

Agrapia

AGRARIA VOL. 2, NUMERO 2; ENERO-JUNIO DE 1986

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO
Buenavista, Saltillo., Coah., México
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. 2. NUM. 2. JULIO-DICIEMBRE 1986

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.

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 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.

Agropia

AGRARIA VOL. 2, NUMERO 2; ENERO-JUNIO DE 1986

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO
Buenavista, Saltillo., Coah., México
www.uaaan.mx

CONTENIDO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS EN LAS LINEAS COMPLETAS Y SUSTITUIDAS DE TRITICALE HEXAPLOIDE. Lozano del Río, J, Kuruvadi, S. y Romero Dávalos, R.	155
VARIABILIDAD PARA EL CONTENIDO DE HULE EN CIERTAS COLECCIONES NATIVAS DE GUAYULE. Kuruvadi, S. y Ayala López, C.L.	170
TABLA DE VIDA Y FACTORES DE MORTALIDAD PARA CONOS Y SEMILLAS DE <i>Pinus cembroides</i> ZUCC., BAJO CONDICIONES NATURALES EN EL SUR DE COAHUILA. Flores Flores, J.D. y Díaz Esquivel, D.E.	183
MALOFAGOS DE LAS AVES DOMESTICAS EN 4 MUNICIPIOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE COAHUILA Lozoya Saldaña, A,, Quiñones Luna, S, Aguirre Uribe, L.A. y Guerrero Rodríguez, E.	203
NEMATODOS ASOCIADOS AL MANZANO <i>Pyrus malus</i> L., EN EL MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA. Cepeda Siller, M., Hernández Castillo, D. y Arguindegui Peña, R.	222
POTENCIACION DE LA MEZCLA DE UN INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO, TRIFLUMURON Y DEL PIRETROIDE DECAMETRINA. EFECTO LARVICIDA Y EMERGENCIA DE ADULTOS. Lozoya Saldaña, A,, Guzmán Luna, A.L. y Aguirre Uribe, L A,	232
CONTROL MECANICO DE ARBUSTOS PARA MEJORAR LA PRODUCCION FORRAJERA DE PASTIZALES ARIDOS. Luna Villarreal, R. de, Medina Torres, J.G. y Gloria Hernánder, G.	256
IMPACTO DE LA REFORESTACION EN LA SIERRA DE ZAPALINAME SOBRE LAS TASAS DE INFILTRACION. Gutiérrez Castillo, J. y Salazar Cerda, M.A .	286

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS EN LAS LINEAS COMPLETAS Y SUSTITUIDAS DE TRITICALE HEXAPLOIDE

Javier Lozano del Río¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi²
René Romero Dávalos³

RESUMEN

Se evaluaron 6 genotipos completos y 6 sustituidos de triticales, y 2 testigos bajo diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, con el objeto de comparar las características cuantitativas, identificar las líneas de mejor rendimiento y detectar las características que están controlando los cromosomas de 2D (trigo) y 2R (centeno).

Los análisis de varianza indicaron diferencias significativas para rendimiento y otras 10 características agronómicas, que revelaron existencia de amplia gama de variabilidad entre genotipos estudiados. Al efectuar las pruebas de significación estadística para las diferentes características, se observó que los triticales completos fueron superiores a los sustituidos en diferentes características. Las líneas completas produjeron un 20.5% más de rendimiento; 16.1% peso de 1 000 granos; 14.6% longitud de espiga; 18% es-

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

3 Tesista.

piguillas por espiga; 20.6% altura de planta; y 5 días precoces, en comparación con líneas sustituidas, las cuales produjeron un 11.7% más espigas por metro cuadrado y 23.6% más superficie foliar en la hoja bandera y estatura baja, en comparación con líneas completas.

Se puede deducir que probablemente el cromosoma 2D, procedente del trigo, está controlando corta estatura, precocidad, amacollamiento y más superficie de hoja bandera. El cromosoma 2R del centeno, parece estar controlando una mayor altura, número de espiguillas por espiga, granos por espiga, y peso de 1 000 granos.

INTRODUCCION

Los fitomejoradores y citogenetistas, han generado nuevas variaciones para seleccionar genotipos superiores en los cultivos, mediante hibridaciones y mutaciones. La hibridación interespecífica es llevada a cabo en diferentes cultivos, cuando la variabilidad dentro de la misma especie se ha agotado para transferir rasgos deseables de una especie a otra; cuando el híbrido es estéril, debe tratarse con colchicina para duplicar el número de cromosomas y así poder sintetizar un nuevo alopoloide fértil.

El triticale es un anfidiplóide sintético, desarrollado por el hombre mediante cruza interespecífica entre el trigo y el centeno, y posteriormente duplicando el número de cromosomas del híbrido. El triticale conjunta las características deseables del trigo, como son: tipo de planta, amplia adaptación, buena calidad panadera, buen amacollamiento, baja altura y número de espiguillas por espiga con las características de: rusticidad, alto contenido de proteína, longitud de espiga y resistencia a enfermedades del centeno.

En la actualidad, el triticale compite en rendimientos con el trigo harinero y macarronero, y tiene buen comportamiento en suelos con problemas de humedad, salinidad, acidez y tierras de clima frío.

En años recientes los aneuploides, líneas adiciones,deleciones y sustituciones de cromosomas, han sido usados por los fitomejoradores con el propósito de identificar los genes en los cromosomas y para examinar su comportamiento en los programas de mejoramiento (Briggs, 1977). En las líneas con adiciones de cromosomas extraños (trisomas), o en las líneas con deleciones (monosomas o nulisomas), tienen los cromosomas desbalanceados y, por lo tanto, muestran menos vigor y fertilidad reducida, y no tienen mayor importancia en los programas de fitomejoramiento.

Las líneas sustituidas fueron desarrolladas en trigo y triticale, y son muy estables en comparación de líneas adiciones o deleciones. Las líneas sustituidas de triticale tienen uno o más cromosomas del trigo, sustituidas por cromosomas respectivos homólogos del centeno; en cambio las líneas completas en triticale contienen todos los cromosomas de los trigos existentes.

La literatura disponible es escasa sobre estudios comparativos de las características cuantitativas en las líneas completas y sustituidas de triticale hexaploide. En esta investigación se utilizaron ciertas líneas completas y sustituidas con los siguientes objetivos:

1. Comparar la variedad para las diferentes características cuantitativas en las líneas completas y sustituidas de triticale.
2. Identificar líneas altamente rendidoras en los triticales completos y sustituidos.
3. Detectar las características que están controlando los cromosomas del trigo (D) y del centeno (R).

REVISION DE LITERATURA

La historia del triticale empieza hace aproximadamente unos 100 años atrás, y en su evolución como cultivo comercial contribuyeron muchos científicos de diversos países del mundo.

Skovmand *et al.* (1984) efectuaron un estudio de comparación de características agronómicas y de calidad en triticale hexaploide de Primavera completos y sustituidos, del Vivero Internacional de Selección. Este estudio demostró que existen diferencias entre los tipos completos y sustituidos; el rendimiento de grano y el peso hectolítrico fue el mismo, pero los patrones de adaptación para algunas características fueron diferentes, así los tipos sustituidos tendieron a ser más bajos y precoces que los tipos completos, así mismo, presentaron un nivel más alto de proteína, gluten y volumen de hogaza. Los completos presentaron mayor rendimiento en harina, grano más duro y una mayor altura.

Osmanzai *et al.* (1984) indicaron que el análisis de varianza combinado de 1983 y 1984 mostró que los triticales completos produjeron significativa-

mente valores mayores para fitomasa, rendimiento de grano, peso de grano y número de granos por espiga, que los triticales sustituidos. En otro experimento, los mismos genotipos fueron sembrados con y sin stress de agua. El tratamiento con stress de agua redujo la fitomasa, rendimiento de grano y componentes de rendimiento en ambos tipos. Sin embargo, los triticales completos produjeron significativamente más alta fitomasa, rendimiento de grano y peso de grano, que los triticales sustituidos en ambos regímenes de humedad. Esto indica que actualmente los triticales completos tienen más alto potencial de rendimiento que los triticales sustituidos, y mantienen una ventaja en condición de stress de agua.

Por otra parte, González (1984) reporta un estudio sobre selección de genotipos en triticales a partir de su adaptabilidad efectuada en diferentes localidades de la Sierra Tarasca, Michoacán, durante los años 1980, 1981 y 1982; la línea completa Juanillo 159, expresó un mejor comportamiento agronómico a reacción a enfermedades y rendimiento, cuyo promedio fue mayor a 3 500 kg/ha, y un peso hectolítrico de 65. También destacó la línea sustituida Boa "S" con rendimiento superior a los 3 5000 kg/ha; comparando los triticales completos y sustituidos entre sí, se observó que los primeros rinden bien en muchos ambientes, en tanto que los últimos rinden mejor en buenos ambientes.

Atale y Joshi (1981) reportaron un estudio en la comparación de variedades de triticales, trigo harinero y trigo cristalino en varios ambientes. El análisis de varianza indicó que, en general, hubo significancia en la interacción genotipo por ambiente para todos los caracteres en triticales, y que estas interacciones fueron más grandes para los triticales que para los trigos. De los caracteres medidos, peso de 1 000 granos parece ser el más estable, mientras que número de macollos por planta parece ser inestable. Los triticales mostraron una mayor capacidad que los trigos para retener el descenso del potencial de rendimiento bajo condiciones desfavorables, pero los trigos fueron más eficientes en utilizar el potencial disponible.

Fox y Skovmand (1983) efectuaron análisis de datos procedentes de ensayos internacionales de rendimiento de varios años, y concluyeron que la interacción genotipo por ambiente no fue adecuadamente descrita, usando el método de la regresión, por lo que la estabilidad en rendimiento fue examinada considerando las posiciones de las variedades dentro de las localidades. Comparando las variedades de Triticales Cananea y Beagte, comunes en todos los ensayos, revelaron incrementos en rendimiento y estabilidad en los

ensayos internacionales. Agrupando las variedades, los triticales completos y sustituidos mostraron una tendencia de comportarse en forma diferente, por lo que se infiere que existe una diversidad en cuanto a adaptación se refiere.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental de Navidad, Estado de Nuevo León, dependencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante la primavera de 1984.

El material genético utilizado estuvo constituido por 6 genotipos de triticales completos y 6 genotipos de triticales sustituidos, que fueron desarrollados por el Programa de Triticale del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), un triticale completo, Juanillo 97, y un trigo harinero, Pavón, se utilizaron como testigos comerciales. En el Cuadro 1, se enumeran los 14 genotipos evaluados.

Los materiales de CIMMYT son genotipos élite que se han estado evaluando y seleccionando en los Viveros Internacionales de Selección y Rendimiento en diversos países del mundo, y se caracterizan por su buena producción de grano, amplia adaptabilidad, calidad nutritiva, precocidad, una mayor dormancia para prevenir el brote de los granos en la espiga antes de la cosecha y buena resistencia a enfermedades.

Inicialmente los triticales son el resultado de la combinación de los componentes cromosómicos del trigo y centeno, seguida por una duplicación de los cromosomas para formar los triticales primarios. Los genotipos completos y sustituidos utilizados, fueron constituidos por triticales secundarios. Actualmente los métodos standar para la producción de triticales completos incluyen los cruzamientos de triticales hexaploides por triticales hexaploides, o de triticales octaploides por triticales hexaploides, acompañados de retrocruzamientos con los triticales hexaploides para restaurar su constitución, y se caracterizan por tener en su genomio los 7 pares de cromosomas del centeno. Para la obtención de los tipos sustituidos, el método standar incluye cruza artificiales entre trigos hexaploides por triticales hexaploides, seguidos de autofecundaciones o retrocruzamientos con triticales hexaploides. También el cruzamiento de la generación F_1 de triticales hexaploides, por la F_1 de los trigos harineros, producen triticales secundarios sustituidos, los que se caracterizan por presentar con mayor frecuencia sus-

Cuadro 1. Líneas completas y sustituidas en triticale hexaploide.

Genotipo	Cruza	Pedigree
Completo		
Civet	Mus "S" Drira-KGR	B-2658
Merino "S"-Jlo "S"	Mus "S" Drira-KGR	B-2736-298-OM
Juanillo-97 (T)	Drira x Kiss-Arm "S"	X-21295
SF-Cinuem x Bgl/Cml-Pato	Drira x Kiss-Arm "S"	B-2681-441-OM
Bgl "S"-Cin x Mus "S"	Drira x Kiss-Arm "S"	B-2686-1616-OM
Faro "S"	Bgl "S"-Coq x Ira-Cml	B-2264
Bgl "S"-Jlo "S"	Bgl "S"-Coq x Ira-Cml	B-2690-495-OM
Sustituidos		
Lma "S"-Ira (2)	Bgl "S"-Coq x Ira-Cml	X-49524-3Y-2Y-1M-2Y-0B
Pika "S"	PTR "S" x Cin-FS-658	X-30597-4Y-2M-1Y-2Y-0H
Echidna "S"	PTR "S"-MIA	X-34824-501M-500Y-501B-503Y-501Y-0M
Dingo	BCM "S" x M A-Ira/FS-1897 x Ira-Cal	X-41047-A-1Y-2M-1Y-2Y-2M-1B
(PG"S"-Cent. Bulk x Abn "S"/Ira (2) M A-FS-3268	BCM "S" x M A-Ira/FS-1897 x Ira-Cal	X-53751-F-3Y-1M-6Y-0B
Dack-Wiloszanowkie	BCM "S" x M A-Ira/FS-1897 x Ira-Cal	X-53260-3Y-2M-1Y-0M
Testigo		
Pavón F-76 (T)	VCM x Cno "S"-7C/Kal-BB	Cm-8399-D-4M-3Y-1M-1Y-1M-0Y

tituida el cromosoma 2R del centeno, por el cromosoma 2D del trigo harinero; por lo tanto, las líneas sustituidas del triticale contienen 6 pares de cromosomas de centeno ($2n = 2x = 14 - 2$) y 15 pares de cromosomas de trigo ($2n = 4x + 2$).

Los materiales se sembraron en el campo utilizando el diseño bloques completos al azar, con 4 repeticiones. La parcela experimental por cada tratamiento, consistió de 10 surcos de 4 metros de longitud cada uno, con una distancia entre surcos de 30 cm, con lo que se tuvo una área total de parcela de 12 m^2 , y una área de parcela útil de 6.3 m^2 .

Las prácticas de cultivo que incluyen el barbecho, rastreo y nivelación, se efectuaron adecuadamente para facilitar el desarrollo del cultivo y mejor expresión de rasgos. El nivel de fertilización aplicado fue de 120 kg/ha de nitrógeno y 60 kg/ha de fósforo; el 50% de fertilizante nitrógeno y el 100% del fósforo, fueron aplicados al momento de la siembra, y el restante 50% de nitrógeno antes del primer riego de auxilio. Se aplicaron 6 riegos durante el ciclo de cultivo.

Se tomaron mediciones sobre 12 características agronómicas en los tratamientos (Cuadro 2).

Los valores promedio de cada una de las características fueron utilizados para calcular el análisis de varianza y determinar la significancia mediante la prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (Cuadro 2) muestra diferencias altamente significativas para: rendimiento, granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1 000 granos, longitud de espiga, peso hectolítrico, altura de planta, área de hoja bandera, días a espigado, días a floración y días a maduración, lo que indica una amplia gama de variabilidad en los genotipos estudiados. No hubo diferencias significativas para el carácter espigas por metro cuadrado. Los componentes del rendimiento estuvieron asociados con el 35% del total de la variabilidad en la estructura dependiente. Walton (1972) determinó una estimación semejante en trigo de primavera. Los coeficientes de variación para diferentes características oscilaron desde 1.27% a 20.62% lo que indica una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

El rendimiento es un carácter muy complejo, de naturaleza multigénica, en cuya expresión entran en función e interacción genes del núcleo, citoplasma y mecanismos genéticos, por lo que está bastante influenciado por el medio ambiente. El rendimiento varió entre 3 285.3 y 3 420.2 kg/ha, con un promedio de 2 896.5 kg/ha en las líneas completas (Cuadro 3). En las líneas sustituidas, el rendimiento varió de 1 760.0 a 2 726.2 kg/ha con un promedio de 2 403.2 kg/ha. Las líneas completas produjeron un 20.5% más de rendimiento, en comparación con las líneas sustituidas. Tres líneas completas: Civet 71 (3 420.2 kg/ha), Faro "S" (3 345.2 kg/ha) y SF-Cinvemex (3 012.7 kg/ha), registraron los más altos rendimientos. El testigo, Pavón, logró un rendimiento promedio de 2 304.8 kg/ha, valor que es inferior en 25.7% y 4.3%, en comparación de los triticales completos y sustituidos respectivamente.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para las diferentes características agronómicas de líneas completas y sus
tituidas de triticales hexaploide.**

Fuente de variación	g.l.	Rendimiento	Espigas (m ²)	Granos por espiga	Espiguillas por espiga	Peso 1000 granos	Longitud espiga	Peso hecto- líttrico	Altura planta	Area hoja bandera	Días a espigado	Días a flor.	Días a mad.
Repeticiones	3	70666.67	2943.30	31.27	0.93	0.42	0.43	0.47	21.92	25.50	8.02	2.90	10.92
Tratamientos	13	75037.69	7590.43NS	84.92**	22.83**	40.31**	5.56**	32.21**	344.04**	30.94**	79.91**	40.44**	19.86**
Error	39	94641.03	7109.01	16.56	1.47	1.67	0.44	0.69	13.75	6.62	3.19	3.71	3.87
Total	55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C.V. (‰)		11.64	20.62	10.39	6.16	3.95	7.54	1.27	5.04	13.91	1.78	1.76	1.32

** = Significación al nivel de 1‰.

N.S. = No significación.

C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro 3. Promedio de diferentes características agronómicas de líneas completas y sustituidas en triticale hexaploide.

Líneas	Rendimiento	Espigas (m ²)	GranosEspiguillas por espiga	Peso 1000 granos (g)	Longitud espiga	Peso hecto-lítrico (kg/hl)	Altura planta	Area hoja bandera (cm ²)	Días a espigado	Días a flor.	Días a mad.	
Completas												
Civet - 71	3420.2	364.8	39.9	20.3	37.2	8.4	65.1	77.8	15.2	96.8	105.8	146.0
Merino "S".												
Jlo "S"	2285.3	336.8	42.7	22.0	34.0	11.3	65.1	77.3	19.7	98.5	107.5	147.0
Juanillo-97	2896.8	382.0	47.8	23.1	37.2	10.3	62.4	85.5	16.8	97.2	106.8	146.8
SF-Cinvenex												
Bgl/Cml-Pato	3012.7	413.3	45.9	22.0	33.7	9.7	65.9	81.0	14.2	100.0	106.5	147.2
Bgl "S"-Cin x Mus	2669.8	397.3	42.0	22.2	34.3	10.0	67.3	84.8	16.4	99.2	107.8	149.0
Faro "S"	3345.2	449.0	38.1	21.4	36.1	8.2	63.6	85.5	14.8	97.5	107.0	148.2
Bgl "S". Jlo "S"	2645.2	397.3	39.2	20.3	34.6	9.3	63.6	77.5	18.2	97.5	107.0	148.5
Promedio	2896.5	391.5	42.2	21.6	35.3	9.6	64.7	81.3	16.5	98.1	106.9	147.5
Sustituidas												
Lma "S"-Ira(2)	2504.4	373.0	38.9	19.2	30.7	8.6	63.8	66.3	19.1	105.2	110.5	150.0
Pika "S"	2726.2	416.0	37.9	18.1	32.1	7.7	64.1	64.0	19.0	106.5	114.0	151.0
Echidna "S"	1760.0	449.0	33.1	17.6	32.6	8.6	65.0	63.5	23.0	108.5	113.5	151.5
Dingo "S"	2404.8	487.8	39.2	18.4	28.2	8.0	65.9	71.8	23.3	101.8	110.5	149.8
(PG-CB x Abn/Ira (2) M2A-FS-3268	2507.9	450.0	37.9	18.5	31.6	8.1	62.7	72.3	19.1	106.0	110.8	151.0
Dack-Wiloszanowskie x M2A (2)	2515.9	448.3	35.7	18.0	27.2	8.1	65.0	66.8	19.2	102.2	108.8	149.0
Promedio	2403.2	437.4	37.1	18.3	30.4	8.2	64.4	67.4	20.4	105.0	111.4	150.4
Testigo Pavón	2304.8	359.0	30.2	14.4	29.0	6.9	74.0	56.0	20.6	109.5	116.8	154.2
Promedio general	2642.8	408.8	39.2	19.7	32.8	8.8	65.3	73.6	18.5	101.9	109.5	149.2
LSD 5%	439.7	120.6	5.8	1.7	1.8	1.0	1.2	5.3	3.7	2.6	2.8	2.8

Los resultados de la comparación de medias de los genotipos, en la prueba de Tukey al 50%, en relación a rendimiento grano (Cuadro 4), mostraron variación dentro de su agrupación, e indicaron diferencias entre genotipos. El primer grupo estuvo constituido por 6 líneas completas y una línea sustituida, las que no presentaron diferencias significativas entre ellas. En promedio, las líneas sustituidas produjeron menor rendimiento, en comparación con las líneas completas; pero, esta diferencia, al efectuar la prueba de t y comparación de varianzas (Cuadro 5), resultó ser no significativa. Skovmand *et al.* (1984), encontraron resultados similares al analizar líneas completas y sustituidas del Vivero Internacional de Selección de Triticale.

Los componentes de rendimiento en el triticale son: número de espigas por unidad de superficie, número de granos por espiga y peso de 1 000 granos. En la expresión del carácter número de espigas por m², interactúan muchos factores que influyen en el amacollamiento y, posteriormente, en la formación de espigas. Este carácter presentó un rango de variación de 336.8 a 449, con un promedio de 391.5 en las líneas completas, mientras que en las líneas sustituidas, el rango de variación fue de 373 a 487.8, con un promedio de 437.4. Las líneas sustituidas produjeron un 11.7% más de espigas por m² en comparación con las líneas completas. El testigo Pavón, produjo un promedio de 359 espigas por m².

El número de granos por espiga en los cereales, es un componente determinante del rendimiento. Este carácter fluctuó de 38.1 (Faro "S") a 47.8 (Juanillo-97), con un promedio de 42.2 en las líneas completas; a su vez, en las líneas sustituidas, el rango de variación fue de 33.1 (Echidna "S") a 39.2 (Dingo "S"), con un promedio de 37.1. Las líneas completas produjeron 13.7% más granos por espiga, en comparación con las líneas sustituidas. El trigo, Pavón, produjo el menor número de granos por espiga, en comparación con los otros genotipos. Osmanzai *et al.* (1984) encontraron que, bajo condiciones óptimas y de stress de agua, los triticales completos produjeron significativamente más alto número de granos por espiga que los triticales sustituidos.

Tres líneas completas (Civet 71, Juanillo 97 y Faro "S" registraron 37.2, 37.2 y 36.1 g respectivamente) y 2 líneas sustituidas (Echidna y Pika "S" con 32.6 y 32.1 g) alcanzaron los más altos valores para peso de 1 000 granos. Las líneas completas registraron 16% más peso de 1 000 granos, en comparación con las líneas sustituidas. El trigo, Pavón, con 29 g, alcanzó un peso ligeramente más bajo que los triticales sustituidos. Al efectuar la com-

Cuadro 4. Comparación de medias para rendimiento grano (kg/ha) y granos por espiga en 13 genotipos de triticale y un genotipo de trigo, al 5º/o utilizando la prueba de Tukey.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Agrupación	Granos por espiga ($\bar{x}$)	Agrupación
Civet-71	3420.7 c	a	47.8 c	a
Faro "S"	3345.2 c	a	45.9 c	a b
SF-Cinvermex x Geagle/Cml-Pato	3012.7 c	a b	42.7 c	a b c
Juanillo-97 (T)	2896.8 c	a b	42.0 c	a b c
Pika "S"	2726.2 s	a b	39.9 c	a b c d
Bgl "S"-Cin x Mus	2669.8 c	a b	39.2 c	a b c d
Bgl "S"-Jlo "S"	2645.2 c	a b	39.2 s	a b c d
Dack-Wiloszanowskie x M A(2)	2515.9 s	b c	39.0 s	a b c u
(Pg "S"-CB x Abn/Ira(2)M2A-FS-3268	2507.9 s	b c	38.1 c	a b c d
Lma "A"-Ira (2)	2504.4 s	b c	37.9 s	a b c d
Dingo "S"	2404.8 s	b c	37.9 s	a b c d
Pavón (T)	2304.8 t	b c	35.7 s	b c d
Merino "S"-Jlo "S"	2285.3 c	b c	33.1 s	c d
Echidna "S"	1760.0 s	c	30.2 t	d

c = completos
s = sustituidos
t = trigo
T = testigo

Cuadro 5. Comparación de varianzas y promedios de líneas completas y sustituidas para características agronómicas por la prueba de t.

Carácter	t	Varianza		Promedios	
		Completo	Sustituido	Completo	Sustituido
Rendimiento	NS	651333.33	441600.00	2896.5	2403.2
Espigas por m ²	NS	5099.22	6041.00	391.5	437.4
Granos por espiga	NS	50.91	22.06	42.2	37.1
Espiguillas/espiga	**	4.23	1.10	21.6	18.3
Peso de 1000 granos	*	9.03	19.44	35.3	30.4
Long. de espiga	NS	4.70	0.47	9.6	8.2
Peso hectolítrico	NS	10.74	5.01	64.7	64.4
Altura planta	**	60.48	56.76	81.3	67.4
Area foliar	NS	15.22	17.44	16.5	20.4
Días a espigado	*	5.57	26.94	98.1	105.0
Días a floración	*	1.74	16.17	106.9	111.4
Días a maduración	*	4.62	3.57	147.5	150.4

* = Significancia al nivel de 5%

** = Significancia al nivel de 1%

NS = No significativo

paración de medias con prueba de t, indicó que los completos resultaron significativamente superiores en este rasgo, que los sustituidos. Un alto peso de 1 000 granos en los triticales, está relacionado con un mayor tamaño del grano.

Las líneas completas produjeron 17.1% espigas de mayor longitud, en comparación con las espigas de las líneas sustituidas. El trigo Pavón, dio un promedio de espigas más pequeñas en comparación con los demás genotipos. Al efectuar la prueba de comparación de medias el 28%, respectivamente, de los genotipos, fueron estadísticamente iguales, destacando en todos los grupos los tipos completos. Zillinsky (1969), en su reporte, manifiesta que la mayor parte de las especies de triticales seleccionados por su alta fertilidad tienen espigas cortas y compactas; las espigas largas tienden a estar asociadas con baja fertilidad; sin embargo, hay espigas largas de fertilidad aceptable. En el experimento se ha podido observar que los genotipos completos que presentaron espigas más largas, mostraron algo de esterilidad en las espiguillas del extremo superior. La prueba de t no detectó diferencias significativas entre los tipos completos y sustituidos para este carácter.

El peso hectolítrico mostró una ligera variación de promedios en los 2 tipos de triticales, mientras que el trigo Pavón (74 kg/ha), registró el peso más alto, en comparación con el resto de los genotipos. Al efectuar la comparación de medias de Tukey al 5%, el trigo Pavón fue significativamente superior sobre el resto de los genotipos. De acuerdo a Sapra (1979) el llenado del grano y su forma, son los 2 factores más importantes que contribuyen al peso hectolítrico del grano. Estudios efectuados en relación al efecto de la sustitución de cromosomas sobre el arrugamiento del grano, efectuados por Sandha *et al.* (1984), determinaron que éste no fue uniforme y específico en las líneas estudiadas, sugiriendo que este carácter está bajo control genético complejo. La causa por la cual los triticales tienen un peso hectolítrico más bajo que el trigo, está en el endospermo pobremente desarrollado que poseen.

Las líneas completas se comportaron más precoces que las líneas sustituidas, y registraron promedio de días a floración y maduración de 106.9 y 147.5 respectivamente, mientras que en las líneas sustituidas los promedios fueron de 111.4 y 150.4 días respectivamente. El trigo Pavón presentó floración y maduración ligeramente más tardía.

Una cuidadosa examinación de los resultados, revela que las líneas completas produjeron altos valores para la mayoría de las características, y probablemente el cromosoma 2R del centeno, está controlando: espiguillas por espiga, granos por espiga, peso de 1 000 granos, longitud de espiga, estatura alta y días a floración y maduración retrasada. Las líneas sustituidas fueron superiores para las características: espigas por planta, área de hoja bandera, baja estatura y precocidad, y el cromosoma 2D procedente del trigo, está controlando estas características útiles.

Pilch (1981) comparó las líneas completas y sustituidas de triticales hexaploide para el rendimiento y adaptación, y se concluyó que las líneas completas tuvieron superior adaptación y rendimiento, en comparación con las líneas sustituidas.

Skovmand *et al.* (1984), estudiaron la relación entre sustitución de cromosomas y características agronómicas en triticales, e indicaron que las líneas completas fueron superiores a las líneas sustituidas en diversas características cuantitativas; sugirieron que mejorar las líneas completas es mejor en el fitomejoramiento de triticales. Sin embargo, las líneas sustituidas manifestaron características muy importantes, tales como: estatura baja y precocidad, por

lo tanto, recomendaron que la hibridación entre ambos tipos, es muy benéfica para el progreso genético del cultivo de triticale.

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad para componentes del rendimiento y características agronómicas en los genotipos incluidos en el estudio.
2. Tres líneas completas: Civet-71, Faro "S" y SF-Cinvemex, produjeron rendimientos superiores.
3. Las líneas completas produjeron: 20.5% más de rendimiento, 16.1% peso de 1 000 granos, 14.6% longitud de espiga, 18.1% espiguillas por espiga, 20.6% altura de planta y 5 días precoces con comparación de líneas sustituidas.
4. Las líneas sustituidas sobresalieron 11.7% más espigas y 23.6% más superficie foliar en la hoja-bandera y estatura baja.
5. El cromosoma 2D procedente del trigo, está controlando corta estatura, amacollamiento y más superficie de hoja bandera, mientras que el cromosoma 2R del centeno, está controlando una mayor altura, número de espiguillas por espiga, granos por espiga y peso de 1 000 granos.
6. Se recomiendan cruza entre líneas completas y líneas sustituidas de triticale hexaploide, para obtener recombinantes superiores para características agronómicas.

BIBLIOGRAFIA

- Atale, S.B., and M.J. Joshi. 1981. Study of genotype x environment interaction in triticale. New Delhi, India. Div. Genet. IARI. p. 1228-1240.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1977. Introduction to plant breeding. California, USA. Reinhold Publishing Corporation, Davis. p. 292-298.
- Fox, P.N. and B. Skovmand. 1983. Relationship between international locations and selection for yield and adaptation in hexaploid triticale. In: Agronomy Abstracts. Annual Meetings. American Society of Agronomy, USA.

- González, R.M. 1984. Selección de genotipos de triticales a partir de su adaptabilidad para la Sierra Tarasca. En: Resúmenes X Congreso Nacional de Fitogenética CAESIT-CIAB-INDIA. ITEA No. 20. Aguascalientes, México.
- Osmanzai, M., J.K. Ranson, S.R. Waddington and M. Yoshida. 1984. Performance of complete and substituted triticales in stress and no stress environments. In: Agronomy Abstracts. Annual Meetings. American Society of Agronomy, USA.
- Pilch, J. 1981. Rye chromosome constitution and the amount of telomeric heterochromatin of the widely and narrowly adopted (CIMMYT) hexaploid triticales. Z. Pflanzenzuecht. 87:58-68.
- Sandha, G.S., K.D. Grewal and C.K. Satija. 1984. Study of R-D chromosome substitutions and their effects in triticales. Crop Improvement. 11(2): 119-122.
- Sapra, V.T. and J.L. Huges. 1979. Selection for kernel density and size in hexaploid triticales. In: Proc. 5th Int. Wheat Genetics Symp. 1978.
- Skovmand, B., H.J. Braun and P.N. Fox. 1984. CIMMYT report on wheat improvement. Mexico. The International Maize and Wheat Improvement Center. 135 p.
- Walton, P.D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.), Crop Sci. 12:731-733.
- Zillinsky, F.J. 1969. Progress Report. The CIMMYT triticales program. Mexico. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

VARIABILIDAD PARA EL CONTENIDO DE HULE EN CIERTAS COLECCIONES NATIVAS DE GUAYULE

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Carmen Leticia Ayala López²

RESUMEN

Se realizó un análisis, para contenido de hule, en 343 colectas nativas de guayule provenientes de 5 Estados, 13 municipios y 53 sitios de la República Mexicana, con el objetivo de identificar los genotipos con mayor rendimiento de hule, estudiar la variabilidad presente entre y dentro de las poblaciones, localizar áreas potenciales de guayule, y estudiar la correlación existente entre diferentes variables.

Para evaluar estadísticamente los materiales colectados, se empleó un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza entre las 53 poblaciones reveló una amplia gama de variabilidad para el contenido de hule.

Para cuantificar el contenido de hule existente en las colectas, se cosechó la primera rama de ellas y se analizó mediante el procedimiento Soxhlet. Se identificaron 15 colectas sobresalientes para contenido de hule, a saber: UAN 1062, 1132, 1131, 1118, 1130, 1134, 1119, 1142, 1110, 1123, 1111,

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

2 Tesista.

1133, 1010, 1121, 1128, las cuales exhibieron una variación de 7.15 a 9.80%. Los materiales provenientes de Cuencamé, Mapimí y Simón Bolívar, en el Estado de Durango, y los de Ocampo Coahuila, registraron un porcentaje superior de hule, en comparación a los procedentes de Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí.

Se observó que existen correlaciones positivas y significativas entre hule con 3 características: altura de planta ($r = 0.596$), diámetro de copa ($r = 0.334$) y porcentaje de resina ($r = 0.522$).

INTRODUCCION

El guayule (*Parthenium argentatum* Gray) es una planta arbustiva perteneciente a la familia Asteraceae y representa una fuente potencial de hule natural de mayor calidad. Esta especie puede encontrarse en estado silvestre en vastas superficies de las zonas áridas de la región Norte-Centro de la República Mexicana y la región del Big Bend de Texas, en Estados Unidos.

A principios del siglo XX, el 50% del hule utilizado en Estados Unidos se extrajo de poblaciones naturales de guayule en México (Campos, 1981). El guayule es altamente resistente a sequía, temperaturas altas (45°C) y bajas (-20°C); se desarrolla en suelos rocosos y marginales en materia orgánica, en donde otros cultivos tradicionales no pueden sobrevivir.

México produce aproximadamente un 10% de su autoconsumo de hule natural y el 90% restante se importa, lo que ha provocado, por consiguiente, una fuga constante de divisas, estimada en 50 millones de dólares por año. Una posible solución a este problema, es la explotación de las poblaciones nativas de guayule, y desarrollar variedades con alto rendimiento de hule, a través de los métodos de mejoramiento genético y paquetes tecnológicos.

Desde hace aproximadamente 100 años, se lleva a cabo la explotación comercial del guayule; sin embargo, no se han logrado avances sustanciales en la identificación de líneas con alto rendimiento de hule, ni aprovechado y agotado la variabilidad disponible en las poblaciones nativas de México. Por tal razón, en el año de 1978, se inició el Programa de Mejoramiento Genético de Guayule en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), cuyos objetivos son: identificar plantas con alto rendimiento de

hule y alta producción de biomasa, en las plantas diploides y poliploides, entre líneas apomípticas, progenitores de cruza intra e interespecíficas, y desarrollar variedades resistentes a sequía, plagas, enfermedades, y temperaturas altas y bajas.

Asimismo, en el año de 1981, se estableció en la misma institución un proyecto para la formación de un Banco de Germoplasma de guayule, con el fin de mantener una amplia gama de variabilidad genética para todas las características del cultivo, y proveer de material básico a los investigadores que realicen estudios sobre esta especie. Actualmente, el Banco de Germoplasma cuenta con 3 000 colectas que provienen de 310 localidades, 28 municipios y 6 Estados de la República Mexicana, estos recursos genéticos reúnen una considerable diversidad genética para todas las características agronómicas (Sathyanarayanaiah, 1985).

En esta investigación se evaluaron 343 colectas del Banco de Germoplasma, cuyos objetivos fueron: estudiar la variabilidad para diferentes características agronómicas, entre y dentro de diferentes poblaciones; identificar las líneas sobresalientes para rendimiento de hule; localizar áreas potenciales de guayule para su futura explotación y; estimar correlaciones entre diferentes variables útiles.

REVISION DE LITERATURA

A fin de contar con una amplia gama de variabilidad genética para realizar un programa de mejoramiento de un cultivo, es necesario definir cuál es su centro de origen; en este sentido, Rollins (1950) y Sathyanarayanaiah (1983) coinciden en que en México se encuentra ubicada la fuente primaria del guayule, ya que las plantas exhiben gran diversidad en cuanto a características agronómicas, grados de ploidía y rangos de 0 a 20% para contenido de hule; asimismo, Sathyanarayanaiah (1983) califica a la región del Big Bend, en Texas, como centro de origen secundario, dado que las poblaciones nativas de guayule, en esta zona, cubren una superficie insignificante en comparación a las localizadas en México.

