



REPORTE DE ENSAYO

Evaluación de diferentes dosis de herbicidas naturales para el control de *Physalis wrightii* en el Valle del Yaqui, Sonora

García-Mendívil, Helio Adán, PhD.

Parra Cota, Fannie Isela, PhD.

Marroquín Morales, José Ángel, MC.

Cantua Ayala, Jesús Antonio, PhD.

Tamayo-Esquer, Luis Miquel, PhD.

22 de octubre de 2023

Prefacio

Este informe es el resultado del esfuerzo colaborativo del grupo de Investigación en Maleza y tiene como objetivo brindar una visión integral de nuestra labor en el campo de la sanidad vegetal, específicamente en el estudio de la maleza. Nos complace presentar esta obra como un recurso informativo para estudiantes, investigadores y todos aquellos interesados en comprender y abordar los desafíos relacionados con la investigación de maleza en la agricultura.

La investigación en maleza desempeña un papel fundamental en la preservación de los cultivos y la productividad agrícola. En este informe, destacamos nuestras investigaciones, métodos y descubrimientos clave en el estudio de la maleza. Además, presentamos un formato rellenable diseñado para facilitar la recopilación sistemática de datos

Queremos aprovechar esta oportunidad para extender una cordial invitación a estudiantes y profesionales interesados en unirse a nuestro grupo. Nuestro grupo ofrece un entorno de aprendizaje dinámico donde se adquieren habilidades prácticas y teóricas esenciales para una carrera exitosa en el campo de la investigación agrícola.

Agradecemos a todos los miembros de nuestro grupo de investigación por su dedicación y contribuciones a este informe. Esperamos que este documento sirva como recurso útil y como punto de partida para futuras investigaciones y colaboraciones en el campo de la sanidad vegetal.

Atentamente,

Helio Adán García-Mendivil
Investigador
Doctor en Tecnología Agroalimentaria y Biotecnología
Instituto Nacional de Investigaciones, Agrícolas y Pecuarias

22 de octubre de 2023

1. Introducción

1.1. Datos de identificación

Título: "Evaluación de diferentes dosis de herbicidas naturales para el control de *Physalis wrightii* en el Valle del Yaqui, Sonora"

Descripción: Parcela con tomatillo después de Cártamo abandonado.

Proyecto:

Localización: CENEB

Parcela: E7

Fecha: 2023-05-26 al 2023-06-30

Presentación

1.2. Resumen

Se estableció y dio seguimiento de un ensayo de evaluación de control de maleza en el campo experimental Norman E. Borlaug. El objetivo principal del ensayo fue evaluar la eficacia de diferentes tratamientos en el control de la maleza, específicamente la especie *Physalis wrightii*, conocida como tomatillo. Se aplicaron 18 tratamientos utilizando un diseño experimental de bloques al azar en una parcela previamente ocupada por un cultivo de cártamo abandonado y una cobertura uniforme de maleza.

Durante el ensayo, se llevaron a cabo evaluaciones de porcentaje de cobertura y conteo de plantas de maleza en diferentes momentos, que incluyeron antes de la aplicación del herbicida, así como a los 7, 14, 21 y 28 días posteriores a la aplicación. Para complementar las mediciones tradicionales, se tomaron fotografías de cada parcela útil en cada evaluación, lo que permitió comparar los métodos convencionales con métodos basados en imágenes.

Se realizaron pruebas estadísticas para verificar la normalidad de los datos y determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos antes de la aplicación del herbicida. También se llevaron a cabo análisis estadísticos para comparar los resultados obtenidos mediante métodos tradicionales y los basados en imágenes.

1.3. Objetivo

Evaluar la actividad herbicida de productos botánicos como alternativas para el control de *P. wrightii* sobre terreno no cultivado.

1.3.1. Objetivos específicos

- Evaluar la actividad herbicida de SECNATURAL como alternativa para el control de *P. wrightii* sobre terreno no cultivado.
- Evaluar la actividad herbicida de SECBIOS como alternativa para el control de *P. wrightii* sobre terreno no cultivado.
- Evaluar la actividad herbicida de HERBITECH como alternativa para el control de *P. wrightii* sobre terreno no cultivado.
- Evaluar la actividad herbicida de BLUEWEED como alternativa para el control de *P. wrightii* sobre terreno no cultivado.

1.4. Hipótesis

Hipótesis nula: No existe diferencia entre los tratamientos evaluados y el testigo regional.

