1973), dice que, sin embargo, tomados conjuntamente todos los resultados, la ciencia sólo tiene una idea vaga del porqué las plantas reaccionan a la aplicación de la electrocultura. El campo es amplio y abierto para la experimentación, ciertamente tiene excepcionales esperanzas para el futuro.

Más recientemente, científicos de diversas áreas como: Zaderej, A. y C. Corson (1977), Nelson, S.O. *et al.* (1964, 1970 y 1976), Stetson, L.E. (1976), Murr, L.E. (1976), y otros, han contribuido con la corporación Unitrón para el desarrollo de la electrogénica, en cuanto a la construcción de una máquina para tratar semilla, la cual es impregnada con fertilizante y enzimas, para que luego sea bombardeada con iones negativos y calentada con radiofrecuencia, que hace aumentar el potencial biológico de las semillas.

Leyva A.M. (1974), estableció varias hipótesis sobre la electrostática en la naturaleza y su influencia en la vida animal y vegetal, sometiénolas a prueba por medio de experimentos con árboles y plantas, afectados por electrodos en el suelo y antenas cerca de las yemas, utilizando ácido sulfúrico para aumentar la conductividad eléctrica del suelo. Generadores electrostáticos con jaulas de Faraday y electroscopios, fueron utilizados para medir el efecto de la descarga eléctrica por las puntas de las hojas y su relación con la radiación solar y la precipitación pluvial.

En el departamento de Agrofísica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a partir de 1978, se han efectuado trabajos sobre "La Aplica-

ción e Influencia de la Energía Eléctrica sobre los Cultivos Agrícolas y su Medio Ambiente", por: Méndez, B.J.A. (1981, 1983, 1984), Méndez, B.J.A. y A. Arredondo (1979-1981), Méndez, B.J.A., A. Arredondo, O. y F.J. Torres (1979-1981), Méndez, B.J.A., D. Loyola, L. y H. González, F. (1979-1981), Alvarado, M.T.E. y J.A. Méndez, B. (1983), Alvarez J.P. y J.A. Méndez B. (1982), Camarillo, M.J.F. y J.A. Méndez, B. (1985), Luna, D.E. y J.A. Méndez, B. (1984), Pérez, G.H. y J.A. Méndez, B. (1984), y Regalado, N.J.C. y J.A. Méndez, B. (1985), y han llegado a la conclusión de que la energía eléctrica aplicada a la semilla, planta y suelo, bajo condiciones de laboratorio, invernadero y campo, influye sobre la absorción de agua y asimilación de nutrientes, con diversos tipos de voltaje y frecuencia, en todas las etapas fenológicas; afecta el tropismo y desarrollo radical y foliar, y repercute en cambios metabólicos significativos observados en el rendimiento, calidad y velocidad de maduración del fruto, en los cultivos de tomate, chile, pepino, rábano, frijol y maíz. Se han establecido algunas técnicas prácticas y económicas, para la aplicación de energía eléctrica con fines didácticos, de investigación y producción agrícola. La técnica más reciente aplica la energía eléctrica al suelo y la planta, utilizando diversos medios de locomoción, como el tractor, tracción animal y manualmente.

## MATERIALES Y METODOS

Las hipótesis sujetas a prueba son:

1. Es posible diseñar una técnica electro-hidropónica que sea práctica y eficiente, que permita establecer un control sobre la cinemática de crecimiento del maíz.
2. La forma y polaridad de la onda electromagnética afecta la cinemática de crecimiento del maíz.
3. La onda semirrectificada con polaridad positiva, provoca una desaceleración máxima, por generar un medio alcalino.
4. La onda semirrectificada con polaridad negativa, provoca una desaceleración menor que la positiva, por generar un medio ácido.
5. La onda alterna genera un medio neutro y provoca efectos cinemáticos similares al testigo, superándolo en la velocidad de crecimiento.

Los tratamientos eléctricos se establecieron de tal manera que el tratamiento de onda alterna denominado T<sub>4</sub>, fuese igual a la unión de los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; es decir, la onda semirrectificada positiva, unión la onda semirrectificada negativa, genera la onda alterna; además, se considera un tra-

tamiento testigo  $T_1$ , sin aplicación de energía eléctrica (Figura 1). La distribución de las líneas de campo eléctrico, está en función de la geometría de los electrodos y de la polaridad y forma de onda, se eligió cónico el electrodo superior para que la intensidad de campo eléctrico aumentase, a medida que se reduce el diámetro del mismo (Figura 2).

El experimento se inició el 17 de mayo de 1978 y se estableció en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Las coordenadas geográficas son: Altitud 1743 msnm, Latitud:  $25^{\circ}22'$  Norte y Longitud:  $101^{\circ}22'$  Oeste. Se utilizó, durante 10 días, un invernadero con equipo de control automático de clima. Posteriormente, el 27 de mayo, se transplantó al campo situado en el bajo de la Universidad.