Recientemente, López y Sathyanarayanaiah (1985) evaluaron 15 genotipos de guayule, de los cuales el testigo (N-593) mostró el mayor porcentaje de hule en base a peso seco; asimismo, la variedad G-11604 produjo 82.8 g de hule por planta y fue estadísticamente superior al testigo, debido, aparentemente, a su mayor cantidad de biomasa.

Por otra parte, al experimentar con plantas que fueron sometidas a bajas temperaturas, Sathyanarayanaiah (1986), encontró que las plantas adultas muestran una resistencia absoluta en el campo, mientras que sus progenies exhiben diferentes grados de tolerancia al frío durante la fase de plántula; además, identificó 15 colectas de germoplasma con alta resistencia a bajas temperaturas (-15°C), las cuales recomendó como fuente de genes nuevos para incorporar y desarrollar variedades resistentes al frío.

Alcalá y Sathyanarayanaiah (1986), determinaron el nivel de ploidía en 104 plantas individuales, seleccionadas en base a su fenotipo y porcentaje de hule; observaron una serie cromosómica que va desde individuos diploides ($2n = 2x = 36$), hasta plantas con dotación de 91 cromosomas. Los mismos autores manifiestan que de 380 colecciones de germoplasma, analizadas, 1.6% fueron diploides, 10.64% triploides, 81.65% tetraploides, 2.4% pentaploides y 3.4% aneuploides, e indican una adaptación superior de las plantas tetraploides. En diploides, el porcentaje de hule osciló de 1.7 a 11.7%, mientras que en tetraploides el rango fue de 4.6% a 12.4%.

MATERIALES Y METODOS

Con el propósito de lograr los objetivos planteados en esta investigación, fueron utilizadas 343 líneas, provenientes de 5 Estados, 13 municipios y 53 sitios, las cuales forman parte del Banco de Germoplasma de la UAAAN, y que tienen una amplia gama de diversidad genética para todas las características agronómicas de guayule.

El método empleado para efectuar las colectas en el campo, consistió básicamente en lo siguiente: en los sitios en que se realizaron las colectas, se identificaron las plantas con mejor aspecto fenotípico, vigorosidad, altura, cobertura de la planta, y ausencia de patógenos. Se estimó que la edad de las plantas al momento de coleccionar, variaba de 2 a 3 años, y se seleccionaron en forma aleatoria las que deberían pasar a formar parte del experimento.

Durante el proceso de extracción de los materiales, se procuró no dañar la raíz, y se podaron las ramificaciones y las hojas. Las estacas, con sistema radicular, se trasplantaron en bolsas de polietileno de dimensiones 12 x 22 cm, las cuales contenían tierra de bosque cribada y fumigada previamente, y se les colocó una etiqueta que contenía los datos relativos al lugar, sitio, fecha y número de colecta. Después de trasplantar las estacas, las macetas se

llevaron a un invernadero, en donde permanecieron por un período de 45 a 60 días para facilitar el rebrote y crecimiento de la planta; posteriormente se trasplantaron en el campo los materiales con mejor desarrollo, en un lote del Banco de Germoplasma de la UAAAN. La distancia empleada entre surcos y entre plantas fue de 80 cm.

Después del establecimiento y crecimiento de las plantas, aproximadamente 1 1/2 años, en 1984 se muestrearon para analizar el contenido de hule, entre 3 y 10 unidades experimentales (primera rama de la planta) por tratamiento, pero en la mayoría de los casos fue de 6 a 8. Este material se deshojó completamente antes de ser enviado al laboratorio de análisis de hule de la UAAAN, donde se cuantificó el contenido de hule y resina, mediante la técnica de extracción de Soxhlet.

En este experimento se utilizó un diseño completamente al azar con desigual número de repeticiones por tratamiento. El modelo matemático fue, por consiguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \epsilon_{ij}, \quad 1 \leq i \leq t, \quad 1 \leq j \leq r_i$$

en donde:

μ = media global o común a todos los tratamientos (sitios) y repeticiones.

ζ_i = efecto del i-ésimo tratamiento (i.e. del i-ésimo sitio).

ϵ_{ij} = error experimental asociado a la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

r_i = número de repeticiones (observaciones) del tratamiento "i"

t = número de tratamientos.

En este experimento el número "t" de tratamientos (sitios) fue 53, siendo éstos:

No. trat.	Localidad	Sitio	No. trat.	Localidad	Sitio
1	San Buenaventura	(1)	5	Ayala	(2)
2	San Buenaventura	(2)	6	Cañón del Quemado	(1)
3	San Buenaventura	(3)	7	E. Marte, S. de Paila	(1)
4	Ayala	(1)	8	Sierra de Casetas	(1)

Continúa . . .

No. trat.	Localidad	Sitio	No. trat.	Localidad	Sitio
9	Sierra de Casetas	(2)	32	Sierra del novillo	(2)
10	Sierra de casetas	(3)	33	Sto. Domingo, S. Guadiola	(1)
11	Ej. 20 de Noviembre	(1)	34	Sto. Domingo, S. Guadiola	(2)
12	Ej. 20 de Noviembre	(2)	35	Potosí, Monte Prieto	(1)
13	Ej. 20 de Noviembre	(3)	36	Dr. Arroyo, camino Aramberri	(2)
14	Cañón del Quemado	(2)	37	Arroyo, camino a Sandía	(3)
15	Cañón del Quemado	(3)	38	Tanquecillo	(2)
16	E. Marte, S. de Paila	(2)	39	Potosí, Los huevos	(3)
17	E. Marte, S. de Paila	(3)	40	Caracol, Potosí	(1)
18	E. Marte, S. de Paila	(4)	41	Escondida	(2)
19	Ej. 20 de Noviembre	(2)	42	Cañón de Nazas	(4)
20	Animas	(3)	43	S. de Aduaje, E. Santo	(5)
21	Vanegas	(1)	44	Cuencamé a Sn. J. de Gpe.	(2)
22	Vanegas	(2)	45	Ejido Cuencamé	(3)
23	Vanegas	(3)	46	Ejido 18 de Marzo	(1)
24	Vanegas	(4)	47	Ojo de agua	(2)
25	Rocamontes	(1)	48	Los Parditos	(1)
26	Rocamontes	(2)	49	Ejido Lagunilla	(2)
27	Bonanza	(1)	50	Sombrerillo	(1)
28	Bonanza	(2)	51	Sombrerillo	(2)
29	Bonanza	(3)	52	San Pedro del Río	(2)
30	Bonanza	(4)	53	Ejido 12 de Diciembre	(3)
31	Bonanza	(5)			

En esta fase del análisis, las repeticiones por tratamiento fueron:

$r_1 = 5$	$r_{12} = 6$	$r_{23} = 5$	$r_{34} = 5$	$r_{45} = 7$
$r_2 = 3$	$r_{13} = 4$	$r_{24} = 8$	$r_{35} = 10$	$r_{46} = 7$
$r_3 = 9$	$r_{14} = 6$	$r_{25} = 4$	$r_{36} = 4$	$r_{47} = 7$
$r_4 = 7$	$r_{15} = 7$	$r_{26} = 3$	$r_{37} = 4$	$r_{48} = 10$
$r_5 = 8$	$r_{16} = 6$	$r_{27} = 4$	$r_{38} = 3$	$r_{49} = 8$
$r_6 = 4$	$r_{17} = 7$	$r_{28} = 6$	$r_{39} = 7$	$r_{50} = 10$
$r_7 = 8$	$r_{18} = 10$	$r_{29} = 9$	$r_{40} = 7$	$r_{51} = 5$
$r_8 = 8$	$r_{19} = 7$	$r_{30} = 7$	$r_{41} = 6$	$r_{52} = 4$
$r_9 = 9$	$r_{20} = 5$	$r_{31} = 7$	$r_{42} = 7$	$r_{53} = 7$
$r_{10} = 10$	$r_{21} = 4$	$r_{32} = 6$	$r_{43} = 10$	
$r_{11} = 6$	$r_{22} = 8$	$r_{33} = 5$	$r_{44} = 7$	

Los promedios de rendimiento de hule fueron utilizados para calcular el análisis de varianza, y la prueba de comparación de medias empleada fue la así llamada Prueba de Scheffé, la cual protege, tanto a las comparaciones entre las medias de tratamientos, como cualquier otro contraste de interés para el investigador. También se estimaron correlaciones simples y fenotípicas, que fueron calculadas mediante los promedios que se obtuvieron al medir diferentes características tales como: porcentaje de resina, altura de planta, diámetro de copa y grosor del tallo.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (Cuadro 1) reveló que existen diferencias altamente significativas para 4 características: porcentaje de hule y resina, altura de planta, y diámetro de copa; con esto se pone de manifiesto una considerable variabilidad en los recursos naturales incluidos; por lo tanto, es factible desarrollar y lograr genotipos superiores mediante la simple selección. López y Sathyanarayanaiah (1985) y Naqvi (1985), encontraron diferencias altamente significativas para todas las características agronómicas entre 15 variedades y 19 colecciones en México y Estados Unidos, respectivamente.

Por lo que respecta a grosor del tallo, no se registró diferencia significativa debido a que, al efectuar las colectas, se seleccionaron plantas con una edad aproximada de 2 a 3 años, y cuyo tallo presentaba más o menos el mismo grosor. Otro razonamiento es que, para encontrar diferencias para este carácter, es necesario estudiarlo cuando las plantas tengan de 3 a 4 años

Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en guayule.

Fuente de variación	Grados de libertad	Hule %	Resina %	Altura de planta	Diámetro de copa	Grosor del tallo
Tratamientos	52	20.1*	13.8**	16.6**	23.8**	7.1 NS
Error (CM)	290	1.0	1.3	22.4	46.7	0.3
Total	342	1297.5	1267.0	25868.6	71262.8	171.4

** = Significativo al 1^o de probabilidad

NS = No significativo

CM= Cuadrados medios

de haberse establecido, y en este experimento se tomaron datos a una edad de 1 1/2 años, además de que el grosor del tallo aumenta más lentamente en relación a otras partes morfológicas de la planta.

La producción de hule se obtuvo a partir de muestras de plantas individuales, en las que se observó una variación de 0.01 a 9.80%, con una media general de 3.75%. En las colectas de guayule de Zacatecas, San Luis Potosí y Nuevo León, el porcentaje promedio de hule fue 3.13%, 2.29% y 1.53% respectivamente. Los materiales de Coahuila y Durango mostraron el mayor contenido de hule, en comparación a los otros Estados.

Los valores mínimos y máximos de porcentaje de hule para las colectas de cada municipio y Estado, se presentan en el Cuadro 2. Se tiene que, para el Estado de Coahuila, los valores oscilan de 1.43% (C. 235) a 9.80% (C. 1062), con una media de 3.7%; le sigue en forma decreciente: Durango, en donde se observó una variación de 2.02% (C. 1049) a 9.60% (C. 1132), con un promedio de 4.79%. Existe evidencia de la influencia que ejerce el sitio sobre el contenido de hule. Naqvi y Hanson (1980) reportaron que, al analizar plantas provenientes de 50 localidades en México, algunas de ellas presentaron un elevado porcentaje de hule, en comparación a las colectas de otros sitios.

El contenido de hule en las plantas puede variar dependiendo de: genotipo, sitio y época de cosecha, estado de crecimiento, densidad de población, sequía, frío, salinidad y método de análisis. Suelen ocurrir cruza interespecíficas entre guayule y mariola ya que, al desarrollarse ambas especies en condiciones naturales, se propicia la introgresión de genes; es decir, una especie recibe de otra una cantidad de genes, sin que por ello pierda su identidad general. Las plantas con introgresión de genes aparecen en las poblaciones con todas las características de guayule; sin embargo, producen baja cantidad de hule. Varias colecciones de Zacatecas, San Luis Potosí y Nuevo León, presentaron bajo contenido de hule, lo cual se atribuye, en parte, a la introgresión de genes (Sathyanarayanaiah, 1985). Del mismo modo, se puede asumir que en las colectas procedentes de los Estados de Coahuila y Durango, no se presentó este fenómeno, o bien, poseen la mayor parte de plasma germinal de la especie de guayule.

De los datos reportados para valores mínimos y máximos por Estado, puede apreciarse (Cuadro 2) que los municipios de Ocampo y Parras, pertenecientes al Estado de Coahuila, registran las líneas con mayor contenido

Cuadro 2. Valores mínimos, máximos y promedio para las colectas de cada municipio para el contenido de hule.

Estado	Municipio	Contenido de hule (°/o)			Promedio de hule por Estado (°/o)
		Mínima	Máxima	Promedio	
Coahuila	Saltillo	1.93	6.61	4.28	3.71
	Ocampo	2.61	9.80	3.84	----
	General Cepeda	2.60	5.68	3.80	----
	Parras	1.43	7.15	3.29	----
San Luis Potosí	Vanegas	0.83	4.08	2.29	2.29
Zacatecas	C. del Oro	1.61	3.72	2.38	3.13
	Mazapil	1.36	5.42	3.27	----
Nuevo León	Dr. Arroyo	0.06	3.41	1.59	1.53
	Galeana	0.01	3.15	1.66	----
	Aramberri	0.52	0.90	0.68	----
Durango	Cuencamé	2.11	9.60	6.29	5.79
	Mapimí	1.36	5.42	3.76	----
	Simón Bolívar	2.26	8.18	4.91	----

de hule (9.80°/o, C. 1062; 7.15°/o, C. 41), del mismo modo, en Durango, los municipios de Cuencamé y Simón Bolívar, reportan las colectas 1 132 y 1 110, como las mejores productoras de hule con 9.60 y 8.81°/o, respectivamente. En Zacatecas, la línea que más sobresalió fue la 2 002 con 5.41°/o de hule, en tanto que en San Luis Potosí, el valor máximo alcanzado fue de 4.08°/o (C. 3049), y en Nuevo León 3.41°/o (C. 4118). Para ratificar qué Estados y municipios pueden considerarse como áreas productoras de hule, se estimaron los valores promedio para este parámetro (Cuadro 2) y se observó una variación de 0.68°/o (Aramberri, N.L.) a 6.29°/o (Cuencamé, Dgo.)

Los municipios que mayor porcentaje de hule exhibieron son: Cuencamé (6.29°/o), Simón Bolívar (4.91°/o), y Mapimí (3.76°/o). Las colectas procedentes de Parras, Vanegas, Concepción del Oro y Mazapil, mostraron una producción intermedia de hule, en tanto que los municipios del Estado de Nuevo León, tuvieron un rendimiento de hule muy bajo (Cuadro 3).

Los ejidos de Lagunilla y Ojo de Agua, pertenecientes a los municipios de Cuencamé y Simón Bolívar, del Estado de Durango, pueden ser con-

siderados como áreas potenciales productoras de plantas nativas con alto contenido de hule, al igual que los sitios de colecta en el municipio de Saltillo, Coahuila (Cuadro 3).

Cuadro 3. Intervalo del 95% de confianza para la media en rendimiento de hule de los Estados, municipios y sitios bajo estudio, así como de los sitios de más alto rendimiento.

Estado, Municipio y Sitio	Intervalo de confianza para contenido de hule (‰) de peso seco	
Durango	5.79 ±	0.77
Coahuila	3.71 ±	1.79
Zacatecas	3.13 ±	1.32
San Luis Potosí	2.29 ±	1.26
Nuevo León	1.53 ±	0.93
Cuencamé	6.29 ±	1.09
Simón Bolívar	4.91 ±	2.28
Saltillo	4.28 ±	1.61
General Cepeda	3.80 ±	1.56
Ocampo	3.84 ±	2.13
Mapimí	2.76 ±	2.69
Parras	3.28 ±	1.21
Mazapil	3.27 ±	1.40
C. del Oro	2.38 ±	1.26
Vanegas	2.29 ±	1.79
Galeana	1.66 ±	1.51
Dr. Arroyo	1.59 ±	2.59
Aramberri	0.68 ±	3.48
Ejido Lagunilla	7.97 ±	3.81
Ojo de Agua	6.76 ±	3.22
Los Parditos	6.83 ±	2.69
Sombrerillo (1)	6.69 ±	2.69
Cuencamé	6.69 ±	3.22
Ejido 12 de Diciembre	6.32 ±	3.22
Sombrerillo (2)	6.01 ±	3.81
Cañón de Nazas	5.04 ±	3.22
Estación Marte	4.79 ±	7.69
San Pedro del Río	4.78 ±	4.26
Cañón del Quemado	4.30 ±	3.22

El rendimiento de hule de guayule puede incrementarse por selección simple de plantas más vigorosas en poblaciones nativas. Powers (1942), Hammond y Polhamus (1956), Rollins (1950), Perri *et al.* (1983) y Naqvi (1985), científicos de Estados Unidos, exploraron e identificaron líneas sobresalientes por selección simple. En esta investigación se identificaron 15 líneas superiores para contenido de hule, a saber: UAN 1062, 1132, 1131, 1118, 1130, 1134, 1119, 1142, 1110, 1123, 1111, 1133, 1010, 1121 y 1128, con una acumulación entre 7.50% a 9.80%, a sólo año y medio de crecimiento; estas líneas fueron colectadas en poblaciones nativas de los Estados de Coahuila y Durango, en México. Lo que es recomendable hacer con estos materiales, es proceder a evaluarlos en diferentes localidades de los Estados del Norte de México, a fin de identificar una vez más los mejores genotipos para liberar variedades para siembra comercial, que puedan utilizar los campesinos de zonas semidesérticas, donde otros cultivos tradicionales no logran sobrevivir.

Al determinar las correlaciones entre los caracteres ya citados, se observó (Cuadro 4) que éstas son positivas y altamente significativas entre contenido de hule con: diámetro de copa ($r=0.334$), resina ($r=0.522$) y altura de planta ($r=0.596$). López y Sathyanarayanaiah (1985) indican que están operando 2 mecanismos complementarios en guayule para la producción total de hule: el primero está relacionado con el porcentaje de hule del genotipo, y el

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas entre diferentes caracteres en guayule.

	Resina	Altura de planta	Diámetro de copa	Grosor del tallo
Hule	0.522**	0.596**	0.334*	0.173
Resina	---	0.191	0.200	0.045
Altura de planta	---	---	0.686**	0.674**
Diámetro de copa	---	---	---	0.744**

** = Altamente significativo al 1%

* = Altamente significativo al 5%

segundo es la biomasa; esta última es un carácter muy complejo que depende del número, tamaño y peso de cada rama, tallo principal y sistema radicular.

En esta investigación también se encontraron asociaciones positivas y altamente significativas entre altura de planta con diámetro de copa ($r = 0.674$), el cual, a su vez, está correlacionado con el grosor del tallo ($r = 0.774$).

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad para rendimiento de hule y sus componentes entre diferentes poblaciones y dentro de poblaciones.
2. El sitio de colecta influye sobre el rendimiento de hule.
3. Se identificaron 15 colectas sobresalientes para rendimiento de hule y resina. Las colectas de los Municipios de Cuencamé, Simón Bolívar y Ocampo, produjeron alto contenido de hule y son fuente de áreas potenciales para futuras colectas.
4. Existen correlaciones positivas y significativas entre el contenido de hule con 3 características: contenido de resina, altura de planta y diámetro de copa. La altura de planta y diámetro de copa pueden utilizarse como índices de selección para plantas con alto rendimiento de hule.

BIBLIOGRAFIA

- Alcalá R. M.E. y Sathyanarayanaiah, K. 1986. Nivel de ploidía en las colecciones de guayule (*Parthenium argentatum* Gray) nativas del Estado de Coahuila. Agraria, Revista Científica UAAAN. 2(1):28-35.
- Campos L., E. 1981. Prologue. Guayule. Reencuentro en el desierto. 3a. Ed. Saltillo, México. CONACYT, CIQA y CONAZA. pp. 10-12.
- Hammond, B.L. and L.G. Polhamus. 1956. Research on guayule (*Parthenium argentatum* Gray) 1942-1959. USDA. Tech. Bull. 132.

- López B., A. and Sathyanarayanaiah K. 1985. Variation for yield components and correlations in guayule. Riverside, Calif. USA. El Guayulero 7(1 and 2):19-23.
- Naqvi, H.H. and G.P. Hanson. 1980. Recent advances in guayule seed germination procedures. Crop Sci. 20:501-504.
- Naqvi, H.H. 1985. Variability in rubber content among USDA Guayule lines. Bull. Tor. Bot. Club. 112(2):196-198.
- Perry, D.A., H.H. Naqvi, and G.P. Hanson. 1983. Selection for high rubber yield in guayule. p. 333-340. In: E.C. Gregg, J.L. Tipton and H.T. Huang (eds.) Proc. 3rd. Int. Guayule Conf. Pasadena, California. USA. 27 April-1 May, 1980. Guayule Rubber Soc. Publ. UC Riverside.
- Powers, L. 1942. Reproduction studies in guayule. J. Am. Soc. Agron. 37:96-112.
- Rollins, R.C. 1950. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. Cambridge, Mass, USA. Published by University Press.
- Sathyanarayanaiah, K. 1985. Evaluation of genetic resources of guayule in Mexico. Riverside Calif. USA. El guayulero. 7(1 and 2):24-26.
- , 1986. Natural selection for seedling cold resistance in guayule. Riverside, Calif. USA. El guayulero 8(1 and 2):13-16.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Dr. Alfonso López Benítez, Dr. Luis Antonio Pérez González e Ing. Enrique G. Charles, quienes colaboraron en diferentes formas en el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE VIDA Y FACTORES DE MORTALIDAD PARA CONOS Y SEMILLAS DE *Pinus cembroides* Zucc. BAJO CONDICIONES NATURALES EN EL SUR DE COAHUILA

Jorge D. Flores Flores¹
Diana E. Díaz Esquivel²

RESUMEN

El presente trabajo es de carácter básico, y sus objetivos fueron conocer los factores de mortalidad asociados a conos y semillas de *P. cembroides*, para estimar una tabla de vida y determinar la esperanza de éxito que tienen sus frutos de llegar a la madurez fisiológica. Inicialmente se marcaron 4 503 conillos, a los cuales se les siguió su desarrollo mes tras mes; se colectaron y cuantificaron los que resultaron muertos, para determinar las causas de mortalidad e integrar la tabla de vida, la cual se calculó e interpretó de acuerdo a la metodología descrita por Rabinovich (1980). Los resultados revelan que la esperanza de vida para conos de *P. cembroides* es extremadamente baja; se presentó una mortalidad cruda del 97.17%. El 2.83% de conos sobrevivientes correspondió sólo a aquéllos que llegaron a rebasar la edad de 15 meses, los que probabilísticamente, según la tabla de vida, son los únicos que tienen oportunidad de llegar a su madurez fisiológica.

Las causas de mortalidad de mayor importancia fueron los factores biológicos con el 57.38%, sobresaliendo el insecto *Conophthorus cembroi-*

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

2 Tesista

des, y en segundo lugar los factores fisiológicos (desbalance hormonal) con 38.86% de mortalidad. Finalmente, de las 1 397 semillas colectadas en los 127 conos sobrevivientes, el 93.6% resultó vano y sólo el 6.4% fue de semilla llena, lo que revela la crítica situación por la que atraviesa este recurso.

INTRODUCCION

El *Pinus cembroides* es la especie forestal de mayor importancia para el campesino forestal que habita el Sur de Coahuila, dados los múltiples usos que obtiene de él, como: la comercialización del fruto o piñón, madera para construcción de viviendas rústicas, cercas, leña, arbolitos de navidad, y otros beneficios indirectos como: áreas recreativas, la existencia de la diversidad y abundancia de la fauna, la conservación de suelos, ciclos hidrológicos, mantos acuíferos y el microclima en general.

Desafortunadamente, este recurso se ve permanentemente afectado por una serie de factores que tienden a su deterioro total o parcial, tales como: los incendios forestales, desmontes para la agricultura y obras sociales, explotaciones irracionales, pastoreos desordenados, y la incidencia de plagas y enfermedades, entre las que sobresalen las que atacan conos y semillas, y que impactan directamente en la regeneración natural del bosque. En estas últimas, según Flores y Muñoz (1982), señalan que tan sólo el insecto *Conophthorus cembroides* llega a dañar el 43% de los conillos formados, y se reporta otro tanto porcentaje de mortalidad acreditado a causas desconocidas.

Ante tal situación se planteó el presente estudio, cuyos objetivos fueron diagnosticar las causas o factores de mortalidad asociados a conos y semillas de *P. cembroides*, y determinar la tabla de vida correspondiente a las diferentes edades de desarrollo del fruto de *P. cembroides*.

REVISION DE LITERATURA

La tabla de vida, según Southwood (1968) y Soria (1976), es un método para calcular el tiempo de vida previsto para una población de individuos en una edad determinada; o sea, es una manera sinóptica y sintética de plasmar en forma cuantitativa y cualitativa, la probabilidad que tiene un individuo de llegar a una edad "X", sometido a una serie de factores de mortalidad, o que al menos limitan su desarrollo potencial. Su uso, según Rabi-

novich (1980), depende del tipo y objetivos del estudio, ya sea que se trate de una tabla de vida específica por edades u horizontal, o una tabla de vida temporal o vertical; sin embargo, la información básica de su estructura incluye los datos relacionados con la edad de los individuos, tasa de mortalidad y sobrevivencia de individuos por intervalo de observaciones, factores de mortalidad y, finalmente, la esperanza de vida para los individuos vivos desde el inicio de las observaciones.

Esta técnica para determinar la probabilidad o esperanza de vida que tiene un individuo de llegar a una edad "X", inicialmente fue utilizada por los demógrafos y empresas dedicadas a la venta de seguros de vida, pero actualmente ha cobrado gran importancia en las investigaciones de los ecólogos, aplicándola directamente en fauna, entomología, fruticultura y, últimamente, en las especies forestales que tienen problemas con su regeneración natural, o aquéllas cuyo fruto o piñón es de importancia alimentaria.

En este sentido, son pocos los estudios que se han realizado hasta la fecha en México. Sobresalen los trabajos realizados por Arceo y Cibrian (1980), al estudiar la tabla de vida y factores de mortalidad de conos y semillas de *Pinus montezumae*; el trabajo realizado por Del Río (1980), al estudiar el daño ocasionado por las plagas en conos y semillas de *Pinus* spp, y recientemente el trabajo realizado por González *et al.* (1984), para evaluar la supervivencia de conos y semillas de *P. montezumae* en áreas bajo silvicultura intensiva. En todos estos trabajos se observó un alto porcentaje de mortalidad de conos y semillas, y una expectativa de vida muy baja para los conos y semillas de *P. montezumae*; los factores biológicos, y específicamente *Conophthorus* spp. son la principal causa de mortalidad.

Amén de estos estudios, es difícil encontrar otra información que apoye estos trabajos.

MATERIALES Y METODOS

Inicialmente se marcaron en forma individual 4 503 conillos resultantes de un muestreo, a los cuales se les siguió su desarrollo mes tras mes, hasta alcanzar su madurez fisiológica. En cada intervalo, o edad de observación, se colectaron y cuantificaron los conillos muertos, para ser analizados a nivel de laboratorio y determinar la causa de su mortalidad.

Con estos datos mensuales se calculó la tasa de mortalidad absoluta, por edades y para factor específico, cálculos que sirvieran posteriormente para estimar la tabla de vida para los diferentes estados de desarrollo del fruto de *P. cembroides*, la cual se estructuró de la forma siguiente:

x = Intervalos de observación, o edades.

l_x = Número de individuos sobrevivientes con respecto a la fecha de inicio de observación.

dx = Número de individuos muertos de un intervalo a otro, o sea de X a $X + 1$.

Fdx = Factor de mortalidad para cada individuo muerto en cada intervalo, o sea en cada X .

qx = Proporción de individuos muertos en cada edad.

L_x = Número promedio de individuos vivos en cada intervalo de edad.

T_x = Total de unidades de tiempo que vivirán los individuos al entrar a otra edad X .

e_x = Esperanza de vida para los individuos vivos desde el inicio de las observaciones.

En los cálculos de la tabla de vida, sobresalen los parámetros de mortalidad por edades y la esperanza de vida que tiene un cono para pasar a otra edad hasta llegar a su madurez fisiológica.

Finalmente, en cuanto al registro de las incidencias poblacionales que actuaron como factor biológico de mortalidad, esto se hizo en forma visual sin utilizar ningún sistema de trampeo, mientras que para los factores fisiológicos se realizó un análisis de micro y macronutrientes existentes en el suelo, y para factores climáticos se utilizó la información recabada en la estación meteorológica más próxima al área experimental.

RESULTADOS

Tasas y factores de mortalidad

En la Figura 1, se muestra la tasa de mortalidad y sobrevivencia de conos por edades. Como se puede observar, de 4 503 conillos marcados inicialmente, la mortalidad de conos durante todo el período de estudio se elevó alarmantemente hasta 4 376; el 97.17% correspondió a mortalidad cruda. Solamente 127 conos sobrevivieron y representan el 2.83%. La ma-

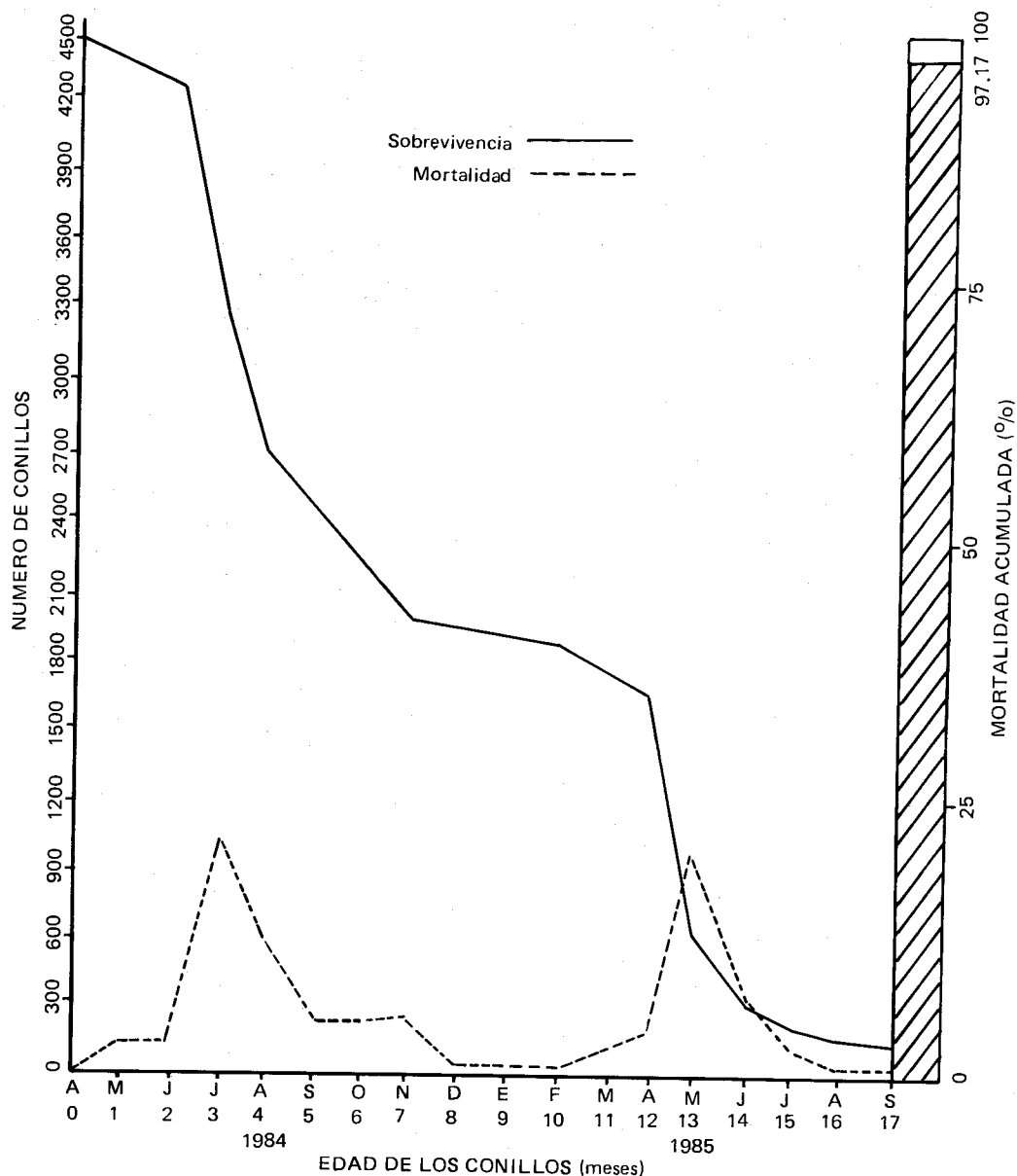


Figura 1. Curvas de sobrevivencia y mortalidad para conejos y conos de *Pinus cembroides*, Saltillo, Coah. 1984-815.

yor mortalidad se presentó en los meses de julio de 1984, a una edad de 3 meses, con 22.63%; y en mayo de 1985, a una edad de 13 meses, con una mortalidad de 22.34%.

La tasa de mortalidad específica para cada factor registrado durante el estudio, se muestra en el Cuadro 1. Como se puede observar, se analizaron

Cuadro 1. Tasa cruda de mortalidad para factores específicos en conos de *Pinus cembroides*. Ejido El Cedrito. Saltillo, Coah. 1984-1985.

Factor de mortalidad	Total de conos observados	Número de conos muertos	Tasas de mortalidad en porcentaje
I Factores biológicos			
<i>Conophthorus cembroides</i>		1862	41.35
<i>Leptoglossus occidentalis</i>		434	9.64
<i>Phyllophaga</i> sp.		97	2.15
<i>Eucosoma</i> sp.		95	2.11
<i>Cecidomyia</i> sp.		88	1.95
Pájaros y roedores		8	0.18
Sub-total		2584	57.38
II Factores fisiológicos			
Caída de conillos			
de 1 - 4 meses		1587	35.24
de 5 - 7 meses		16	0.35
de 11 - 12 meses		12	0.27
de 13 - 16 meses		135	3.0
Sub-total		1750	38.86
III Otros factores			
Error experimental		42	0.93
Factores climáticos		0	0.0
Sub-total		42	0.93
T o t a l	4503	4376	97.17

$$\text{Tasa de mortalidad por factor específico} \quad Mf = \frac{D \times 100}{n}$$

Donde:

D = Suma de conos dañados por factor en diferentes edades.

n = Total de conos observados.

3 tipos de factores: los biológicos, los fisiológicos y los climáticos, en orden de importancia. Del 97.17% de mortalidad total, los biológicos representaron el 57.38%, los fisiológicos el 38.86%, y el 0.93% restante se le atribuyó al error experimental y al factor climático.

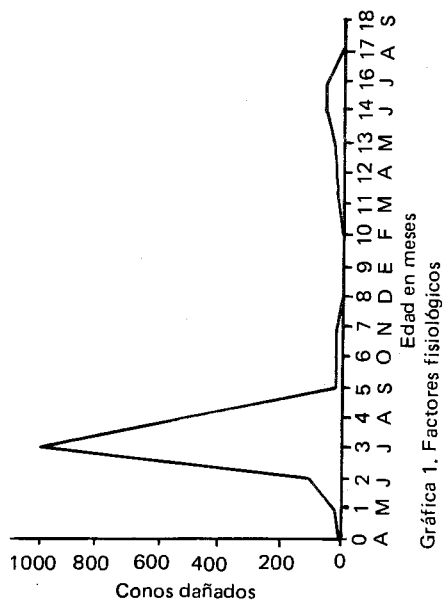
Entre los factores biológicos sobresalen los daños realizados por *Conophthorus cembroides*, al ocasionar la muerte de 1 862 conillos, que representa el 41.35%. En segundo lugar se presentó *Leptoglossus occidentalis* con 9.64% de mortalidad, y en un tercer grupo se presentaron *Phyllophaga* sp., *Eucosoma* sp y *Cecidomyia* sp. Los pájaros y roedores, aun cuando se presentan en gran abundancia en este ecosistema, ocasionaron daños mínimos en los conos; probablemente fueron más importantes sus estragos al dañar semillas que recientemente se hallaban desprendidas del cono.

En cuanto a los factores fisiológicos, o caída prematura de conillos y conos sin daño aparente de insectos ni patógenos, significó un elevado porcentaje de mortalidad, y presenta 2 etapas marcadamente importantes de caída natural de frutos. La primera, y más numerosa, está relacionada con la caída de conillos de 1 a 4 meses de edad; se registró la caída de 1 587 conillos de la muestra total de conos, lo que representa el 35.24% de mortalidad total; o sea, representa el segundo factor de importancia después de *Conophthorus cembroides*. La segunda caída natural significativa se presentó en conos de 13 a 16 meses próximos a madurar, y ocasionó la muerte de 135 conos, que equivalen al 3.00% de mortalidad.