Hipótesis alterna: Existe diferencia entre los tratamientos evaluados y el testigo regional.

2. Materiales y métodos

El presente estudio consideró los estándares, recomendaciones y buenas prácticas desarrolladas por la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) (EPPO 1989, 2008, 2012, 2021, 2022) y las propuesta en el “Manual para ensayos de campo en protección vegetal” (Püntener 1981).

2.1. Descripción de las condiciones de ensayo y eventos ocurridos

El ensayo se llevó a cabo sobre terreno no cultivado en una parcela en la que se cultivó cártamo previo al establecimiento del ensayo. Durante el ensayo se presentó una sequía (0 mm) con temperatura promedio de 27.6 °C, máxima de 44.8 °C y mínima de 13.1 °C (CESAVE - SIAFESON 2023). Se observó una disminución de alrededor del 50% de maleza en las parcelas no tratadas, posiblemente como resultado de dichas condiciones.

2.2. Criterios de medida, métodos de evaluación, número y momentos de las evaluaciones

Se realizó una evaluación previa a la aplicación herbicida y a los 6, 10, 14, 21 y 27 días después de la aplicación (DDA). Se evaluaron las variables de número de planta por metro cuadrado y porcentaje de cobertura. Para dicha evaluación se utilizaron parcelas permanentes en las que se evaluó un área definida con ayuda un cuadro de 50x50 cm. (Figura 2.1).



Figura 2.1.: Fotografía del marco utilizado para el conteo de plantas.

Se tomaron fotografías de las parcelas en cada una de las evaluaciones. Dichas fotografías fueron utilizadas para contar el número de plantas por medio de métodos informáticos utilizando la aplicación DotDotGoose version 1.6.0 (Ersts, P.J. [Internet]) (Figura 2.2).



Figura 2.2.: Captura del software DotDotGoose.

Además, el porcentaje de cobertura fue calculado utilizando el software de procesamiento y análisis de imágenes ImageJ (Schneider *et al.*, 2012; Figura 2.3) y GIMP (The GIMP Development Team, 2019; Figura 2.4).

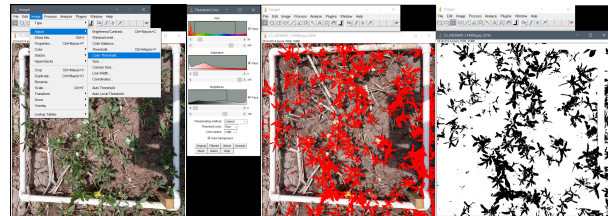


Figura 2.3.: Captura del software ImageJ.

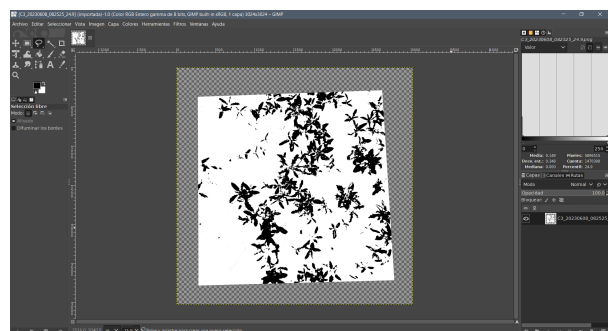


Figura 2.4.: Captura del software GIMP.

El porcentaje de control se calculó de acuerdo a la ecuación de Abbott (1925) utilizando el número de plantas por unidad de área Figura 2.5.

302 JOURNAL OF THE AMERICAN MOSQUITO CONTROL ASSOCIATION Vol. 3, No. 2

CLASSIC PAPER: ABBOTT'S FORMULA

A METHOD OF COMPUTING THE EFFECTIVENESS OF AN INSECTICIDE

W. S. ABBOTT

Bureau of Entomology, United States Department of Agriculture

This may be reduced to a simple formula as follows:
 Let X = the per cent living in the check.
 Let Y = the per cent living in the treated plot.
 Then X-Y = the per cent killed by the treatment.
 And the per cent killed by the treatment (X-Y) divided by the per cent living in the check (X) gives the control, or expressed by an equation,
 $\frac{X-Y}{X} \times 100 = \text{per cent control.}$