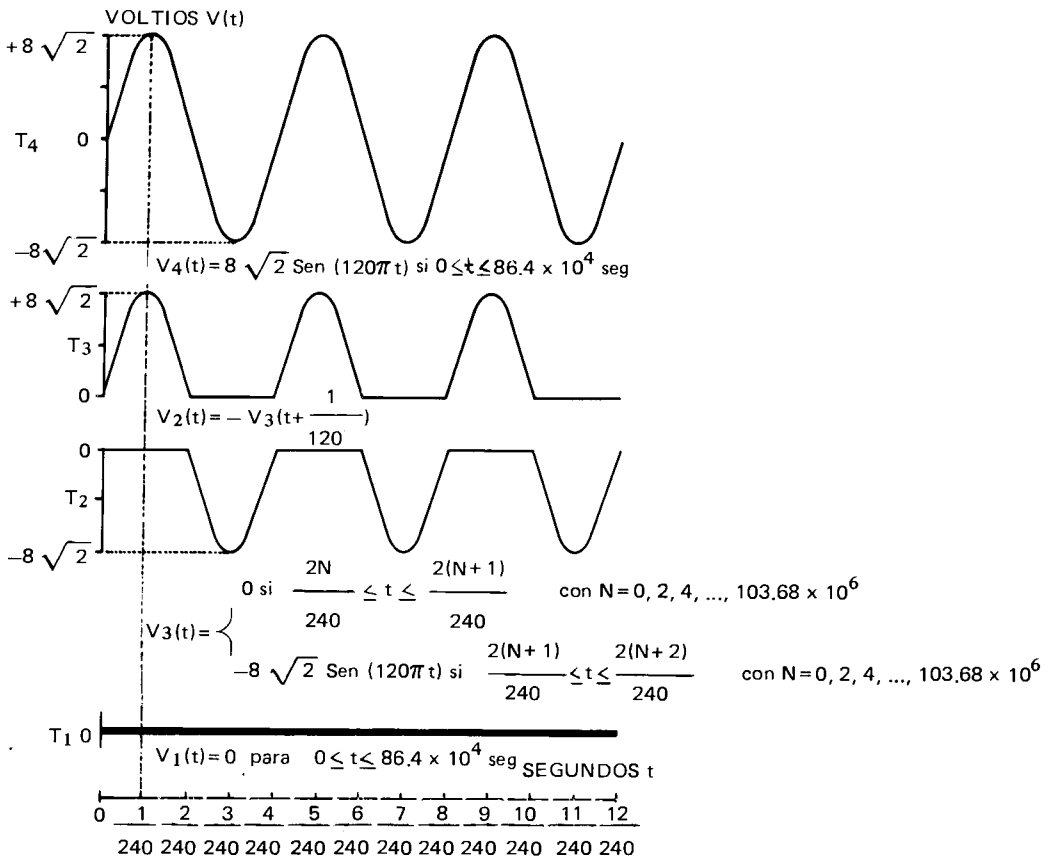
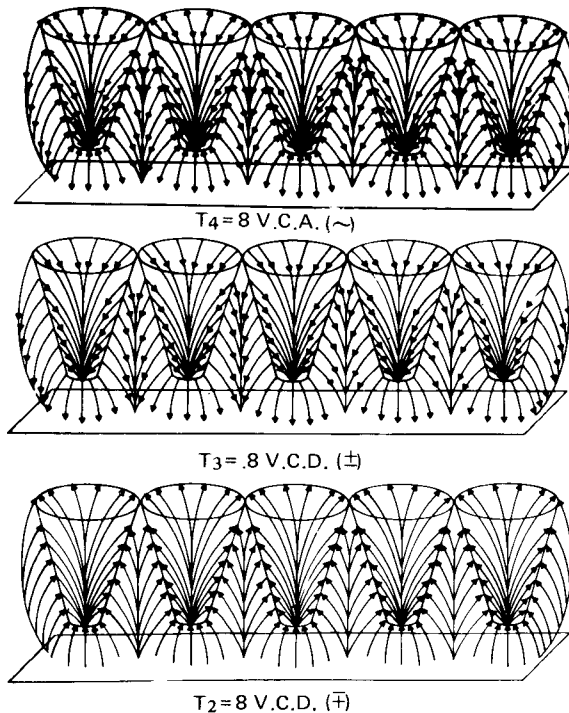


Figura 1. Gráficas y modelos matemáticos que describen los tratamientos eléctricos ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$ ) en voltaje contra tiempo.



**Figura 2. Forma aproximada de las líneas de campo eléctrico, para cada uno de los tratamientos eléctricos  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  para un instante de tiempo.**

Se utilizaron 380 semillas de maíz cruz simple ( $S_5-10-1$ ) x ( $S_5-32-1$ ) =  $C_1$ , denominada como hembra del Tehuano H-6 y 380 semillas de maíz cruz simple ( $SSE-232-1-1$ ) x ( $SSE-255-1-1$ ) =  $C_2$ , denominada como hembra del AN-360; ambas de la cosecha de 1977. Las semillas fueron seleccionadas considerando que estuviesen aproximadamente iguales en tamaño, color y libres de daños mecánicos. Se sembraron a 2 cm de profundidad con el embrión apuntando hacia el suelo y con la cara hacia el oriente; se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio para cada material, con 5 repeticiones de 18 plantas por unidad experimental.

El medio hidropónico está formado por vermiculita como material para sembrar la semilla y sostener la plántula y 2.4 litros de solución nutritiva concentrada, la cual se diluye en 123.6 litros de agua potable (Cuadros 1 y 2 y Figura 4).

**Cuadro 1. Solución nutritiva empleada en el experimento (Lab. de Calidad de aguas, UAAAN).**

Componente	Fórmula	mgr/lit*
Nitrato de amonio	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	457.5
Fosfato de amonio	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	231.25
Sulfato de potasio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.70
Sulfato de magnesio	MgSO <sub>4</sub>	206.25
Sulfato de hierro	FeSO <sub>4</sub>	2.0625
Acido Bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1.125
Sulfato de zinc	ZnSO <sub>4</sub>	0.0625
Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub>	0.0625

\* Agua destilada

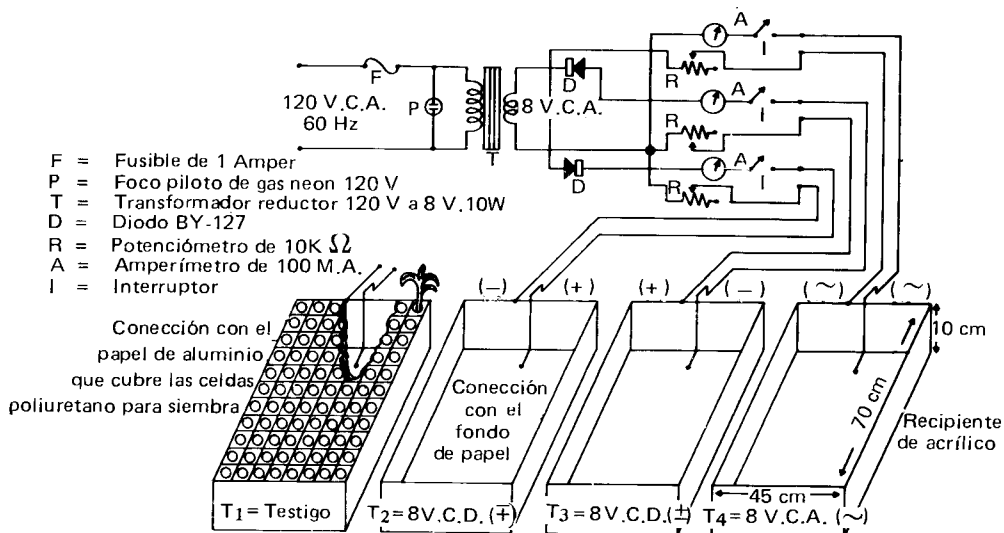
Volumen de los recipientes utilizados 70 x 45 x 10 cm = 31.5 lt. Se disolvieron 0,6 lt de solución nutritiva en 30,9 lt de agua potable para cada tratamiento

**Cuadro 2. Análisis del agua en la que se disolvió la solución nutritiva y se reestableció el nivel de los recipientes durante 10 días (Lab. de Calidad de aguas, UAAAN).**

pH	7.95
C.E. Micromhos/cm	0.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/lit	5.0
Ca <sup>++</sup> meq/lit	3.0
Mg <sup>++</sup> meq/lit	1.5
Cl <sub>2</sub> <sup>-</sup> meq/lit	1.81
SO <sub>4</sub> meq/lit	0.12
Na <sup>++</sup> meq/lit	---
B ppm	0.20
K ppm	---

La solución nutritiva diluída, se vierte en 4 recipientes de acrílico (polimetacrilato de metilo) color negro en forma de paralelepípedo, de dimensiones 70 x 45 x 10 cm<sup>3</sup> = 31,5 litros. Como electrodos se usó papel de aluminio marca Reynolds Warp uno de forma plana de 70 x 45 cm<sup>2</sup> de área, colocado en el fondo de cada recipiente, y el otro formado por 180 conos truncados, interconectados eléctricamente y colocados en cada charola de poliestireno con 180 celdas para siembra de forma cónica con 3,5 cm de diámetro superior; 7 cm de profundidad y 1 cm de diámetro inferior para el desplazamiento radicular (Figuras 3, 4 y 5).