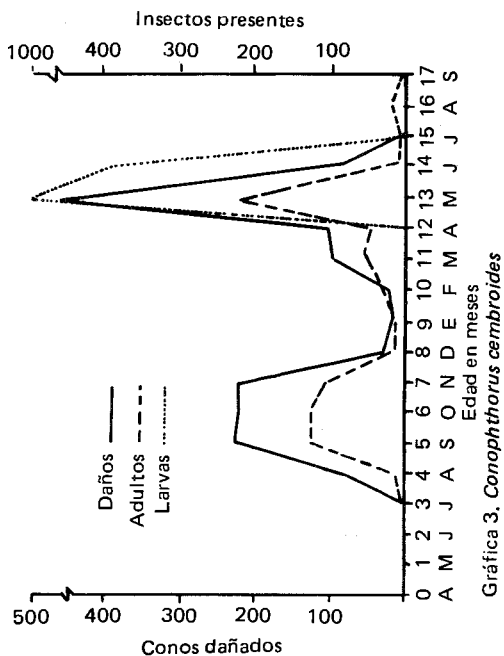
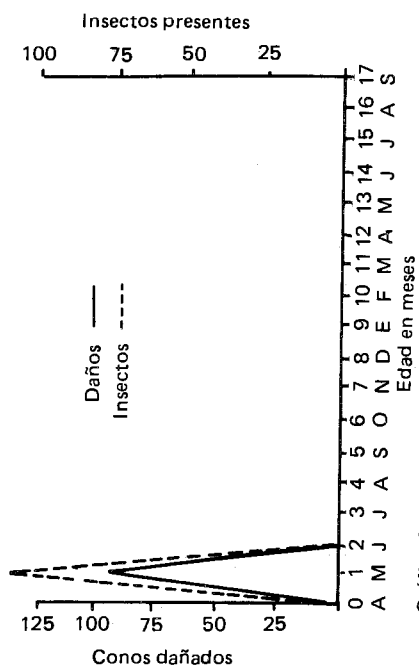
Finalmente, la mortalidad ocasionada por otros factores, error experimental y factores climáticos, en esta ocasión fue sumamente escasa, y no se considera significativa dado que alcanzó solamente el 0.93% de mortalidad total.

Incidencia mensual de los factores de mortalidad y sus tipos de daño

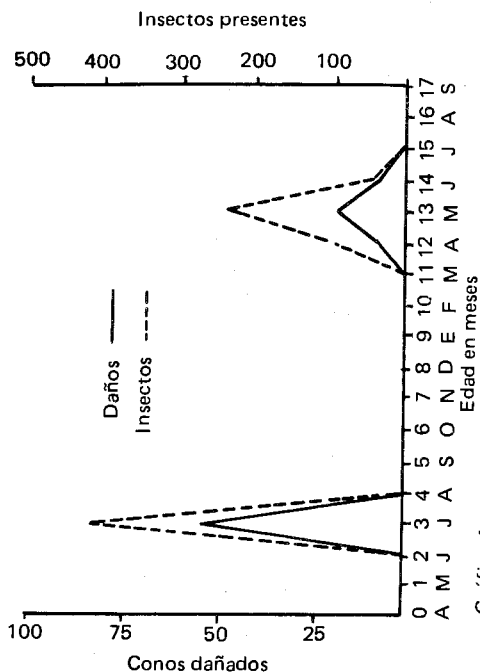
La incidencia de los diferentes factores de mortalidad por edades, se muestra en la serie de gráficas de la Figura 2, tal y como se fueron presentando fecha tras fecha en el estudio, ya sea en forma individual o en grupos de factores. Al analizar la incidencia de los diferentes factores de mortalidad, se puede ver claramente una sucesión de ataque en los agentes biológicos y una sucesión de daños para caídas naturales, atribuibles a diferentes factores fisiológicos. Así se tiene que durante los primeros 3 meses de obser-

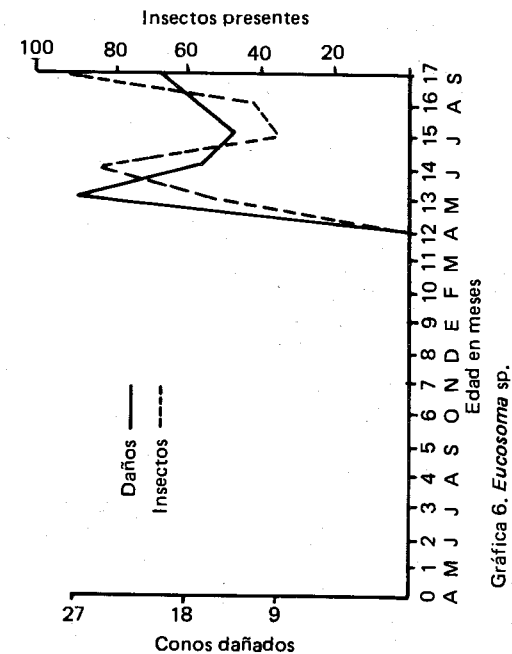


Gráfica 2. *Phyllophaga* sp.

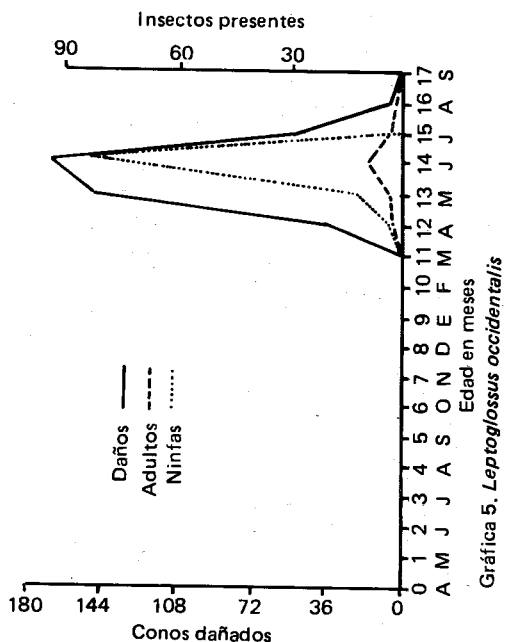


Gráfica 4. *Cecidomyia* sp.

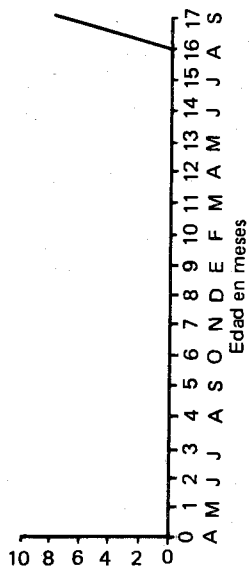




Gráfica 6. *Eucosoma* sp.



Gráfica 5. *Leptoglossus occidentalis*



Gráfica 7. Pájaros

Figura 2. Dinámica poblacional e incidencia mensual de daños de los diferentes factores de mortalidad para conos de *Pinus cembroides*. Saltillo, Coah. 1984-85.

vación, el factor de mayor importancia fue la muerte natural o fisiológica de los conillos (Gráfica 1, Figura 2), donde alcanzó la mayor mortalidad en el mes de julio. Los conillos de 1 a 4 meses, muertos por esta causa, se caracterizaron básicamente por no tener ninguna evidencia de daño, externa ni internamente, de insectos ni patógenos; toman una coloración amarillo-rojiza, detienen su desarrollo y fácilmente se desprenden del pedúnculo al contacto de la mano, o por el golpe de las ramas impulsadas por la fuerza del viento.

El único factor biológico que se observó durante estos 3 meses de desarrollo de los conillos, fue *Phyllophaga* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae) (Gráfica 2, Figura 2), que a la postre es el primer factor biológico que inicia los daños, justo al primer mes de crecimiento de los conillos. Los conillos dañados por este insecto se caracterizan porque presentan más de la mitad de sus tejidos carcomidos a consecuencia de los hábitos masticadores de este insecto.

Conophthorus cembroides (Coleoptera: Scolytidae), que fue el factor de mortalidad de mayor importancia en todo el estudio, inició sus ataques a partir del cuarto mes de edad de los conillos, y realizó sus mayores daños durante mayo de 1985, cuando los conos tenían 13 meses de desarrollo (Gráfica 3, Figura 2), provocando los daños tanto larvas como adultos. Los conillos atacados por este insecto, inicialmente toman una coloración rojiza que con el tiempo se tornan oscuros, presentan orificios de entrada en la base o pedúnculo, los cuales son cubiertos por grumos de resina que es lo que los mantiene unidos a la rama; además, detienen su desarrollo, toman una consistencia esclerotizada, y con el tiempo se desprenden del árbol, pero ya sin el insecto. Sólo en el caso de los conos de 8 a 10 meses que son atacados por *C. cembroides*, se mantienen en pie de árboles muertos y esclerotizados, dando lugar a que el adulto pase el invierno en su interior.

A continuación aparece *Cecidomyia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) (Gráfica 4, Figura 2), su incidencia se registró en 2 edades marcadamente distintas: la primera durante el mes de agosto de 1984 en conillos de 4 meses de edad, y la segunda en verano de 1985 en conos de 12, 13 y 14 meses. Los conos y conillos dañados por este insecto se caracterizan porque sus escamas crecen deformes, un tanto aplanadas hacia los lados y se tornan color rojizo.

El segundo agente de importancia dentro de los factores biológicos fue la chinche *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae), sus mayores

daños se observaron durante los meses de mayo y junio de 1985, en conos de 13 y 14 meses de edad (Gráfica 5, Figura 2). Los mayores daños los provocó en estado ninfal, y en menor grado en forma de adulto, ambos alimentándose del embrión de la semilla, por lo que los conos atacados por este insecto presentan manchas necróticas, tanto en su parte externa como interna, formación de semillas vanas y, además, muestran un tipo de pudrición suave o ablandamiento, lo cual se atribuye a las sustancias tóxicas que este insecto inyecta al alimentarse.

El último insecto registrado en la sucesión de ataque en conos de *P. cembroides* fue *Eucosoma* sp. (Lepidoptera: Olethreutidae) (Gráfica 6, Figura 2), el cual ataca conos de 13 a 17 meses de edad. Los daños ocasionados por este insecto son en estado larvario para alimentarse del embrión de las semillas, provocando la vanidad de éstas. Los conos atacados presentan orificios externos rodeados por grumos de excremento, que se quedan fuertemente fijos en el árbol, lo que da oportunidad al insecto de completar su ciclo biológico.

Finalmente, se observó la presencia de las aves pájaro azul *Apheleocoma ultramarina* y guacamaya enana *Rhynchopsitta terrisi* (Gráfica 7, Figura 2), cuyos estragos en *P. cembroides* sólo se registraron en el último mes de desarrollo, cuando los conos iniciaban la apertura de las escamas para liberar sus semillas. Sin embargo, la presencia de estas aves se detectó durante todo el período de estudio, probablemente se alimentaron de otras frutas y semillas maduras.

Los conos dañados por estas aves, se caracterizan por los distintos y espectaculares agujeros que hacen con su pico, al perforar escamas y semillas para alimentarse de ellas.

Tabla de vida

En el Cuadro 2, se muestran los datos relacionados al cálculo de la tabla de vida para conos de *P. cembroides* y sus factores de mortalidad. Como puede observarse, la esperanza de vida (ex) se va reduciendo paulatinamente a medida que avanza la edad de los conillos, siendo que para los conillos del primer mes y bajo las presiones de mortalidad existentes, se le estima una esperanza de vida de 7.5 meses, que prácticamente están destinados a morir por no completar su madurez fisiológica que es de 17 meses. La misma situación se puede pronosticar para los conillos avanzados hasta 14 me-

Cuadro 2. Tabla de vida para conos de *Pinus cembroides*. Ej. El Cedrito. Saltillo, Coah. 1984-1985.

x	lx	dx	Fdx	qx	Lx	Tx	ex
1984							
Mayo	4503	97 29 <u>126</u>	<i>Phyllophaga</i> sp Factores fisiológicos	.02798	4 400	34 113.5	7.5757
Junio	4377	109	Factores fisiológicos	.02490	4 322.5	29 673.5	6.7794
Julio	4268	1019	Factores fisiológicos	.23875	3 758.5	25 351	5.9397
Agosto	3249	430 82 55 <u>567</u>	Factores fisiológicos <i>Conophthorus cembroides</i> <i>Cecidomyia</i> sp.	.17451	2 965.5	21 592.5	6.645
Septiembre	2682	225 5 <u>230</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos	.08575	2 567	18 627	6.945
Octubre	2452	221 6 <u>227</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos	.09257	2 338.5	16 060	6.549
Noviembre	2225	222 5 7 <u>234</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> Factores fisiológicos Error experimental	.10516	2 108	13 721.5	6.166

Continuación Cuadro 2.

x	lx	dx	Fdx	qx	Lx	Tx	ex
Diciembre	1991	26	<i>Conophthorus cembroides</i>	.02059	1 970.5	11 613.5	5.832
		15	Error experimental				
		<u>41</u>					
1985							
Enero	1950	17	<i>Conophthorus cembroides</i>	.1487	1 935.5	9 643	4.945
		12	Error experimental				
		<u>29</u>					
Febrero	1921	21	<i>Conophthorus cembroides</i>	.013301	1 908.5	7 707.5	4.0122
		4	Error experimental				
		<u>25</u>					
Marzo	1896	92	<i>Conophthorus cembroides</i>	.05168	1 847	5 799	3.058
		4	Factores fisiológicos				
		2	Error experimental				
		<u>98</u>					
Abril	1798	99	<i>Conophthorus cembroides</i>	.08620	1 720.5	3 952	2.197
		39	<i>Leptoglossus occidentalis</i>				
		7	<i>Cecidomyia</i> sp.				
		8	Factores fisiológicos				
		2	Error experimental				
		<u>155</u>					

Continúa ...

Continuación Cuadro 2.

x	lx	dx	Fdx	qx	Lx	Tx	ex
Mayo	1643	766 164 27 19 30 <u>1006</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> <i>Leptoglossus occidentalis</i> <i>Eucosoma</i> sp. <i>Cecidomyia</i> sp. Factores fisiológicos	.61229	1 140	2 231.5	1.358
Junio	637	88 172 17 7 50 <u>334</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> <i>Leptoglossus occidentalis</i> <i>Eucosoma</i> sp. <i>Cecidomyia</i> sp. Factores fisiológicos	.52433	470	1 091.5	1.713
Julio	303	2 63 50 <u>115</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> <i>Leptoglossus occidentalis</i> Factores fisiológicos	.37953	454.5	621.5	2.051
Agosto	18.8	1 6 17 9 <u>33</u>	<i>Conophthorus cembroides</i> <i>Leptoglossus occidentalis</i> <i>Eucosoma</i> sp. Factores fisiológicos	.1755	171.5	376	2.0

Continuación Cuadro 2.

x	lx	dx	Fdx	qx	Lx	Tx	ex
Septiembre	155	20	<i>Eucosoma</i>	.18064	141	204.5	1.31
		8	Pájaros				
		<u>28</u>					
Conos sobrevivientes	127				63.5		

ses de edad, siendo que los únicos conillos que tienen probabilidad de éxito son los que rebasan la edad de 15 meses o el mes de julio, ya que éstos tienen una esperanza de vida de 2 meses, justo lo que les falta para complementar su madurez fisiológica.

La estimación de semilla dañada en conos próximos a madurar, se muestra en el Cuadro 3. Como puede observarse, de 1 788 conos dañados, se estimó una cantidad de 19 579 semillas dañadas por los diferentes factores de mortalidad, entre los que sobresalen *Conophthorus cembroides* y *Leptoglossus occidentalis* con 53.71% y 24.38% de mortalidad, respectivamente. Las únicas semillas sanas obtenidas en el presente estudio fueron 89, de un total de 127 conos cosechados finalmente.

Cuadro 3. Estimación de semilla dañada por diferentes factores en conos de *Pinus cembroides* maduros y próximos a madurar. Ej. El Cedrito. Saltillo, Coah. 1984-1985.

Factor de mortalidad	Número de conos dañados	Semilla dañada Núm. %o(**)	Semillas sanas
<i>Conophthorus cembroides</i> (*)	956	10516 53.71	
<i>Leptoglossus occidentalis</i>	434	4774 24.38	
Factores fisiológicos			
(frutos caídos)	135	1485 7.58	
Semillas vanas en			
frutos cosechados	127	1308 6.68	89
<i>Eucosoma</i> sp.	95	1045 5.34	
<i>Cecidomyia</i> sp.	33	363 1.85	
Pájaros	8	88 0.45	
Total	1788	19579 100.00	89

(*) La mortalidad de semillas ejercida por *Conophthorus cembroides* se considera indirecta dado que su daño primario consiste en matar el cono y en consecuencia la semilla.

(**) Se estimó en función del total de semilla producida en 1788 conos.

Partiendo de esta última cifra, en el Cuadro 4 se muestra una estimación hipotética de la producción de semilla llena y dañada, que puede presentarse en *P. cembroides* bajo estas condiciones. Es decir, si se considera que los 4 503 conillos inicialmente marcados, llegaran todos a su madurez fisiológica, formarían un total de 49 462 semillas, pero, dados los problemas estrictamente de carácter fisiológico, sin incluir daños de agentes biológicos, el 93.6% de ellas, o sea 46 296 semillas, resultarían vanas, y sólo el 6.4%, o sea 3 165, serían llenas.

Esta situación revela la fuerte presión a que está sometido el desarrollo del *P. cembroides* en esta área.

Cuadro 4. Estimación hipotética de la producción de semilla llena y dañada partiendo de 127 conos sobrevivientes en *Pinus cembroides*. Ej. El Cedrito. Saltillo, Coah. 1984-1985.

	Conos observados	Semillas formadas (*)	Semillas vanas Núm. %	Semillas llenas Núm. %	Producción en g (**)
Muestra inicial sin daños	4503	49 462	46 296 93.6	3 165 6.4	1 700
Total de conos dañados	4376	48 136	48 136 100.0	0 0.0	0
Total de conos so- brevvien- tes	127	1 397	1 308 93.6	89 6.4	47.0

(*) Considerando una media de 11 semillas por cono que fue estimada preliminarmente.

(**) 1 900 semillas equivalen a 1 kg.

DISCUSION

La alarmante tasa cruda de mortalidad que se presentó en el estudio, del 97.17% de la muestra total de conillos observados, resultó ser muy superior a la mortalidad cruda reportada para otros estudios. Esto puede atribuirse a que, para el caso del *P. cembroides*, se trata de una vegetación de bosque natural sin ningún manejo silvícola, sometida a las presiones del hombre; es decir, existen aprovechamientos irracionales, pastoreos desordenados y otros disturbios similares.

Contrariamente a esto, los estudios realizados por Arceo y Cibrian (1980) que reportan una mortalidad del 59.5%, y González *et al.* (1984) que reportan una mortalidad del 88.6% para conos y semillas de *P. montezumae*, se realizaron sobre árboles padres o seleccionados para producción de semilla, los cuales están bajo cuidados silvícolas especiales. Además, puede atribuírsele a otras varias circunstancias, entre las que sobresalen: la especie y lugar diferente con que se trabajó, cualidad y abundancia de factores de mortalidad y condiciones específicas del área de estudio.

Por cuanto se refiere a la caída natural o fisiológica de los frutos, se le puede atribuir entre las muchas causas que marca la literatura, a la falta de auxinas y hormonas que, de acuerdo con Calderón (1983) y otros autores, al no existir éstas, permite la actividad del ácido abscísico que genera la abscisión del pedúnculo y, en consecuencia, la caída del fruto. Este planteamiento se hace en función de que, al analizar elementos menores del suelo del área experimental, reveló carencia de zinc, que de acuerdo con Bastin (1970) y Meyer (1976), es el elemento básico que sintetiza el triptófano, el cual se transformará en ácido indolacético, mejor conocido como auxina.

Por otra parte, la incidencia de los agentes biológicos como factores de mortalidad de conos y semillas de *P. cembroides*, revela una marcada y estricta sucesión de ataque, respetándose entre ellos sus nichos biológicos, época y micrositios de ataque, por lo cual no se detectó ninguna competencia interespecífica, quedando libremente sus poblaciones para alcanzar los niveles naturales que corresponden a cada especie, sólo en función del balance de mortalidad y natalidad de las mismas.

La poca esperanza de vida que tienen los conos de *P. cembroides* para llegar a su madurez fisiológica, revela la grave situación por la que atraviesa este ecosistema, a no ser de que se trate de un mecanismo fisiológico de

defensa de las plantas contra momentos de stress, para asegurar la sobrevivencia de la especie, tal como es considerado por Wain (1979).

Finalmente, la condición de semillas vanas en frutos que no son dañados por insectos ni patógenos, Bastin (1970) y Bidwell (1979), la atribuyen principalmente a la formación de frutos sin polinización, es decir, frutos partenocárpicos. Waine (1979), la atribuye también a una deficiencia de zinc, dado que es el elemento básico que promueve todo el mecanismo hormonal en el proceso reproductivo. Cualquiera de estas 2 situaciones pudieran ser el caso de la semilla vana del *P. cembroides*.

Dado todo lo anterior, se plantea la necesidad de iniciar estudios de mayor profundidad, enfocados a conocer la ecofisiología de este importante recurso forestal.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir:

1. Que la expectativa de vida para conos de *Pinus cembroides* es extremadamente baja, pues sólo los conillos que llegaron a rebasar la edad de 15 meses, probabilísticamente tienen oportunidad de llegar a su madurez fisiológica.
2. Se revela una mortalidad cruda de 97.17% de conos, y sólo el 2.83% de sobrevivencia; pero, de éstos, el 93.6% de su semilla es vana, y sólo el 6.4% contiene semilla llena.
3. El factor de mortalidad de mayor importancia para conos y semillas de *P. cembroides* fue el insecto *Conophthorus cembroides*, y en segundo lugar el factor fisiológico expresado a través de un desbalance hormonal.

BIBLIOGRAFIA

- Arceo, V.R.E. y D. Cibrian T. 1980. Utilización de tablas de vida en la evaluación de mortalidad de semillas de *Pinus montezumae* Lamb. en San Juan Tetla, Puebla. In: "Memorias del 1^{er}. Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. S.M.E. ". Uruapan, Michoacán.

- Bastin, R. 1970. Tratado de fisiología vegetal. Madrid, España. CECSA.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. México, D.F., A.G.T. Editor, S.A.
- Calderón, E.A. 1983. Fruticultura general. El esfuerzo del hombre. 2a. Ed. México, D.F. Editorial Limusa. 759 p.
- Flores, F.J.D. y A. Muñoz M. 1982. Dinámica poblacional y evaluación de daños causados por *Conophthorus cembroides*, en el cañón de San Lorenzo. Saltillo, Coah. In: "Memorias del 2º. Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal S.M.E.". Cuernavaca, Morelos.
- González, Ch. J.J., J.R. Barrios E., A. Ruiz y D. Cibrian T. 1984. Supervivencia de conos y semillas de *Pinus montezumae* Lamb. en áreas bajo silvicultura intensiva. In: "Memorias del 3º. Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. S.M.E.". Saltillo, Coahuila.
- Meyer, B.S., D.B. Anderson y R.H. Böhring. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. 4a. Ed. Argentina. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Rabinovich, J.E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México, D.F. CECSA.
- Río, M.A. del. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio. In: "Memorias del 1º. Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. S.M.E.". Uruapan, Michoacán.
- Soria, S.J. 1976. Tabelas etarias dos polinizadores do cacaveiro *Forcipomyia* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) em condicoes de laboratorio. Revista Theobroma. Vol. 6. No. 1. Ilhéus, Brasil.
- Southwood, T.R.E. 1968. Ecological methods with particular reference to the study of insects populations. London. Methwen & Co. LTD.
- Wain, R.L. 1979. El control químico del crecimiento de las plantas y los insectos. 3a. Ed. México, D.F. CONACYT.

MALOFAGOS DE LAS AVES DOMESTICAS EN 4 MUNICIPIOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE COAHUILA

Aguileo Lozoya Saldaña¹
Servando Quiñones Luna²
Luis A. Aguirre Uribe³
Eugenio Guerrero Rodríguez⁴

RESUMEN

Se determinaron las especies de piojos malófagos específicos y no específicos de las aves de corral, su distribución, abundancia e interrelación de éstos, en 11 localidades comprendidas en 4 municipios del Sureste del Estado de Coahuila, localizados en la zona de influencia inmediata a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Se colectaron 8 especies de malófagos propios de las aves, y 3 especies parásitos de mamíferos. El total de colectas fue de 183; en gallinas fue donde se obtuvo la mayor cantidad de éstas. Los parásitos más comunes fueron: *Menacanthus stramineus*, *Cuclogaster heterographus*, *Chelopistes meleagridis* y *Columbicola columbae*.

INTRODUCCION

La importancia económica de la avicultura en el desarrollo pecuario regional, se manifiesta en la producción de carne y huevo. Esta, para el año

1 Ing. M.C., 3 Ph.D. y 4 Ing. M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. Agronomía, UAAAN.

2 Alumno colaborador del proyecto.

de 1984 fue de 6 536.8 y 5 815.2 toneladas, respectivamente. Dicha producción está enmarcada en los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe, Arteaga y General Cepeda, Coahuila.

Frecuentemente la producción avícola se encuentra mermada por una serie de factores limitantes de la misma, dentro de los cuales las enfermedades y los parásitos externos constituyen, probablemente, uno de los más importantes. De estos últimos, los malófagos comprenden un orden de insectos que constituyen una plaga primaria en la región donde éstos se presentan.

No obstante la especialización del parasitismo de estos insectos, se da el caso de diversos tipos de aves que viven en comunidad, y pueden contaminarse unas a otras con relativa facilidad de dichos parásitos. El parasitismo se manifiesta por la presencia de zonas desprovistas de plumas, o por estar éstas raídas y el plumaje alborotado. Las aves se muestran apáticas, con las alas caídas, se picotean con furia las partes infestadas, acaban por perder el apetito y perturban completamente su reposo. Finalmente se observa una disminución de peso y de oviposturas (Collado, 1961; Berenguer, 1980).

El objetivo del presente estudio en base a la importancia que tiene su control, fue determinar las especies de piojos malófagos de las aves domésticas, su distribución y abundancia en los principales municipios del Sureste del Estado de Coahuila, localizados en la zona de influencia inmediata a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, así como su interrelación con otras especies.

REVISION DE LITERATURA

En nuestro país, el interés por el conocimiento de los parásitos externos hasta hace pocos años, no había tenido gran trascendencia, debido a que se da muy poca importancia a estos insectos como un factor limitante en la avicultura y, consecuentemente, existen pocos reportes al respecto.

Uno de los primeros en que se incluye el Estado de Coahuila, sin especificar localidad o municipio, es el realizado por Hoffman (1961), y en el cual únicamente reporta 4 especies: *Menopon gallinae* L., *Menopon stramineus* Nitzsch, *Goniocotes gigas* Taschenberg y *Columbicola columbae* L. Posteriormente Rodríguez (1983), al realizar estudios en 3 municipios del Estado, encontró: *M. gallinae* en Cd. Acuña y Monclova; *Menacanthus stra-*

mineus, *Lipeurus caponis* y *Goniodes gigas*, únicamente en Cd. Acuña. Para la región de Saltillo, Lozoya y Guerrero (1984), reportan 3 especies: *M. stramineus*, *Cuclotogaster heterographus*, especie no reportada antes para el Estado, y *C. columbae*.

Coevolución y especificidad Malófagos-hospederos

A medida que las aves evolucionaron, hacían lo mismo los malófagos. Paralelamente a sus hospederos iban adaptándose a diversas situaciones ambientales, éstos evolucionaron para aclimatarse a las condiciones de vida de sus presas. Dado que las diferentes especies de aves no se cruzaban, tampoco lo hicieron sus parásitos, de modo que las poblaciones evolucionaron de manera propia.

A causa de este vínculo entre la evolución de las aves y la de sus parásitos, es posible, con frecuencia, averiguar qué relación existe entre 2 grupos de aves mediante sus parásitos. Esta circunstancia es particularmente útil cuando, por ejemplo, el grupo a que pertenecen las aves suscita dudas (Burton y Burton, 1974).

La mayoría de los malófagos son grandemente específicos en cuanto a sus hospederos. Generalmente la especificidad es hacia un hospedero, algunos son menos restringidos en la selección del mismo y algunos pocos se consideran subespecíficos. Esta especificidad se ha desarrollado en un período de miles de años durante la evolución de los piojos con sus hospederos, por medio de la transmisión de padres a hijos. En ocasiones, un hospedero puede presentar parásitos que no son propios de éste y de especies afines. Pero, una vez que se habitúan, rara vez se alejan voluntariamente, excepto cuando 2 hospederos están en contacto corporal directo, o con la llegada de la muerte (Burton y Burton, 1974; Bay y Meola, s.f.; Emerson y Price, 1981).

Los malófagos no sólo son específicos de un hospedero, sino que a veces lo son, incluso de una región particular del cuerpo. Los piojos de las alas y del cuerpo de una ave son diferentes de los que se les encuentra en la cabeza (Burton y Burton, 1974).

Daño por Malófagos

Los órganos bucales de los malófagos generalmente están adaptados para masticar, y la mayoría se alimentan masticando tejidos epiteliales y de

la sangre seca alrededor de pequeñas heridas (Hoffman, 1961; Lapage, 1981). La irritación producida por sus piezas bucales y las garras afiladas, causa una condición nerviosa que interrumpe el sueño, causa pérdida de apetito y diarrea, y hace que las aves debilitadas sean susceptibles a padecimientos propios de las aves de corral (McWhorter, s.f.; Metcalf y Flint, 1975).

En condiciones óptimas, una población de piojos debilita la resistencia del hospedero a los ataques, y puede eventualmente matar al animal al destruir dicha resistencia a la infección debida a otros agentes patógenos, ya que algunas especies pueden transmitirlos de uno a otro hospedero (Hoffman, 1961; Bay y Meola, s.f.). *M. stramineus* se le ha encontrado asociado con el virus de la encefalitis equina, pero no se ha considerado que tenga significancia epidemiológica en la transmisión del patógeno (Furman, 1978).

Algunas especies, que aunque tienen órganos bucales masticadores, regularmente se nutren con la sangre recientemente extraída de sus hospederos. Wilson, citado por Lapage (1981), indica que el piojo del cuerpo *M. stramineus*, se alimenta activamente de sangre, la cual obtiene al raspar la piel y romper los cañones de las plumas (James y Harwood, 1969); el piojo de la cabeza de las aves de corral, *C. heterographus*, por otro lado, solamente ingiere sangre seca. Martín, citado por Lapage (1981), encontró que el piojo de la paloma *C. columbae*, no se alimenta de sangre coagulada, sino de plumas manchadas con sangre.

Los piojos de las aves de corral se hacen más abundantes durante el verano. En temperaturas más frías disminuyen, aunque se les puede encontrar durante el invierno en todas sus etapas (McWhorter, s.f.; Metcalf y Flint, 1975). Frecuentemente 2 ó 3 especies pueden ser encontradas infestando las aves simultáneamente (Furman, 1978).

Probablemente, el daño más significativo se manifiesta en los pavos y pollos jóvenes, que habitualmente son criados por aves sumamente infestadas, y que producen una gran mortalidad debido al alto número de piojos que son transferidos a ellos tan pronto como salen del huevo (McWhorter, s.f.; Metcalf y Flint, 1975).

MATERIALES Y METODOS

Las colectas del presente trabajo se realizaron en forma manual sobre las aves de corral en los municipios del área de influencia inmediata de la UAAAN (Figura 1), durante los períodos de agosto a diciembre de los años de 1981 a 1984.

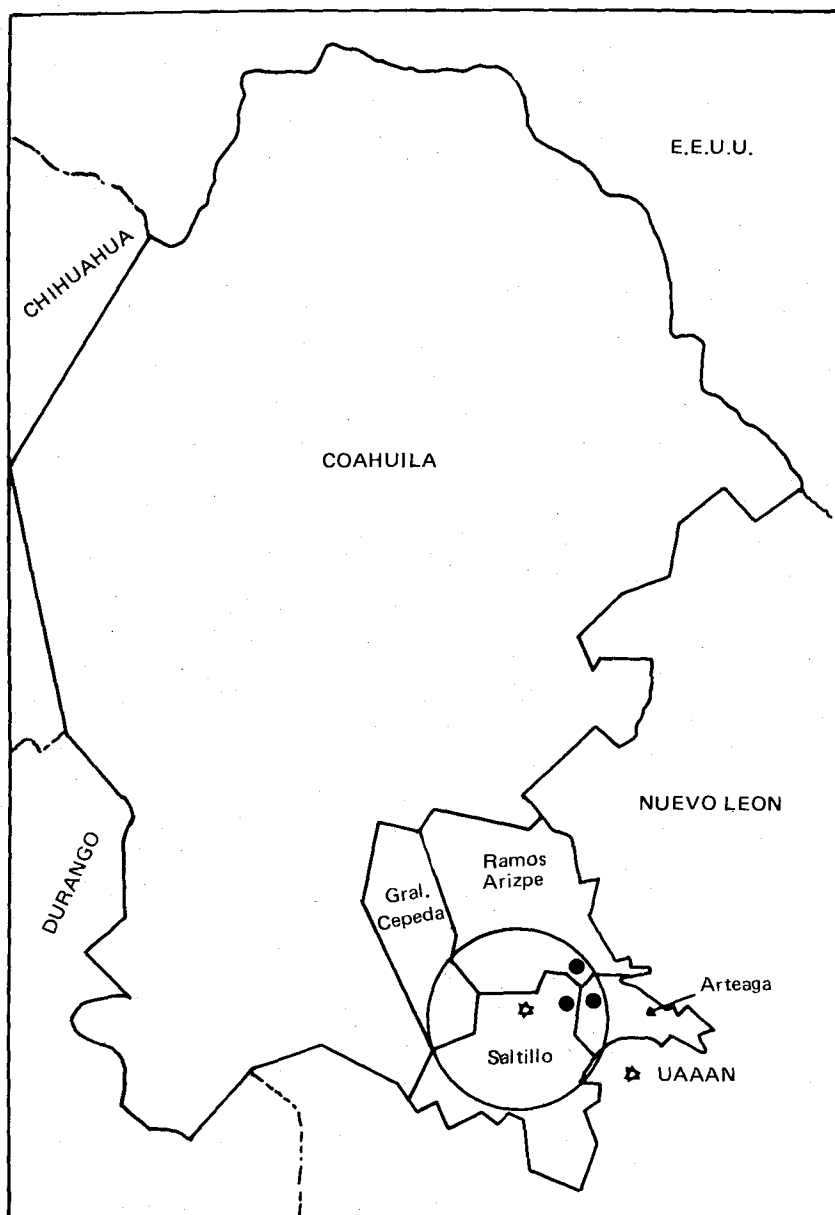


Figura 1. Area de influencia inmediata de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1986.

Las colectas consistieron en muestrear los diferentes estados metamórficos de estos ectoparásitos, sobre las distintas partes anatómicas del cuerpo de las aves, principalmente aquéllas que presentaron un picoteo constante en una determinada región del cuerpo y caída de plumas; para su preservación se utilizó alcohol al 70%, y posteriormente fueron transferidas al Laboratorio de Parasitología de la UAAAN, donde se clasificaron y cuantificaron. Cada una se etiquetó con la información requerida para la investigación.

Para la identificación taxonómica de los malófagos, se utilizaron diferentes tipos de claves taxonómicas, y se partió de aquéllas que se adaptaron a las condiciones del estudio (Sanders, s.f.). Para la preservación de los ejemplares, se montaron en portaobjetos en una solución de polivinil-lactofenol y/o líquido de Hoyer, y se aplicó calor para el aclaramiento de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados presentados corresponden a 11 sitios de muestreo, o localidades de los municipios enmarcados en el área de influencia inmediata de la UAAAN, como son: Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe y Gral. Cepeda, Coahuila.

El número de colectas de los malófagos que atacan a las aves de corral fue 173, de las cuales 58 (33.5%), corresponden a la familia Menoponidae, y 115 (66.5%) a la familia Philopteridae. Estas familias pertenecen a los subórdenes Amblycera e Ischnocera, respectivamente.

Es importante hacer notar que en algunas colectas sobre aves se localizaron especies de malófagos no propias de éstas o especies afines, tal es el caso de las familias Boopidae y Trichodectidae. Emerson y Price (1981), citan este hecho como ocasional; además, Bay y Meola (s.f.) indican que una vez que se han habituado a él, rara vez se alejan voluntariamente, por lo cual es muy probable que esto ocurra como un contagio accidental. Las especies de piojos malófagos propios de las aves de corral, se enlistan en el Cuadro 1, además del número de colectas para cada una de éstas, obtenidas durante el estudio.