	Número de plantas					Porcentaje respecto a primer conteo					Porcentaje de control (Abbott, 1925)						
	Previa	E1	E2	E3	E4	E5	Previa	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5
T1	125	134	114	111	83	53	100%	107%	91%	89%	66%	42%					
T1	80	77	63	73	58	41	100%	96%	79%	91%	73%	51%					
T1	122	116	87	71	71	36	100%	95%	71%	58%	58%	30%					
T1	68	53	38	46	39	32	100%	78%	56%	68%	57%	47%					
T2	76	75	37	43	22	7	100%	99%	49%	57%	29%	9%	7.9%	46.6%	36.3%	56.4%	78.3%
T2	117	107	102	98	59	45	100%	91%	87%	84%	50%	38%	5.0%	-10.7%	8.2%	30.4%	25.0%
T2	67	49	10	15	3	2	100%	73%	15%	22%	4%	3%	23.1%	79.1%	61.5%	92.3%	89.9%
T2	90	20	6	3	1	2	100%	22%	7%	3%	1%	2%	71.5%	88.1%	95.1%	98.1%	95.3%

Figura 2.5.: Cálculo del porcentaje de control según la formula de Abbott.

! Nota

Las evaluaciones de porcentaje de cobertura por método manual se realizaron solamente 6 y 10 DDA. El conteo de número de plantas se llevó a cabo solamente en la evaluación previa, 6 DDA y 10 DDA.

2.3. Condiciones experimentales

- ✓ Población uniforme de maleza.
- ✓ Las condiciones culturales (por ejemplo, tipo de suelo, fertilización, labranza) deben ser uniformes para todas las parcelas del ensayo y deben cumplir con las prácticas agrícolas locales.
- ✗ Se debe registrar el cultivo anterior y cualquier herbicida utilizado en él o después de él.
- ✓ Se deben evitar los sitios tratados con herbicidas conocidos por tener efectos fitotóxicos en el cultivo de prueba.
- ✗ El ensayo debe formar parte de una serie realizada en diferentes regiones con condiciones ambientales distintas y preferiblemente en diferentes años o estaciones de crecimiento.
- **Condiciones climatológicas durante la aplicación:**
 - ✓ **Hora de aplicación:** 6:00 am - 9:00 am.
 - ✓ **Precipitación:** 0 mm (tiempo entre el tratamiento y el inicio de la precipitación, y cantidad en mm).
 - ✓ **Velocidad y dirección del viento:** 3.4 km h⁻¹ (promedio), 140° (promedio).
 - ✓ **Temperatura:** (promedio, máxima y mínima, °C) 23.2 °C, 29.9 °C - 16.22 °C.
 - ✓ **Humedad relativa:** 56.3, 76.9 - 28.6.

- ✗ **Nubosidad:**
- ✓ **Intensidad de luz:** 26 - 785 W/m².

- **Condiciones climatológicas extremas durante el experimento:** Sequía severa y prolongada.

- **Datos edáficos:** Deben registrarse las siguientes características del suelo:

- ✗ **pH:**
- ✗ **Contenido de materia orgánica:**
- ✗ **Tipo de suelo:** (según una norma nacional o internacional especificada)
- ✗ **Humedad:** (por ejemplo, seco, húmedo, encharcado)
- ✗ **Calidad de la cama de siembra:** (mullido):
- ✗ **Régimen de fertilización:**

- **Equipo utilizado:** Aspersora de mochila motorizada

- ✓ **Volúmen de agua:** 200 L ha⁻¹
- ✗ **Presión de funcionamiento:**
- ✓ **Tipo de boquillas:** Tee-Jet 8002
- ✗ **Distancia entre boquillas:**
- ✓ **Altura de botalón:** NA

- **Ubicación:** El experimento se estableció en el Campo experimental Norman E. Borlaug. Valle del Yaqui, Sonora, México.

- **Coordenadas:** 27°22'00.9"N 109°55'32.5"W (27.3669244, -109.9257015; Apéndice B).

- **Fecha:** La fecha de aplicación fue el 26 de mayo de 2023.

- **Cultivo:** Terreno no cultivado después de cártamo.

- **Diseño experimental:** Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar.

- **Parcela experimental:** La parcela experimental consistió en 2 surcos de 7 metros de largo (11.2 m²) (Al menos 10 m²).

- **Area de muestreo:** El área de muestreo consistió en cuadros de 0.25 m² por cuatro repeticiones, distribuidas aleatoriamente en la unidad experimental.

- **Variables evaluadas:**

- ✓ Número de plantas de maleza.
- ✓ Porcentaje de cobertura vegetal.
- ✓ **Muestras:** Se realizaron muestreos previo a la aplicación y 0, 6, 10, 13, 20, 27 y 35 días después de la aplicación (DDA) (Apéndice F).
- ✓ **Producto de referencia:** Se utilizó glifosato como testigo regional.