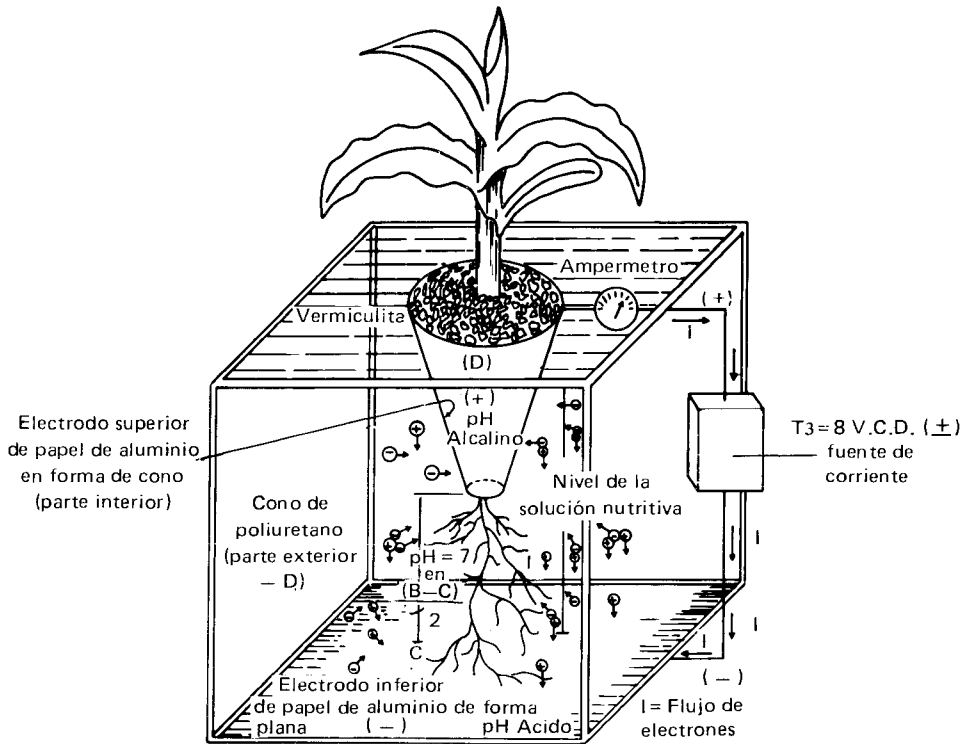
Para aplicar los tratamientos eléctricos se requiere de una fuente de energía eléctrica (construida por el autor) con voltaje reducido a 8 volt efectivos a 60 hertz, con 3 tomas de energía: una alterna y 2 semirrectificadas con polaridades opuestas (Figura 3).



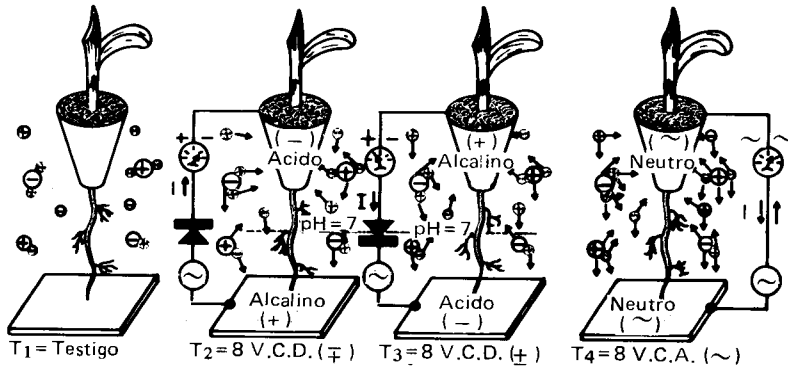
**Figura 3. Diagrama del circuito utilizado en los tratamientos eléctricos al maíz.**

Colocados los electrodos, se procede a verter la solución y rellenar las celdas cónicas con vermiculita, situando de forma flotante las charolas en los recipientes, para luego sembrar y conectar los electrodos a la fuente de energía eléctrica (Figuras 3 y 4), manteniendo los tratamientos durante 10 días para luego transplantar en el campo.

La altura de la planta, durante los 10 días de tratamiento eléctrico, se midió en todas las plantas de cada unidad experimental, con una regla métrica de 30 cm graduada en milímetros, que se colocó sobre la base de la charo-



**Figura 4.** Disposición esquemática del tratamiento  $T_3 = 8 \text{ V.C.D. } (\pm)$  e ilustración del efecto eléctrico sobre la distribución del potencial hidrógeno pH.



**Figura 5** Acción de las fuerzas eléctricas en cada uno de los 4 tratamientos sobre los iones de la solución nutritiva y efecto sobre la distribución del potencial hidrógeno (pH).

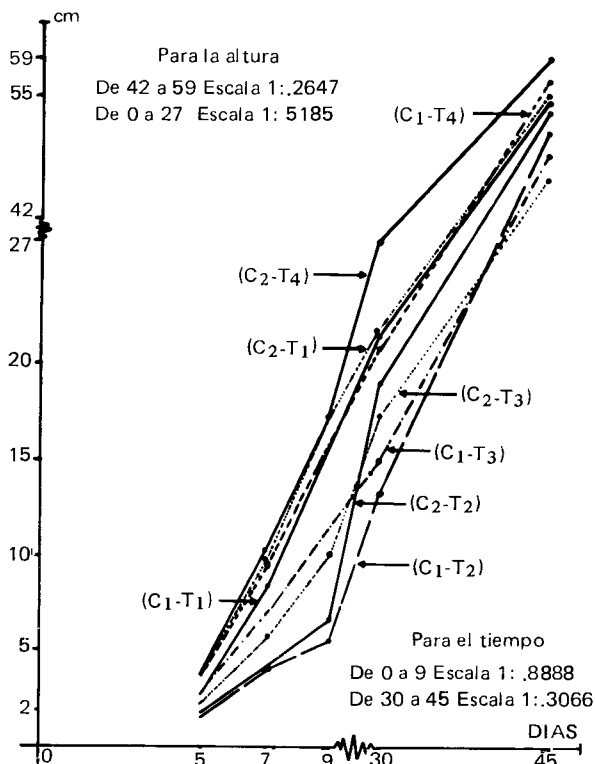
la de siembra y tocando la hoja bandera, para obtener un valor medio por repetición (Figura 6 y Cuadro 6). Posteriormente se efectuó un análisis químico del estado final de la solución nutritiva (Cuadro 3) y finalmente se trasplantó en suelo (Cuadro 4), bajo un diseño experimental en bloques completos al azar, con 4 repeticiones de 10 plantas por unidad experimental, para cada uno de los 2 materiales de maíz. La altura de planta se continuó midiendo en el campo bajo el mismo criterio que en el invernadero.