En relación al número de muestreos sobre aves de corral, fue 183, cifra que no corresponde a las 173 colectas de malófagos de acuerdo al Cuadro 1. Es importante aclarar que algunas especies de piojos se pueden encontrar en diferentes hospederos, como lo indican Emerson y Price (1981), y se encuentran relacionados con otras especies de piojos sobre el mismo hospedero, o no son propias de éste (Furman, 1978). Esta relación de especies sobre un

Cuadro 1. Número de colectas totales y clase de ave de corral de los piojos malófagos que atacan aves de corral. Buenavista, Saltillo, Coah. 1986.

Familia y especie	No. de colectas totales	No. de colectas en:			
		gallina	guajolote	palomas	otros
Menoponidae					
<i>Menacanthus stramineus</i>	52	41	10	1	
<i>Menopon gallinae</i>	6	5	0	1	
Philopteridae					
<i>Columbicola columbae</i>	53	0	0	53	
<i>Chelopistes meleagridis</i>	27	2	25	0	
<i>Cuclotogaster heterographus</i>	24	19	2	1	2
<i>Goniocotes gallinae</i>	6	1	0	5	
<i>Goniodes dissimilis</i>	3	2	1	0	
<i>Goniodes gigas</i>	2	1	1	0	
Total	173	71	39	61	2

solo hospedero se discutirá más adelante. Las aves domésticas más muestreadas fueron: las gallinas, con 77 muestras (42.50/o); palomas, con 61 muestras (33.70/o); y por último, guajolotes, con 43 muestras (23.80/o). Las especies de piojos malófagos que no son propias de las aves de corral y se colectaron sobre éstas en el estudio, se enlistan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies de piojos malófagos, no propias de las aves de corral colectadas sobre éstas. Buenavista, Saltillo, Coah. 1986.

Familia y especie	Hospedero	No. de colectas
Boopidae		
<i>Heterodoxus spiniger</i>	gallina	2
	guajolote	3
Trichodectidae		
<i>Bovicola caprae</i>	gallina	3
	guajolote	1
<i>Bovicola limbata</i>	gallina	1
	Total	10

Anexando las 10 colectas que se realizaron sobre aves domésticas, y que se encontraron malófagos no propios de éstas, a las 173 colectas de especies específicas, da un total de 183, cifra con la cual se discutirán los resultados obtenidos.

Colectas en gallinas

De todas las aves muestreadas, el 42.10% correspondió a gallinas, en las cuales se colectaron 10 especies de piojos malófagos, 7 específicos y 3 no propias de aves de corral (Cuadros 1 y 2), el malófago más abundante fue *Menacanthus stramineus* (53.20%), ya que un poco más de la mitad de las colectas en gallina correspondió a esta especie. Esta especie denominada piojo del cuerpo, es común en polluelos, pavos y pavos salvajes (McWhorter, s.f.), en este estudio fue colectado en gallinas y guajolotes, y solamente una vez en palomas. Bishoop y Wood, citados por Metcalf y Flint (1975), consideran a este piojo como el más perjudicial de las gallinas ya desarrolladas, debido a que está constantemente en la piel, y que frecuentemente se da en grandes cantidades (James y Harwood, 1969). Lapage (1981) considera que puede ser bastante dañino y abundante en polluelos.

M. stramineus (Figura 2) se le encuentra donde las plumas son menos densas, como cerca de la cola (McWhorter, s.f.), vive la mayor parte en la piel y base de las plumas de la zona cloacal, plumas del dorso, abdomen, pecho, y debajo de las alas y muslos (Burton y Burton, 1974; Metcalf y Flint, 1975; Lapage, 1981).

El piojo de la cabeza, *Cuclotogaster heterographus* fue, después del anterior, la especie de malófago más abundante en gallinas (Figura 3), (24.70%), aproximadamente una cuarta parte de las colectas sobre estas aves correspondió a este piojo. Especie distribuida por todo el mundo, que es especialmente dañino en los polluelos y guajolotes jóvenes; se le encuentra básicamente en la epidermis y en las plumas de la cabeza y cuello de las aves (Metcalf y Flint, 1975; McWhorter, s.f.; Lapage, 1981).

Menos abundante fue el piojo común del cuerpo, o piojo saeta *M. gallinae* (Figura 4), solamente con un 6.40%. Esta especie se encuentra distribuida a lo largo de todo el mundo, y algunos autores afirman que es el piojo más perjudicial de las gallinas, mientras que otros opinan que no ocasiona pérdidas económicas, por estar localizado en las plumas y no correr por la piel (Collado, 1961; Lapage, 1981; McWhorter, s.f.).

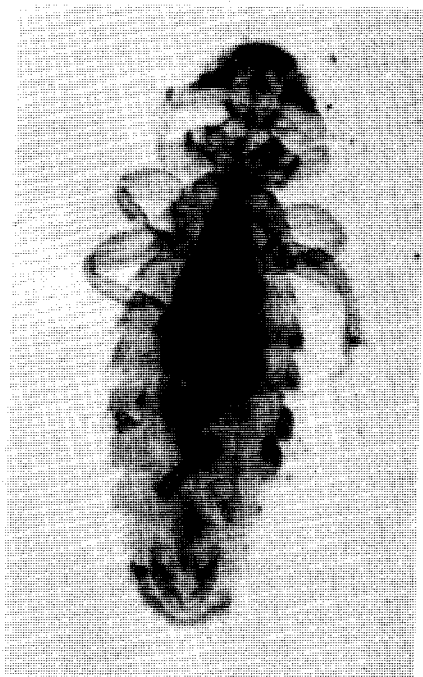


Figura 2. Piojo del cuerpo de la gallina *Menacanthus stramineus*.

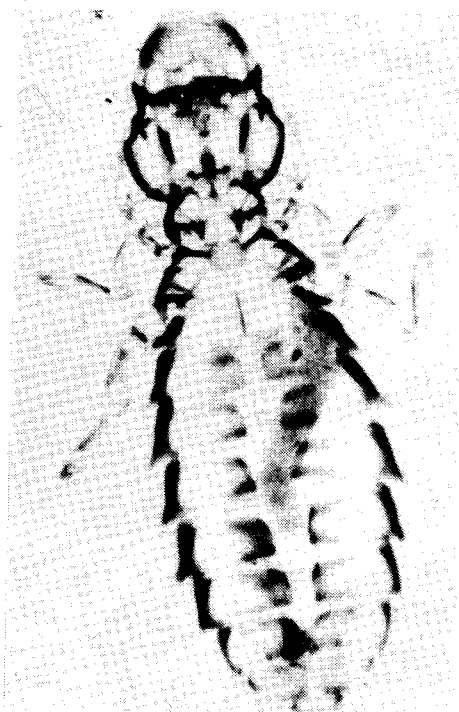


Figura 3. Piojo de la cabeza de gallina, *Cuclogaster heterographus*.

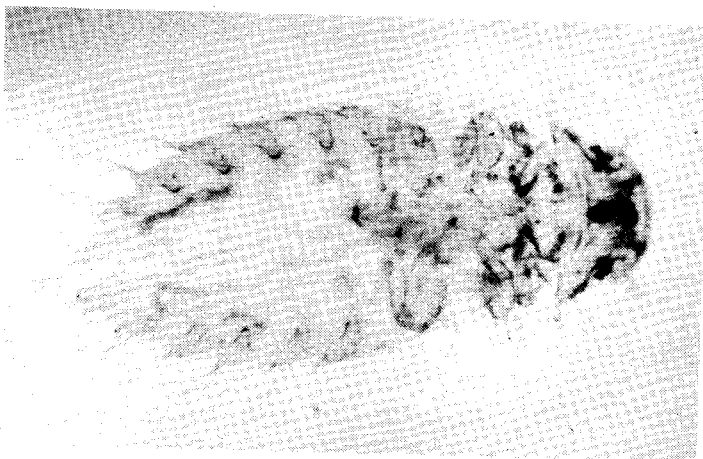


Figura 4. Piojo común del cuerpo o piojo saeta, *Menopon gallinae*.

M. gallinae vive principalmente en las plumas, descansando a lo largo del cañón, pero rápidamente corre al cuerpo al ser molestado, o cuando las plumas son partidas. Es muy común en la región anal, dorso y pechuga. No infesta a los pollitos jóvenes debido, quizá, a la falta de plumas bien desarrolladas (McWhorter, s.f.; Collado, 1961; Metcalf y Flint, 1975).

B. caprae, parásito de caprinos, fue colectado en un 3.8% en gallinas. En un 2.6% se presentaron *Ch. meleagridis*, *H. spiniger*, también parásito de mamíferos y *G. dissimilis*. Esta última especie denominada "piojo café del pollo", es un parásito común en éstos, que aparentemente tiene distribución mundial. Se le encuentra comunmente en las plumas del dorso y abdomen (McWhorter, s.f.). *H. spiniger*, como lo indica Lozoya y Quiñones (1986), en la región de influencia de la UAAAN se le ha colectado frecuentemente en perros de rancherías; por lo tanto, no es de dudar el contagio accidental de éstos con otro tipo de hospederos.

En una menor proporción (1.2%) se presentaron, *B. limbata*, parásito principalmente de mamíferos, *G. gallinae* y *G. gigas* (Figura 5). Esta última especie llamada piojo grande del pollo, el cual ocurre comunmente en éstos en América del Norte, América Central, Europa, Australia y Africa, es un piojo grande que puede alcanzar los 5 mm de longitud y se le encuentra en el cuerpo, plumas de porción abdominal y pectoral, pero nunca en grandes cantidades (McWhorter, s.f.).

Colectas en Guajolotes

Siete especies de piojos malófagos fueron colectados sobre guajolotes, 5 de los cuales son específicos de aves de corral y 2 de mamíferos (Cuadros 1 y 2). Del total de aves muestreadas, el 23.5% correspondió a guajolote, y el piojo más abundante fue *Ch. meleagridis* (58.2%), que representó más de la mitad de las colectas sobre esta ave (Figura 6).

El piojo más grande del pavo, *Ch. meleagridis*, comunmente se localiza entre las plumas del cuerpo, particularmente en aquéllas que se encuentran en el cuello y pecho, y ataca los cañones de las plumas jóvenes además de que puede alimentarse de sangre (McWhorter, s.f., Collado, 1961). Por su parte, Metcalf y Flint (1975), indican que los piojos que atacan guajolotes, gansos y patos, son menos abundantes y generalmente no son suficientemente dañinos como para requerir tratamiento especial. La producción de este tipo de ave en la zona de influencia de la UAAAN no es abundante; se des-

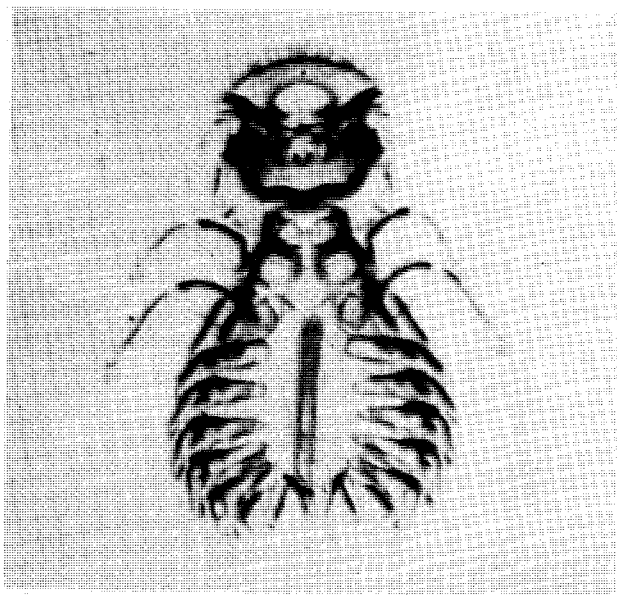


Figura 5. Piojo grande del pollo, *Goniodes gigas*.

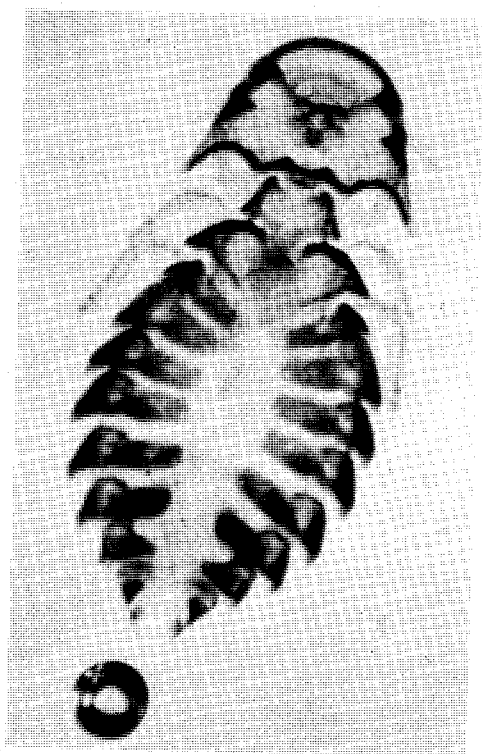


Figura 6. Piojo grande del pavo, *Chelopistes meleagridis*.

conocen las causas por las cuales no se haya incrementado su reproducción a nivel comercial, ya que la región cuenta con los medios para su propagación. Probablemente entre las causas estén sus parásitos, dentro de los cuales, como ya se mencionó, se encuentra el *Ch. meleagridis*, que en algunos años se torna bastante abundante.

En segundo término se encontró a *M. stramineus*, con un 23.4%, *H. spiniger*, con un 6.8%; *C. heterographus*, con un 4.7%. Con un 2.1%, respectivamente, se encontró a *G. dissimilis*, *G. gigas* y *B. caprae*. Esta última especie que es parásito de caprinos, se le ha encontrado ocasionalmente fuera de su hospedero natural, la causa, probablemente, está en el tipo de manejo de los animales en la región.

Colecta en Palomas

Por lo que respecta a este tipo de ave, 5 especies de piojos malófagos fueron colectados sobre éstas, lo que correspondió a un 33.3% de las colectas totales, en la cual *C. columbae* (Figura 7) representó un 90.1%. Este parásito, llamado piojo delgado de la paloma, vive entre las plumas, tanto de las aves viejas como de las jóvenes, e indudablemente interfiere con la cría productiva de éstas (Metcalf y Flint, 1975).

En segundo término, *G. gallinae* (Figura 8) se colectó en un 8.1%. Con un 1.5% se encontró a *M. stramineus*, *M. gallinae* y *C. heterographus*, respectivamente. La primer especie, *G. gallinae*, denominado piojo esponjado o piojo del plumón, es común en pollos domésticos, y está distribuida por todo el mundo. Esta es una de las especies de piojos de las aves de corral más pequeñas, se le encuentra a menudo en la base de las alas, en el lomo y a lo largo de la cloaca; sus masticaduras y movilización no son muy molestas (Mc Whorter, s.f.; Metcalf y Flint, 1975). *G. gallinae*, no obstante de estar reportada para gallinas, en esta región representó un 8.1% de las colectas en palomas; el contagio de una a otra ave es bastante probable considerando los hábitos de ambas.

Colecta por Localidades

La localidad con mayor número de colectas correspondió a Saltillo, con un total de 88 (48.1%); de éstas, fueron 29 para *M. stramineus*, 28 para *C. columbae*, 13 para *Ch. meleagridis* y otras especies con menor número de colectas (Cuadro 3). En segundo término está Buenavista, donde se tuvieron 69

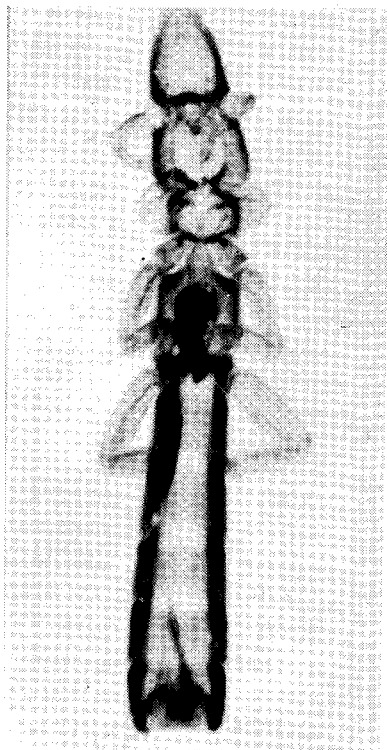


Figura 7. Piojo delgado de la paloma *Columbicola columbae*.

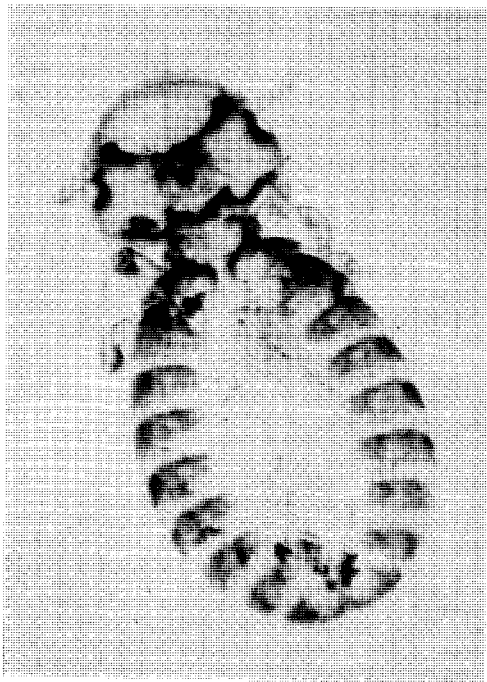


Figura 8. Piojo esponjado del plumón *Goniocotes gallinae*.

Cuadro 3. Número de colectas de los piojos de las aves de corral en diferentes localidades de la zona de influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1986.

Localidades	Especies de malófagos										
	<i>M. stramineus</i>	<i>M. gallinae</i>	<i>C. columbae</i>	<i>Ch. meleagridis</i>	<i>C. heterographus</i>	<i>G. gallinae</i>	<i>G. dissimilis</i>	<i>G. gigas</i>	<i>H. spiniger</i>	<i>B. caprae</i>	<i>B. limbata</i>
Saltillo, Coah.	29 ¹	3 ³	28 ⁵	13 ⁶	6 ⁵	2 ¹⁰	1 ⁷	1 ³	3 ⁴	2 ¹⁰	
Buenavista, Coah.	15 ²	3 ⁴	13 ⁵	13 ⁶	18 ⁹	1 ⁵	2 ³	1 ⁷	2 ⁷	2 ³	
Arteaga, Coah.	1 ³		6 ⁵			1 ⁵					1 ³
Ramos Arizpe, Coah.			4 ⁵			2 ⁵					
La Angostura, Coah.	1 ³		1 ⁵	1 ⁷							
La Aurora, Coah.	1 ³		1 ⁵								
Los González, Coah.	1 ³										
Los Rodríguez, Coah.		1 ³									
La Rosita, Coah.	1 ³										
Nva. Imagen, Coah.	1 ³										
Ojo Caliente, Coah.	1 ³										
Total	52	6	53	27	24	6	3	2	5	4	1

- 1 24 en gallinas y 5 en guajolotes
- 2 9 en gallinas, 5 en guajolotes y 1 en paloma
- 3 en gallina(s)
- 4 2 en gallinas y 1 en paloma
- 5 en paloma(s)
- 6 12 en guajolote y 1 en gallina
- 7 en guajolote(s)
- 8 4 en gallinas, 1 en guajolote y 1 en paloma
- 9 15 en gallinas, 2 en guajolotes, 1 en bovino
- 10 1 en gallina y 1 en paloma

colectas de las cuales sobresalieron: 18 para *Ch. meleagridis*, 15 para *M. stramineus* y 13 para *C. columbae* (Cuadro 3). En tercer término el municipio de Arteaga con 9 colectas, de las cuales 6 corresponden para *C. columbae* (Cuadro 3). Con 6 colectas totales se ubica el municipio de Ramos Arizpe, de las cuales 4 corresponden a *C. columbae* (Cuadro 3). Las demás localidades y número de colectas de malófagos de las aves de corral, se concentran en el Cuadro 3.

Es importante indicar que todas las localidades están enmarcadas en los 4 municipios señalados al inicio de este capítulo. Se considera localidad aquella congregación o población que se encuentre más allá de 5 km de la zona suburbana del municipio. En el caso del municipio de Saltillo se tienen muchas colectas, debido a que existe gran número de lugares donde, a nivel familiar, ya sea en la misma ciudad o zona suburbana, se crían aves domésticas para consumo de la familia, sin tomar en cuenta las medidas de control adecuadas para los parásitos que se han discutido.

Interrelación entre Parásitos

Comunmente 2 ó hasta 3 especies de piojos malófagos son encontradas infestando simultáneamente las aves de corral (Furman, 1978). Esta relación se presentó principalmente en gallinas en 15 colectas realizadas, lo que representa un 19.4% de todas las colectas sobre esta ave doméstica. Las especies que más se encuentran relacionadas con otras sobre el mismo hospedero son: *M. stramineus*, *C. heterographus* y *G. dissimilis* (Figura 9). El piojo del cuerpo de la gallina *M. stramineus* en 2 colectas se encontró con el piojo de la cabeza *C. heterographus*, ambas especies tienen diferente localización sobre el hospedero. De igual manera, el piojo café del pollo *G. dissimilis* se le colectó 2 veces relacionado con el piojo de la cabeza *C. heterographus*. Es importante mencionar que a este parásito solamente se le ha colectado en 3 ocasiones: dos de las cuales han sido en gallinas y una en guajolote; no obstante de ser muy poco común en la región, se encontró relacionado con 4 diferentes malófagos, en 2 ocasiones, como se indicó con *C. heterographus* y una respectivamente para *M. gallinae*, *Ch. meleagridis* y *M. stramineus*; esta última relación también se encontró en guajolotes. Otras relaciones entre piojos malófagos sobre gallinas se presentan en la Figura 9. Una relación que no se indica en la figura mencionada es la de *B. caprae* y *Linognathus africanus*, ambos parásitos de cabras, y que se les encontró en una colecta en gallina.

Guajolotes		Gallinas	
<i>M. stramineus</i>		<i>M. stramineus</i>	
<i>M. gallinae</i>	1	<i>M. gallinae</i>	1
<i>Ch. meleagridis</i>		1	<i>Ch. meleagridis</i>
<i>C. heterographus</i>	1	4	2
<i>G. gallinae</i>			
<i>G. dissimilis</i>		1	1
<i>G. gigas</i>	1		1
<i>H. spiniger</i>	2		1
<i>B. caprae</i>		1	1

Figura 9. Número de colectas con asociación de especies malófagos en guajolote y gallinas. Buenavista, Saltillo, Coah. 1986.

Por lo que respecta a guajolotes, sólo se presentaron 10 colectas con interrelaciones entre piojos malófagos. Estas colectas representan el 23.2% de todas las realizadas sobre este hospedero. Cuatro de las colectas pertenecieron a la interrelación *M. stramineus* y *C. heterographus*, ambos parásitos, principalmente de gallinas. El piojo del pavo *Ch. meleagridis*, se colectó en 2 ocasiones asociado con *H. spiniger* y una con *C. heterographus* (Figura 9). De igual forma, como en el caso de las gallinas, en los guajolotes también se presentó la relación de *B. caprae* y *Linognathus africanus*, aunque ésta sólo fue en una colecta.

Por último, la única asociación que se presentó en palomas fue entre el piojo delgado de la paloma *C. columbae*, y el piojo esponjado o piojo del plumón, *G. gallinae*, ésta sólo se encontró en una ocasión. Es importante notar que *G. gallinae* no es frecuente ni abundante en la región, ya que solamente se han tenido 6 colectas de este parásito, 5 de las cuales no han sido sobre su hospedero natural, la gallina, sino que éstas se han realizado en palomas, de ahí su relación con el piojo propio de las mismas.

CONCLUSIONES

1. Se colectaron e identificaron 8 especies de malófagos propios de las aves domésticas, los cuales son: *M. stramineus*, *M. gallinae*, *C. columbae*, *Ch. meleagridis*, *C. heterographus*, *G. dissimilis* y *G. gigas*. Los más abundantes en gallina fueron: *M. stramineus* y *C. heterographus*; en guajolote, *Ch. meleagridis*, y en paloma, *C. columbae*.
2. Los parásitos que en mayor proporción están asociados con otros son: *M. stramineus* y *C. heterographus* en gallinas y guajolotes, la asociación entre *C. heterographus* y *G. dissimilis* se presentó únicamente en gallinas, y la de *C. heterographus* y *H. spiniger* en guajolotes.
3. Una especie de parásito no propia de las aves de corral, y que se considera una plaga potencial, es *H. spiniger*, malófago reportado únicamente en mamíferos.

BIBLIOGRAFIA

- Bay, D.E. and R.W. Meola, s.f. Entomology 208. U.S. Department of Health Education and Welfare Publ. Texas Agric. Ext. Serv. Publ. 251 pp.

- Berenguer, J.G. 1980. Atlas de parasitología. Barcelona, España. Ediciones Jover, S.A. 87 pp.
- Burton M. y R. Burton. 1974. Enciclopedia de la vida animal. Traducción por M.J. Marting: Vol. 14. Barcelona, España. Ed. Bruguera. 2139-40.
- Collado, J.G. 1961. Insectos y ácaros de los animales domésticos. Barcelona, España. Salvat Editores, S.A. 591 pp.
- Emerson K.C. and R.D. Price. 1981. A host-parasite list of the mallophaga on mammals. Misc. Publ. Entomol. Soc. of Amer. 12(1):72.
- Furman, D.P. 1978. Poultry insects and related pest. En: R.E. Pfadt. Fundamentals of applied entomology. 3rd. ed. New York. Mc Millan Publ. Co. 677-700.
- Hoffman, A. 1961. Artrópodos mexicanos de interés médico y veterinario. México, D.F. Ed. Productos DDT, 63 pp.
- James, M.T. and R.F. Harwood. 1969. Herm's medical entomology. 6th ed. New York, Mc Millan Publ. Co. 484 pp.
- Lapage, L.M. 1981. Parasitología veterinaria. 6a. ed. México, D.F., CECSA. 790 pp.
- Lozoya S.A. y E. Guerrero R. 1984. Piojos. Contribución al estudio morfológico de los piojos de los animales domésticos de la región de Saltillo, Coahuila. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Folleto de Divulgación, Vol. 1, No. 3, 35 pp.
- y L.S. Quiñones. 1986. Asociación de piojos malófagos y anopluros del ganado ovino y caprino en la región de Saltillo, Coahuila, México. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (en impresión).
- McWorther, M. s.f. External parasites of poultry. Texas Agric. Ext. Serv. Texas A & M. Univ. Bull. B-1088. 14 pp.
- Metcalf C.L. y W.P. Flint. 1975. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. 4a. ed. México, D.F. CECSA. 1208 pp.

Rodríguez X.F. 1983. Contribución al estudio taxonómico de ectoparásitos en gallinas en algunos municipios de Nuevo León y Coahuila. Tesis profesional. Monterrey, N.L. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 124 pp.

Sanders, D.F. s.f. Pictorial key to the common lice of domestic animals. USDA.

NEMATODOS ASOCIADOS AL MANZANO *Pyrus malus* L. EN EL MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA

Melchor Cepeda Siller¹

Francisco D. Hernández Castillo²

Ramón J. Arguindegui Peña³

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el año de 1981, en el Municipio de Arteaga, Coahuila, que cuenta con una extensión territorial de 1 485 km², de los cuales 8 579 ha se dedican al cultivo del manzano. En esta zona se encuentran 2 millones de árboles en producción, y anualmente se establecen más de 200 mil. En cuanto a producción, sobresalen las variedades: Golden, Red y Doble Red Delicious; la explotación del frutal es la principal fuente de trabajo, ingreso económico y desarrollo social de los habitantes del municipio.

El interés que recientemente se le ha dado a los nemátodos, está dado por las pérdidas económicas que causan a los cultivos, así como por la interacción con otros patógenos causantes de enfermedades. Por lo anterior, es necesario realizar muestreos de suelo, identificar los nemátodos parásitos y no parásitos, así como realizar un mapeo de la distribución de éstos en el citado municipio.

1 y 2 Ing. M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN.

3 Tesis

La superficie de muestreo en cada huerta fue de 1 500 m², encontrándose 40 árboles de las variedades Golden y Red Delicious mayores de 8 años, con una producción media anual de 80 a 100 kg; se seleccionaron 8 congregaciones y 38 puntos a muestrear dentro del municipio, de acuerdo con la carta topográfica de DETENAL-G14C34, a una distancia de 3 km en cada punto.

Los géneros de nemátodos asociados al cultivo del manzano y distribuidos en los suelos a profundidad de 0-30 fueron: *Dorylaimus* sp, *Rhabditis* sp, *Pratylenchus* sp, *Tylenchus* sp, *Xiphinema* sp, *Rotylenchus* sp, *Aphelenchus* sp, *Mononchus* sp, *Ditylenchus* sp, *Helicotylenchus* sp, *Hoplolaimus* sp, *Trichodorus* sp, *Tylenchorhynchus* sp, *Criconemoides* sp, *Aphelenchoides* sp, *Psylenchus* sp, *Tylenchulus* sp, *Atylenchus* sp. Las localidades que presentan el mayor número de géneros asociados fueron: Antes de Jamé, San Pedro, San Andrés, San Juan de los Dolores, La Leona, La Brecha, La Coyota y La Herradura, todos del municipio de Arteaga, Coah.

INTRODUCCION

La región manzanera de Arteaga, Coahuila, en los últimos años se ha constituido, en su mayor parte, como el hábitat más favorable de adaptación, desarrollo y producción del cultivo del manzano *Pyrus malus* L., y contribuye actualmente al desarrollo integral del municipio y del Estado. El cultivo, durante las etapas de desarrollo se ve limitado por una infinidad de factores, entre los que sobresalen los parasitológicos y, dentro de éstos, los nemátodos.

La información que existe a nivel nacional y regional sobre el presente tema es mínima, pero se tiene el antecedente de que estos organismos, al presentarse condiciones favorables para su desarrollo y reproducción, llegan a alcanzar altas poblaciones y pueden limitar el desarrollo del frutal, lo que ocasiona, por consiguiente, un escaso rendimiento.

Por ser la nematología una ciencia de reciente creación en la mayoría de los centros de enseñanza, la presencia de nemátodos en los frutales (en nuestro caso el manzano), es casi desconocida, tanto por los fruticultores como por los técnicos agrícolas, además de que sólo con la ayuda del microscopio es posible observar estos organismos; por lo anterior, es necesario realizar muestreos de suelo a fin de detectarlos, identificarlos, observar sus hábitos y otros parámetros de importancia.

Basados en la importancia que reviste el estudio de los nemátodos y los daños que ocasionan, esta investigación plantea como objetivos generales:

1. Realizar muestreos de suelo y, mediante técnicas de laboratorio, lograr el análisis para observar la presencia de nemátodos asociados al cultivo.
2. Identificar los nemátodos extraídos a nivel de género, y lograr una separación de nemátodos parásitos y no parásitos.
3. Realizar un mapeo de nemátodos parásitos y no parásitos en la citada región.

REVISION DE LITERATURA

La Academia Nacional de las Ciencias (1980), menciona que hasta mediados de este siglo se reconoció, a nivel mundial, la importancia de los nemátodos como agentes causantes de enfermedades en las plantas, aunque estos organismos ya habían sido estudiados hace más de 100 años, tanto en Europa como en las Islas Británicas.

Pedroza (1980), señaló que los nemátodos son metazoarios, o sea, organismos pluricelulares, siendo gusanos redondos, simétricos bilateralmente, con los extremos reducidos en diámetro; las hembras adultas de algunas especies fitoparásitas, cambian de forma cilíndrica a globoso, ya sea en forma de saco, riñón, limón u otras; a la vez, reporta que las especies parásitas de plantas son de longitud que varían de 0.5 a 2.0 mm y 0.01 a 0.5 mm, de ancho.

La presencia de nemátodos en los suelos agrícolas depende de: el clima, microclima, clase y perfil de terreno, temperatura del suelo, variación estacional de las lluvias, localización de la capa freática, aplicación de abonos orgánicos y planta cultivada; esto último es el de mayor interés, de ahí la importancia que tiene el tratar la planta a la salida del vivero, cuando se trata de frutales. La distribución del nemátodo estará en función de la distribución de la planta huésped, y su población será menor o mayor según las condiciones de temperatura, humedad y tipo de terreno. En el caso que corresponde a los frutales, la presencia y distribución de nemátodos se manifiesta en forma de rodales, causando los daños más intensos en zonas arenosas y ligeras (Taylor, 1968; Duran, 1976).

Los nemátodos, al estar asociados a su planta huésped, producen pequeñas y grandes lesiones en la región de las raíces, lo que ocasiona raíz de escobilla, nodulaciones, raíces deformes y raíces toscas; en consecuencia,

hay una reducción en la absorción de agua y elementos nutritivos, por lo que hay un bajo desarrollo vegetativo y una escasa producción de fruta (Durán, 1976).

Yépez (1972) indicó que para detectar la asociación de nemátodos a ciertas plantas, es necesario realizar muestreo de suelo y raíces, para tal caso, Cepeda (1983) reporta que el análisis de suelo debe ser representativo de la superficie a muestrear; en frutales se deben de realizar muestreos de acuerdo al tipo de plantación existente; o sea, a una distancia de un metro del tallo del frutal y a una profundidad de 0 a 30 y 30 a 60 cm ó 0 a 20 y de 20 a 40 cm, en forma intercalada; es decir, de cada 4 árboles, muestrear 2.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la región manzanera del municipio de Arteaga, Coahuila, el cual se encuentra en el macizo montañoso de la Sierra Madre Oriental. En los años de 1980 y 1981, se realizaron muestras de suelo en huertas de manzano, en base a la carta topográfica de DETENAL-G14 C34, determinando una distancia de 3 km, entre cada punto de muestreo de cada una de las congregaciones (Cuadro 1). En cada punto de muestreo se utilizó el método de rectángulo abierto; que consiste en seleccionar 8 árboles a lo largo y 5 a lo ancho, tomando como base que la distancia de plantación es de 6 x 6 m. La superficie muestreada fue de 1 500 m², y se encontraron 40 árboles de las variedades Golden y Red Delicious mayores de 8 años, con una producción media anual de 80 a 100 kg. Los árboles se seleccionaron dentro de las líneas de plantación, en forma alternada; se tomaron 12 submuestras, cada una de ellas se tomó hacia el rumbo norte midiendo 1 m del tronco del árbol hacia afuera, para hacer en la superficie un pozo de una profundidad de 0 a 30 cm; las 12 submuestras se mezclaron para tomar una muestra representativa de 2 a 3 kg de suelo, la cual se colocó en bolsas de polietileno, las cuales fueron etiquetadas y se trasladaron al laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología de la UAAAN, para su pro-

226

Congregación	Localidad puntos muestreados	Dorylaemus sp	Rhabditis sp	Pratylenchus sp	Tylenchus sp	Xiphinema sp	Rotylenchus sp	Aphelenchus sp	Mononchus sp	Helicotylenchus sp	Ditylenchus sp	Hoplotimius sp	Trichodorus sp	Tylenchorhynchus sp	Criconemoides sp	Aphelenchoidea sp	Psylenchus sp	Atylenchus sp	Tylenchulus sp	Número de géneros en cada localidad	Número de géneros expresado en %
La Roja	La Cruz	*	*	*	*	*	*	*							*					7	38.8
	El Alamo	*	*	*	*	*	*	*					*		*					6	33.3
	La Roja		*	*	*	*	*	*	*											5	27.7
	El Carmen		*	*	*	*	*	*	*							*				7	38.8
	Las Placetas	* *	*	*	*	*	*	*	*											6	33.3
	El Aguila	*	*	*	*	*	*									*				3	16.6
La Carbonera	El Llano	*	*	*	*	*			*											4	22.2
	Las Copetonas	*	*	*	*	*	*		*											6	33.3
	El Cedrito	*	*	*	*	*	*		*											6	33.3
	San Marcos	*	*	*	*	*	*		*											6	33.3
	Santa Anita	*	*	*	*	*	*		*											6	33.3
	El Tabano	*	*	*	*	*	*		*									*		8	44.4
El Tunal- San Juan de los Dolores	Rincón de los pinos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					9	50.0
	San Andrés	*	*	*	*	*	*	*	*					*						10	55.5
	Entrunque Tunal-	*		*	*	*	*	*	*											4	22.2
	Los Lirios	*		*	*	*	*	*	*											7	38.8
	Escuela San Juan de los Dolores	*		*	*	*	*	*	*											8	44.4
	Las Norias	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*					10	55.5
San Juan de los Dolores	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*							

	Derramadero	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*8	44.4
	San Pedro	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12*	66.6
	La Leona	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	55.5
	La Brecha	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	55.5
	La Biznaga	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	11.1
Jamé	Antes de Jamé	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14	77.7
	Después de Jamé	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	16.6
San Antonio	La Coyota	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	55.5
de las Alazanas	Escuela	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	16.6
	El Alto de San Antonio	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	44.4
	Le Efígenia	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	27.7
	Santa Rita	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	44.4
	La Ciruela	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	16.6
Carretera 57	El Chorro	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	44.4
Municipio de	La Herradura	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	55.5
Arteaga	El Cedrito	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	38.8
	Las Playas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	38.8
	Huachichil	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	38.8
	El Milagro	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	44.4
	La Gloria	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	44.4
Total de localidades donde se encontró el género		37	34	31	29	26	18	18	16	13	11	10	10	7	4	4	2	1	
Total de localidades donde se encontró el género, expresado en %		97.3	89.4	81.5	76.3	68.4	48.4	48.4	41.2	34.2	28.9	25.7	25.7	18.4	10.5	10.5	5.2	2.6	2.6

Presencia de nemátodos en el punto o localidad a muestrear

cesamiento y análisis; esto último se llevó a cabo por el método de centrífuga y embudo Baerman¹; se tomó una muestra de nemátodos y agua de 5 ml, y se procedió a realizar montas provisionales en portaobjetos, donde se identificaron² a nivel género, bajo el microscopio compuesto.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las muestras realizadas en las 8 congregaciones, que comprenden 38 localidades, o puntos de muestreo, del municipio de Arteaga, Coahuila, se encontraron en mayor porcentaje con respecto a los puntos muestreados: *Dorylaimus* sp, *Rhabditis* sp, *Pratylenchus* sp, *Tylenchus*, sp, *Xiphinema* sp, *Rotylenchus* sp, *Aphelenchus* sp. Thorne (1961), Mai (1975) y Christie (1976), reportan a estos géneros como nemátodos parásitos de plantas, excepto los géneros *Xiphinema* sp. y *Rhabditis* sp, ubicadas por Mai (1975) como nemátodo vector de virus y como saprófagos, respectivamente. Los géneros: *Mononchus* sp, *Helicotylenchus* sp, *Ditylenchus* sp, *Hoplolaimus* sp y *Trichodorus* sp, se encontraron en un porcentaje medio; el primero, según Thorne (1961), es un nemátodo predator, y *Trichodorus* sp, es un nemátodo vector de virus; el resto está considerado, por Thorne (1961), Mai (1975) y Christie (1976), como nemátodos de importancia parasítica; en menor porcentaje se presentaron *Tylenchorhynchus* sp, *Tylenchulus* sp y *Atylenchus* sp, que son considerados por Christie (1976) como nemátodos de importancia parasítica.