2.4. Método de aplicación

Se realizó una aplicación en plantas de *P. wrightii* de 1 a 13 cm de altura con una mochila motorizada modelo ____ marca ____ con capacidad de ____ utilizando boquillas Tee-Jeet 8002 con ____ cm de separación entre ellas. El volumen de agua utilizado fue de 200 L ha⁻¹. La aplicación se realizó de 6 a 9 am del 26 de mayo de 2023 bajo condiciones de temperatura de 16.2 a 29.9 °C, humedad relativa de 28.6 a 76.9%, y velocidad del viento promedio de 3.4 km h⁻¹.

2.5. Tipo y extensión del ensayo

Ensayo de desarrollo en pequeña parcela en terreno no cultivado.



Figura 2.6.: Fotografía de la parcela donde se llevó a cabo el experimento.

2.6. Diseño experimental

Diseño experimental de bloques al azar de 18 tratamientos con 4 repeticiones (✓ al menos 4; Apéndice A).

2.7. Detalles sobre la elaboración y análisis de resultados.

El análisis estadístico fue realizado utilizando R version 4.2.2 (R Foundation for Statistical Computing).

Con los valores de número de planta se calculó el porcentaje de control utilizando la ecuación de Abbott (1925).

Se realizaron comparaciones entre cada tratamiento en cada fecha de evaluación. Además se realizaron comparaciones entre las variables obtenidas por el método tradicional vs las obtenidas por métodos informáticos.

Se realizaron pruebas de normalidad (Shapiro Wilk, menos de 50 datos; Kolmogorov-Smirnov, mas de 50 datos) y homogeneidad de varianzas (Levene test). En los casos en que los datos mostraron una distribución normal se compararon utilizando las pruebas de T (dos grupos) y Anova (más de dos grupos). De caso contrario, se sometieron los datos a transformaciones logarítmica, raíz cuadrada y de Box Cox. Cuando las transformaciones no tuvieron efecto positivo sobre los datos se utilizaron las pruebas U de Mann-Whitney (dos grupos) o de Friedman (más de dos grupos) para comparar entre tratamientos. En los casos que hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) se separaron las medias y medianas utilizando las pruebas de Tukey y Dunn, respectivamente(?@fig-estadistico01).

Se determinó la relación entre DDA y el porcentaje de cobertura, número de plantas y porcentaje de control, y la regresión de cada uno de los tratamientos fue comparada contra la regresión del testigo regional mediante un análisis de covarianza. Se consideró el cumplimiento de los supuestos estadísticos mediante las siguientes pruebas: Linealidad, el promedio de los residuos del modelo es cercano a cero; Normalidad, el valor de la prueba de Shapiro Wilk de los residuos del modelo es mayor a 0.05; Homocedasticidad, el valor de p de la prueba de varianza no constante es mayor a 0.05; Independencia, el valor de la prueba de Durbin-Watson se encuentra entre 1.5 y 2.5.

2.8. Tratamientos

Se utilizaron los herbicidas orgánicos SecNatural (Ho1), SecBios (Ho2), Herbitech (Ho3) y BlueWeed (Ho4) en concentraciones de 1X, 2X, 3X, y 1X+Coadyucante. Dichos herbicidas se evaluaron contra el testigo de referencia (TR) y un testigo sin aplicación (TS) (Tabla ??).

3. Resultados

3.1. Porcentaje de cobertura (método informático)

Los datos de la evaluación previa mostraron homogeneidad de varianzas y normalidad en los datos, por lo que se eligieron los datos sin transformar para realizar la prueba de análisis de varianza paramétrica, la cual indicó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los datos sin transformar del resto de evaluaciones no cumplieron con los supuestos para realizar pruebas paramétricas. La transformación de Box Cox permitió cumplir con la mayoría de supuestos por lo que se utilizó para realizar la prueba paramétrica de análisis de varianza. Los datos de la evaluación previa no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Los datos de la evaluación a los 6 DDA mostraron diferencias entre el tratamiento

1 y el tratamiento 17. En la evaluación a los 10 DDA se encontraron diferencias entre el tratamiento 1 respecto a los tratamientos 13, 14 y 17. Los datos de la evaluación a los 13 DDA permitieron encontrar diferencias entre el tratamiento 1 y los tratamientos 10, 13, 14, 16 y 16. La evaluación a los 20 días presentó el mismo comportamiento que la evaluación anterior, con la excepción de que en este caso el tratamiento 11 se sumó a la lista de tratamientos diferentes al tratamiento 1. Por último, la evaluación a los 27 días presentó diferencias significativas entre el tratamiento 1 y los tratamientos 2, 4, 9, 1, 14, 15 y 17 (tbl-kblCombiPCIDOS).