Se efectuaron análisis de varianza para cada crua de maíz por separado y para cada tiempo 5, 7, 9, 30 y 45 días, y se estimaron las diferencias porcentuales entre efectos de tratamientos eléctricos, comparados con el testigo; para esto se utilizó la prueba de F-Snedecor y se calculó la probabilidad de rechazo máxima (Cuadro 5). Además, se estiman 3 modelos estadísticos polinomiales de grados 1, 2 y 3 para representar matemáticamente la altura de planta (Y), en función del tiempo (t), para cada tratamiento y de los 3 se selecciona el más significativo en base al criterio del máximo de  $S = (1 - P(R)/r^2)$  establecido por el autor, donde: P(R) es la probabilidad máxima de rechazo del modelo polinomial, y  $r^2$  es el coeficiente de determinación (Cuadros 9, 10, 11 y 12).

Los modelos para la velocidad V(t) y la aceleración a(t) del crecimiento, se derivan de forma indirecta, a partir de la primera y segunda derivada temporal de Y(t) respectivamente (Cuadros 7 y 8). En base a V(t) y a(t), para cada crua de maíz y cada tratamiento, se realiza un análisis cinemático sobre los valores críticos y los intervalos de tiempo en que se acelera y en los que se desacelera el crecimiento, como se muestra en el Cuadro 8. Se da, además, una interpretación biofísica a criterio del autor, sobre los tiempos complejos que generan valores críticos en la velocidad de crecimiento.

**Cuadro 3. Análisis químico del estado final de la solución nutritiva en cada tratamiento a los 10 días de iniciada la aplicación de energía eléctrica.**

Variable química	Tratamientos			
	T <sub>1</sub> = 0V	T <sub>2</sub> = 8V(∓)	T <sub>3</sub> = 8V(±)	T <sub>4</sub> = 8V(~)
pH	7.0	6.8	8.65	7.3
C.E. milimhos/cm	3300	3200	2800	3300
Potasio ppm	1150	1000	1150	1150
Fósforo ppm	3.5	2.5	3.3	2.0
Ca <sup>++</sup> meq/lt	2.0	2.0	2.0	2.0
Mg <sup>++</sup> meq/lt	6.0	7.0	3.0	4.0
Cl <sub>2</sub> <sup>-</sup> meq/lt	2.5	5.0	5.0	2.5
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> meq/lt	18.12	20.86	15.33	19.62
Nitrógeno ‰	0.04446	0.04144	0.04144	0.04466



**Figura 6.** Gráfica de altura en función del tiempo, para cada una de las cruces simples C<sub>1</sub> (hembra del Tehuano H-6) y C<sub>2</sub> (hembra del AN-36U) en cada tratamiento eléctrico T<sub>1</sub> = Testigo, T<sub>2</sub> = 8 V.C.D. (±), T<sub>3</sub> = 8 V.C.D. (⊖) y T<sub>4</sub> = 8 V.C.A. (~).

**Cuadro 4.** Análisis del suelo donde se estableció el experimento en cuanto a fertilidad, salinidad y textura. Depto. Suelos, División de Ingeniería, UAAAN.

Determinación	Contenido	Dictamen
Materia orgánica ‰	2.4	Medianamente rico
Nitrógeno aprov. kg/ha	57.6	Rico
Fósforo aprov. kg/ha	40.5	Mediano
Potasio intercambiable kg/ha	900	Ext. rico
Reacción (pH) 1:2	7.2	Muy ligero alcalino
Carbonatos totales ‰	5.1	Bajo
C.E. (milimhos/cm)	0.22	No salino
Arena ‰	56.0	
Limo ‰	33.2	Migajón arenoso
Arcilla ‰	10.8	

**Cuadro 5. Diferencia porcentual ( $\Delta\%$ ) y probabilidad de rechazo  $P(H)$ , entre valores medios de porcentaje de nacencia y altura de la planta en maíz, 2 hembras: la del AIN-360 y la del Tehuano H-6 causados por los tratamientos eléctricos comparados con el testigo ( $T_1$ ).**

Variable observada	$T_2 = 8V.C.D. (\mp)$		Tratamientos eléctricos		$T_4 = 8 V.C.A. (\sim)$		
	$\Delta \%$	$P(H)$	$T_3 = 8 V.C.D. (\pm)$	$\Delta \%$	$P(H)$	$\Delta \%$	$P(H)$
} Altura }	% de nacencia			(hembra del AIN-360)			
	a los 5 días	-10.60	0.02000*	-15.30	0.002560**	+ 4.70	0.170000
	a los 7 días	-51.70	0.000003**	-34.40	0.000003**	+ 1.10	0.420000
	a los 9 días	-57.13	$4 \times 10^{-12}$ **	-40.37	$1.1 \times 10^{-7}$ **	+ 5.80	0.118000
	a los 30 días	-62.00	$10^{-10}$ **	-42.40	$9.9 \times 10^{-10}$ **	+ 0.40	0.540000
a los 45 días	-12.50	0.011238*	-20.45	0.000744**	+ 21.59	0.000522**	
	- 3.18	0.371943	-15.45	$6.8 \times 10^{-6}$ **	+ 7.27	0.001555**	
<b>(hembra del Tehuano H-6)</b>							
} Altura }	% de nacencia						
	a los 5 días	-7.95	0.020000*	-1.10	0.334000	+ $2 \times 10^{-3}$	0.494000
	a los 7 días	-45.00	$2 \times 10^{-7}$ **	+ 2.70	0.286000	+ 24.40	0.000055**
	a los 9 días	-52.20	$3 \times 10^{-12}$ **	-15.50	0.000190**	+ 11.80	0.001790**
	a los 30 días	-64.90	$7.49 \times 10^{-8}$ **	-26.50	$7.0 \times 10^{-10}$ **	+ 1.70	0.222000
a los 45 días	-39.08	$6.8 \times 10^{-6}$ **	-31.06	$4.2 \times 10^{-5}$ **	-2.30	0.314535	
	-20.27	$8.0 \times 10^{-7}$ **	-10.60	0.000138**	+ 3.68	0.038276**	

**Cuadro 6. Tabulaciones de altura media (Y) en cm, versus tiempo (t), días postsiembra, para cada uno de los 4 tratamientos eléctricos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, en 2 cruza simples de maíz, C<sub>1</sub> (hembra del Tehuano H-6) y C<sub>2</sub> (hembra del AN-360).**