Con relación a las localidades, o puntos muestreados, en donde se encontró el mayor número de géneros asociados al cultivo, sobresalen: Jamé (antes del poblado), Los Lirios (Rancho San Pedro), San Andrés y San Juan de los Dolores, La Leona, La Brecha, La Coyota y La Herradura.

En la Figura 1 se presenta la distribución de nemátodos parásitos y no parásitos, así como las localidades del Municipio de Arteaga, Coah.

1 Para el método de centrífuga y embudo Baerman para la extracción de nemátodos filiformes se utilizó la técnica descrita por Thorne (1961).

2 Para la identificación y ubicación taxonómica se utilizaron las claves de Poinar (1979).

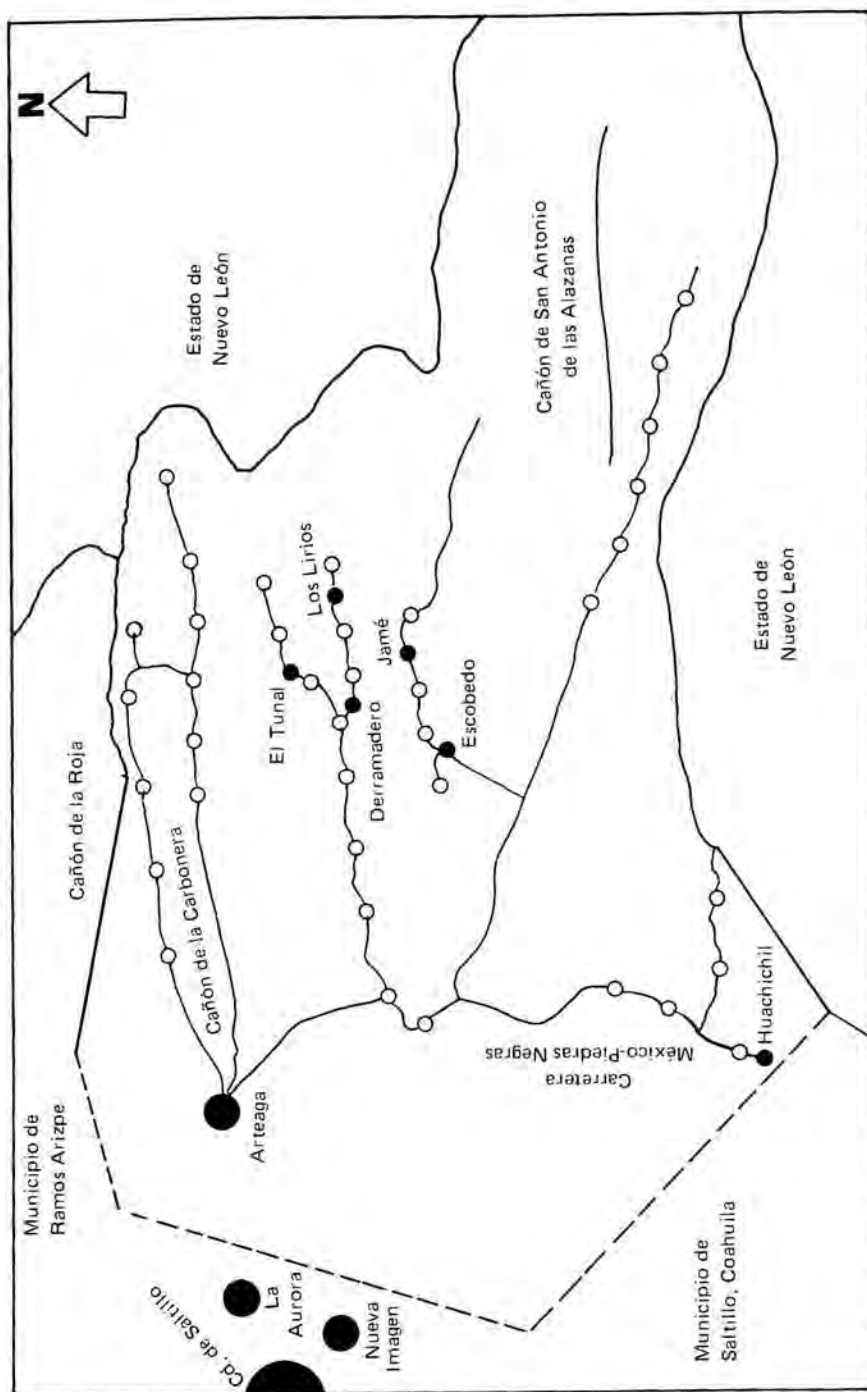


Figura 1. Mapa de la distribución de nemátodos parasíticos y no parasíticos de plantas muestreadas en la región manzanera de Arteaga, Coahuila, 1980-1981.

Nota: En todos los puntos muestreados se encontraron nemátodos parasíticos y no parasíticos (Cepeda y Arguindégui, 1983)

CONCLUSIONES

1. Los géneros que se presentaron pertenecen a los Ordenes: Dorylaimida, Rhabditida y Tylenchida; 4 familias corresponden al Orden Dorylaimida, una al Rhabditida y 9 al Tylenchida.
2. Los géneros que se presentan con mayor frecuencia en los puntos muestreados son: *Dorylaimus* sp., 97.30/o; *Rhabditis* sp., 89.40/o; *Pratylenchus* sp., 81.50/o; *Tylenchus* sp., 76.30/o; *Xiphinema* sp., 68.40/o; *Rotylenchus* sp., 48.40/o; y *Aphelenchus* sp., 48.40/o.
3. Los géneros que se presentaron con mediana frecuencia en la punta muestreada fueron: *Mononchus* sp., 41.20/o; *Helicotylenchus* sp., 34.20/o; *Ditylenchus* sp., 18.90/o; *Hoplolaimus* sp., 25.70/o; y *Trichodorus* sp., 25.70/o.
4. Desde el punto de vista parasítico, los géneros: *Pratylenchus* sp, *Tylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Aphelenchus* sp, *Helicotylenchus* sp, *Ditylenchus* sp, y *Hoplolaimus* sp, al incrementar sus poblaciones, pueden ocasionar daños al frutal y, por consiguiente, reducir su producción.
5. El presente trabajo aporta información sobre los géneros de nemátodos que no se habían reportado en el cultivo del manzano; estos son: *Tylenchus* sp, *Ditylenchus* sp, *Tylenchorhynchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Helicotylenchus* sp, *Criconemoides* sp, *Tylenchulus* sp, *Aphelenchus* sp, y *Atylenchus* sp.
6. Las localidades en las que se encuentra el mayor número de géneros de nemátodos asociados al manzano son: Antes de Jamé, 77.70/o; San Pedro, 66.60/o; San Andrés, 55.50/o; San Juan de los Dolores, 55.50/o; La Leona, 55.50/o; La Brecha, 55.50/o; La Coyota, 55.50/o; y La Herradura 55.50/o.

BIBLIOGRAFIA

- Academia Nacional de las Ciencias. 1980. Control de nemátodos parásitos de plantas. México, Ed. LIMUSA, 352 pp.

- Cepeda, S.M. 1983. Prácticas del curso de nematología agrícola. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Boletín No. 4, 25 pp.
- Christie, J.R. 1976. Nemátodos de los vegetales, su ecología y control. México. Ed. LIMUSA. 275 pp.
- Durán, S. 1976. Replantación de frutales, sucesión de cultivos y su patología. Barcelona, España. Ed. Aedos. 332 pp.
- Mai, F.W. 1975. Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes. London. Cornell Univ. Press. 219 pp.
- Pedroza, S.A. 1980. Curso de fitopatología general. Chapingo; México. UACH. Depto. Zonas Aridas. 245 pp.
- Poinar, Jr. G.O. 1979. Nematodes for biological control of insects. Florida. CRC Press, Inc. 277 pp.
- Taylor, A.L. 1968. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Guía de la FAO para el estudio y combate de los nemátodos parásitos de las plantas. Roma, Italia, FAO. 131 pp.
- Thorne, G. 1961. Principles of nematology. New York. Ed. Mc Graw-Hill. 553 pp.
- Yepes, T.G. 1972. Los nemátodos enemigos de la agricultura. Maracay Venezuela. Universidad Central de Venezuela. 220 p.

POTENCIACION DE LA MEZCLA DE UN INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO, TRIFLUMURON Y DEL PIRETROIDE DECAMETRINA. EFECTO LARVICIDA Y EMERGENCIA DE ADULTOS

Aguileo Lozoya Saldaña¹
Ana Luisa Guzmán Luna²
Luis Alberto Aguirre Uribe³

RESUMEN

Una práctica común en la agricultura, es la utilización de mezclas de insecticidas, que puede permitir una mejor relación costo-beneficio, cuando existe potenciación de éstas. Esta investigación pretende generar información respecto a la utilización de la mezcla de 2 insecticidas de diferente grupo toxicológico, como es el triflumurón y la decametrina, con la posibilidad de utilización práctica en los insectos plaga, que de acuerdo a su biología así lo permitan.

Con la mezcla de ambos compuestos a partes proporcionales (0.05 ppm) se observó un efecto aditivo de toxicidad; además, a esta dosis, la emergencia de adultos fue igual a cero.

INTRODUCCION

El combate de las plagas en México, está basado principalmente en el uso de insecticidas, no obstante de que existen otras posibles alternativas de

1 Ing. M.C. y 3 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN

2 Tesista

control. Consecuentemente, se han intensificado las investigaciones con nuevos y diferentes agentes químicos, que han dado origen a diversos grupos de insecticidas que actúan de modo muy particular.

Así, de esta manera, se han creado los denominados grupos toxicológicos, que consisten en que los insecticidas de un determinado grupo poseen estructuras químicas semejantes y, consecuentemente, propiedades similares. Los insecticidas órgano-clorados, órgano-fosforados, carbámicos, piretroides y derivados de las fenil urea benzilada, son ejemplos de estos grupos.

Uno de los grupos más recientemente sintetizados, son los inhibidores de crecimiento, derivados de la fenil urea benzilada, que inhibe la formación de la quitina en el desarrollo del insecto. Son compuestos muy específicos que no afectan a los vertebrados, además de que no dañan parásitos ni abejas. Otro grupo de insecticidas modernos son los piretroides, compuestos que presentan estructuras químicas muy similares a las piretrinas naturales, extraídas de la planta *Chrysanthemum cinaerifolium*, *Chrysanthemum coccineum* y plantas afines.

Una práctica común en la agricultura es la utilización de mezclas de insecticidas, ya sea del mismo o diferente grupo toxicológico, con sus debidas justificaciones y limitantes. Normalmente la aplicación de mezclas se justifica cuando: a) un solo producto no es activo contra un complejo de plagas; b) existe potenciación, o aumento de la efectividad de los componentes de la mezcla; c) aumenta el espectro de acción de la mezcla; y d) las poblaciones silvestres tardarán más en mostrar resistencia a las mezclas, pues los individuos que no son eliminados por un insecticida, lo son por el otro. (Santacana y Borderias, 1971; Lagunes, 1982; Carrillo, 1984).

El uso de mezclas en las que existen sinergismo, o cuando menos acción aditiva, puede eventualmente permitir una mejor relación costo-eficacia. Así, un insecticida que es altamente efectivo y costoso, puede usarse en combinación con otro producto, o insecticida más barato, en el combate de una plaga determinada (Hewlett, 1969, citado por Carrillo, 1984).

Por otro lado, dentro de las limitaciones para el uso de mezclas de insecticidas, es que éstas pueden favorecer el desarrollo de resistencia múltiple y proporcionar abusos en la utilización de los insecticidas, pues se ha llegado al extremo de aplicar más de 5 insecticidas en una aplicación, además causan una mayor contaminación ambiental, aumento de los costos y difi-

cultan tratar médicamente a los intoxicados (Carrillo, 1984). Con frecuencia al ser mezclados los productos reaccionan entre sí neutralizándose, además de que pueden dar origen a productos fitotóxicos (Santacana y Boderias, 1971).

La presente investigación pretende generar información respecto a la utilización de la mezcla de insecticidas de diversos grupos toxicológicos, para lo cual se planteó el siguiente objetivo:

Evaluar la posible presencia de potenciación, o antagonismo de la mezcla triflumurón + decametrina, con la posibilidad de utilización práctica de las plagas que así lo permitan.

REVISION DE LITERATURA

El presente capítulo consta de temas relacionados a esta investigación, tales como una breve historia de las mezclas de plaguicidas, así como también información de los insecticidas decametrina y triflumurón, utilizados en este trabajo.

Mezcla de Insecticidas

Las mezclas de insecticidas han sido una práctica común en la agricultura, las primeras se realizaban empíricamente; ejemplos de ellas son. el verde de parís, el púrpura de londres, emulsión de queroseno, jabón unido a quassia y otros compuestos (Howard, 1930; Essing, 1931). Posteriormente, en 1940, Eagleson, citado por Cremlyn (1982), realizó las primeras mezclas con propósitos sinergistas, y así mezcló el piretro con aceite de sésamo, aunque este último no tenía actividad insecticida; este autor observó que aumentaba la efectividad insecticida del primero. El butóxido de piperonilo fue utilizado con fines sinergistas un tiempo después y es el único compuesto que, como tal, se usa en la actualidad comercialmente (Cremlyn, 1982).

Con la aparición del DDT en los años cuarenta, se inicia la época de los insecticidas organosintéticos, y así se aumentó la posibilidad de que el hombre dispusiera de más productos para realizar mezclas. Los órdenes de insectos en los que se han empleado más mezclas son el Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, principalmente en cultivos como algodón y maíz; la razón práctica para emplear las mezclas, es que se reduce el costo por aplicación y se pueden controlar varias plagas simultáneamente. Sería interminable mencionar todas las mezclas que se han realizado, por lo que sólo se ejemplificarán algunas.

Shepard (1951), reporta que con el uso de mezclas de productos químicos contra nemátodos en raíz de la calabaza, como son el dicloropropano y dicloropropileno, se obtuvo muy buen control. Así mismo Roussell *et al.* (1959) reportaron potenciación entre toxafeno-DDT (2:1) contra *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). Martín y Mistic (1964), observaron que *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) en Texas EUA, fue controlado eficazmente con las mezclas: endrin-DDT (1:1), toxafeno-DDT (2:1), lindano-DDT (3:5) y ENP-DDT (1:2). Lowry y Berger (1964) reportan que la mezcla BHC-DDT (1:5) mostró efectos de potenciación, mientras que la mezcla toxafeno-DDT (2:1) sólo fue de acción aditiva; esto en *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae).

Monsour *et al.* (1966) evaluaron mezclas de insecticidas fosforados sobre *Prodenia litura* (Lepidoptera: Tortricidae) y reportaron efectos de potenciación en las mezclas de parathión metílico-EPN, malathión-EPN, malathión-carbofentón, y efectos antagónicos en las mezclas de parathión metílico-azinfosmetil, parathión metílico-diclorvos, parathión metílico-malathión. Mc Garr y Wolfenbarger (1969), demostraron que la mezcla toxafeno-DDT-parathión metílico, no tuvo potenciación contra plagas de algodón. Yun (1972), reportó buena efectividad en mezclas de carbaryl-sesamex contra *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Zeid *et al.* (1973), realizaron 41 tratamientos que consistían en insecticidas fosforados solos y en mezclas a diferentes dosis y a diferentes formulaciones, contra *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), y obtuvieron buenos resultados en larvas, con las mezclas endrin-leptophos (1:1) y toxafeno-DDT-parathión metílico, entre otras.

Wolfenbarger (1973), reportó que la proporción de toxafeno-DDT para el control de *Heliothis zea* y *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) era de (1:1) para el primero y de (2:1) para el segundo. Nettles y Bets (1975), obtuvieron efecto de potenciación contra *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) al mezclar toxafeno-DDT (2:1). Durant (1979), determinó que *Heliothis zea* y *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) son controlados eficazmente con las mezclas de fenvalerato-metomil, y agrega que la mezcla toxafeno-parathión metílico ya no es efectiva contra *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), pues ha creado resistencia para ambos insecticidas.

Attia *et al.* (1980) reportaron que la mezcla de malathión-diclorvos-diazinón, con butóxido de piperonilo y DEF, mostró buen efecto contra

larvas de *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Habib y García, citados por Carrillo (1984), reportaron en 1981, en Brasil, que con la mezcla permetrina-parathión metílico, el efecto tóxico de la permetrina es incrementado por el organofosforado; esto es válido para la aplicación contra larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Así mismo El-Guinday *et al.* (1981) citados por el mismo autor, trabajaron con una colonia susceptible de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) en Egipto, y encontraron que la acción conjunta fue de potenciación en las combinaciones cipermetrina-clordimeform y fenvalerato-clordimeform. Koziol y Witkowski (1982), reportaron que las mezclas de parathión metílico-permetrina, y clorpirifospermetrina, muestran potenciación, pues son más tóxicos que los productos aplicados individualmente; pero, en cambio, en la mezcla malathión-permetrina, no hay potenciación en *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae).

Rajakulendran y Plapp (1982) reporta que existe potenciación entre clordimeform-cipermetrina, clordimeform-phenotrina, clordimeform-tralometrina, clordimeform-fluvinat en *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) y *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae).

Sinergismo, Antagonismo y Potenciación

Si se mezclan 2 productos, A y B, de los que uno al menos es insecticida, pueden ocurrir 3 posibilidades: la eficiencia de la mezcla puede ser mayor, menor o igual a la suma de eficiencias individuales; si hay aumento de eficiencia y el segundo producto es inactivo como insecticida, se le llama sinergismo; pero, si hay aumento de eficiencia debido a la adición de un producto que también es insecticida, se le llama potenciación; y si hay una disminución de eficiencia, entonces en cualquiera de los casos se le denomina antagonismo (Shepard, 1951; Blas 1963; Gunther y Jeppdon, 1964; O'Brien, 1967; Romoser, 1973; Barbera, 1976).

El hombre empezó a darse cuenta de estas reacciones, al principio empíricamente; actualmente investigaciones bioquímicas revelan algunas de las causas fundamentales de estos procesos (Busvine, 1980).

El mismo autor reporta que el sinergismo o antagonismo dependen, entre otros factores, de la inhibición de varios sistemas enzimáticos. Así, el sinergismo resulta de la supresión de un sistema detoxificante, por el cual se conserva de esta manera la toxicidad del producto. En algunos casos, sin

embargo, los compuestos usados como insecticidas necesitan ser potenciados por enzimas propias del insecto, para producir un efecto más tóxico (ejemplo, la conversión de $P = S$ en compuestos organofosforados a $P = O$, ó la oxidación de aldrín a dieldrín). El efecto final de un sinergista, depende más si es o no inhabilitado al sistema de potenciación, más que el de detoxificación.

Las rutas por las que los sinergistas inhabilitan los sistemas enzimáticos no están completamente entendidas. A menudo los sinergistas son metabolizados por las enzimas, y uno de esos metabolitos pueden bloquear más adelante, la acción en alguna ruta detoxificante. Los sinergistas pueden actuar como un sustrato alternativo para la enzima, teniendo más afinidad hacia ésta que el pesticida. La causa por la que los sinergistas son involucrados en sistemas enzimáticos particulares, es que tienden a ser específicos en ciertas sendas detoxificantes, y pueden ser usados como herramienta de investigación para indicar el mecanismo particular responsable de la tolerancia o resistencia del insecto al insecticida. Existen, por ejemplo, mezclas de fosforados o insecticidas carbamados, las cuales muestran potencia más grande de lo que se esperaba. Algunos organofosforados tienden a inhibir la enzima detoxificante carboxylesterasa, más fuertemente que la enzima colinesterasa así, facilita la acción de otros insecticidas inhibidores de la colinesterasa (Busvine, 1980).

Sinergismo en Benzofenilureas

El sinergismo es un factor importante para la correcta utilización de las mezclas de productos químicos con fines insecticidas, así en las benzofenilureas es relevante por las razones que se exponen: La primera es que el sinergismo puede ser usado como un método rápido para seguir nuevas rutas de metabolismo para estos insecticidas, en diferentes especies de insectos; así por ejemplo, se cree que la hendedura del puente de urea en estos compuestos, puede ser la base para la existencia crítica de toxicidad en *Platynota stultana* (Lepidoptera: Tortricidae). Un metabolismo oxidativo, si bien puede ocurrir, no es crítico para la toxicidad (Granett y Hejazi, 1983). La segunda área de significancia concierne al mejoramiento del campo y la eficiencia de las benzofenilureas (Granett y Hejazi, 1983). La tercera área de importancia se refiere a la resistencia de los insectos, ya que pruebas de laboratorio indican que algunas especies tienen la capacidad de resistencia a las benzofenilureas (Pimprikar y Georgiou; Abbasy *et al.*, citados por Granett y Hejazi, 1983).

Sinergismo en Piretroides

Los sinergistas son compuestos de elevado precio, pero si se toma en cuenta que los piretroides tienen un valor mucho mayor, el uso de los primeros se justifica en la utilización de las mezclas (Barbera, 1976, Cremlyn, 1982). Así, el sinergismo en piretroides dio principio con el aceite de sésamo, seguido por: el butóxido de piperonilo, bucarpolate, piperonil, cicloneno, safrojan, tropital, propil-isome y sulfoxide, entre otros. Todos ellos derivados del metildioxifenil (Barbera, 1976).

Actualmente se trata de realizar investigaciones en las que se busca aumentar la efectividad y campo de acción de los piretroides, mezclándolos, ya no con sus componentes habituales, sino que se han obtenido buenos resultados de sinergismo y potenciación con mezclas de organofosforados-piretroides y clordimeform-piretroides (Kozioł y Witkowski, 1982, Rajakulendran, 1982).

Jao y Casida, citados por Georgiou (1980), reportan que el sinergismo entre los piretroides resmetrina y tetrametrina, adicionados por un compuesto tradicionalmente usado para inducir sinergismo, el DEF, inhiben las esterasas que hidrolizan los piretroides.

Resistencia a Inhibidores de Crecimiento

Hasta el momento se tienen evidencias de que existe resistencia a inhibidores de crecimiento. Trabajos realizados por Brown *et al.* (1978), en *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) y *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) y de Georgiou, citado por Lagunes (1982), en *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), reportaron resistencia hacia el diflubenzurón, un compuesto del grupo de los inhibidores del crecimiento; se cree que esta resistencia se deba al incremento de degradación del químico vía oxidativa. En cuanto a los insecticidas de este grupo, más recientemente sintetizados como el trifumurón, aún no se ha reportado resistencia hacia éste.

Resistencia a Piretroides

La resistencia de los insectos a los piretroides se encuentra basada en los siguientes mecanismos:

- a) Insensibilidad en el sitio de acción, que también se conoce como Kdr; esto es que se manifiesta una falta de sensibilidad en el tejido nervio-

so al tóxico (Tsukamoto *et al.*, Nolan *et al.*, Chadwick *et al.*, Miller *et al.*, De Vries y Georghiou, citados por Lagunes, 1982).

b) Menor penetración del tóxico (Sawiki y Lord; Farnham, citados por Lagunes, 1982).

c) Mayor metabolismo del insecticida por oxidasas (Fine *et al.*, Oppenhoorth y Welling, Parasittisuk y Busvine, citados por Lagunes, 1982).

Estudios realizados con: *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cicimidae) (Cole y Clarck, 1961); *Pediculus humanus* (Anoplura: Pediculidae); *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) Blackith citado por Cole y Clarck, (1961); *Boophilus decoloratus* (Acarina, Ixodidae) (Whitehead, citado por Cole y Clarck, 1961); *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) (Plapp y Hoyer, 1968); *Plodia interpunctella* (Diptera: Pyralidae); *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) (Zettler *et al.* 1973), *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) (Farnham, citado por Elliot *et al.* 1978); *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) (Priester y Georghiou, 1979) y; *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) (Shour y Crowder, 1980), han mostrado resistencia en mayor o menor grado hacia piretroides.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos resultantes de la aplicación de diversas dosis del inhibidor de crecimiento, triflumurón y del piretroide decametrina, así como la mezcla de ambos en partes proporcionales, en larvas de mosca mexicana de la fruta, para determinar la compatibilidad de estos productos, pertenecientes a diferentes grupos toxicológicos, y observar si es posible obtener potenciación de esta mezcla. Se desarrolló en el laboratorio de cría de insectos del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se contó con la colaboración del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA) en cooperación con la Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en Monterrey, que proporcionó el material biológico, así como algunos constituyentes de la dieta de la larva.

El diseño experimental utilizado consistió en un diseño de bloques al azar con arreglo combinatorio; cada tratamiento estuvo compuesto de 5 dosis y 3 repeticiones semanales, para evitar el sesgo por manejo, y en cada una de las repeticiones semanales 4 repeticiones estadísticas, o unidades experimentales. Los tratamientos y dosis de este bioensayo fueron:

Tratamiento No. 1
aplicación de triflumurón

Dosis en ppm de triflumurón en
relación vol./vol.

0 Testigo
.01
.10
1.00
3.00

Tratamiento No. 2
aplicación de decametrina

Dosis en ppm de decametrina en
relación peso/vol.

0 Testigo
.01
.10
1.00
3.00

Tratamiento No. 3
Aplicación de triflumurón +
decametrina en partes
proporcionales

Dosis en ppm de triflumurón +
decametrina en relación
vol: peso: vol

0 Testigo
.01
.10
1.00
3.00

La aplicación de los tratamientos y dosis, en cuanto a la administración del tóxico, se hizo al momento de preparar la dieta larval, en forma de suspensión acuosa, para una distribución uniforme del mismo. La dosis está en relación peso/volumen, y/o volumen/volumen, de acuerdo a la formulación del producto y al estado líquido del agua. La preparación de ésta, es similar a la realizada normalmente para la cría de laboratorio, en cuanto a ingredientes y cantidades.

Cada una de las repeticiones estadísticas consistió en recipientes plásticos, que contenían 50 g de dieta y 50 larvas no mayores de 3 días. Los recipientes se cubrieron con sus tapas y orificios de ventilación y se colocaron en la estantería de la cámara bioclimática, a temperatura controlada de 28°C y con un 80% de humedad relativa. Cuando las larvas permanecían 5 días en la dieta, se les transfería a un medio para pupar, consistente en vermicu-

lita húmeda; al hacer este cambio se desecharon las larvas muertas, para esto se tomó como base eliminar las de color obscuro y que no respondieron con movimiento al toque del pincel. Posteriormente, a los 7 días, las pupas obtenidas se separaron, limpiaron y clasificaron en pupas normales y anormales, teniendo en cuenta características de color, forma, tamaño y consistencia, así como por comparación visual de las pupas del tratamiento testigo. Las pupas de cada repetición fueron colocadas por separado en contenedores para la emergencia de adultos, tomándose como límite 18 días; después se cuantificaba la emergencia de adultos normales y anormales.

Los datos se analizaron por medio de un análisis de varianza trifactorial en bloques al azar, con arreglo combinatorio; cada tratamiento estuvo compuesto por 5 dosis y 3 repeticiones semanales. El factor productos consistió en triflumurón, decametrina y la mezcla de ambos. Los niveles del factor dosis fueron el testigo, 0.01 ppm, 0.10 ppm, 1.00 ppm y 3.00 ppm y por último, el factor dosis por producto.

Para interpretar el análisis de varianza factorial para el factor productos, se usó la prueba de rango múltiple de diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de significancia del 5%. Para interpretar el factor dosis, al existir diferencia significativa, se evaluó la tendencia de la respuesta mediante un ajuste polinomial del cuarto grado, obteniendo así una serie de ecuaciones a las que, mediante diferencia de sumatorias, se obtiene la ecuación que resulta significativa para representar la respuesta gráficamente. En el factor dosis por producto se procedió en forma semejante como en el factor producto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aspectos Generales del Estudio y Mortalidad de Larvas

Los resultados del trabajo han sido agrupados en el Cuadro 1, de acuerdo a las cantidades sumadas de las 4 repeticiones por tratamiento (200 larvas por tratamiento) para pupas normales y anormales, así como también para la emergencia de adultos y para cada una de las fechas, para promediar los resultados de éstas y dados en porcentaje (Cuadro 2), para minimizar los efectos adversos de manejo y heterogeneidad del pie de cría, proveniente del laboratorio de cría y esterilización de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*, en Monterrey, N.L.

Los datos generales sobre la mortalidad de larvas (Cuadro 2), que fueron depositadas en el alimento contaminado, no presentan una tendencia

Cuadro 1. Pupas normales (PN), pupas anormales (PA) y emergencia de adultos (EA) provenientes de la aplicación de diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B) a la dieta de larvas de mosca mexicana de la fruta *A. l.* a 200 larvas por fecha. Saltillo, Coah. 1986.

Triflumurón (A)									
Dosis (ppm)	Fecha 1			Fecha 2			Fecha 3		
	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>
0	117	52	62	122	73	158	164	29	159
0.01	120	61	113	119	79	151	150	42	176
0.10	68	113	50	82	105	97	102	95	140
1.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Decametrina (B)									
Dosis (ppm)	Fecha 1			Fecha 2			Fecha 3		
	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>
0	125	52	153	174	24	191	58	69	101
0.01	121	60	150	160	33	188	90	74	138
0.10	157	45	192	159	39	188	71	75	124
1.00	100	93	184	131	57	182	23	95	71
3.00	36	125	123	88	75	147	14	98	59

Triflumurón + Decametrina (A + B)									
Dosis (ppm)	Fecha 1			Fecha 2					
	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>	<u>PN</u>	<u>PA</u>	<u>EA</u>			
0	96	102	154	109	73	144			
0.01	46	151	146	115	82	144			
0.10	18	176	106	63	116	90			
1.00	0	150	0	5	168	0			
3.00	0	153	0	10	179	0			

Cuadro 2. Porcentaje de larvas muertas (LM), pupas normales (PN), pupas anormales (PA) y emergencia de adultos (EA) de las diferentes fechas de aplicación de diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B) a la dieta de larvas de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1986.

Triflumurón (A)				
Dosis (ppm)	LM %	PN %	PA %	EA %
0	7.17	67.2	25.65	63.15
0.01	4.84	64.8	30.30	73.30
0.10	5.84	42.0	52.15	47.80
1.00	100.00	0	0	0
3.00	100.00	0	0	0

Decametrina (B)				
Dosis (ppm)	LM %	PN %	PA %	EA %
0	16.33	59.5	24.15	74.15
0.01	10.34	61.8	27.80	79.30
0.10	9.00	64.5	26.50	84.00
1.00	16.83	42.3	40.80	72.80
3.00	27.33	23.0	49.65	54.80

Triflumurón + Decametrina (A + B)				
Dosis (ppm)	LM %	PN %	PA %	EA %
0	5.0	51.25	43.75	72.25
0.01	1.5	40.25	58.25	72.75
0.10	6.75	20.25	73.00	49.00
1.00	19.25	1.25	79.50	0
3.00	14.50	2.50	83.00	0

normal de acuerdo al incremento de la dosis, comparado con el testigo correspondiente. Así se tiene que, para el producto (A)*, el testigo presentó una mortalidad del 7.17%, y las dosis de 0.01 y 0.10 ppm, presentan 4.84% y 5.84% de larvas muertas; para dosis de 1.00 y 3.00 ppm la mortalidad fue del 100%. Para el compuesto (B) se presenta el caso de que en el testigo se, tiene mayor mortalidad (16.33%), en comparación a las dosis más bajas que son: 10.34% y 9.0% para 0.01 y 0.10 ppm, respectivamente; para las dosis de 1.00 y 3.00 ppm la mortalidad fue de 16.83% y 27.33%, respectivamente. En la mezcla A+B, igual que para A y B en forma separada, el testigo presenta mayor mortalidad que es de 5.0% en relación a la dosis más baja (0.01 ppm) que fue de 1.5%, mientras que a dosis de 0.10 ppm la mortalidad fue de 6.75%, y en las dosis de 1.00 y 3.00 ppm fue de 19.25% y 14.5% de larvas muertas.

Emergencia de Adultos

A los resultados obtenidos de emergencia de adultos que provenían de larvas criadas en alimento contaminado, a diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B), se les evaluó por medio de un análisis de varianza factorial.

Al efectuarse el análisis de varianza, se eliminó la fecha III (Cuadro 1) para el compuesto triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B), para uniformizar el mismo; paralelamente se transformaron los datos a porcentaje (Cuadro 3), y se tomaron como repeticiones las fechas I y II,

En el análisis de varianza (Cuadro 4), se observa diferencia altamente significativa para los tratamientos; se incluyeron en éstos los compuestos o productos y las dosis, así como también productos por dosis; no se encontró significancia en repeticiones.

Al presentarse diferencia altamente significativa para los tratamientos, se procedió a hacer una comparación de las medias de los mismos; primero para productos por medio de una prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

* = En este trabajo se utilizarán las literales indicadas para los productos correspondientes.

A = triflumurón

B = decametrina

A+B=mezcla triflumurón + decametrina

Cuadro 3. Porcentaje de adultos emergidos de las fechas I y II, proveniente de la aplicación de diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A + B), a la dieta de larvas de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*, 200 larvas por repetición. Saltillo, Coah. 1986.

Producto	Dosis	I	II	
A	0	31.0	79.0	100.0
	0.01	56.5	75.5	132.0
	0.10	25.0	48.5	73.5
	1.00	0.0	0.0	0.0
	3.00	0.0	0.0	0.0
B	0	76.5	95.5	172.0
	0.01	75.0	94.0	169.0
	0.10	96.0	94.0	190.0
	1.00	92.0	91.0	183.0
	3.00	61.5	73.5	135.0
A+B	0	77.0	72.0	149.0
	0.01	73.0	72.0	145.0
	0.10	53.0	45.0	98.0
	1.00	0.0	0.0	0.0
	3.00	0.0	0.0	0.0

Cuadro 4. Análisis de varianza para 5 dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B), sobre la formación de adultos emergidos de mosca domestica de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1983.

F.V.	GL	SC	CM	FC		F	
						0.05	0.01
Repeticiones	1	508.401	508.401	4.502	NS	4.6	6.298
Productos	2	16664.119	8322.05	73.706	**	3.739	4.857
Dosis	4	13755.802	3438.95	30.457	**	3.112	3.892
Productos x dosis	8	5701.299	712.662	6.3118	**	2.699	3.285
Error experimental	14	1580.72	112.98				
Total	29	38190.35			C.V.	20.50%	

NS No significativo

** Diferencia altamente significativa

Evaluación por productos

En el Cuadro 5 se muestra la tabla de contingencia de los productos, para promediar los resultados obtenidos de cada una de las diferentes dosis en la aplicación de un mismo compuesto, excluyendo el testigo. La prueba DMS (Cuadro 6) indicó que el producto menos eficaz, en relación a la emergencia de adultos, fue la decametrina con 84.62%; le siguió la mezcla del triflumurón y decametrina con 30.37% y, por último, el producto más efectivo fue el triflumurón con 25.68% de adultos emergidos.