3.2. Porcentaje de cobertura (método manual)

IT	0 DDA	6 DDA	GH ^a	10 DDA	GH ^a	13 DDA	20 DDA	27 DDA
1	NaN ± NA	22.5 ± 7.8	a	43.8 ± 13	a	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
2	NaN ± NA	29.2 ± 18.9	a	21.2 ± 10.9	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
3	NaN ± NA	22.5 ± 6	a	27.5 ± 8.3	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
4	NaN ± NA	36.8 ± 11.1	a	26.2 ± 12.5	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
5	NaN ± NA	38.8 ± 12.3	a	23.5 ± 11.3	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
6	NaN ± NA	22.5 ± 8.3	a	21.2 ± 7.2	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
7	NaN ± NA	27.5 ± 6.3	a	22.5 ± 7.8	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
8	NaN ± NA	34 ± 14.1	a	30 ± 12.9	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
9	NaN ± NA	27.5 ± 8.8	a	12.8 ± 6.1	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
10	NaN ± NA	19.2 ± 8.9	a	15.2 ± 10.1	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
11	NaN ± NA	26.2 ± 6.2	a	16.2 ± 5.2	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
12	NaN ± NA	41.2 ± 12	a	18.8 ± 5.2	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
13	NaN ± NA	32 ± 13.3	a	10 ± 6.8	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
14	NaN ± NA	9 ± 2.9	a	8 ± 4.1	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
15	NaN ± NA	38 ± 12.8	a	36.8 ± 15.5	a	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
16	NaN ± NA	31.2 ± 11.2	a	13.8 ± 5.5	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
17	NaN ± NA	5.8 ± 4.8	a	0.2 ± 0.2	b	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
18	NaN ± NA	30 ± 10.2	a	35 ± 7.4	a	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA

Los datos son el promedio ± el error estándar de 4 repeticiones. Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey. DDA: Días después de la aplicación. IT: Identificador de tratamiento. GH: Grupos homogéneos. ^a separación de medias de datos transformados con raíz cuadrada.

Tabla 3.1.: Resumen estadístico del efecto de los tratamientos herbicidas en el porcentaje de cobertura de maleza (*P. wrightii*) en terreno no cultivado obtenido por método informático en el Valle del Yaqui, ciclo 2022-2023.