T <sub>1</sub> = 0 Volt		T <sub>2</sub> = 8 V.C.D. (∓)		T <sub>3</sub> = 8 V.C.D. (±)		T <sub>4</sub> = 8 V.C.A. (~)	
<b>C<sub>1</sub> (hembra del Tehuano H-6)</b>							
t	y	t	y	t	y	t	y
5	2.808	5	1.544	5	2.886	5	3.494
7	8.450	7	4.038	7	7.142	7	9.448
9	15.660	9	5.490	9	11.504	9	15.924
30	21.750	30	13.250	30	15.000	30	21.250
45	54.250	45	43.250	45	48.500	45	56.250
<b>C<sub>2</sub> (hembra del AN-360)</b>							
t	y	t	y	t	y	t	y
5	3.706	5	1.790	5	2.432	5	3.746
7	9.858	7	4.226	7	5.878	7	10.430
9	17.508	9	6.650	9	10.090	9	17.578
30	22.000	30	19.250	30	17.500	30	26.750
45	55.000	45	53.250	45	46.500	45	59.000

**Cuadro 7. Modelos polinomiales de mayor significancia y probabilidad de rechazo P(H), que explican el crecimiento de maíz en cada tratamiento eléctrico. Altura (Y) en cm versus tiempo (t) en días con  $5 \leq t \leq 45$ .**

Tratamiento	Modelo polinomial	P(H)
(C <sub>1</sub> , T <sub>1</sub> )	$Y(t) = .0920181 + 1.07686t$	.017403*
(C <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> )	$Y(t) = 6.85508 + 2.1643t - .10272t^2 + .00176374t^3$	.007837**
(C <sub>1</sub> , T <sub>3</sub> )	$Y(t) = -16.1008 + 4.81007t - .227329t^2 + .00338532t^3$	.019444*
(C <sub>1</sub> , T <sub>4</sub> )	$Y(t) = .262414 + 1.09431t$	.021425*
(C <sub>2</sub> , T <sub>1</sub> )	$Y(t) = 1.35372 + 1.05524t$	.021748*
(C <sub>2</sub> , T <sub>2</sub> )	$Y(t) = -7.79009 + 2.36511t - .101536t^2 + .00175825t^3$	.006172*
(C <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> )	$Y(t) = -1.83104 + .9537t$	.014293*
(C <sub>2</sub> , T <sub>4</sub> )	$Y(t) = .969904 + 1.17348t$	.011332*

**Cuadro 8. Velocidad  $V(t)$  y aceleración  $a(t)$  para  $0 \leq t \leq 45$  días del crecimiento de las cruza simples de maíz  $C_1$  y  $C_2$  respectivamente, sujetas a 4 tratamientos eléctricos  $T_1, T_2, T_3$ , y  $T_4$ , bajo condiciones de hidroponía.**

---

$(C_1, T_1): V(t) = 1.07686 \text{ cm/día y } a(t) = 0 \text{ cm/día}^2$
$(C_2, T_1): V(t) = 1.05524 \text{ cm/día y } a(t) = 0 \text{ cm/día}^2$
$(C_1, T_2): V(t) = .00529122t^2 - .20544t + 2.1643$
$V(t) = 0$ en $t_1 = (19.1 + j 5.67 \text{ días})$ y $t_2 = (19.41 - j 5.67) \text{ días}$
$a(t) = .01158244t - .20544$ causa que $a(t) < 0$ , si $0 \leq t \leq 17.74 \text{ días}$ ,
$a(t) = 0$ si $t = 17.74 \text{ días}$ , y $a(t) > 0$ , si $17.74 < t \leq 45 \text{ días}$ .
$(C_2, T_2): V(t) = .00527475t^2 - .233072 t + 2.36511$
$V(t) = 0$ , si $t_1 = 15.79 \text{ días y } t_2 = 28.39 \text{ días}$
$a(t) = .0105495 t - .233072$ causa que $a(t) < 0$ , si $0 \leq t \leq 22.09 \text{ días}$ ,
$a(t) = 0$ si $t = 22.09 \text{ días}$ , y $a(t) > 0$ si $22.09 < t \leq 45 \text{ días}$ .
$(C_1, T_3): V(t) = .01015596t^2 - .454658 t + 4.81007$
$V(t) = 0$ si $t_1 = 17.15 \text{ días y } t_2 = 27.62 \text{ días}$
$a(t) = .02031192 t - .454658$ causa que $a(t) < 0$ si $0 \leq t \leq 22.38 \text{ días}$ ,
$a(t) = 0$ si $t = 22.38 \text{ días}$ , y $a(t) > 0$ si $22.38 < t \leq 45 \text{ días}$ .
$(C_2, T_3): V(t) = .9537 \text{ cm/día y } a(t) = 0 \text{ cm/día}^2$
$(C_1, T_4): V(t) = 1.094321 \text{ cm/día y } a(t) = 0 \text{ cm/día}^2$
$(C_2, T_4): V(t) = 1.17348 \text{ cm/día y } a(t) = 0 \text{ cm/día}^2$

---

**Cuadro 9. Análisis de varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de maíz en el tratamiento  $t_2 = 8$  V.C.D. ( $\bar{x}$ ), para las cruza simples  $C_1$  (hembra del Tehuano H-6) y  $C_2$  (hembra del AN-360) a partir de los datos del cuadro 6.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
<b><math>C_1</math> hembra del Tehuano H-6)</b>				
De la regresión	1	1035.648	1035.648	21.264
Error	3	146.112	48.704	
Total	4	1181.759		$r = .936142$
$Y(t) = -4.05502 + .915074 t$ con $P(\text{rechazo}) = .019185$				
De la regresión	2	1164.939	582.470	69.259
Error	2	16.820	8.410	
Total	4	1181.759		$r = .992858$
$Y(t) = 7.7431 - .888526 t + .370633t^2$ con $P(R) = .014223$				
De la regresión	3	1181.715	393.905	8797.262
Error	1	0.045	0.045	
Total	4	1181.759		$r = .999982$
$Y(t) = -6.85508 + 2.1643t - .10272t^2 + .00176374t^3$ con $P(R) = .007837$				
<b><math>C_2</math> (hembra del AN-360)</b>				
De la regresión	1	1669.478	1669.478	33.106
Error	3	151.283	50.428	
Total	4	1820.761		$r = .957555$
$Y(t) = -5.27383 + 1.16182t$ con $P(\text{rechazo}) = .010430$				
De la regresión	2	1804.047	902.024	107.937
Error	2	16.714	8.357	
Total	4	1820.761		$r = .995399$
$Y(t) = 6.76267 - .678218t + .0378122t^2$ con $P(R) = .009179$				
De la regresión	3	1820.718	606.906	14186.680
Error	1	0.043	0.043	
Total	4	1820.761		$r = .999988$
$Y(t) = -7.79009 + 2.36511t - .101536t^2 + .00175825t^3$ con $P(R) = .006171$				

Observación:  $Y(t)$  es la altura media de la planta en cm en función del tiempo (t) en días para  $5 \leq t \leq 45$