Al observar los porcentajes de los productos del Cuadro 6, el triflumurón (A) con 25.68% y la decametrina (B) con 84.62%, teóricamente el resultado de hacer la mezcla de ambos (A + B), sería el promedio entre el producto (A) y el (B).

La aplicación de la mezcla (A + B), en relación a la emergencia de adultos, no correspondió a los resultados obtenidos para pupas normales ni para pupas anormales. El resultado de la mezcla (A + B), sí correspondió a un re-

Cuadro 5. Tabla de contingencia de productos para promediar los resultados obtenidos en la emergencia de adultos de las diferentes dosis con la aplicación de los productos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla (A + B). Saltillo, Coah. 1983.

Dosis Producto	0.0	0.01	0.10	1.00	3.00		
A	110.0	132.0	73.5	0.00	0.00	205.5-8	25.68%
B	172.0	169.0	190.0	183.00	135.00	677.0-8	84.62%
A + B	149.0	145.0	98.0	0.00	0.00	243.0-8	30.37%

Cuadro 6. DMS para las medidas de los triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de triflumurón + decametrina (A + B) en relación al porcentaje de adultos emergidos. Saltillo, Coah. 1983.

Producto	A	A+B	B
$\bar{x}$	25.68 %	30.37 %	84.62 %

sultado intermedio entre el producto (A) y el producto (B), no obstante, dicho resultado se inclinó más al producto triflumurón (A). La emergencia de adultos de decametrina (B) fue 84.62%, para el triflumurón (A) fue 25.68%, y la mezcla de (A + B) fue de 30.37%. La inclinación de la mezcla (A + B), hacia el producto (A), se debe a que los resultados del triflumurón (A) a las dosis de 1.00 y 3.00 ppm, la emergencia de adultos fue igual a cero, así como también la mezcla, y a estas mismas dosis, la emergencia fue igual a cero.

Al hacer un promedio de emergencia de adultos para el triflumurón (A) y la decametrina (B), (Cuadro. 1) se observa que para 0.10 ppm de (A) se tuvo un resultado de 95.6% de adultos emergidos; para 1.00 ppm de (A) la emergencia de adultos es igual a cero; el resultado matemático entre 95.6% de adultos emergidos; para 1.00 ppm de (A) la emergencia de adultos es igual a cero; el resultado matemático entre 95.6% y cero, es igual a 47 adultos emergidos, lo que correspondería a 0.5 ppm. Para la decametrina (B) a 0.10 ppm, el resultado es de 168 adultos emergidos; para 1.00 ppm es igual a 145; el promedio entre éstos es igual a 156 adultos emergidos, lo que corresponde a 0.5 ppm.

La emergencia de adultos a 1.00 ppm de la mezcla de (A + B), en el Cuadro 1, es igual a cero; pero, si se relaciona que 0.5 ppm de triflumurón (A) la emergencia corresponde a 47, y para la decametrina a 156 adultos; se podría esperar que la mezcla de ambos, matemáticamente fuera de 101.5 adultos emergidos; pero, realmente la emergencia fue igual a 49, esto indica muy claramente que se presenta un efecto aditivo de toxicidad, al mezclar 2 productos de grupos toxicológicos diferentes, como son los de la presente investigación.

Evaluación por dosis

Al presentarse alta significancia en el factor dosis (Cuadro 4) se efectuó un análisis de varianza para observar en cual de las mismas se presentó ésta (Cuadro 7). La significancia se presentó en todas las dosis: 0.0, 0.10, 1.00 y 3.00 ppm, a excepción hecha de 0.01 ppm, muy probablemente a un error por manejo, ya que la significancia presentada en el testigo debió presentarse en la dosis de 0.01 ppm, y la no significancia a la dosis de 0.01 ppm debió presentarse en el testigo, ya que en éste no hubo aplicación de producto.

Para analizar la tendencia que siguieron las dosis, se hizo un ajuste polinomial grado cuarto para las medias de las mismas, y se obtuvieron ecuaciones a las que con pruebas de diferencia de sumatorias, se obtenía la ecuación

Cuadro 7. Análisis de varianza para dosis en los productos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de triflumurón + decametrina (A+B) sobre la emergencia de adultos de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1983.

FV	GL	SC	CM	FC	F	
					0.05	0.01
Prod/dosis						
0.00 ppm	2	982.334	491.167	4.350**	3.74	6.51
Prod/dosis						
0.01 ppm	2	352.334	176.167	1.560NS	"	"
Prod/dosis						
0.10 ppm	2	3772.75	1886.375	16.707**	"	"
Prod/dosis						
1.00 ppm	2	11163.00	5581.5	49.434**	"	"
Prod/dosis						
3.00 ppm	2	6075.00	3037.5	26.902**	"	"
Error exp.	14	38190.35	112.908			
Total	29				C.V. 20.5%	

NS = No significancia

** = Diferencia altamente significativa

que resulta significativa al compararla con valores tabulares; aquí la ecuación que resultó con significancia fue la cuadrática con 24.67%, comparándola con 4.60 y 8.86, que son valores al 5% y al 1%.

$$Y = 70.949 - 53.71X + 12.528X^2$$

$$R^2 = .97$$

$$0 \times 3$$

Es importante indicar que la ecuación utilizada en pupas normales fué cuadrática, y para pupas anormales fue la ecuación cúbica; en el caso de la

emergencia de adultos fue cuadrática. Estadísticamente, a mayor grado de la ecuación es mayor la complejidad del comportamiento del individuo sujeto al estudio; en esta investigación, se puede mencionar que los resultados obtenidos en la formación de pupas anormales, presentan una mayor complejidad en relación a las pupas normales y emergencia de adultos. Dicha aseveración queda de manifiesto en relación a los Coeficientes de Variación que, para el caso de pupas normales, fue de 20.96%, y para emergencia de adultos fue de 20.50%, no así para pupas anormales que fue de 26.40%. Cabe hacer mención que los resultados de toda esta investigación no sufrieron transformaciones estadísticas para disminuir el Coeficiente de Variación, ni el testigo se sujetó a mortalidad corregida. No obstante estos resultados, en relación al Coeficiente de Variación, poseen una confiabilidad bastante aceptable.

Al hacer la gráfica de la ecuación (Figura 1) se observó que en el testigo la cantidad de adultos emergidos es de 70.94%; a 0.01 ppm es de

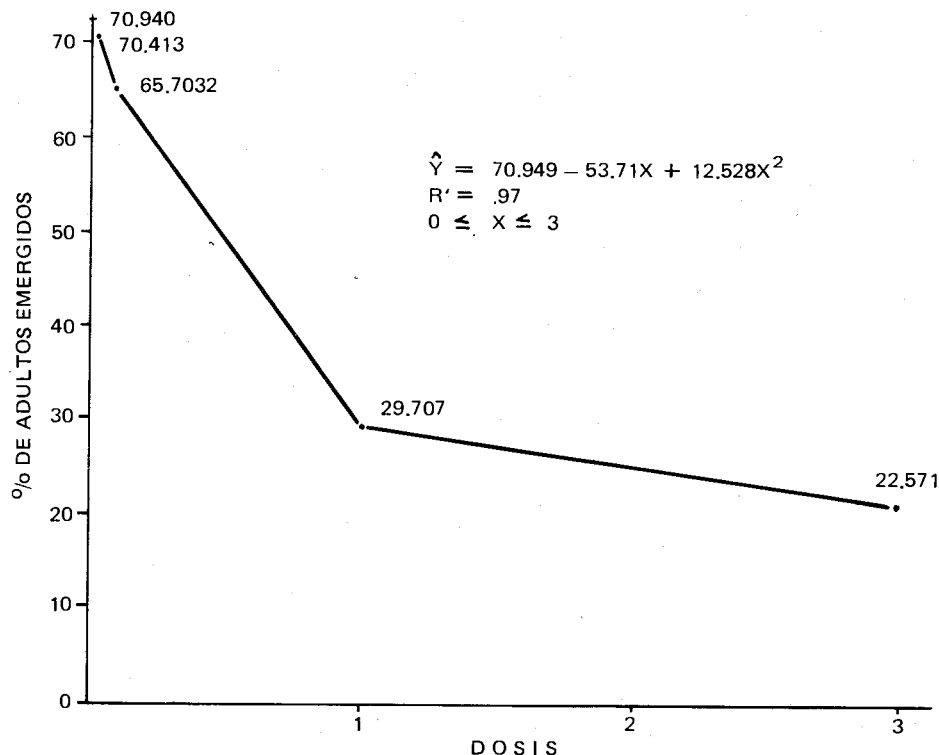


Figura 1. Porcentaje de adultos emergidos en relación a 5 dosis de los productos triflururón (A), decametrina (B) y la mezcla triflururón + decametrina (A + B) de mosca mexicana de la fruta *A. ludens*. Saltillo, Coah. 1983.

70.41^o/o; a 0.10 ppm es de 65.70^o/o; la línea graficada tiene un descenso lento, mientras que a dosis de 1.00 ppm se tuvo 29.76^o/o de adultos emergidos, y a 3.0 ppm fue de 22.57^o/o, aquí el descenso es más rápido, lo que indica que se logra un mejor control de estas dosis, pues se redujo la cantidad de adultos emergidos.

Al igual que las pupas normales, aquí se observa que la diferencia entre el porcentaje de adultos emergidos a 1.00 ppm 29.76^o/o y a 3.00 ppm 22.57^o/o fue mínima, 7.19^o/o; si se considera que la dosis aumentó 3 veces, se puede decir que la dosis de 1.00 ppm es la más adecuada, pues se obtiene una reducción aceptable en la emergencia de adultos y la cantidad de producto es más reducida.

Evaluación dosis por producto.

Se realizaron pruebas DMS relacionando cada una de las dosis con los 3 productos (Cuadro 8) o sea la interacción dosis producto (Cuadro 4). A dosis de 0.01 ppm, los productos menos eficaces y estadísticamente iguales son el B con 84.5^o/o y el A + B con 72.5^o/o, mientras que el producto que obtuvo una mayor reducción, y que es estadísticamente diferente a los anteriores, es el A con 66.0^o/o de adultos emergidos (Cuadro 8). A dosis de 0.10 ppm, el producto menos efectivo y estadísticamente diferente es el producto B con 80.0^o/o de adultos emergidos y los productos más eficaces y estadísti-

Cuadro 8. DMS para la interacción de las diferentes dosis de los compuestos triflumurón (A), decametrina (B) y la mezcla de ambos (A+B) en relación al porcentaje de adultos emergidos. Saltillo, Coah. 1986.

Producto	A	A+B	B	Producto	A	A+B	B
$\bar{x}$	66.0 ^o /o	72.5 ^o /o	84.5 ^o /o	$\bar{x}$	36.75 ^o /o	49.0 ^o /o	80.0 ^o /o
0.01 ppm				0.10 ppm			
Producto	A	A+B	B	Producto	A	A+B	B
$\bar{x}$	0.0 ^o /o	0.0 ^o /o	91.5 ^o /o	$\bar{x}$	0.0 ^o /o	0.0 ^o /p	67.5 ^o /o
1.00 ppm				3.00 ppm			

camente iguales son el A + B con 49.00% de adultos emergidos, y el A con 36.75% (Cuadro 8). A dosis de 1.00 ppm, el producto menos eficaz y estadísticamente diferente es el producto B con 91.50% de adultos emergidos, mientras que los productos que resultaron más eficaces y estadísticamente iguales son el A + B y el A, ambos con el 0.00% de adultos emergidos, (Cuadro 8). Por último, para la dosis de 3.00 ppm, el producto que se comportó como menos eficaz y estadísticamente diferente fue el B, con 67.50% de adultos emergidos, mientras que los productos más eficaces y que son estadísticamente iguales, son el A + B y el A, ambos con el 0.00% de adultos emergidos (Cuadro 8).

Se observa que a dosis de 1.00 ppm y a 3.00 ppm con los productos A y A + B, se obtiene una reducción de emergencia de adultos al 100%; de ahí que se pueda elegir cualesquiera de los productos, basándose primero en que la dosis de 1.00 ppm tuvo mejor control igual a la de 3.00 ppm, siendo 3 veces la dosis más reducida, por lo tanto tiene un beneficio económico.

Deseando ser más estrictos en relación a la efectividad del producto en la reducción de la emergencia de adultos y la dosis del mismo, se debe considerar que para el triflumurón (A) a la dosis de 0.10 ppm la emergencia de adultos es igual a 36.75% (Cuadro 3), que aunque no reduce a 0% la emergencia, como en la dosis de 1.00 ppm, la dosis de 0.10 ppm sí es 10 veces menor que 1.00 ppm; las 36.7 moscas que emergen a esta dosis podrán controlarse con otros métodos de control, y así la cantidad de productos aplicados será mucho menor.

CONCLUSIONES

Al finalizar y discutir los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. El efecto larvicida de los compuestos triflumurón y decametrina, va de acuerdo al grado de toxicidad y la dosis administrada. A dosis de 1.00 ppm de triflumurón se obtiene un 100% de mortalidad de larvas.
2. Al mezclar ambos productos a partes proporcionales, y al comparar los resultados obtenidos de la mezcla con los obtenidos de cada uno de los productos en forma individual, se observó un efecto aditivo de toxicidad. A dosis de 0.5 ppm de decametrina + 0.5 ppm de triflumurón (1.00 ppm de la mezcla) no hay emergencia de adultos.

3. Aun cuando la mezcla decametrina + triflumurón (1.00 ppm de la mezcla) inhibe la emergencia de adultos a cero; la administración de triflumurón a dosis de 0.10 ppm, redujo la emergencia en un 73.25%. Así, las pocas moscas que emerjan con esta dosis, podrán controlarse al integrar al control químico otros métodos de control; de esta manera se logra reducir la cantidad de producto aplicado y se obtiene un excelente control.

BIBLIOGRAFIA

- Attia, F.I., G.J. Shanahanand y E. Shipp. 1980. Synergism studies organo-phosphorus resistant strains of the Indian meal molth. J. Econ. Entomol. 73:184-185.
- Barbera, C. 1976. Pesticidas agrícolas. 3a. ed. Barcelona, España, Editorial Omega. 569 p.
- Blas, L. 1963. Química de los insecticidas. 2a. ed. Madrid, España. Editorial Aguilar. 202 p.
- Brown, T.M., D.H. De Vries and A.W.A. Brown. 1978. Induction of resistance to insect growth regulators. Entomological Society of America. 225-229.
- Busvine, J.R. 1980. Insects & Hygiene. 3th. ed. New York, Chapman and Hall. Ltd. 568 p.
- Carrillo, H.R. 1984. Análisis de acción conjunta de insecticidas en larvas de gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) Tesis M.C., Chapingo, México, Colegio de postgraduados. 82 p.
- Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. México. Editorial Limusa. 355 p.
- Cole, M.M. y P.H. Clarck. 1961. Development of resistance to synergized pyrethrins in body lice and cross resistance to DDT. J. Econ. Entomol. 54:649-651.

- Durant, J. 1979. Effectiveness of selected insecticides and tobacco insecticide combination against the bollworm, budworm and beet armyworm on cotton. *J. Econ. Entomol.* 72:610-613.
- Elliot, M., N.F. Janes and C. Potter. 1978. The future of pyrethroids in insect control. *Ann. Rev. Entomol.* 23:443-469.
- Essing, E.O. 1931. A history of entomology. New York. Mc Millan Company 1029 p.
- Georghiou, G.P. 1980. Mosquito resistance to insecticides. *California Agriculture.* 3:33-34.
- Granett, J. y M.J. Hejazi. 1983. Synergism of two benzoylphenyl urea insect growth regulators. *J. Econ. Entomol.* 76:403-306.
- Gunther, F.A. y R.L. Jeppdon. 1964. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. 2a. ed. México. Editorial Continental. 293 p.
- Howard, L.O. 1930. A history of applied entomology. Baltimore. Smithsonian institute. 546 p.
- Koziol, F.S. and J.F. Witkowski. 1982. Synergism studies with binary mixtures of permethrin plus methyl parathion, chlorpyrifos and malathion on European corn larvae. *J. Econ. Entomol.* 75:28-30.
- Lagunes, A.T. 1982. Manejo de insecticidas piretroides. México. Talleres Gráficos de la Nación. 21 p.
- Lowry, W.L. and R.S. Berger. 1964. Joint action of DDT containing insecticide mixtures against DDT resistant pink bollworms. *J. Econ. Entomol.* 57:181-182.
- Martin, D.F. and W.J. Mistic. 1964. Endrin spray for bollworms control. *J. Econ. Entomol.* 47:827-829.
- Mc Garr, M.S. and D.A. Wolfenbarger. 1969. Methyl parathion, toxaphene and DDT used alone and in cotton insects. *J. Econ. Entomol.* 62: 1249-1250.

- Monsour, N.A., M.E. Eldfrawi, A. Toppoyada and M. Zeid. 1966. Potentiation and antagonism of organophosphorus and carbamate insecticides. J. Econ. Entomol. 59:307-311.
- Nettles, W.C. Jr. and N.L. Bets. 1975. Lack of synergism when strobane DDT mixtures are injected into the boll weevil. J. Econ. Entomol. 68:438-440.
- O'Brien, R.D. 1967. Insecticides action and metabolism 5th. ed. New York. Academic Press New York and London. 332. p.
- Plapp, F.W. and R.F. Hoyer. 1968. Possible pleiotropis of a gene conferring resistance to DDT, DDT analogs and pyrethrins in the house fly and *Culex tarsalis*. J. Econ. Entomol. 61:761-765.
- Priester, P.C. and G.P. Georghiou. 1979. Inheritance of resistance to permethrin in *Culex pipiens quinquefasciatus*. J. Econ. Entomol. 72:124-127.
- Rajakulendran, S.V. and F.W. Plapp. 1982. Synergism of five synthetic pyrethroids by chlordimeform against the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) and a predator *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). J. Econ. Entomol. 75:1089-1092.
- Romoser, W.S. 1973. The science of entomology. 3th ed. New York. McMillan publishing Co. Inc. 449 p.
- Roussel, J.S., M.S. Blum y N.W. Earle. 1959. Joint action of DDT and other chlorinated hidrocarbon insecticides against *Anthonomus grandis*. J. Econ. Entomol. 52:402-409.
- Santacana, C.J. and J.L. Borderias. 1971. Mezclas de productos fitosanitarios. 2a. ed. Madrid. Gráficos Uguina. 30 p.
- Shepard, H. 1951. The chemistry and action of insecticides. 5th ed. USA. Mc Graw Hill Book company Inc. 504 p.
- Shour, N.H. and L.A. Crowder. 1980. Effects of pyrethroid insecticides on the common green lacewing. J. Econ. Entomol. 73:306-309.

- U.S. Department of Health, Education and Welfare. 1969. Report of the secretarys commision on pesticides and their relationship t. environmental health. Printing office. Washington, D.C. U.S. Government. 677 p.
- Wolfenbarger, D.A. 1973. Synergism of toxaphene-DDT mixtures applied topically to the bollworm and the tobacco budworm. Printing Office Washington, D.C. U.S. Government. 66:523-524.
- Yun, P.S. and E.R. Johnson. 1972. Quasi synergism and penetration of insecticides. Printing Office Washington, D.C. U.S. Government. 65:349-353.
- Zeid, M.I., A.H. Sebae Nabila, M. Bakry and A.S.A. Saad. 1973. Egiptian cotton leafworm. Laboratory and field evaluation of certain insecticides. Printing office Wahsington, D.C. U.S. Government. 66:1293.
- Zettler, J.L., L.L. Donald, L.M. Redlinger and R.D. Jones. 1973. Resistance instrains to malathion and sinergized pirethrins. Printing office Washington, D.C. U.S. Government. 66:1049-1050.

CONTROL MECANICO DE ARBUSTOS PARA MEJORAR LA PRODUCCION FORRAJERA DE PASTIZALES ARIDOS

Reginaldo de Luna V.¹

Jorge Galo Medina T.²

Gilberto Gloria H.³

RESUMEN

El presente estudio, realizado en el Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zacatecas, de la UAAAN, tuvo como objetivo básico la evaluación de la efectividad y costos de diversos tratamientos mecánicos en el control de arbustos. Las prácticas evaluadas fueron: a) tratamientos que causan disturbio al suelo: 1) rastra, 2) cuchilla, 3) arado y 4) rotocultivadora; b) tratamientos que causan disturbio mínimo al suelo: 5) riel - un paso, 6) riel - dos pasos, 7) cable, y 8) desvaradora.

Al inicio del trabajo, el sitio de pastizal matorral parvifolio inerme estaba dominado por *Larrea divaricata* y *Flourensia cernua* (30% de cobertura), mientras que las gramíneas principales, *Bouteloua karwinskii* y *Setaria macrostachya*, tenían una cobertura del 14%.

De los tratamientos que causan disturbio mínimo al suelo, la práctica más prometedora, de acuerdo a los resultados del presente estudio, es el riel-dos pasadas que, para el caso de la *L. divaricata*, redujo su cobertura casi al

¹ Ing. M.S., ² Ph.D. y ³ Ing. Maestros investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal, UAAAN.

100%. Además, tiene la ventaja de que sólo causa daños mínimos al estrato herbáceo (gramíneas y herbáceas deseables). En cuanto al grupo de tratamientos que sí causan disturbios significativos al suelo, todos tuvieron un efecto similar en la reducción de la cobertura aérea. Al tomar en cuenta el número de arbustos destruidos, el arado desenraizador y la rotocultivadora fueron los más sobresalientes. Sin embargo, todos estos tratamientos, reducen de manera drástica el estrato herbáceo y la superficie del suelo.

INTRODUCCION

Los principios científicos desarrollados para la transformación o mejoramiento de los pastizales, han tenido como propósito fundamental el incrementar, cuantitativa y cualitativamente, su productividad neta. En el Norte de México, millones de hectáreas de pastizales han sufrido una gradual, pero constante invasión de arbustos menos deseables, que han reemplazado las especies forrajeras deseables.

Dentro de las comunidades vegetales dominadas por arbustivas, el matorral de *Larrea tridentata* - *Flourensia cernua* es uno de los más importantes, en relación a la superficie que ocupa y al número de cabezas de ganado que sostiene. Por ello, la búsqueda de prácticas de manejo para incrementar la producción de forraje de este tipo de pastizal, puede traducirse en considerables beneficios para la producción pecuaria, conservación de suelo y agua, y control de la erosión eólica e hídrica.

El potencial para incrementar la productividad de este pastizal ha sido discutido por Mellado *et al.* (1976), quienes evaluaron la respuesta de una comunidad de *Larrea* - *Flourensia* en el Sureste de Coahuila, eliminando manual y selectivamente algunos de los componentes de los estratos herbáceo y arbustivo. En este estudio se reporta hasta un incremento del 260% de la producción forrajera por efecto de la remoción manual de las especies arbustivas, dejando únicamente las gramíneas nativas. Para el Estado de Chihuahua, González (1972) reportó un incremento del 500% en la producción de forraje para la misma comunidad, sembrando en estructuras de cosecha de agua zacates de porte alto, como sorgo (*Sorghum alnum*) y panizo azul (*Panicum antidotale*).

La aplicación extensiva de las prácticas de mejoramiento recomendadas para esta comunidad, particularmente el control de arbustos, requiere del diseño de medidas alternativas para eliminar los arbustos a un costo bajo y en un tiempo razonable.

El presente trabajo fue diseñado con el objetivo general de determinar la efectividad y costo de aplicación de varios métodos mecánicos para controlar especies arbustivas. En forma específica, se tuvo como objetivo el determinar los cambios de estado producidos en el pastizal, mediante la aplicación de diferentes tratamientos mecánicos, en términos de: 1) disminución de la cobertura del estrato arbustivo, 2) incremento en la producción de forraje, y 3) disturbio ocasionado a la superficie del suelo. Como objetivo complementario del estudio, se incluye la determinación de los niveles óptimos para algunas de las metas más comunes en problemas de control de arbustos: 1) maximizar la cobertura de zacates, 2) minimizar la cobertura de arbustos, 3) maximizar la mano de obra disponible, 4) minimizar los costos, y 5) minimizar el tiempo de control.

REVISION DE LITERATURA

La paulatina degradación de los pastizales, ha ocasionado que gran parte de la superficie se encuentre infestada por arbustos leñosos, plantas tóxicas y, en general, por plantas indeseables o menos deseables para el ganado doméstico. En los Estados Unidos, y específicamente para el Estado de Texas, Smith y Rechentin (1964) señalan que el 80% de los pastizales están invadidos por arbustos, y se encuentra la mitad de esta superficie con una cobertura mayor del 20%. Más recientemente, Uecker *et al.* (1982) reportan que las invasiones de hojásen en los pastizales semiáridos de Texas cubren alrededor de 5 millones de hectáreas.

Ante la amenazadora presión demográfica de la población humana, la producción de los pastizales tendrá que incrementarse a través de prácticas de manejo más adecuadas o convenientes. En este esfuerzo, el control de plantas indeseables constituye una importante alternativa para transformar los pastizales a estados sucesionales más avanzados y productivos. En este respecto, Lewis (1969) menciona que a través de una adecuada y cuidadosa selección del tipo y clase de ganado, estación de uso y presión del pastoreo, se puede lograr un alto grado de control de plantas menos deseables que pueden ser reemplazadas por otras más deseables. Este mismo autor, señala que un mayor control puede resultar más económico o ser requerido en los casos en que: a) las plantas invasoras del sitio presenten gran longevidad y un alto grado de competitividad, que impidan que el mejoramiento inducido por el manejo del ganado se alcance en un período de tiempo económicamente factible; b) se desee reemplazar el efecto del fuego en zonas transicionales entre pastizal y matorral o bosque, de tal manera que se maximice la super-

ficie de pastizal, sabana o bosque abierto; c) en un pastizal derivado de una comunidad de bosque se desee mantener el estado sucesional de pastizal e impedir que la sucesión prosiga hacia el estado avanzado de bosque; d) se requiera disminuir la abundancia de plantas venenosas o dañinas; y e) se quiera cambiar el equilibrio de las poblaciones de plantas para obtener una vegetación altamente deseable como objetivo de manejo.

Una vez que se ha determinado la necesidad de eliminar o reducir la densidad de una planta indeseable, la decisión más importante radica en elegir el método o tratamiento a utilizar. Algunas de las consideraciones básicas que influyen en la selección del método de control son (Vallentine, 1971): a) las características anátomo-morfológicas de las plantas a tratar; b) necesidad de revegetar artificialmente y preparación de la cama de siembra; y c) las características del sitio, especialmente el tipo y profundidad del suelo, la topografía y el potencial productivo. De todos los métodos disponibles para el control mecánico de los arbustos, Heady (1975) cita que los manuales son los más efectivos, y pueden usarse para crear y mantener la estructura de comunidad vegetal deseada, ya que constituyen el único medio para eliminar plantas indeseables donde la maquinaria o los herbicidas son ineficientes, o dañan a otras especies de valor económico. Sin embargo, su aplicación extensiva está limitada a las situaciones en que los arbustos indeseables presentan una baja densidad, ya que de lo contrario son lentos y costosos. Cuando la infestación es grande y las plantas relativamente grandes (mayores de 1.5 - 2 m), la opción está entre usar métodos mecánicos, o químicos. La efectividad del método de control empleado dependerá del sitio en particular, de la especie a eliminar y del grado de invasión.

Por lo que respecta al control químico, Heady (1975) sugiere que un herbicida ideal deberá reunir las características siguientes: a) acción selectiva, b) aplicación, c) fácil manejo, d) resultados efectivos, e) no tóxico para el ganado, y f) sin efectos acumulativos o residuales.

La decisión para utilizar equipo mecánico para el control de plantas indeseables, está determinado por el costo de implementación y la disponibilidad de maquinaria. Recientemente, Herbel (1983) ha resumido en 4 principios fundamentales los aspectos a considerar en el control mecánico de arbustos:

1. El tamaño y densidad de las plantas a tratar son 2 indicadores básicos para elegir entre un método manual y uno mecánico; las plantas pueden ser

eliminadas manualmente si su densidad es baja (no más de 80 individuos/ha) y su tamaño pequeño (hasta 90 cm de diámetro de copa). El uso de cable o cadena es bastante efectivo cuando se trata de eliminar arbustos adultos o árboles pequeños de edad uniforme y con tallos de más de 8 cm de diámetro. Para árboles más grandes y esparcidos, la cuchilla (bulldozer) es más recomendable. La rastra de discos puede usarse para eliminar arbustos pequeños, o cuando las plantas deseables son muy escasas y se requiere de revegetación artificial.

2. La presencia o ausencia de rebrote en los arbustos, es también un buen indicador para escoger el tratamiento adecuado. Si los arbustos presentan rebrote por debajo de la superficie del suelo, los métodos de cable, cadena, arado de discos y rastra de discos, no funcionan eficazmente.

3. Las condiciones del suelo influyen significativamente en la elección del método de control. Para suelos de textura gruesa, arenosos o francos, el cable y la cadena son efectivos. En cambio, la cuchilla, el arado desenraizador y el arado de discos, provocan un gran disturbio en el suelo, destruyen las plantas deseables y pueden propiciar la erosión del suelo.

4. Las condiciones topográficas del sitio determinan, asimismo, el grado de mecanización que es posible implementar en un programa de control de arbustos. La mayoría del equipo de control mecánico, sólo puede usarse en áreas relativamente planas, libres de piedras y rocas, y sin cárcavas profundas.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo, de 1976 a 1980, en el Campo Experimental de Zonas Áridas Noria de Guadalupe, localizado a 30 km al Sur de Concepción del Oro, Zacatecas. Su clima corresponde al tipo seco o árido, con régimen de lluvias de verano y cálido. La temperatura media anual es de 12°C, con una evaporación anual media de 2 100 m, y una precipitación media anual de 351 mm. Aproximadamente el 70% de la precipitación anual ocurre durante la estación de crecimiento, en el verano.

El suelo es de textura media, con bajo contenido de materia orgánica y reacción moderada, o ligeramente alcalina. La capa impermeable se presenta entre los 20 y 30 cm de profundidad. La pedregosidad y roca superficial es escasa, pero la erosión hídrica varía de moderada a fuerte.

La vegetación corresponde al matorral parvifolio inerme dominado por *Larrea divaricata* y *Flourensia cernua*. El estrato arbustivo incluye como subdominantes a las especies siguientes: *Yucca filifera*, *Prosopis juliflora*, *Parthenium argentatum*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O. engelmannii*, *Agave lechuguilla*, *Atriplex canescens*, y otras de menor dominancia. Las gramíneas encontradas en el estrato herbáceo son: *Bouteloua karwinskii*, *Setaria macrostachya*, *Sporobolus wrightii*, *S. airoides*, *Buchloe dactyloides*, *Erioneuron pulchellum* y *Scleropogon brevifolius*.

El estudio se inició en abril de 1976 en una exclusión de 5 hectáreas; se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 2 repeticiones: el tamaño de la parcela experimental fue de 1 200 m², con una forma rectangular de 15 m de ancho y 80 m de largo. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- 1) un paso de riel
- 2) dos pasos de riel
- 3) cable
- 4) desvaradora
- 5) rastra agrícola
- 6) cuchilla agrícola
- 7) arado desenraizador
- 8) rotocultivadora

Cada uno de estos tratamientos fue aplicado separadamente durante abril y octubre de 1976, que corresponden al período previo y final de crecimiento de las plantas, respectivamente. Los primeros 4 tratamientos corresponden a prácticas que ocasionan daños mínimos a las especies herbáceas; los tratamientos restantes, sí dañan la vegetación herbácea y ocasionan disturbio al suelo.

Para la aplicación de los tratamientos se usó un tractor agrícola de 52 HP, el cual se mantuvo a una velocidad constante de 4.8 km/hora, con el propósito de estimar el trabajo y tiempo requeridos en la implementación de cada tratamiento.

Previo a la aplicación de los tratamientos, se determinó el estado inicial de la vegetación de la manera siguiente:

Estrato arbustivo. Se estimó la cobertura, frecuencia, dominancia y porcentaje de composición botánica, por medio de una línea de Canfield de

50 m de longitud, dividida en 4 sectores de 12.5 m. La densidad de los arbustos se estimó por conteo directo en una parcela circular de 6 m de diámetro, colocada en el centro de la parcela experimental.

Estrato herbáceo. Se estimó la cobertura, frecuencia, porcentaje de composición botánica y estado de suelo superficial, por medio de la línea de puntos.

Las mediciones anteriores fueron realizadas durante los veranos de 1977 a 1980, con el objeto de evaluar los cambios vegetacionales resultantes de la aplicación de los tratamientos.

Dado el gran número de especies presentes en el área experimental, el análisis se centró en las siguientes: *L. divaricata*, *F. cernua* y *P. argentatum* (arbustivas); *B. karwinskii* y *S. macrostachya* (zacates), las cuales se expresaron en porcentaje de cobertura relativa. Para cada tratamiento (incluyendo el testigo y control manual) se estimaron los siguientes parámetros: 1) cobertura relativa (o/o) de las 5 especies, 2) tiempo de implementación del control/ha, y 3) costo del control/ha, y mano de obra/ha.

La información anterior se incorporó en el modelo de asignación de recursos descrito por D'Aquino (1974) y Medina (1982). La evaluación con esta herramienta matemática se hizo en base a las siguientes funciones objetivo: 1) Maximizar la cobertura de zacates, 2) maximizar la mano de obra, 3) minimizar tiempo de control, y 5) minimizar la cobertura de arbustos.

RESULTADOS

En el área de estudio, el estado inicial de la vegetación, durante el verano de 1976, se presenta en los Cuadros 1 y 2, para los estratos arbustivos y herbáceo, respectivamente. En el estrato arbustivo, las especies *L. tridentata*, *F. cernua* y *P. incanum*, fueron las dominantes en cuanto a densidad y cobertura, y constituyeron el 89.50/o de la composición botánica. El estrato herbáceo está dominado principalmente por *B. karwinskii*, malezas anuales y *S. macrostachya*, con una composición botánica de 83.50/o.

La cobertura de la vegetación herbácea fue relativamente baja (20.90/o), casi el 500/o del suelo se encontró desnudo, con erosión hídrica de moderada a fuerte, y en ocasiones fuertemente compactado. El mantillo orgánico cubrió aproximadamente el 310/o del suelo, lo cual, aunado al hecho de que

Cuadro 1. Estado inicial de la vegetación arbustiva. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano, 1976.

Especies	Densidad (ind/ha)	Cobertura (%)	Composición botánica (%)
<i>Larrea divaricata</i>	2788	17.52	36.64
<i>Flourensia cernua</i>	2509	12.81	26.79
<i>Parthenium argentatum</i>	7433	12.46	26.06
<i>Acacia</i> sp	321	2.08	4.35
<i>Opuntia leptocaulis</i>	2065	1.04	2.17
<i>O. imbricata</i>	65	0.85	1.67
<i>Yucca filifera</i>	11	0.65	1.35
<i>Prosopis glandulosa</i>	5	0.40	0.83

Cuadro 2. Estado inicial de la vegetación herbácea. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano, 1976.

Especies	Cobertura (%)	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	12.47	61.56
Malezas anuales	2.63	12.54
<i>Setaria macrostachya</i>	1.97	9.39
<i>Zinnia acerosa</i>	1.80	8.58
<i>Erioneuron pulchellum</i>	1.30	6.20
<i>Muhlenbergia porteri</i>	0.47	2.24
Total de vegetación	20.91	
Mantillo	30.93	
Suelo desnudo	30.16	
Piedras	18.00	

B. karwinskii se le encontró predominantemente en los espacios intra-arbustivos, indica que la vegetación actual presenta una tendencia progresiva, como resultado de la protección del pastoreo durante los últimos 5 años.

Para facilitar el análisis de la información, los tratamientos se agruparon en 2 categorías: a) prácticas que no causan disturbio al suelo y vegetación, y b) prácticas que ocasionan disturbio al suelo y vegetación. En el primer grupo se incluyeron los tratamientos: paso de riel, cable y desvaradora; en el segundo grupo se involucra a las siguientes prácticas: rastra agrícola, cuchilla, arado desenraizador y rotocultivadora.

Prácticas que causan disturbio mínimo al suelo

Riel - un paso

El estado de la vegetación arbustiva, herbácea y cobertura del suelo, después de un año de la aplicación del tratamiento, se presenta en los Cuadros 3 y 4.

La aplicación del operador riel en una sola pasada, resultó en una disminución de la densidad de *L. divaricata* de un 85%, y un 90% de disminución de la cobertura; la densidad de *F. cernua* se redujo en un 51%, y en un 80% su cobertura. Esto se debe a que la mayoría de las plantas arrancadas fueron las más grandes. Para *P. incanum* se redujo en un 84% la densidad, y en un 81% la cobertura. En general, se observó que el riel tiene un mejor control de plantas arbustivas cuando no se acumulan ramas en su base, y cuando las plantas se encuentran aisladas. Posiblemente el suelo erosionado, al dejar más expuestas las bases de los tallos de las plantas, haya contribuido a tener una mayor efectividad.