IT	0 DDA	GH ^a	6 DDA	GH ^b	10 DDA	GH ^b	13 DDA	GH ^b	20 DDA	GH ^b	27 DDA	GH ^b
1	18.6 ± NA	a	21.4 ± 4.1	a	23.6 ± 5.2	a	17 ± 3.7	a	14.3 ± 4.5	a	9.1 ± 2.3	a
2	20.4 ± 9	a	11 ± 3.5	ab	6.3 ± 3.6	abc	4.4 ± 2.7	ab	1.4 ± 0.8	ab	1 ± 0.5	b
3	16 ± 3.8	a	8.7 ± 2.4	ab	5.4 ± 1.7	ab	4.2 ± 1.5	ab	1.2 ± 0.5	ab	1.2 ± 0.1	ab
4	16.6 ± 11.7	a	8.9 ± 5.6	ab	7.2 ± 5.9	abc	5.9 ± 4.7	ab	2.9 ± 2.4	ab	2 ± 1.4	b
5	24.6 ± 10.6	a	10.1 ± 5.6	ab	5.3 ± 3.9	abc	4.9 ± 3.1	ab	2.1 ± 1.8	ab	1.4 ± 0.8	ab
6	23.1 ± 6.2	a	12.2 ± 1.5	ab	6 ± 2.4	ab	4.9 ± 2.3	ab	1.8 ± 0.6	ab	1.8 ± 0.1	ab
7	29.6 ± NA	a	7.6 ± 3.1	ab	7.3 ± 3.3	ab	4 ± 1.7	ab	2.1 ± 1.2	ab	1.5 ± 0.8	ab
8	18.2 ± 13.4	a	14.1 ± 7.5	ab	10.2 ± 5.1	ab	8.5 ± 4.4	ab	3.7 ± 2.1	ab	1.8 ± 0.8	ab
9	20.7 ± NA	a	8.2 ± 1.2	ab	2.3 ± 0.9	abc	1.8 ± 0.8	ab	0.9 ± 0.2	ab	0.7 ± 0.2	b
10	17 ± 16.4	a	12.2 ± 7	ab	6 ± 5.2	abc	5.1 ± 4.8	b	2.7 ± 2.3	b	2.3 ± 1.5	ab
11	12.8 ± 5.3	a	5.6 ± 3.1	ab	2.7 ± 0.8	abc	2 ± 0.5	ab	0.5 ± 0.1	b	0.6 ± 0.1	b
12	33.2 ± 3.8	a	11.2 ± 2	ab	4.4 ± 1.8	abc	4 ± 1.3	ab	1.2 ± 0.5	ab	0.8 ± 0.2	ab
13	28.8 ± NA	a	7.4 ± 3.1	ab	1.4 ± 0.4	bc	1.3 ± 0.6	b	0.4 ± 0.1	b	0.9 ± 0.1	ab
14	19.5 ± 9.3	a	4.8 ± 2.5	ab	1.9 ± 0.6	bc	1.3 ± 0.7	b	0.6 ± 0.2	b	0.8 ± 0.2	b
15	26.7 ± 4.1	a	10.3 ± 2.4	ab	3 ± 1.4	abc	2.1 ± 1.1	ab	0.8 ± 0.2	ab	0.7 ± 0.1	b
16	17.7 ± 8.3	a	6.5 ± 2.3	ab	1.8 ± 0.6	bc	1.6 ± 0.8	b	0.6 ± 0.2	b	0.8 ± 0.1	ab
17	24.1 ± 9.2	a	2.1 ± 0.5	b	0.4 ± 0.2	c	0.4 ± 0.1	b	0.3 ± 0.1	b	0.5 ± 0.2	b
18	28.5 ± 10.4	a	12.3 ± 3.5	ab	6.2 ± 1.7	ab	5.7 ± 1.8	ab	1.4 ± 0.6	ab	1 ± 0.3	ab

Los datos son el promedio ± el error estándar de 4 repeticiones. Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey. DDA: Días después de la aplicación. IT: Identificador de tratamiento. GH: Grupos homogéneos. ^a separación de medias de datos no transformados.

^b separación de medias de datos con transformación de Box Cox.

3.3. Número de plantas (método informático)

IT	0 DDA	GH ^a	6 DDA	GH ^b	10 DDA	GH ^b	13 DDA	GH ^b	20 DDA	GH ^c	27 DDA	GH ^c
1	122 ± NA	a	95 ± 18.4	a	75.5 ± 16.3	a	75.2 ± 13.4	a	62.8 ± 9.4	a	40.5 ± 4.6	a
2	86.7 ± 15.4	a	70.2 ± 24.9	a	38.8 ± 22.2	ab	39.8 ± 21.1	ab	21.2 ± 13.4	ab	14 ± 10.4	ab
3	57.2 ± 7.8	a	64.2 ± 13.3	a	34.2 ± 10.1	ab	34.8 ± 9.3	ab	19 ± 6.3	ab	4.2 ± 1.5	ab
4	101 ± 24.4	a	88.8 ± 18.4	a	43.5 ± 22.1	ab	41 ± 20.6	ab	24.8 ± 16.6	ab	16.5 ± 15.2	ab
5	75 ± 16.9	a	60.5 ± 15.3	a	21.2 ± 11.3	ab	30.8 ± 16.3	ab	13.8 ± 10.8	ab	8.2 ± 7.9	ab
6	85.3 ± 7.2	a	64.8 ± 10.2	a	36.8 ± 11.5	ab	37.8 ± 10.2	ab	17.2 ± 6.2	ab	5.8 ± 1.8	ab
7	129 ± NA	a	67.5 ± 16.7	a	32 ± 18.8	ab	39.5 ± 16.6	ab	22.8 ± 10.6	ab	12.5 ± 5.8	ab
8	76 ± 34.6	a	82 ± 30.4	a	54 ± 23.2	ab	53.8 ± 24.4	ab	40 ± 19.3	ab	18.2 ± 10	ab
9	115 ± NA	a	67.7 ± 19.6	a	21.2 ± 10.8	ab	23 ± 11.4	ab	9.2 ± 4.8	ab	3.2 ± 2.9	ab
10	55 ± 46	a	57.3 ± 27.7	a	20 ± 17.4	ab	23.5 ± 21.8	ab	16.8 ± 16.8	ab	12.2 ± 12.2	ab
11	85 ± 15	a	74.8 ± 16.7	a	25.5 ± 6.7	ab	20.2 ± 8.1	ab	7.2 ± 3.1	ab	3 ± 1.7	ab
12	132.7 ± 36	a	88.8 ± 25.9	a	29.8 ± 7.8	ab	26.8 ± 7.6	ab	16.5 ± 7.5	ab	7.5 ± 3.3	ab
13	91 ± NA	a	35 ± 17.4	a	9.2 ± 4.9	b	14.5 ± 9.1	ab	2.2 ± 1.7	ab	0.5 ± 0.5	ab
14	72.3 ± 24.9	a	55.2 ± 19.4	a	13.5 ± 6.9	ab	16.8 ± 11.7	ab	4.5 ± 2.7	ab	1.8 ± 1.1	ab
15	118 ± 11.3	a	80 ± 14.8	a	34 ± 15	ab	31.2 ± 18.2	ab	14 ± 8.3	ab	3.8 ± 2.4	ab
16	79.3 ± 29.2	a	64.5 ± 23.6	a	14.5 ± 8.2	ab	14.5 ± 7.9	ab	4.2 ± 4.2	ab	1.5 ± 1.5	ab
17	118 ± 16.5	a	22.2 ± 16	a	2.8 ± 2.1	b	1.8 ± 1.1	b	0 ± 0	ab	0 ± 0	b
18	86.5 ± 3.5	a	84.5 ± 7.9	a	48.8 ± 8.2	ab	51.8 ± 9.6	ab	21.2 ± 7.1	b	9.5 ± 2.9	b