**Cuadro 10. Análisis de varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de maíz en el tratamiento T<sub>3</sub> = 8V.C.D. (±), para las cruza simples C<sub>1</sub> (hembra del Tehuano H-6) y C<sub>2</sub> (hembra del AN-360) a partir de los datos del cuadro 6.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
<b>C<sub>1</sub> (hembra del Tehuano H-6)</b>				
De la regresión	1	1102.736	1102.736	15.030
Error	3	220.105	73.368	
Total	4	1322.841		r = .913023
Y(t) = -1.12316 + .944248t con P(rechazo) = .030387				
de la regresión	2	1260.730	630.365	20.298
Error	2	62.111	31.055	
Total	4	1322.841		r = .976241
Y(t) = 11.919 - 1.04953t + .0409713t <sup>2</sup> con P(R) = .046953				
De la regresión	3	1322.532	440.844	1428.918
Error	1	0.309	0.309	
Total	4	1322.841		r = .999883
Y(t) = -16.1008 + 4.81007t - .227329t <sup>2</sup> + .00338532t <sup>3</sup> con P(R) = .019443				
<b>C<sub>2</sub> (hembra del AN-360)</b>				
De la regresión	1	1124.923	1124.923	26.386
Error	3	127.898	42.633	
Total	4	1252.822		r = .947582
Y(t) = -1.83104 + .9537t con P(rechazo) = .014293				
De la regresión	2	1215.566	607.783	32.627
Error	2	37.256	18.628	
Total	4	1252.822		r = .985019
Y(t) = 8.0475 - .556451t + .031033t <sup>2</sup> con P(R) = .029738				
De la regresión	3	1252.317	417.439	846.990
Error	1	0.505	0.505	
Total	4	1252.822		r = .999798
Y(t) = -13.5597 + 3.96213t - .175865t <sup>2</sup> + .00261056t <sup>3</sup> con P(R) = .025555				

Observación: Y(t) es la altura media de la planta en cm en función del tiempo (t) en días para 5 ≤ t ≤ 45

**Cuadro 11. Análisis de varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de maíz en el tratamiento  $T_4 = 8$  V.C.A. ( $\sim$ ), para las cruzas  $C_1$  (hembra del Tehuano H-6) y  $C_2$  (hembra del AN-360) a partir de los datos del cuadro 6.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
<b><math>C_1</math> (hembra del Tehuano H-6)</b>				
De la regresión	1	1481.091	1481.091	19.588
Error	3	226.836	75.612	
Total	4	1707.926		$r = .931228$
$Y(t) = .262414 + 1.09431t$ con $P(\text{rechazo}) = .021425$				
De la regresión	2	1610.330	805.165	16.500
Error	2	97.597	48.798	
Total	4	1707.926		$r = .971008$
$Y(t) = 12.0581 - .708921t + .0370558t^2$ con $P(R) = .057143$				
De la regresión	3	1707.114	569.038	700.686
Error	1	0.812	0.812	
Total	4	1707.926		$r = .999762$
$Y(t) = -23.0062 + 6.62386t - .298699t^2 + .00423644t^3$ con $P(R) = .027762$				
<b><math>C_2</math> (hembra del AN-360)</b>				
De la regresión	1	1703.154	1703.154	31.198
Error	3	163.774	54.591	
Total	4	1866.928		$r = .955131$
$Y(t) = .969904 + 1.17348t$ con $P(\text{rechazo}) = .011332$				
De la regresión	2	1773.261	886.631	18.932
Error	2	93.667	46.833	
Total	4	1866.928		$r = .974591$
$Y(t) = 9.65769 - .154634t + .0272923t^2$ con $P(R) = .050170$				
De la regresión	3	1866.131	622.044	780.244
Error	1	0.797	0.797	
Total	4	1866.928		$r = .999786$
$Y(t) = -24.6901 + 7.0283t - .301601t^2 + .00414986t^3$ con $P(R) = .026309$				

Observación:  $Y(t)$  es la altura media de la planta en cm en función del tiempo (t) en días para  $5 \leq t \leq 45$

**Cuadro 12. Análisis de varianza para los polinomios de grado 1,2 y 3 asociados al crecimiento de maíz en el tratamiento  $T_1 = 0$  volt, para las cruza simples  $C_1$  (hembra del Tehuano H-6) y  $C_2$  (hembra del AN-360) a partir de los datos del Cuadro 6.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
<b><math>C_1</math> (hembra del Tehuano H-6)</b>				
De la regresión	1	1434.214	1434.214	22.885
Error	3	188.011	62.270	
Total	4	1622.225		$r = .940267$
$Y(t) = -.0920181 + 1.07686t$			con $P(\text{rechazo}) = .017403$	
De la regresión	2	1528.241	764.121	16.261
Error	2	93.984	46.992	
Total	4	1622.225		$r = .970600$
$Y(t) = 9.96929 - .461235t + .0316072t^2$			con $P(R) = .057934$	
De la regresión	3	1620.461	540.154	306.181
Error	1	1.764	1.764	
Total	4	1622.225		$r = .999456$
$Y(t) = -24.2581 + 6.69652t - .296134t^2 + -.00413532t^3$ con $P(R) = .041930$				
<b><math>C_2</math> (hembra del AN-360)</b>				
De la regresión	1	1377.226	1377.226	19.370
Error	3	213.307	71.102	
Total	4	1590.533		$r = .930532$
$Y(t) = 1.35372 + 1.05524t$			con $P(R) = .021748$	
De la regresión	2	1478.382	739.191	13.182
Error	2	112.151	56.076	
Total	4	1590.533		$r = .964099$
$Y(t) = 11.7895 - .540087t + .0327835t^2$			con $P(R) = .070512$	
De la regresión	3	1588.658	529.553	282.338
Error	1	1.876	1.876	
Total	4	1590.533		$r = .999410$
$Y(t) = -25.6391 - 7.2871t - 32561t^2 + .00452208t^3$ con $P(R) = .043714$				

Observación:  $Y(t)$  es la altura media de planta en cm en función del tiempo (t) en días para  $5 \leq t \leq 45$

## RESULTADOS Y DISCUSION

Por falta de espacio se omiten los cuadros de concentración de datos y análisis de varianza para cada tiempo, cruza de maíz y tratamiento; en lugar de ello se muestran las gráficas correspondientes. Sin embargo, se presentan los análisis de regresión completos, los resultados condensados de los análisis de varianza y un análisis de la cinemática de crecimiento (Cuadros 5-12).

En la Figura 6 se observa que, al aumentar el tiempo de tratamiento eléctrico con ondas de polaridad positiva y negativa, aumenta también la magnitud de diferencias porcentuales negativas de alturas de ambas cruza de maíz, comparadas con el tratamiento senoidal alterno y con el testigo. Alcanzan las máximas diferencias a los 9 días; es decir, las plantas de maíz experimentan una desaceleración de magnitud creciente en el tiempo de tratamiento eléctrico polarizado comprendido en el intervalo  $(5 - \Delta t_1) \leq t \leq (9 + \Delta t_2)$  días (Cuadro 5); luego, se observa que para el intervalo  $(10 + \Delta t_3) < t \leq (45 + \Delta t_4)$  días, las plantas se aceleran en forma creciente al aumentar el tiempo, para lo cual tuvieron que pasar por velocidad cero (Cuadro 8).