En cuanto a la vegetación herbácea, no hubo daño aparente en el momento de la aplicación. Después de un año de la aplicación, se observó un aumento en la cobertura herbácea (9.41%); las especies que más contribuyeron a este aumento fueron *B. karwinskii* y malezas anuales. Este aumento puede atribuirse a una o más de las siguientes causas: 1) disminución de la competencia de la vegetación arbustiva, 2) ligeros disturbios al suelo que favorecieron el establecimiento de nuevos individuos, y 3) el efecto propio de la tendencia progresiva del ecosistema, como resultado de la exclusión de uso desde hace 5 años.

Cuadro 3. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador riel (una pasada). Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la densidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	397	14.24	1.78	10.16
<i>Flourensia cernua</i>	1231	49.00	2.57	20.06
<i>Parthenium incanum</i>	1185	15.94	2.41	19.34
<i>Acacia</i> sp				
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1190	57.63	0.32	31.00
<i>O. imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>				
<i>Prosopis glandulosa</i>				

Cuadro 4. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador riel (una pasada). Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	18.25	5.78	61.86
Malezas anuales	7.50	4.87	25.42
<i>Setaria macrostachya</i>	1.75	0.23	5.93
<i>Zinnia acerosa</i>	1.75	— 0.05	5.93
<i>Erioneuron pulchellum</i>	0.25	— 1.05	0.84
<i>Muhlenbergia porteri</i>		— 0.49	
Total de vegetación	29.50	9.41	
Mantillo	31.50	0.57	
Suelo desnudo	16.00	— 14.16	
Piedra	23.00	5.00	

En cuanto a la microtopografía de la superficie del suelo, se observó un mejor efecto en las áreas planas. Las plantas que crecían en ligeros montículos fueron eliminadas más fácilmente, que las que crecían en ligeras depresiones.

El tiempo requerido para cubrir una hectárea con este tratamiento, fue de 35'42'', o sea que en una hora se pueden cubrir 1.6 ha, y en una jornada diaria de 8 hr se cubren 12.8 ha. Los costos de trabajo por hectárea fueron de \$ 29.75 (Cuadro 5).

Las probabilidades de éxito no fueron determinadas, porque es necesario repetir el experimento para su obtención; sin embargo, es posible utilizar el porcentaje de vegetación indeseable destruida. En este sentido, con la aplicación de este tratamiento se destruye del 51 al 85% de la vegetación arbustiva indeseable.

Riel - Dos pasos

Los cambios ocurridos como resultado de la aplicación del operador riel con dos pasadas (la segunda en sentido contrario), son presentados en los Cuadros 6 y 7.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la densidad de *L. divaricata* se redujo en un 88% y la cobertura en un 99%, mientras que la densidad y cobertura de *F. cernua* se redujo en un 100%. Aunque sobrevivieron algunos individuos, éstos no fueron encontrados en el área de muestreo. La densidad de *P. incanum* se redujo en un 66% y la cobertura en un 68%. De acuerdo a estos resultados, se aumenta la efectividad del riel en la segunda pasada, especialmente sobre la especie *F. cernua*; esto puede deberse al hecho de que esta especie muestra un tronco o tallo basal más grueso que el de *L. divaricata*, y por lo tanto más difícil de arrancar en una primera pasada, pero la mayor exposición del tronco y la gran cantidad de plantas que quedan semiarrancadas, permite una mayor efectividad del operador en la segunda pasada.

En este tratamiento, al igual que en el anterior, no se observó daño de la vegetación herbácea, y también hubo un aumento en la cubierta vegetal herbácea después de un año. Las observaciones generales del tratamiento anterior, son también válidas para éste.

El costo y el tiempo en la aplicación del riel con dos pasadas son duplicados, y el porcentaje de vegetación indeseable destruida fue de 68 a 100%.

Cuadro 5. Tiempo requerido y costo de diferentes tratamientos aplicados a la comunidad *Larrea-Flourensia*. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac*.

Tratamiento	Tiempo/ha	Costo (%) /ha
1. Riel (un paso)	35' 42"	29.75
2. Riel (dos pasos)	1 hr 11' 24"	59.50
3. Cable (dos pasos)	16' 40"	27.78
4. Desvaradora	1 hr 23' 20"	69.42
5. Rastra agrícola	1 hr 07' 35"	56.33
6. Cuchilla	56' 48"	47.33
7. Arado desenraizador	2 hr 05' 00"	104.17
8. Rotocultivadora	1 hr 18' 06"	65.08

* Se consideró una velocidad de tractor de 4.8 km/hr y un costo de \$ 50.00/hr.

Cuadro 6. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador (dos pasadas). Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la densidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	333.33	11.96	.2	1.14
<i>Flourensia cernua</i>	0.	0.	0.	0.
<i>Parthenium incanum</i>	2543.97	34.22	4.07	32.66
<i>Acacia</i> sp.	142.855	44.50	0.05	2.40
<i>Opuntia leptocaulis</i>	312.5	15.13	0.02	1.92
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>	14.285	130	0.04	
<i>Prosopis glandulosa</i>				

Cuadro 7. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador riel (dos pasadas). Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	14.25	1.78	49.13
Malezas anuales	7.75	5.12	26.72
<i>Setaria macrostachya</i>	0.25	— 1.72	0.86
<i>Zinnia acerosa</i>	3.25	1.45	11.20
<i>Erioneuron pulchellum</i>	3.50	2.20	12.06
<i>Muhlenbergia porteri</i>			
Total de vegetación	29.00	8.09	
Mantillo	21.00	— 9.29	
Suelo desnudo	24.75	— 5.91	
Piedra	25.25	7.25	

Cable

La aplicación del cable, de 3.8 cm de diámetro, resultó en un 45% de disminución de la densidad de *L. divaricata* y un 84% de la cobertura; *F. cernua* se redujo en un 32% y 60% en densidad y cobertura respectivamente, mientras que la densidad de *P. incanum* se redujo sólo en un 8% y su cobertura en un 19% (Cuadro 8). En general, se observó que el cable es poco efectivo en esta comunidad y funciona mejor en vegetación aislada, ya que éste tiende a levantarse en manchones de plantas arbustivas. Las plantas arrancadas fueron generalmente las más grandes.

En el estrato herbáceo no ocasiona daño alguno, y las diferencias presentadas en el Cuadro 9 pueden deberse, ya sea al error experimental del muestreo, o a la tendencia progresiva de esta comunidad. El tiempo en cubrir una hectárea fue de 16'40" (Cuadro 5), y el trabajo por ha, considerando la utilización de 2 tractores, fue \$ 27.78.

Cuadro 8. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador cable. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la densidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	1533.4	55.00	2.75	15.71
<i>Flourensia cernua</i>	1707.18	68.00	5.055	39.46
<i>Parthenium incanum</i>	6831.0	91.90	21.12	81.04
<i>Acacia</i> sp.				
<i>Opuntia leptocaulis</i>	2131.385	103.21	0.54	51.92
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>				
<i>Prosopis glandulosa</i>				

Cuadro 9. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador cable. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	6.25	6.22	25.77
Malezas anuales	7.25	4.62	29.89
<i>Setaria macrostachya</i>	3.25	1.28	13.40
<i>Zinnia acerosa</i>	3.00	1.20	12.37
<i>Erioneuron pulchellum</i>	3.75	2.45	15.46
<i>Muhlenbergia porteri</i>		— 0.47	
<i>Stipa</i> sp.	0.75	0.75	3.09
Total de vegetación	24.25	3.34	
Mantillo	21.25	— 9.68	
Suelo desnudo	22.75	— 7.41	
Piedra	31.25	13.25	

Desvaradora.

Este operador también resultó bastante efectivo para controlar plantas indeseables, ya que redujo la densidad de *L. divaricata*, *F. cernua* y *P. incanum* en un 56, 87 y 14%, respectivamente, y la cobertura en un 90, 99 y 57%, respectivamente para las 3 mismas especies (Cuadro 10). El mayor control observado sobre *F. cernua* pudo deberse a menor capacidad de rebrote de esta especie, así como a mayor número de individuos arrancados. Aunque el trabajo de este operador fue aproximadamente a 10 cm de la superficie del suelo, se observó que un número considerable de individuos eran arrancados, especialmente de *Flourensia*.

En el estrato arbustivo (Cuadro 11) no se observó daño alguno, y las diferencias encontradas son atribuidas, tanto al propio muestreo, como a la tendencia progresiva de este estrato, ya que la cobertura vegetal aumentó aquí en un 8.5%.

El tiempo requerido para cubrir una hectárea fue de 1 hr 23'20'', pudiéndose cubrir una jornada diaria de 8 hr de trabajo, 5.76 ha (Cuadro 5).

Cuadro 10. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador desvaradora. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la densidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	1217.285	43.66	1.765	10.07
<i>Flourensia cernua</i>	326.92	13.03	0.525	.41
<i>Parthenium incanum</i>	6426.08	86.45	5.305	42.58
<i>Acacia</i> sp.				
<i>Opuntia leptocaulis</i>	499.995	24.20	0.21	20.19
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>	250.0	2273.0	0.075	
<i>Prosopis glandulosa</i>				

Cuadro 11. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador desvaradora. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	9.5	— 2.97	32.20
Malezas anuales	8.25	5.62	28.81
<i>Setaria macrostachya</i>	1.0	— 0.97	3.38
<i>Zinnia acerosa</i>	3.5	1.7	11.86
<i>Erioneuron pulchellum</i>	7.0	5.7	23.72
<i>Muhlenbergia porteri</i>		— 0.47	
<i>Stipa</i> sp.	0.25	0.25	0.85
Total de vegetación	29.5	8.59	
Mantillo	20.5	— 10.43	
Suelo desnudo	28.5	— 1.66	
Piedra	21.5	3.5	

Prácticas que causan disturbio al suelo

Rastra Agrícola

La rastra agrícola redujo la densidad de *Larrea-Flourensia* y *Parthenium* en un 40, 72 y 69%, respectivamente, y la cobertura en 83, 94 y 75%, para las mismas 3 especies (Cuadro 12). Este operador no funcionó eficientemente; el implemento tenía poco peso y poco ángulo de corte, lo cual, aunado al tipo de suelo, no le permitió desarrollar un buen trabajo. Algunas plantas pequeñas quedaron entre 2 discos, y en las plantas grandes se observó que pasaba sobre ellas sin arrancarlas; la mayoría de éstas, sin embargo, fueron quebradas.

Debido al poco peso y ángulo de corte, no hubo mucho daño sobre la vegetación herbácea (Cuadro 13), y la preparación de la cama de siembra fue muy deficiente.

El tiempo requerido en la aplicación de este operador fue de 1 hr 03' 36", pudiéndose cubrir en una jornada de 8 hr, 7.1 ha, con un costo por hectárea de \$ 56.33.

Cuadro 12. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador rastra. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la densidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	1669.185	59.87	3.02	17.24
<i>Flourensia cernua</i>	691.39	27.56	0.785	6.13
<i>Parthenium incanum</i>	2278.285	30.65	3.13	25.12
<i>Acacia sp.</i>				
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1168.745	56.60	0.57	54.80
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>	14.285	130.0	1.1	
<i>Prosopis glandulosa</i>	11.11		1.1	

Cuadro 13. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador rastra. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	11.75	— 0.72	54.02
Malezas anuales	3.5	0.87	16.09
<i>Setaria macrostachya</i>	1.5	— 0.47	6.83
<i>Zinnia acerosa</i>	3.5	1.7	16.09
<i>Erioneuron pulchellum</i>	0.5	— 0.8	2.27
<i>Muhlenbergia porteri</i>	0.25	— 0.22	1.14
<i>Stipa sp.</i>	0.75	0.75	
Total de vegetación	21.75		
Mantillo	29.5	0.84	
Suelo desnudo	25.0	— 5.16	
Piedra	14.4	— 3.5	

Cuchilla

Las especies *Larrea divaricata* y *Flourensia cernua* fueron eliminadas en un 78 y 49% de su densidad inicial, respectivamente, y en un 96 y 92% de su cobertura inicial. El poco peso del implemento y el tipo de suelo no le permitieron desarrollar un mejor trabajo. *Parthenium incanum* fue eliminado en un 100% (Cuadro 14).

Contrario a lo que se esperaba, no hubo mucho daño en las gramíneas (Cuadro 15), sobre todo cuando se acumulaban tierras y ramas, y la cuchilla perdía su efecto de corte.

El tiempo por hectárea en la aplicación de este operador fue de 56'48'', con una cobertura de 8.4 ha/día, y con un costo por hectárea de \$ 47.33.

Cuadro 14. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador cuchilla. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la intensidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	616.36	22.11	0.715	4.08
<i>Flourensia cernua</i>	1285.695	51.24	1.045	8.16
<i>Parthenium incanum</i>				
<i>Acacia</i> sp.				
<i>Opuntia leptocaulis</i>				
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>				
<i>Prosopis glandulosa</i>	62.5		325	

Cuadro 15. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador cuchilla. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	12.25	— 0.22	6.20
Malezas anuales	6.75	4.12	34.17
<i>Setaria macrostachya</i>		— 1.97	
<i>Zinnia acerosa</i>	0.75	— 1.05	3.79
<i>Erioneuron pulchellum</i>		— 1.30	
<i>Muhlenbergia porteri</i>		— 0.47	
Total de vegetación	19.75	— 1.16	
Mantillo	17.25	— 13.68	
Suelo desnudo	37.00	6.84	
Piedra	19.75	1.75	

Arado Desenraizador

En la aplicación de este operador se obtuvieron los siguientes resultados: la densidad de *Larrea*, *Flourensia* y *Parthenium* se redujo en un 86, 80 y 89%, respectivamente, y la cobertura para las mismas especies en 98, 90 y 89% (Cuadro 16). Este implemento tuvo problemas para profundizar debido, tanto al tipo de suelo (poca profundidad y bastante pedregosidad), como a lo angosto del implemento (1 m de ancho) que provocó la acumulación de ramas. Cuando profundizó bien, tuvo un control excelente de las principales especies arbustivas.

Aunque el daño ocurrido en la vegetación herbácea no fue el esperado, por los problemas señalados, aquí el daño fue mayor, y aunque la cobertura herbácea no se redujo significativamente, sí hubo cambios significativos en el porcentaje de composición botánica, incrementándose fuertemente las malezas anuales (Cuadro 17).

Cuadro 16. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva por la aplicación del operador arado desenraizador. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la densidad inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea divaricata</i>	337.775	13.55	0.34	1.94
<i>Flourensia cernua</i>	496.555	19.79	1.25	9.75
<i>Parthenium incanum</i>	794.505	10.69	1.425	11.44
<i>Acacia</i> sp.				
<i>Opuntia leptocaulis</i>				
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>				
<i>Prosopis glandulosa</i>				

Cuadro 17. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo por la aplicación del operador arado desenraizador. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	4.75	— 7.72	26.38
Malezas anuales	11.50	8.87	63.88
<i>Setaria macrostachya</i>		— 1.97	
<i>Zinnia acerosa</i>	1.75	— 0.05	3.72
<i>Erioneuron pulchellum</i>		— 1.30	
<i>Muhlenbergia porteri</i>		— 0.47	
Total de vegetación	18.00	— 2.91	
Mantillo	22.5	— 8.43	
Suelo desnudo	30.5	0.34	
Piedra	21.5	3.5	

Lo angosto del implemento ocasiona que, tanto el tiempo por ha, 2 hr 05' (3.84 ha/día), como el trabajo/ha (\$ 104.17), sean mayores con este operador que con cualquier otro.

Por los problemas de profundidad y pedregosidad del suelo, y por la acumulación de ramas, la preparación de la cama de siembra tampoco fue la esperada.

Rotocultivadora

Aunque este operador está limitado a suelo profundo y sin rocas, en este trabajo funcionó con bastante eficiencia, eliminando un 66% de la densidad de *Larrea*, 94% de la de *Flourensia*, y 80% de la de *Parthenium* (Cuadro 18). Sin embargo, esta densidad está representada en su mayor parte por rebrotes ocurridos un año después del momento de la aplicación, lo cual se demuestra con los bajos porcentajes de cobertura: 0.365, 0.05 y 1.7 para *Larrea*, *Flourensia* y *Parthenium*, respectivamente.

En cuanto a preparación de cama de siembra, este operador hizo un excelente trabajo, dejando el suelo bien pulverizado y destruyendo prácticamente toda la vegetación. El 18% de la cobertura herbácea, que se presentó al siguiente año de su aplicación, está constituido en un 78% por malezas anuales (Cuadro 19). El tiempo requerido para trabajar una hectárea fue de 1 hr 18'06" (6.1 ha/día), con un costo de \$ 65.08.

Niveles Optimos de Control

A continuación se indican los datos de cobertura y composición botánica iniciales de la vegetación, que fueron usados como área testigo (alternativa de no hacer nada):

Especies	Cobertura	Composición botánica
		%
<i>L. tridentata</i>	17.5	41
<i>F. cernua</i>	12.8	29.9
<i>P. incanum</i>	12.5	29.1
<i>B. karwinskii</i>	12.5	83.0
<i>S. macrostachya</i>	2.0	13.0
<i>M. porteri</i>	0.5	3.0

Cuadro 18. Cambio de estado provocado en la vegetación arbustiva, por la aplicación del operador rotocultivadora. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977.

Especie	Densidad (ind/ha)	% de la cobertura inicial	Cobertura (%)	% de la cobertura inicial
<i>Larrea tridentata</i>	990.605	35.53	0.365	2.08
<i>Flourensia cernua</i>	142.855	5.69	0.05	0.39
<i>Parthenium incanum</i>	1491.335	20.06	1.7	13.64
<i>Acacia</i> sp.				
<i>Opuntia leptocaulis</i>	833.325	40.35	0.09	8.65
<i>Opuntia imbricata</i>				
<i>Yucca filifera</i>				
<i>Prosopis glandulosa</i>				

Cuadro 19. Cambio de estado provocado en la vegetación herbácea y cobertura del suelo, por la aplicación del operador rotocultivadora. Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac. Verano de 1977

Especie	Cobertura (%)	Diferencia de la cobertura inicial	Composición botánica (%)
<i>Bouteloua karwinskii</i>	0.25	- 12.45	1.39
Malezas anuales	.14	11.37	77.77
<i>Setaria macrostachya</i>		- 1.97	
<i>Zinnia acerosa</i>	2.5	0.7	13.88
<i>Erioneuron pulchellum</i>	1.25	- 0.05	6.95
<i>Muhlenbergia porteri</i>		- 0.47	
Total de vegetación	18.00	- 2.91	
Mantillo	12.00	- 18.93	
Suelo desnudo	41.5	11.34	
Piedra	28.5	11.5	

El modelo se formuló considerando una superficie de pastizal de 1 000 ha; para este propósito se asumió que no era factible invertir más de 75 pesos por ha, i.e., más de 75 000 pesos para toda el área. Como restricción adicional, se incluyó un requerimiento mínimo de mano de obra proporcional al capital invertido; por ello, se consideró que por cada peso invertido, 1/4 parte se destinaría a pago de mano de obra. Además, como restricción operativa, se fijó un plazo máximo de un año, ó 2 920 horas, para terminar el plan de mejoramiento del pastizal.

También, como parte de la formulación, los 5 objetivos de control evaluados, se agruparon en 2 categorías: 1) objetivos de recursos fijos, los cuales presentan límites específicos que no pueden ser violados, i.e., presupuesto, mano de obra y tiempo de control; y 2) objetivos negociables, los cuales tienen la flexibilidad de no lograr y/o sobrepasar los límites o niveles establecidos, i.e., cobertura de zacates y arbustos-problema.

En el Cuadro 20 se describen las alternativas de manejo (tratamientos de control) que fueron consideradas en la formulación del modelo, con sus correspondientes valores de las variables evaluadas. En el Cuadro 21 se ilustran las diferencias observadas entre las especificaciones de niveles de control, en 3 diferentes etapas de la evaluación: 1) Niveles originales deseables como metas de control, 2) niveles de metas de control no limitantes, y 3) logros finales.

Una vez terminada la evaluación de los niveles originales de metas deseables para el control de arbustos en el área de estudio, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad para todos los valores de los objetivos de recursos fijos. Los resultados obtenidos de este procedimiento se encuentran en el Cuadro 22. De este último cuadro se puede observar que los objetivos de forraje, presupuesto y tiempo, resultaron con los mejores valores. En particular, el objetivo altamente deseable de maximizar la producción de forraje, que se puede leer en la primera hilera del Cuadro 22, resultó con la más alta producción de forraje, y sólo disminuyó de manera moderada, la cobertura de arbustos. El nivel de mano de obra usado, fue casi igual a la meta permanencia dentro del presupuesto disponible. En cuanto al aplicación, se utilizó el máximo tiempo disponible (2 920 horas). No, se puede observar que el objetivo, también altamente deseable maximizar la cubierta, se logró totalmente, con una producción de forraje y nivel de mano de obra adecuadas. En cambio, usó todo el presupuesto y

Cuadro 20. Descripción de alternativas de manejo para el mejoramiento de la comunidad *Larrea-Flourensia*
Campo Experimental Noria de Guadalupe, Zac.

Alternativa	<i>L. divar.</i>	<i>F. cernua</i>	<i>B. karwinskii</i>	<i>S. macrostachya</i>	Tiempo hr	Costo \$ /ha	Mano de obra \$ /ha
	(Cobertura kg/ha %)						
X1 - No hacer nada	17.5	12.8	12.5	2.0	0	0	0
X2 - Riel - Un paso	1.8	2.6	18.2	1.8	.6	29.8	6.0
X3 - Riel - Dos pasos	.2	0	14.2	.2	1.2	59.5	11.9
X4 - Cable	2.8	5.1	6.2	3.2	.3	27.8	5.6
X5 - Desvaradora	1.8	.5	9.5	1.0	1.3	69.4	15.9
X6 - Rastra de discos	3.0	.8	11.8	1.5	1.12	56.3	11.3
X7 - Cuchilla agrícola	2.9	1.0	12.2	0	1.0	47.3	9.5
X8 - Arado desenraizador	.3	1.2	4.8	0	1.8	104.2	20.9
X9 - Rotocultivadora	.4	.5	.2	0	1.3	65.0	13.0
X10 - Manual	0	0	15.6	22	19.7	147.0	147.0

Cuadro 21. Niveles de control resultantes en 3 etapas de evaluación.

Meta	Metas de control deseables	Metas de control no limitantes	Logros finales
Minimizar costos	$\leq 75\ 000$	75 000	42 000
Maximizar mano de obra	$\geq 25\ 000$	10 000	15 799
Minimizar tiempo	$\leq 2\ 920$	2 920	2 228
Minimizar arbustos	$\leq 5\ 000$	10 000	2 000
Maximizar forraje	$\geq 10\ 000$	0	21 536

Cuadro 22. Resultados de la evaluación de 5 objetivos de control para los niveles deseables de metas.

Objetivo	Niveles de metas deseables				
	Cobertura de forraje max/100	Cobertura de arbustos min/0	Mano de obra max/25 000	Costos min/75 000	Tiempo min/2 920
Maximizar forraje	22 188	3 827	23 378	47 179	2 920
Minimizar arbustos	17 433	0	24 910	75 000	2 920
Maximizar mano de obra	10 677	1 567	27 561	75 000	2 920
Minimizar costos	14 723	20 000	10 000	10 000	1 340

tiempo disponibles. El resto de los objetivos pueden ser analizados de manera similar, con lo que se puede generar un rango adecuado de opciones para el productor y/o tomador de decisiones, a la luz de objetivos contrastantes y conflictivos, pero que permite visualizar de manera conjunta las opciones más pertinentes, y tomar la decisión más apropiada de acuerdo con las prioridades y restricciones existentes.

DISCUSION

Prácticas que causan disturbio mínimo al suelo

En general, el trabajo realizado en el primer grupo de operadores (Figura 1 y 2) que pueden ser utilizados, cuando la comunidad o ecosistema a mejorar o transformar no requiera de una resiembra de gramíneas, muestra al operador riel (con dos pasadas) como el más eficiente. El estrato herbáceo no es dañado por estos operadores y, por lo tanto, pueden utilizarse para inducir progresión donde exista suficiente vegetación herbácea coseable.

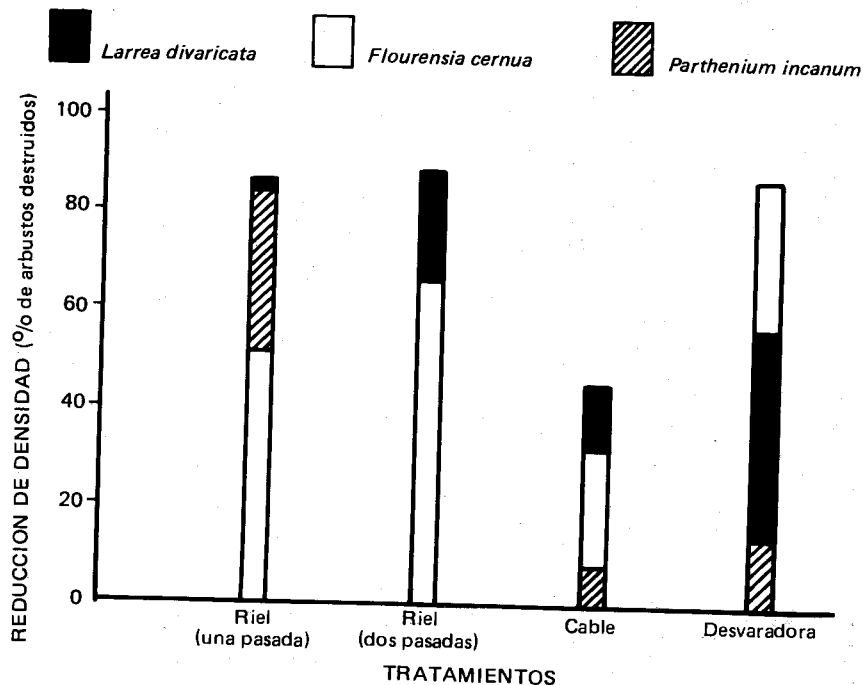


Figura 1. Efecto del riel, cable y desvaradora en la disminución de la densidad de arbustos.

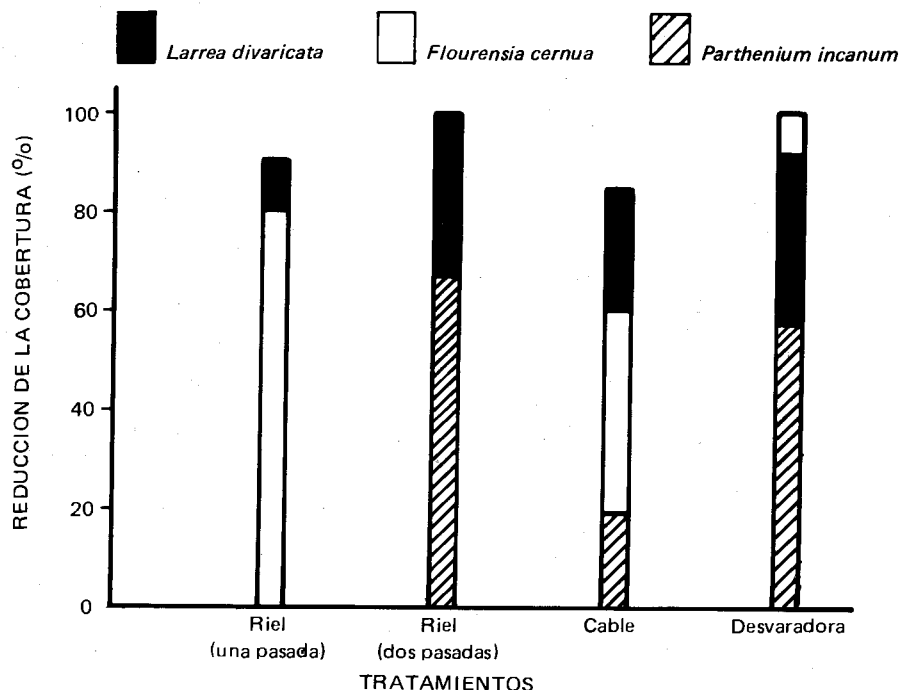


Figura 2. Efecto del riel, cable y desvaradora en la disminución de la cobertura de arbustos.

En lo que se refiere a los costos, éstos pueden disminuirse utilizando mayor amplitud de cobertura de los operadores, ya que esto no representa gran esfuerzo adicional del tractor. La eficiencia del riel puede mejorarse con otros diseños de arreglo.

Prácticas que causan Disturbio al Suelo

En el segundo grupo de tratamientos cuyo efecto en la superficie del suelo es significativo, se encuentran: la rastra agrícola, cuchilla, arado desenraizador y rotocultivadora. Analizados globalmente, en cuanto a su impacto en la disminución de la cobertura de las especies dominantes, se puede señalar que su comportamiento fue muy similar (Figura 3). Sin embargo, considerando el número de arbustos destruidos, el efecto mayor lo provocaron la rotocultivadora y el arado desenraizador (Figura 4). Para el caso de pastizales áridos con altos signos de degradación, estos tratamientos pueden ser de utilidad a pesar de su alto costo, si se adoptan medidas de manejo complementarias como son: el descanso del pastizal, resiembra de especies arbustivas y gramíneas nativas, obras de retención y conservación de agua, aprovechamiento de escurrimientos, etc.

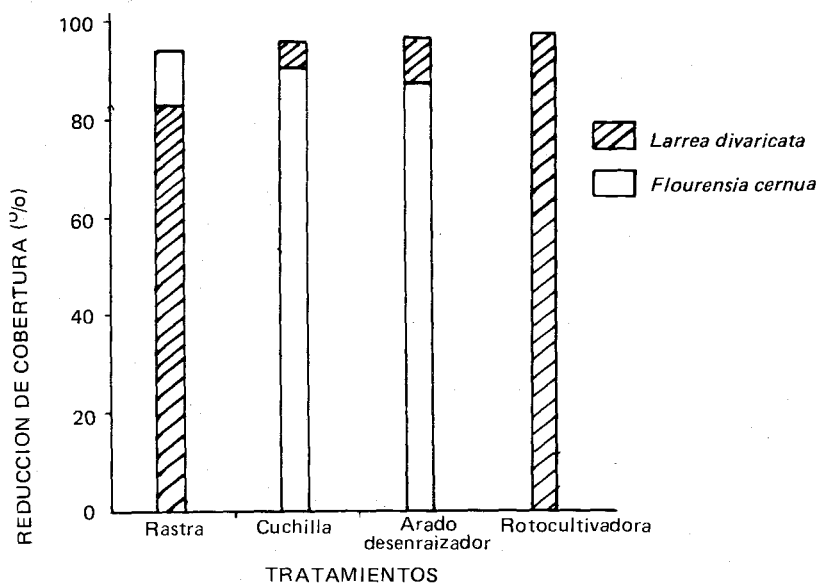


Figura 3. Efecto de la rastra, cuchilla, arado y rotocultivadora en la reducción de la cobertura de arbustos.

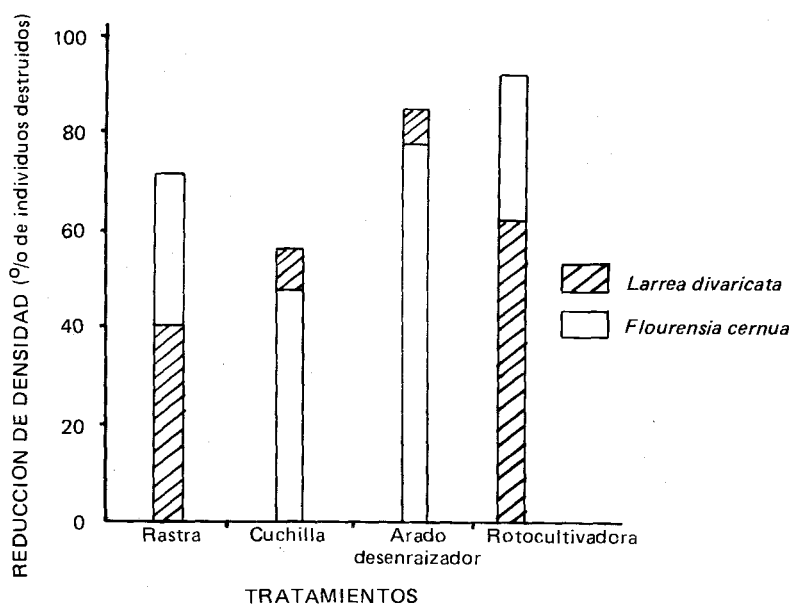


Figura 4. Efecto de la rastra, cuchilla, arado y rotocultivadora en la disminución de la densidad de arbustos.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se pueden desprender las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Dentro de las prácticas que causan disturbio mínimo al suelo y a las gramíneas, el riel (dos pasos) mostró los mayores efectos en la reducción de la cobertura y densidad de los arbustos problema.
2. Dado el significativo efecto del riel, se deriva la necesidad de estudiar más profundamente diversas modalidades de aplicación del riel para este tipo de vegetación, como son: variaciones en su forma, peso, ángulo de corte, etc.
3. Para las prácticas que sí causan disturbio al suelo y vegetación, la disminución de la cobertura fue muy similar para todos los tratamientos. Sin embargo, en cuanto a la reducción en la densidad de arbustos, el mayor efecto se observó en la rotocultivadora.
4. En general, para todos los tratamientos evaluados, y considerando: a) la baja producción natural de los pastizales áridos, b) el alto costo de las prácticas, y c) el alto riesgo implícito en este tipo de operaciones, se recomienda incorporar la práctica de reducir mecánicamente las poblaciones de arbustos indeseables dentro de un esquema integral de manejo, que incluya entre otras cosas los siguientes aspectos: control en el número de animales, época y frecuencia de pastoreo, apotreramiento y distribución de aguajes y saladeros, y el establecimiento de praderas de propósitos especiales para las épocas secas.

BIBLIOGRAFIA

- D'Aquino, S.A. 1974. A case study for optimal allocation of range resources. J. Range Management. 28(3):228-233.
- González, M.H. 1972. Manipulating shrub-grass plant communities in arid zones for increased animal production. In: C.M. McKell, J.P. Blaisdell and J.R. Goodin (Ed). Wildland Shrubs-Their Biology and Utilization. USDA For. Ser. Gen. Tech. Rep. INT-1. pp. 425-434.

- Heady, H. 1975. Rangeland management. New York. Mc Graw Hill Book Co.
- Herbel, C.H. 1983. Principles of intensive range improvements. J. Range Manage. 36(2):140-144.
- Lewis, J.W. 1969. Range management viewed in the ecosystem framework. In: G.M. Van Dyne (Ed.). The Ecosystem Concept in Natural Resource Management. New York. Academic Press. pp. 97-187.
- Medina T., J.G. 1982. Modelo de asignación de recursos. Primer Curso Corto. Planeación y Manejo de los Recursos Renovables en las Zonas Áridas. Centro de Investigación en Química Aplicada - Análisis de Sistemas en Zonas Áridas y Colorado State University. Saltillo, Coahuila.
- Mellado, B.M., J.G. Medina T., J.A. de la Cruz C. y M. Zapien B. 1976. Transformación sucesional de la comunidad de *Larrea-Flourensia* del Desierto Chihuahuense. Saltillo, México. Univ. Aut. Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico-Científica. 2(6):490-561.
- Smith, H.N. and C.A. Rechten. 1964. Grassland restoration I. The Texas brush problem. Temple, Tex. USDA. Soil. Cons. Serv.
- Ueckert, D.N., P.W. Jacoby Jr. and S. Hartmann. 1982. Tarbush and forage response to selected pelleted herbicides in the Western Edwards Plateau. Texas Agr. Exp. Sta. College Station.
- Vallentine, J.K. 1971. Range development and improvements. Provo, Utah. Brigham Young University Press. 516 p.