Los datos son el promedio ± el error estándar de 4 repeticiones. Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey/Dunn. DDA: Días después de la aplicación. IT: Identificador de tratamiento. GH: Grupos homoéneos. ^a separación de medias de datos no transformados. ^b separación de medias de datos transformados con raíz cuadrada. ^c separación de medias de datos no transformados según la prueba de Dunn.

3.4. Número de plantas (método manual)

IT	0 DDA	GH ^a	6 DDA	GH ^b	10 DDA	GH ^b	13 DDA	20 DDA	27 DDA
1	92.5 ± 12.4	a	35.8 ± 10.8	a	57.5 ± 9.8	a	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
2	77.2 ± 14.6	a	40 ± 18.7	a	35.5 ± 16	a	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
3	79.2 ± 5.9	a	46 ± 7.7	a	41.2 ± 9	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
4	86.2 ± 8.2	a	52.2 ± 10.6	a	40.8 ± 12	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
5	75.2 ± 17.5	a	56.5 ± 12.7	a	29.2 ± 9.6	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
6	73.5 ± 6.6	a	40.8 ± 11.6	a	35.2 ± 7.4	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
7	92.8 ± 10.9	a	58.5 ± 27.6	a	50.2 ± 12.1	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
8	83.8 ± 19.7	a	54.8 ± 18.5	a	47.2 ± 24.7	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
9	76.8 ± 9.3	a	47.2 ± 11.9	a	23 ± 10.3	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
10	76 ± 16.2	a	30.8 ± 10.4	a	23.8 ± 10.2	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
11	63.5 ± 14.9	a	67 ± 17.3	a	35 ± 9.3	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
12	83.5 ± 14.8	a	53.2 ± 10	a	31.8 ± 7.8	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
13	77.2 ± 11.9	a	39.5 ± 13.2	a	16.2 ± 6.3	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
14	66.5 ± 9.9	a	27.8 ± 15.3	a	20.8 ± 12.8	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
15	114.2 ± 14.6	a	76 ± 10.7	a	30.8 ± 10.9	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
16	82 ± 23.1	a	42.2 ± 12.1	a	17.2 ± 8.3	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
17	98.2 ± 11.9	a	16.2 ± 14.3	a	1.2 ± 1.2	ab	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA
18	71 ± 12.4	a	52.8 ± 7.2	a	56 ± 5.2	b	NaN ± NA	NaN ± NA	NaN ± NA

Los datos son el promedio ± el error estándar de 4 repeticiones. Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey. DDA: Días después de la aplicación. IT: Identificador de tratamiento. GH: Grupos homoéneos. ^a separación de medias de datos no transformados. ^b separación de medias de datos no transformados según la prueba de Dunn.