Al estudiar el análisis cinemático del Cuadro 8, derivado a partir de los datos del Cuadro 6 y de los modelos presentados en el Cuadro 7, se observa que los modelos  $Y(t)$  son lineales, para maíz tratado con la onda senoidal alterna y para el testigo, lo cual implica crecimiento con velocidad constante. En cambio, los modelos  $Y(t)$  para los tratamientos de onda semirrectificada positiva y negativa, siguen un comportamiento polinomial cúbico, con excepción del modelo para  $(C_2, T_3)$ , el cual es lineal. Los modelos cúbicos de  $Y(t)$  generan velocidades y aceleraciones variables en el tiempo.

El control de crecimiento se puede efectuar por medio de programas establecidos, a través de una fuente de onda múltiple, un interruptor temporizado y una fotorresistencia positiva y otra negativa, de tal manera que cuando la intensidad de luz sea máxima, la fotorresistencia positiva adquiere un valor óhmico máximo, y reduzca al mínimo el voltaje; esto es para acelerar el crecimiento. Resultando lo contrario si la fotorresistencia es negativa. El interruptor temporizado se emplea, con el fin de programar el tipo de polaridad en cada fase del ciclo vegetativo y, de esa manera, acelerar o desacelerar el crecimiento según se desee. La onda negativa desacelera más intensamente a las plantas que requieren pH alcalino y viceversa. La onda positiva desacelera más intensamente a las plantas que requieren pH ácido y viceversa. La onda alterna acelera más intensamente a los cultivos que requieren pH neutro (Cuadros 1, 3, 5 y 8).

El consumo medio de energía eléctrica para el tratamiento electrohidropónico, es de 0.05 miliwatts por hora.

Como explicación biofísica referente a las raíces complejas conjugadas del tiempo  $t_1 = (19.41 + j5.67)$  días y  $t_2 = (19.41 - j5.67)$  días, que aparecen en la solución de  $V(t) = 0$  para el maíz  $C_1$ , tratado con la onda positiva (Cuadro 8), se pueden interpretar como vectores biofísicos del tiempo de memoria del programa de vida de las semillas, donde: la parte real del tiempo complejo 19.41 días, denota el tiempo de memoria reactiva que le produce una velocidad de crecimiento de 0.17 cm/día, en tanto que, la parte positiva imaginaria del tiempo complejo 5.67 días, denota el tiempo de memoria magnética, que le produce una velocidad de crecimiento de 1.17 cm/día, y la parte imaginaria negativa del tiempo complejo  $-5.67$  días, denota el tiempo de memoria eléctrico desfasado  $180^\circ$  con respecto al magnético en el círculo temporal de vida de la planta y le produce una velocidad de 3.50 cm/día. La superposición del tiempo reactivo, tratando de disminuir la velocidad de crecimiento, con el tiempo magnético o eléctrico tratando de aumentar la, da como resultado que  $t_1 = (19.41 + j5.67)$  días, y  $t_2 = (19.41 - j5.67)$  días, hagan cero la velocidad.

En resumen, el tiempo de memoria reactivo actúa sobre la entropía y el de memoria magnética y eléctrica actúan sobre la energía libre o útil de la planta. La suma de los tiempos conjugados complejos, dobla el tiempo reactivo; es decir  $(t_1 + t_2) = 2(19.41)$  días. La diferencia  $(t_1 - t_2) = j2(5.67)$  o  $(t_2 - t_1) = -j2(5.67)$ , doblan el tiempo eléctrico o magnético según sea el orden. La raíz cuadrada de la interacción multiplicativa de  $t_1$  y  $t_2$ , da la magnitud del vector biofísico; o sea  $|t_1| = |t_2| = 20.22$  días, que produce una velocidad de 0.17 cm/día y una aceleración de  $0.03 \text{ cm/día}^2$ . El ángulo cuya tangente es  $\pm (19.41/5.67)$ , da un valor de  $\pm 73.7^\circ$ , lo que quiere decir que,  $t_1$  y  $t_2$  se encuentran desfasados un ángulo de  $147.4^\circ$  en el círculo temporal de vida de la planta.

## CONCLUSIONES

1. Por primera vez se describe y justifica el funcionamiento y la aplicación práctica de la nueva técnica de tratamiento electro-hidropónico, como un medio de selección y control cinemático del crecimiento, evaluada en maíz.
2. Se comprueba que, el tratamiento electro-hidropónico con onda senoidal alterna  $T_4$ , tiende a aumentar y estabilizar la velocidad de crecimiento de maíz, en tanto que, la onda senoidal semirrectificada positiva  $T_2$  o negativa  $T_3$ , tiende a desacelerar el crecimiento.
3. La onda semirrectificada senoidal positiva, produce una desaceleración mayor comparada con la negativa.