IMPACTO DE LA REFORESTACION EN LA SIERRA DE ZAPALINAME SOBRE LAS TASAS DE INFILTRACION

Julián Gutiérrez Castillo¹
Mauro Agur Salazar Cerda²

RESUMEN

Debido al mal manejo de los recursos naturales de nuestro país, grandes áreas boscosas han perdido su cubierta vegetal, lo que ha generado deterioro a la ecología de esas zonas. Con el fin de contrarrestar estos daños, se han estado llevando a cabo reforestaciones tendientes a mejorar esas áreas. Un ejemplo de lo anterior, es la reforestación que desde hace más de 20 años se ha estado realizando en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El presente estudio tuvo como objetivo determinar si la plantación de pinos ha incrementado la infiltración, y conocer su comportamiento a través de la edad de la plantación y de las épocas del año. Para cumplir con este objetivo, se hicieron estimaciones de la infiltración a través del método de los anillos concéntricos, en sitios con árboles de 5, 9 y 14 años de edad, en un área sin reforestar, y durante primavera, verano, otoño e invierno; se utilizó un experimento factorial con un diseño completamente al azar y una comparación múltiple de Duncan. Los análisis realizados mostraron que las tasas de infiltración se han visto incrementadas con la reforestación y se presentaron diferencias entre las edades de la plantación a cualquier inter-

- 1 Ing. M.S. Maestro Investigador del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal, UAAAN.
- 2 Pasante de Ingeniero Agrónomo, Div. de Ingeniería, UAAAN.

valo de tiempo. La infiltración fue mayor en el sitio con árboles de 5 años, seguido por el de 14 y 9 años de edad; las infiltraciones menores se presentaron en el área sin reforestar. Durante los primeros minutos de la estimación, las épocas del año no presentaron diferencias, y se encontraron variaciones hasta después de 30 minutos de iniciadas las estimaciones; las mayores tasas de infiltración se presentaron durante el verano.

INTRODUCCION

Debido al mal manejo que se ha dado a los recursos naturales de nuestro país, áreas que antiguamente eran bosques o pastizales, han perdido la cubierta vegetal en gran magnitud, lo cual ha traído como consecuencia un fuerte deterioro a la ecología de esas zonas, que se ha traducido en un incremento de las tasas de erosión y escurrimiento, una baja en las tasas de infiltración y un descenso de los niveles freáticos.

Con el fin de contrarrestar este tipo de daños a esas zonas, durante las últimas décadas se han llevado a cabo trabajos, tendientes a mejorar los ecosistemas degradados. Un ejemplo de lo anterior, es la reforestación que desde hace más de 20 años se ha estado realizando en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el fin de restaurar las áreas afectadas por el mal uso que se les ha dado a través del tiempo. Dentro de los objetivos iniciales, de dicha reforestación, se incluyó el tratar de incrementar las tasas de infiltración y reducir los escurrimientos, con el fin último de ayudar a reabastecer los mantos acuíferos que se encuentran cercanos a esa zona. Sin embargo, aunque este fue uno de los objetivos iniciales, en la actualidad no se cuenta con datos que señalen si realmente la reforestación ha ayudado a incrementar las tasas de infiltración; se desconoce también la capacidad de infiltración de los suelos no reforestados, ni de los suelos en los que la cubierta vegetal se ha incrementado a partir de la plantación.

Con el presente estudio se pretende generar información sobre los efectos que ha tenido la reforestación sobre el proceso de infiltración, con el fin de conocer si la plantación ha ayudado a incrementar la captación de agua y el contenido de humedad del suelo, durante los eventos de precipitación que ocurren en el área.

Es reconocido que el estudio preliminar de los principales procesos de un sistema, es uno de los pasos iniciales para la identificación de investigaciones estratégicas críticas, para el mejoramiento futuro del sistema (Jame-

son y Medina, 1978). Por ello, es necesario contar con información básica hidrológica, que trate con los procesos de infiltración, evaporación, precipitación y erosión, para mejorar las alternativas de uso del suelo y prácticas de manejo de agua, y producción de otros recursos naturales (Gutiérrez *et al.* 1979).

El conocimiento del comportamiento de la infiltración en la zona de reforestación, es de gran importancia para demostrar la influencia que la plantación de pinos ha tenido sobre este proceso y, consecuentemente, en el abastecimiento de agua al suelo, teniendo en cuenta que la infiltración ayuda a proporcionar humedad para el desarrollo de la vegetación y, en un plazo mayor, a incrementar el nivel de los mantos acuíferos.

REVISION DE LITERATURA

El papel que juega la infiltración dentro del ciclo hidrológico, fue señalado por primera vez por Horton (1933). El término infiltración es aplicado al proceso por medio del cual el agua entra en el suelo (Hillel, 1971; Lee, 1980), debe ser considerado estrictamente como un fenómeno superficial (Satterlund, 1972), representa sólo una parte del ciclo hidrológico de una cuenca (Davis y DeWeist, 1966), y juega un papel importante en la recarga de humedad al suelo (Kramer, 1969).

Los factores que influyen en el proceso de infiltración han sido discutidos ampliamente (Branson *et al.* 1981; Hewlett y Nutter, 1969; Kittredge, 1948; Lull, 1964; Moore *et al.* 1979; Musgrave, 1955; Musgrave y Holtan, 1964; Parr y Bertrand, 1960; Satterlund, 1972). En general, existen 2 grupos de factores que controlan las tasas de infiltración en una cuenca hidrológica; éstos son: 1) los factores que determinan qué tan rápido la superficie de un suelo puede absorber el agua, y 2) la tasa a la cual el agua es aplicada a la superficie del suelo (Satterlund, 1972). El primer grupo, por si solo, determina la capacidad de infiltración o la tasa a la cual el agua puede infiltrarse, pero este grupo no necesariamente determina qué tan rápido se infiltra el agua; por lo tanto, la capacidad de infiltración determina las tasas de infiltración que existen, cuando el agua es aplicada con mayor intensidad de la que puede ser absorbida.

El uso del suelo modifica muchos de los factores que controlan las tasas de infiltración; los efectos directos de la utilización del suelo incluyen cambios en la cantidad y tipo de cubierta vegetal, y de la exposición y

compactación del suelo, asociados con las actividades del hombre para obtener los productos de la tierra. Un criterio para evaluar los efectos del uso del suelo en una cuenca hidrológica, es el cambio que se produce en la infiltración como resultado de un uso específico del suelo. Es reconocido que el fuego, la compactación y el troceo, disturban el piso forestal, y usualmente causa marcados cambios en la infiltración; en contraste, existen evidencias de que cuando el piso forestal se mantiene sin movimiento, aunque se remueva la cubierta arbórea o arbustiva, la infiltración no se altera o se afecta mínimamente.

En un estudio realizado por Smith y Leopold (1942), se estimó la infiltración en 3 comunidades vegetales; éstas son: 1) Coníferas, con suelos delgados y pedregosos, y con un alto contenido de materia orgánica; 2) Arbustos desérticos, con suelos limosos, calcáreos y delgados; y 3) Pastizal desértico con suelos calcáreos someros y con textura de migajón arcilloso o arcilloso; los resultados obtenidos indicaron que, conforme aumenta la cubierta vegetal, la infiltración se incrementa; las tasas de infiltración fueron mayores en el pastizal, seguidos por el terreno de coníferas y el terreno arbustivo.

Johnson y Beschta (1980) determinaron los efectos de diversos métodos de explotación maderera, sobre las tasas de infiltración en un bosque de *Pseudotsuga menziesii* asociado con *Pinus ponderosa*, *P. lambertiana* y *Libocedrus decurrens*, utilizando un simulador de lluvias. Los resultados de estos autores indican que la capacidad de infiltración fue muy similar en áreas explotadas y áreas no explotadas; sin embargo, la capacidad de infiltración se vio reducida significativamente, en el bosque que fue explotado con la utilización de un tractor para acarrear las trozas y depositar los residuos de madera, y cuando estos fueron quemados sobre suelos con alto contenido de arcilla. También encontraron que los porcentajes de cobertura vegetal y de suelo desnudo, son los factores más importantes en el comportamiento de las tasas de infiltración.

Las tasas de infiltración en bosques naturales, son por lo regular altas; por ejemplo: en la estación experimental de Coweeta, en el sur de los Apalaches, las tasas de infiltración en un bosque natural, es 10 veces mayor que la máxima intensidad de lluvias, y en los suelos arenosos de Michigan, las tasas de infiltración pueden alcanzar valores hasta de 100 cm/hr. Sin embargo, cuando la hojarasca es removida de suelos con textura fina, se permite que las gotas de lluvia destruyan la estructura del suelo superficial, por lo cual la infiltración desaparece (Spurr y Barnes, 1973).

Johnson (1940) estudió los efectos que produce el remover el mantillo de un bosque de *Pinus ponderosa*, y encontró que la tasa de infiltración constante promedio, de 18 sitios cubiertos con mantillo, fue de aproximadamente 3.86 cm/hr, mientras que en las áreas en que se removió el mantillo, fue de aproximadamente 2.34 cm/hr.

En un estudio en que se comparó la infiltración en un bosque de *Pinus echinata* y una área abandonada, se encontraron tasas de infiltración de 0.89 cm/hr en el bosque, y 0.36 cm/hr en el área que había sido utilizada para cultivo. Las tasas de infiltración fueron atribuidas al buen uso que se le dio al suelo, lo cual contribuye a tener mayor cantidad de materia orgánica, mejor agregación en el suelo y poros con mayor diámetro (Meinzer, citado por Kittredge, 1948).

Algunos estudios han mostrado que los bosques bajos que son incendiados ligeramente, pueden mostrar características hidrológicas muy similares a las áreas en que no se ha aplicado el fuego; sin embargo, si el fuego remueve el mantillo exponiendo al suelo mineral, una reducción en la capacidad de infiltración debe ser esperada con el tiempo. Buckhouse y Gifford (1976), utilizando el método de cadeneo, estudiaron las tasas de infiltración en un bosque de Pino Enebro que fue transformado, resembrado con gramíneas, excluido por 6 años y quemados los restos del arbolado después de esa exclusión; estos autores encontraron que la infiltración se redujo después de haber aplicado el fuego.

En la parte central de Utah, (Willimas *et al.* 1969) se utilizó un simulador de lluvias para estudiar los efectos del cambio de cobertura vegetal en 14 sitios de un bosque de Pino Enebro, al ser transformado con fuego; los resultados mostraron que las tasas de infiltración, a cualquier intervalo de tiempo, no cambiaron significativamente. Por otro lado, Gifford *et al.* (1970) reportan datos de infiltración estimados con un simulador de lluvias, en 14 sitios del Sur de Utah; los resultados indicaron que las áreas cubiertas con Pino Enebro, que fueron aclareadas y resembradas con gramíneas, no mostraron consistencia en el incremento o reducción de la infiltración.

Roundy *et al.* (1978) determinaron los efectos de un incendio controlado, sobre las tasas de infiltración existente en las dunas copice y en los espacios entre dichas dunas, en 2 sitios de *Pinus monophylla* - *Juniperus osteosperma* en el Este de Nevada. Estos autores encontraron que las tasas de infiltración en ambos sitios, fueron mayores en las dunas copice no incen-

diadas cuando el suelo se encontró a capacidad de campo, pero fueron muy similares con el suelo inicialmente seco en las dunas incendiadas y sin incendiar; las dunas copice presentaron infiltraciones similares entre especies arbóreas (pino y enebro), pero diferentes éstas, con respecto a la infiltración en las dunas bajo especies arbustivas. Observaron que también la infiltración presentó valores más altos, inmediatamente después de aplicar el fuego, comparada con la infiltración después de un año de aplicado el fuego.

Un cambio en la capacidad de infiltración debe esperarse, mientras una plantación de árboles se encuentra madurando; sin embargo, el nivel de significancia de esos cambios depende de la cobertura vegetal y de la misma capacidad de infiltración, en el momento de realizar la reforestación; por ejemplo, Ursic y Dendy (1965) reportan que una plantación llevada a cabo en un suelo desnudo con bastante erodabilidad, puede incrementar la capacidad de infiltración en sólo 10 años, hasta un punto en que no se produzca escurrimiento superficial ni erosión.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, dentro del área reforestada con *Pinus halepensis* Mill. De acuerdo a las modificaciones propuestas por García (1973) al sistema de clasificación de Koppen, esta área puede clasificarse como BWhw (x')(e). El clima del área corresponde al semiárido mexicano y la precipitación media anual es de 420 mm, y se presenta mal distribuida a través del tiempo; puede presentarse en forma de lluvia o nieve, y generalmente, el 80% de ellas se presentan durante los meses de mayo a noviembre. La temperatura media anual es aproximadamente de 18°C y fluctúa grandemente, alcanzando mínimas de -15°C y máximas de 38°C; como en el caso de los climas semiáridos, el verano es cálido y el invierno presenta fuertes heladas, en ocasiones desde fines de septiembre hasta principios de abril.

Los suelos corresponden a formaciones cuaternarias con asientos balsálticos, y el subsuelo se caracteriza por la presencia de estratos continuos de calizas. Los suelos presentan un epipedon mollico que descansa directamente sobre un horizonte petrocálcico cementado por carbonatos de calcio; el primer horizonte presenta colores muy oscuros que varían desde 10 YR 3/2, hasta 10 YR 3/4; una textura que varía desde franco a franco arcillosa; estructura generalmente en bloques subangulares medios y fuertes;

consistencia suelta en seco, friable en húmedo, y ligeramente adherible y plástica en mojado; su pH oscila entre 7.5 y 8.5; el espesor del suelo varía entre 30 cm y 2 m; de los 50 cm en adelante, es común que se presente un horizonte petrocálcico de color blanco (10 YR 8/2) de estructura masiva, y con una reacción violenta al HCl (Oviedo, 1980).

La presencia de algunos relictos en el área, y la opinión de campesinos originarios de la zona, indican que la Sierra de Zapalinamé anteriormente se encontraba cubierta de masas boscosas, con predominancia de *Pinus cembroides* Zucc. Estas masas fueron desapareciendo con el tiempo, debido principalmente a la sobreutilización del recurso natural, lo cual ha ocasionado altos grados de disturbio, tanto en la Sierra de Zapalinamé como en el Valle de Saltillo.

Debido a tales disturbios, y tratando de darle una solución a los mismos, desde 1960 se han llevado a cabo reforestaciones, en las cuales la especie principal es *Pinus halepensis* Mill. Además de la especie anterior, se han plantado algunas otras como: *Pinus cembroides* Zucc., *P. ayacahuite*, *Cupressus arizonica* Green, *C. sempervirens* Linn, *Melea azedarach* Linn, *Fraxinus* sp. y *Agave* sp.

Estimación de la infiltración

Las tasas de infiltración, en el presente estudio, fueron estimadas con el método de los anillos concéntricos, para lo cual se utilizaron anillos de 23 y 36 cm de diámetro, con una altura de 30 cm; estos anillos fueron enterrados, a una profundidad aproximada de 15 cm, y se procuró tener un disturbio mínimo en el suelo al instalar dichos anillos. Las tasas de infiltración se determinaron en 3 sitios para cada tratamiento; los anillos concéntricos se colocaron en las áreas que se encontraban entre las hileras de árboles, por lo que no se tuvo cubierta arbórea en los sitios.

Para determinar las velocidades de infiltración, se tomaron lecturas del agua que entra al suelo a los intervalos de tiempo de: 5, 10, 20, 30, 60 y 120 minutos, para lo cual, durante el tiempo en que se llevó a cabo el experimento, se mantuvo una carga de agua constante al aplicar una lámina de 100 mm en forma continua durante el trabajo.

Las mediciones de la infiltración fueron llevadas a cabo en cada tratamiento en un período máximo de 5 días; se realizaron estimaciones del 20 al

24 de abril de 1980 para la época de primavera; del 19 al 21 de julio de 1980 para el verano; del 16 al 18 de octubre de 1980 para el otoño; y finalmente, del 12 al 15 de enero de 1981 para representar al invierno.

A los datos de campo obtenidos, al estimar las tasas de infiltración, se les realizaron transformaciones logarítmicas, con el propósito de encontrar las curvas de capacidad de infiltración, para lo cual se utilizó la fórmula de Kostiakov.

Análisis estadístico

Con el fin de obtener la mayor cantidad de información, y estudiar la interacción, edad de la reforestación - época del año, se determinaron las tasas de infiltración en 3 áreas reforestadas con *Pinus halepensis*, y un área sin reforestar, durante las 4 estaciones del año, por lo que se tuvieron 2 factores:

A = Época del año

a₁ = Primavera

a₂ = Verano

a₃ = Otoño

a₄ = Invierno

B = Edad de la reforestación

b₁ = Área sin reforestar

b₂ = Área reforestada de 5 años

b₃ = Área reforestada de 9 años

b₄ = Área reforestada de 14 años

Se parte del hecho de que se utilizaron 2 factores (A y B) en el experimento, r = 3 unidades experimentales por tratamiento, y considerando que las plantaciones no tuvieron un patrón definido sino que se realizaron completamente al azar, sin ser definidas por la pendiente del terreno, la profundidad del suelo, la exposición, ni ningún otro factor; se utilizó un experimento factorial en un diseño completamente al azar. Con el fin de definir las diferencias que existen entre tratamientos, se efectuó una comparación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con el fin de precisar las diferencias en las tasas de infiltración de las 4 áreas y épocas en estudio, se realizaron análisis de varianza para dicho parámetro después de: 5, 15, 30, 60, 120 y 240 minutos de haberse iniciado las pruebas. Los resultados señalan que 5 minutos después de comenzarse las mediciones, sólo existió diferencia significativa entre tratamientos y para el factor B (edad de la reforestación), mientras que a los 15 minutos esas diferencias se presentaron, además, para la interacción de factores. Para los tiempos restantes se presentaron diferencias altamente significativas entre trata-

mientos, época del año, edad de la reforestación y la interacción de estos 2 últimos; no se presentó diferencia entre bloques.

Al analizar las diferencias entre tratamientos con la prueba de Duncan, con una probabilidad de 0.05, se observó que las tasas de infiltración a los 5 minutos presentaron poca variación estadística; un comportamiento similar se observó a los 15 y 240 minutos de haber principiado las estimaciones, y una gran variación de las tasas de infiltración se presentó a los 60 y 120 minutos principalmente (Cuadro 1). En todos los casos, las diferencias fueron causadas en forma primordial por el tratamiento que incluye a un sitio reforestado de 5 años y la época de verano; las menores infiltraciones se presentaron en el sitio en que no se ha realizado plantación; esta tendencia se observó con mayor claridad en los últimos intervalos de tiempo. Con la probabilidad de 0.01 (Cuadro 2), el comportamiento se presentó muy similar al anterior, o sea, poca variación al inicio y al término de las pruebas, y mayor diferencia a los tiempos intermedios.

Los datos señalan que la mayor infiltración se presentó en la reforestación llevada a cabo en 1975, seguida por la plantación de 1966, continuando con la reforestación de 1971 y finalmente el testigo; la infiltración no presentó tendencia alguna a través del año. Específicamente, el tratamiento que incluye el sitio con árboles de 5 años de edad y la época de verano, presentó las más altas tasas de infiltración; esto se debió a que el suelo en ese lugar aún se encontraba disturbado fuertemente a causa de las prácticas mecánicas aplicadas al llevar a cabo la reforestación, y a que la cubierta del sitio no había alcanzado los niveles suficientes que permitieran controlar el movimiento de las partículas finas del suelo, por lo cual la textura del lugar fue la más gruesa de los cuatro sitios (Cuadro 3); por otro lado, durante el verano el suelo presentaba poco contenido de humedad, dado que por lo menos 2 semanas antes de la prueba, no se había presentado ningún evento de precipitación y la insolación era bastante fuerte.

De las 3 áreas reforestadas, el lugar con árboles plantados en 1971 presentó las menores infiltraciones, debido a que la textura es más arcillosa, existen pocas huellas del disturbio causado al suelo durante la plantación y poco movimiento del suelo, ya que el sitio se localiza en una superficie cóncava lo cual, aunado a la presencia de árboles, ha permitido tener una acumulación muy marcada de partículas pequeñas de suelo provenientes de partes altas, lo que ha reducido grandemente la porosidad e incrementado la densidad aparente, produciéndose con ello un movimiento más lento del agua.

Cuadro 1. Tasas de infiltración estimadas a diferentes intervalos de tiempo y comparaciones múltiples con una probabilidad de 0.05. Buenavista, Saltillo, Coah. 1980-1981.

Tratamiento	Tiempo (minutos)					
	5	15	30	60	120	240
A ₁ B ₁	26.7 a	16.1 a	12.3 a	9.2 a	6.8 a	5.0 a
A ₂ B ₁	30.1 a	18.1 a	13.2 ab	9.6 ab	7.0 a	5.1 a
A ₃ B ₁	30.1 a	18.2 a	13.2 ab	9.6 ab	7.0 a	5.1 a
A ₄ B ₁	24.7 a	19.4 abc	16.6 abc	14.3 abc	12.3 abc	10.5 abc
A ₁ B ₂	56.8 ab	36.4 def	27.5 de	20.9 cdef	15.8 bcd	12.0 bc
A ₂ B ₂	70.8 b	50.4 g	40.2 g	32.8 h	26.4 f	21.6 a
A ₃ B ₂	44.0 ab	32.8 def	26.7 de	22.0 def	18.0 bcd	14.9 bc
A ₄ B ₂	55.6 ab	42.7 fg	36.3 fg	30.6 gh	25.9 ef	21.3 d
A ₁ B ₃	48.0 ab	30.3 bcde	22.6 cd	15.8 abcde	12.6 abc	9.4 ab
A ₂ B ₃	38.8 ab	26.1 abcd	20.3 bcd	16.9 bcde	12.3 abc	9.6 ab
A ₃ B ₃	34.7 ab	24.9 abcd	20.3 bcd	16.5 abcde	13.0 abcd	10.9 abc
A ₄ B ₃	23.9 a	19.6 abc	17.3 abc	15.3 abcd	13.5 abcd	11.9 bc
A ₁ B ₄	53.7 ab	31.0 cdef	21.9 cd	15.5 abcde	11.0 ab	7.8 a
A ₂ B ₄	43.6 ab	32.3 def	27.4 de	22.9 ef	19.1 cde	16.0 ca
A ₃ B ₄	57.8 ab	40.2 efg	32.0 ef	25.4 fg	20.2 def	16.1 ca
A ₄ B ₄	23.0 a	18.9 ab	16.6 abc	14.7 abcd	13.0 abcd	11.4 abc

Nota: Los valores con letra igual entre columnas indican que no existe diferencia entre tratamientos.

Cuadro 2. Tasas de infiltración estimadas a diferentes intervalos de tiempo y comparaciones múltiples en una probabilidad de 0.01. Buenavista, Saltillo, Coah 1980-1981.

Tratamientos	Tiempo (minutos)					
	5	15	30	60	120	240
A ₁ B ₁	26.7 abc	16.1 a	12.3 a	9.2 a	6.8 a	5.0 a
A ₂ B ₁	30.1 abcd	18.1 ab	13.2 a	9.6 ab	7.0 a	5.1 a
A ₃ B ₁	30.1 abcd	18.2 ab	13.2 a	9.6 ab	7.0 a	5.1 a
A ₄ B ₁	24.7 ab	19.4 ab	16.6 ab	14.3 abc	12.3 b	10.5 bc
A ₁ B ₂	56.8 df	36.4 d	27.5 de	20.9 def	15.8 bc	12.0 bcd
A ₂ B ₂	70.8 f	50.4 f	40.2 g	32.8 g	26.4 e [*]	21.6 e
A ₃ B ₂	44.0 abcd	32.8 cd	26.7 de	22.0 ef	18.0 bc	14.9 cd
A ₄ B ₂	55.6 bcdef	42.7 df	36.3 fg	30.6 g	25.9 de	21.3 e
A ₁ B ₃	48.0 abcd	30.3 c	22.6 cd	15.8 cd	12.6 b	9.4 ab
A ₂ B ₃	38.8 abcd	26.1 bc	20.3 bc	16.9 cde	12.3 b	9.6 ab
A ₃ B ₃	34.7 abcd	24.9 abc	20.3 bc	16.5 cd	13.0 b	10.9 bc
A ₄ B ₃	23.9 a	19.6 ab	17.3 abc	15.3 c	13.5 b	11.9 bcd
A ₁ B ₄	53.7 bcdf	31.0 cd	21.9 bcd	15.5 cd	11.0 ab	7.8 ab
A ₂ B ₄	43.6 abcd	32.3 cd	27.4 e	22.9 f	19.1 c	16.0 a
A ₃ B ₄	57.8 df	40.2 d	32.0 ef	25.4 f	20.2 cd	16.1 a
A ₄ B ₄	23.0 a	18.9 ab	16.6 ab	14.7 bc	13.0 b	11.4 bcd

Nota: Los valores con letra igual entre columnas indican que no existe diferencia entre tratamientos.

Cuadro 3. Características físico-químicas de los suelos de las 3 áreas reforestadas con *Pinus halepensis* y del área testigo durante el desarrollo del estudio. Buenavista, Saltillo, Coah. 1980-1981.

Característica	Año de reforestación			
	1966	1971	1975	Testigo
Arcilla (‰)	28.6	31.5	32.8	27.3
Limo (‰)	29.0	30.0	21.0	32.0
Arena (‰)	41.4	38.5	55.2	40.7
D.A. (gr/cm ³)	1.31	1.36	1.29	1.46
M.O. (‰)	6.4	5.65	4.5	5.6
N (‰)	0.32	0.33	0.39	0.41
CaCO ₃ (‰)	24.8	18.1	7.0	20.0
K (kg/ha)	900	720	920	185
P (kg/ha)	47.0	46.6	44.0	35.9
C.E. (mmhos/cm)	0.45	0.41	0.58	0.49
pH	8.2	8.3	8.4	8.4

Ahora bien, en la plantación llevada a cabo en 1966, se presentaron infiltraciones bajas comparadas con la reforestación efectuada en 1975, debido a la ausencia de suelo disturbado, ya que a través de los años el suelo ha estado estructurándose, y el desorden provocado en el sitio, al momento de la plantación, se ha vuelto casi imperceptible, además de que ha habido mayor acumulación de suelo, lo que ha permitido una textura más fina.

Por otro lado, la infiltración en la plantación de 14 años es mayor que en el sitio con árboles de 9 años, debido, en primer lugar, a que la textura del primer sitio es más gruesa, pues tiene una menor acumulación de material fino; además, la cubierta de gramíneas y herbáceas es mayor (Cuadro 4) y las raíces de estas plantas han permitido que haya una mayor porosidad y una menor densidad aparente del suelo, lo que permite una mejor entrada del agua al suelo; aunada esa presencia de plantas con la mayor existencia de hojarasca, permiten a la vez que exista una menor compactación de la superficie del suelo, con lo cual se incrementa la velocidad de infiltración.

El sitio no reforestado presenta tasas de infiltración muy bajas comparadas con las áreas reforestadas, debido a que en el área testigo no existe suelo profundo, pues no va más allá de 15 cm; la cubierta, tanto de especies de gramíneas como de herbáceas, es mínima, por lo cual presenta una fuerte com-

Cuadro 4. Porcentaje de las variables de la cubierta del suelo en los 3 sitios de reforestación y el área testigo durante el desarrollo del estudio. Buenavista, Saltillo, Coah. 1980-1981.

	Año de reforestación			Testigo
	1966	1971	1975	
Gramíneas	21.1	22.3	33.6	12.9
Herbáceas	5.9	1.8	1.3	0.7
Arbustivas	1.0	2.1	2.2	13.2
Hojarasca	50.8	26.3	7.0	8.8
Microflora	0.2	0.0	0.0	5.3
Roca y grava	7.6	9.5	20.7	21.2
Suelo desnudo	13.4	38.0	35.2	37.9

pactación de la superficie del suelo. Debido a la ausencia de plantas, la cantidad de raíces es mínima y consecuentemente la porosidad del suelo se presenta menor que en las áreas con árboles, al mismo tiempo se puede decir que la densidad aparente del suelo es mayor, debido a la falta de material orgánico dentro del suelo; por otro lado, sobre la superficie del suelo se puede observar una gran cantidad de rocas y grava, lo cual ve reducida la superficie de entrada del agua al suelo.

Los resultados de las pruebas de Duncan para las tasas de infiltración estimadas a los 30, 60, 120 y 240 minutos después de haber iniciado las pruebas, indican una diferencia altamente significativa entre las estaciones del año, las cuales se ven reducidas gradualmente conforme transcurre el tiempo. En general, no se ve una tendencia de alguna época del año para mostrar los datos más altos de infiltración; solamente se puede observar que el invierno presentó las menores tasas de infiltración en las 3 áreas con árboles y en el testigo; este comportamiento se debe al contenido alto de humedad presente en el suelo durante el estudio, ya que eventos frecuentes de precipitación, antes y durante el desarrollo de las pruebas, mantuvieron al suelo saturado, lo cual redujo considerablemente la infiltración.

La poca variación observada entre primavera, verano y otoño, principalmente en los primeros minutos, se debe al poco contenido de humedad presente en el suelo en esas 3 épocas del año; esto se traduce como una alta disponibilidad de espacio dentro del suelo que incrementa, por ello, la entrada del agua al suelo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las observaciones llevadas a cabo, y a los análisis estadísticos realizados, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. La plantación de *Pinus halepensis* llevada a cabo en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ha incrementado la capacidad de infiltración del suelo.
2. Durante la estimación de la infiltración, las áreas reforestadas presentaron tasas mayores que el sitio sin plantación a cualquier intervalo de tiempo.
3. El incremento de las tasas de infiltración no presentó relación con la edad de la plantación.
4. Durante los primeros años de la plantación las tasas de infiltración se incrementan grandemente, debido a la plantación y al disturbio causado al suelo.
5. La infiltración no presenta patrones definidos con respecto a la época del año.
6. La interacción verano-5 años de edad de la plantación, presenta las más altas tasas de infiltración.
7. La interacción invierno-área sin reforestar, presenta las más bajas tasas de infiltración.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones encontradas en el presente estudio, los autores consideran importante realizar las siguientes recomendaciones:

1. Continuar realizando investigaciones que permitan complementar la información presentada en este estudio, en relación a la capacidad de infiltración de los suelos del área reforestada.

2. Realizar investigaciones que permitan definir si existe relación entre las tasas de infiltración de los suelos y la edad de la plantación, a través de estimaciones en mayor número de áreas reforestadas e incrementando el número de repeticiones durante los estudios.
3. Llevar a cabo estudios que permitan definir cual o cuales factores del suelo y/o de la vegetación, son los que contribuyen a incrementar la infiltración en los suelos de la reforestación.
4. Realizar estudios de otros procesos hidrológicos, con el fin de incrementar la información al respecto y para poder estudiar el balance del agua en la zona de reforestación.

BIBLIOGRAFIA

- Branson, F.A., G.F. Gifford, K.G. Renard and R.F. Heady. 1981. Rangeland hydrology. A publication of the Society for Range Management. Dubuque, Iowa, USA. Kendall/Hunt Publ. Co. Range Science Series No. 1. pp. 47 - 72.
- Buckhouse, J.C. and G.F. Gifford. 1976. Sediment production and infiltration rates as affected by grazing and debris burning on chained and seeded pinyon-juniper. J. Range Manage. 29:83-85.
- Davis, S.N. and R.J.M. DeWiest. 1966. Hydrology. New York. USA. John Wiley and Sons Inc. 463 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen. México. UNAM. Instituto de Geografía. 246 p.
- Gifford, G.F., G. Williams and G.B. Coltharp. 1970. Infiltration and erosion studies on pinyon-juniper conversion sites in south Utah. J. Range Manage. 23:402-406.
- Gutiérrez C., J., F.M. Smith y J.G. Medina T. 1979. Caracterización hidrológica de la cuenca San Tiburcio, Zacatecas. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monogr. Técnico-Científica. 5(4):212-327.

- Hewlett, J.D. and W.L. Nutter. 1969. An outline of forest hydrology. Athens, Georgia, USA. University of Georgia Press. 137 p.
- Hillel, D. 1971. Soil and water. Physical principles and processes. New York, USA. Academic Press. 275 p.
- Horton, R.E. 1933. The role of infiltration in the hydrologic cycle. Am. Geophys Union Trans. 14:446-460.
- Jameson, D.A. y J.G. Medina T. 1978. Organización de la información experimental y conceptual para el manejo de los recursos. In: Nava, C.R. (Ed.) Planeación de los Recursos Naturales, en las Zonas Áridas de México. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (Inédito).
- Johnson, W.M. 1940. Infiltration capacity of forest soils as influenced by litter. J. Forestry. 38:520-522.
- Johnson, M.G. and R.L. Beschta. 1980. Logging. Infiltration capacity and surface erodability in western Oregon. J. Forestry. 78:334-337.
- Kittredge, J. 1948. Forest influences. The effect of woody vegetation on climate, water and soil. New York, USA. Dover Publications Inc. 394 p.
- Kramer, P.J. 1969. Plant and soil water relationships. A modern synthesis. New York, USA. Mc Graw-Hill Book Company. McGraw-Hill Series in organismic Biology. 482 p.
- Lee, R. 1980. Forest hydrology. New York, N.Y. USA. Columbia University Press. 341 p.
- Lull, H.W. 1964. Ecological and silvicultural aspects. In: Chow V.T. (Ed.) Handbook and applied hydrology. A compendium of water-resources technology. New York, USA. Mc Graw-Hill Book Co. Section 6:1-30.
- Moore, E., E. Jones, F. Kinsinger, R. Pitney and J. Sainsbury. 1979. Livestock grazing management and water quality protection (State of the art reference document) EPA 91019-79-67. Denver, Co., USA. U.S. Bureau of Land Manage. 147 p.

- Musgrave, G.W. 1955. How much rain enters the soil. pp. 151-159. In: A. Stefferud (Ed.). Water. The year book of agriculture, 1955. Washington, D.C. USA. U.S. Govt. Printing office.
- and H.N. Holtan. 1964. Infiltration. In: Chow V.T. (Ed.) Handbook of applied hydrology. A compendium of water-resources technology. New York., USA. McGraw-Hill Book Co. Section 12:: 1-30.
- Oviedo R., J.L. 1980. Inventario de las alternativas de transformación de especies forestales de la Sierra de Zapalinamé. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 88 p.
- Parr, J.F. and A.R. Bertrand. 1960. Water infiltration into soils. Adv. Agron. 12:311-363.
- Roundy, B.A.; W.H. Blackburn and R.E. Eckert Jr. 1978. Influence of prescribed burning on infiltration and sediment production in the pinyon-juniper woodland, Nevada. J. Range Manage. 31(4):250-253.
- Satterlund, D.R. 1972. Wildland watershed management. New York, USA. The Ronald Press Company. 370 p.
- Smith, H.L. and L.B. Leopold. 1942. Infiltration studies in the Pecos River Watershed, New Mexico and Texas. Soil Sci. 53:195-204.
- Spurr, S.H. and B.V. Barnes. 1973. Forest ecology. 2nd ed. New York, USA. The Ronald Press Company. 571 p.
- Ursic, S.J. and F.E. Dendy. 1965. Sediment yields from small watersheds under various land uses and forest covers. In: Proc. Fed. Inter-Agency Sedimentation Conf. 1963. USDA. Misc. Publ. 970 pp. 47-52.
- Williams G., G.F. Gifford and G.B. Coltharp. 1969. Infiltrimeter studies on treated vs. untreated pinyon-juniper sites in central Utah. J. Range Management. 22:110-114.

COLABORADORES

Diseño y formación: Prof. Antonio Martínez H.

Tipografía: Carmen Leticia Ayala López

Corrección: Norma Eugenia Sánchez García

CONTENIDO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS EN LAS LINEAS COMPLETAS Y SUSTITUIDAS DE TRITICALE HEXAPLOIDE. Lozano del Río, J., Kuruvadi, S. y Romero Dávalos, R.	155
VARIABILIDAD PARA EL CONTENIDO DE HULE EN CIERTAS COLECCIONES NATIVAS DE GUAYULE. Kuruvadi, S. y Ayala López, C.L.	170
TABLA DE VIDA Y FACTORES DE MORTALIDAD PARA CONOS Y SEMILLAS DE <i>Pinus cembroides</i> ZUCC., BAJO CONDICIONES NATURALES EN EL SUR DE COAHUILA. Flores Flores, J.D. y Díaz Esquivel, D.E.	183
MALOFAGOS DE LAS AVES DOMESTICAS EN 4 MUNICIPIOS DEL SURESTE DEL ESTADO DE COAHUILA. Lozoya Saldaña, A., Quiñones Luna, S., Aguirre Uribe, L.A. y Guerrero Rodríguez, E.	203
NEMATODOS ASOCIADOS AL MANZANO <i>Pyrus malus</i> L., EN EL MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA. Cepeda Siller, M., Hernández Castillo, D. y Arguindegui Peña, R.	222
POTENCIACION DE LA MEZCLA DE UN INHIBIDOR DEL CRECIMIENTO, TRIFLUMURON Y DEL PIRETROIDE DECAMETRINA. EFECTO LARVICIDA Y EMERGENCIA DE ADULTOS. Lozoya Saldaña, A., Guzmán Luna, A.L. y Aguirre Uribe, L. A,	232
CONTROL MECANICO DE ARBUSTOS PARA MEJORAR LA PRODUCCION FORRAJERA DE PASTIZALES ARIDOS. Luna Villarreal, R. de, Medina Torres, J.G. y Gloria Hernández, G.	256
IMPACTO DE LA REFORESTACION EN LA SIERRA DE ZAPALINAME SOBRE LAS TASAS DE INFILTRACION. Gutiérrez Castillo, J. y Salazar Cerda, M.A. .	286