4. La onda senoidal alterna produce un efecto en el crecimiento similar al testigo; ambos producen un crecimiento a velocidad constante en el intervalo de tiempo de 5 a 45 días, en los 2 materiales de maíz C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> respectivamente.
5. El maíz bajo tratamiento alterno, comparado con el testigo, supera su altura en un 24.4% a los 5 días en C<sub>1</sub>, y en un 21.6% a los 30 días en C<sub>2</sub>.
6. El tratamiento positivo desacelera más a C<sub>1</sub>, y el negativo desacelera más a C<sub>2</sub>.
7. El maíz C<sub>2</sub> del Bajío, respondió más favorablemente al tratamiento alterno; resultó menos desacelerado con el positivo, y mantuvo una velocidad constante con el negativo, en tanto que el C<sub>1</sub> del Istmo, resultó menos desacelerado con el negativo.
8. Los materiales de maíz hembra del Tehuano H-6, procedente del Istmo de Tehuantepec, y la hembra del AN-360, procedente del Bajío, presentan tolerancias opuestas a la polaridad de la onda senoidal semirrectificada.
9. A los 45 días C<sub>2</sub> mantiene una aceleración cero, en cambio C<sub>1</sub> alcanza una aceleración máxima de 0.46 cm/día<sup>2</sup>, al ser ambos tratados con la onda senoidal semirrectificada negativa, en tanto que, con la onda de polaridad positiva, ambos C<sub>2</sub> y C<sub>1</sub>, continúan acelerados con 0.32 cm/día<sup>2</sup> y 0.24 cm/día<sup>2</sup> respectivamente.
10. Con el fin de aumentar la precisión, confiabilidad y versatilidad de la técnica de tratamiento electro-hidropónico, se considera necesario adaptar un control fotoeléctrico, que regule el voltaje, polaridad y frecuencia eléctrica, en función de la intensidad y frecuencia de la luz. Además, se sugiere continuar experimentando con otras especies y variedades vegetales, variando la forma de onda, polaridad, voltaje, frecuencia y tiempo de aplicación del tratamiento eléctrico, en función de la intensidad y frecuencia de la luz y las propiedades físico-químicas del medio de nutrición.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, M.T.E. y J.A. Méndez B. 1983. Influencia de la Ionización Eléctrica del Suelo sobre el Rendimiento de Frijol en Saltillo, Coah. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Alvarez, J.P. y J.Á. Méndez B. 1982. Efectos de la Polarización Eléctrica Alterna en el Suelo sobre el Rendimiento de Tomate en Saltillo, Coah. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Breazeale J.F. 1923. Nutrition of plants considered as an electrical phenomenon. Jour. Agr. Res. 24:41-54.
- Breazeale, L.E., W.T. Mc George, and J.F. Breazeale. 1951. Nutrition of plants considered as an electrical phenomenon - a new approach. Soil Sci. 71:371-375.
- Camarillo, M.J.F. y J.A. Méndez B. 1985. Influencia de la Ionización Eléctrica del Suelo sobre el pH, C.E. y Rendimiento en Rábano. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Lawrence, L. George. 1969. Electronics and the Living Plant. Electronics World. Vol. 82. No. 4. p. 25-28.
- , 1973. Electrocultivos Experimentales. Electronic Experimenter's Handbook, pp. 114-119. Traucción por Valle Florencia, H. Del. Chapingo, México. No. 21-22. Enero-Abril de 1980. pp. 45-46.
- Lemstrom, S. 1904. Electricity in Agriculture and Horticulture. D. Van Nostrand. London Printing & Publishing Co. and New York.
- Leyva, A.M. 1974. La Electroestática en la Naturaleza y su influencia en la Vida Animal y Vegetal. México. Dir. Gral. de Educación Superior. Instituto Tecnológico Regional de Chihuahua.
- Luna, D.E. y J.A. Méndez B. 1984. Aplicación de Diferentes Tipos de Polarización Eléctrica al Suelo y su Efecto en Rendimiento y Contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Fruto de Pepino. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Méndez, B.J.A. 1983. La Electrocultura Aplicada a la Producción Agrícola. Monografía Técnico Científica. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- , 1984. Aplicación de la Estadística y la Física en el Estudio de Varios Efectos de la Energía Eléctrica sobre el Medio Hiaropónico y Desarrollo del Maíz. Tesis Maestría. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- , 1979-1981. Diseño, Construcción y Evaluación de Sensores Transductores y Medidores de Variables Hóricas y Iónicas del Suelo, Planta y Fruto. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (Inédito).
- , 1981. Nutrición Vegetal Bajo Control Electrodinámico en el Campo de Cultivo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (Inédito).
- y A. Arredondo, O. 1979-1981. Producción y Evaluación Nutritiva de Semilla Hidroionizada en Maíz y Frijol. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mimeografiado.
- , A. Arredondo, O. y F.J. Torres, R. 1979-1981. Diseño, Construcción y Evaluación de Electroionizadores de Semilla y Suelo. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mimeografiado.
- , D. Loyola, L. y H. González, F. 1979-1981. Selección Vegetal a pH Extremos por medios Electrodinámicos. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mimeografiado.
- Murr, L.E. 1967. Physiological Stimulation of Plants Using delayed and Regulated Electric Field Environments. International Journal of Biometeorology. 10(2):147-153.
- Neda Marinesco. 1932. Influencia des Facteurs Electriques sur la Vegetation. Edit. Hermann, 30 p.
- Nelson, S.O. and W. Wolf, W. 1964. Electrical Seed Treatment. Transactions of the ASAE, 7(2):116-119, 122.
- , G.E. Nutile and L.E. Stetson. 1970. Effects of Radiofrequency Electrical Treatment on Germination of Vegetable Seeds. American Society for Horticulture Science. 95(3):359-366.
- , L.A. Ballard, L.E. Stetson and T. Buchwald. 1976. Increasing Legume Seed Germination by VHF and Microwave Dielectric Heating. Transactions of the ASAE, 19(2):369-371.
- Pérez G. H. y J.A. Méndez, B. 1984. Efectos de la Ionización Eléctrica Alternada en los Surcos del Suelo en Relación al Rendimiento de Tomate y Chile. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Regalado N.J.C. y J.A. Méndez, B. 1985. Efectos de la Energía Alterna Pulsante sobre el Rendimiento, Contenido Hídrico y Calidad de Rábano *Raphanus sativus* y Diseño de un Implemento para su Aplicación por Tractor. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Stetson, L.E. 1976. Use of Microwave and Lower Frequency RF Energy for improving Alfalfa Seed Germination. *Journal of Microwave Power*, March. 11.
- Zaderej, A., and C. Corson. 1977. Thesis Electrogenic Application to Plant Growth. Indiana, U.S.A. Unitron Corporation, Elkhart.

La edición, diseño e impresión de esta publicación, estuvo a cargo del personal de la Subdirección de Difusión y Servicios de Apoyo de la UAAAN. Editor: Ing. Oziel Montañez G.

#### COLABORADORES

Diseño y formación: Prof. Antonio Martínez H.  
Tipografía: Carmen Leticia Ayala López  
Corrección: Norma Eugenia Sánchez García

## CONTENIDO

SISTEMA DE EVALUACION Y MANEJO INTEGRAL PARA PREDIOS GANADEROS DEL SUR DE COAHUILA	93
EVALUACION DE COLECCIONES NATIVAS DE ZACATON ALCALINO <i>Sporobolus airoides</i> Torr. EN LA FORMACION DE VARIEDADES BAJO SEQUIA	107
CONTROL DE LARVAS DE MOSCA CASERA <i>Musca domestica</i> L. (DIP-TERA: MUSCIDAE) EN GALLINAZA POR MEDIO DEL INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO DIFLUBENZURON	122
CLASIFICACION DE COLECCIONES DE ZACATE GIGANTE <i>Leptocloa dubia</i> H.B.K., Ness POR SU GRADO DE RESISTENCIA A SEQUIA EN MANITOL	142
EFFECTOS DE BIO-REGULADORES SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO Y FORMACION DE YEMAS FLORALES EN MANZANO	153
ATRIBUTOS INICIALES, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN NIVEL DE PLANTULA EN FRIJOL TEPARI <i>Phaseolus acutifolius</i> A. Gray	160
ABEJAS SILVESTRES EN EL SUR DE COAHUILA Y SU PREFERENCIA POR PLANTAS DESERTICAS	173
EVALUACION DE ACTIVIDAD FUNGICIDA DE LA RESINA DE <i>Larrea tridentata</i> SOBRE <i>Alternaria solani</i>	183
DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA DETERMINACION DE CALIDAD NIXTAMALERA DE MAIZ <i>Zea mays</i> L.	190
PLANEACION REGIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES DE ZONAS ARIDAS. Un enfoque de Sistemas	206
TRATAMIENTO ELECTRO-HIDROPONICO DE MAIZ Y SU INFLUENCIA EN LA CINEMATICA DE CRECIMIENTO	221