3.5. Porcentaje de control (Formula de Abbott)

IT	6 DDA	GH	10 DDA	GH	13 DDA	GH	20 DDA	GH	27 DDA	GH
2	26.9 ± 15.4	ab	53.4 ± 19.9	ab	50.3 ± 18.5	ab	69.3 ± 15.9	a	72.1 ± 16.1	a
3	1.3 ± 1.3	b	28.3 ± 15.1	b	27 ± 12.6	ab	51.5 ± 15.8	a	81.8 ± 8.1	a
4	6.9 ± 4.2	b	49.6 ± 12.4	ab	53.7 ± 12.7	ab	69 ± 16.3	a	72.4 ± 23.8	a
5	14.4 ± 8.5	ab	68.6 ± 9.2	ab	56 ± 16.5	ab	80.4 ± 12.6	a	83.9 ± 15.1	a
6	16.2 ± 8.9	ab	44.2 ± 11.1	ab	42.7 ± 6.9	ab	68.9 ± 7.9	a	82.6 ± 5.7	a
7	35.9 ± 10.8	ab	65.5 ± 18.1	ab	56.1 ± 14.1	ab	68.2 ± 14.9	a	70 ± 13.7	a
8	30.8 ± 23.2	ab	42.7 ± 21.1	ab	42 ± 25.1	ab	45.1 ± 26.4	a	56.1 ± 24.9	a
9	45.3 ± 21.5	ab	61.4 ± 21.4	ab	59.5 ± 21.1	ab	78.1 ± 13.4	a	87.7 ± 11	a
10	46.9 ± 22.2	ab	72.4 ± 23.8	ab	73.2 ± 24.4	ab	75 ± 25	a	75 ± 25	a
11	11.3 ± 6.4	ab	61.6 ± 7	ab	68.4 ± 10.6	ab	87 ± 4.8	a	90.5 ± 5.6	a
12	10.8 ± 3.9	ab	56.9 ± 11.6	ab	61.2 ± 10.7	ab	74.3 ± 11.4	a	81.3 ± 8	a
13	54.8 ± 21.5	ab	79.6 ± 11.1	ab	67 ± 22.1	ab	93.4 ± 5.4	a	97.5 ± 2.5	a
14	21.9 ± 7	ab	79.6 ± 7.4	ab	80.7 ± 10.9	ab	91.5 ± 6.1	a	93.5 ± 4.2	a
15	25.4 ± 14.5	ab	59.4 ± 15.9	ab	66.5 ± 16.3	ab	82.5 ± 8.9	a	93.2 ± 4	a
16	26.9 ± 12.7	ab	82.1 ± 7.4	ab	81.9 ± 6.4	ab	95.6 ± 4.4	a	97.8 ± 2.2	a
17	76.9 ± 16.8	a	96 ± 3	a	97.1 ± 1.9	a	100 ± 0	a	100 ± 0	a
18	3.4 ± 3.4	b	22.6 ± 13.8	b	21.4 ± 12.7	b	47.6 ± 19.2	a	69.2 ± 6.9	a

Los datos son el promedio ± el error estándar de 4 repeticiones. Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Dunn DDA: Días después de la aplicación. IT: Identificador de tratamiento.

3.6. Comparación entre métodos

Referencias

A. Distribución de los tratamientos

En la Figura A.1 se presenta el diseño experimental de bloques al azar empleado en el estudio. Los tratamientos en cada bloque fueron asignados de manera aleatoria utilizando de la función "ALEATORIO.ENTRE" de Microsoft Excel.

H042	H033	H043	TS	H013	H01C	12
H03C	H02C	H032	TR	H041	H012	11
H022	H021	H031	H04C	H023	H011	10
H02C	H03C	H012	H023	H011	TR	9
H013	H033	H043	H01C	H042	H031	8
H04C	H021	TS	H022	H041	H032	7
H022	H023	H042	TS	H01C	H011	6
H03C	H012	H013	H043	H041	H033	5
H031	H032	TR	H021	H02C	H04C	4
TR	H042	H012	TS	H041	H011	3
H031	H033	H01C	H02C	H032	H022	2
H021	H04C	H023	H043	H013	H03C	1
A	B	C	D	E	F	



Calle



Figura A.1.: Distribución de los tratamientos

B. Ubicación

El presente ensayo fue llevado a cabo en las instalaciones del Centro Experimental Norman E. Borlaug, ubicado en Cajeme, Sonora, México. Específicamente, se llevó a cabo en una parcela identificada como E7. Antes de la implementación del ensayo en cuestión, esta parcela había sido previamente utilizada para el cultivo de cártamo (Figura B.1).

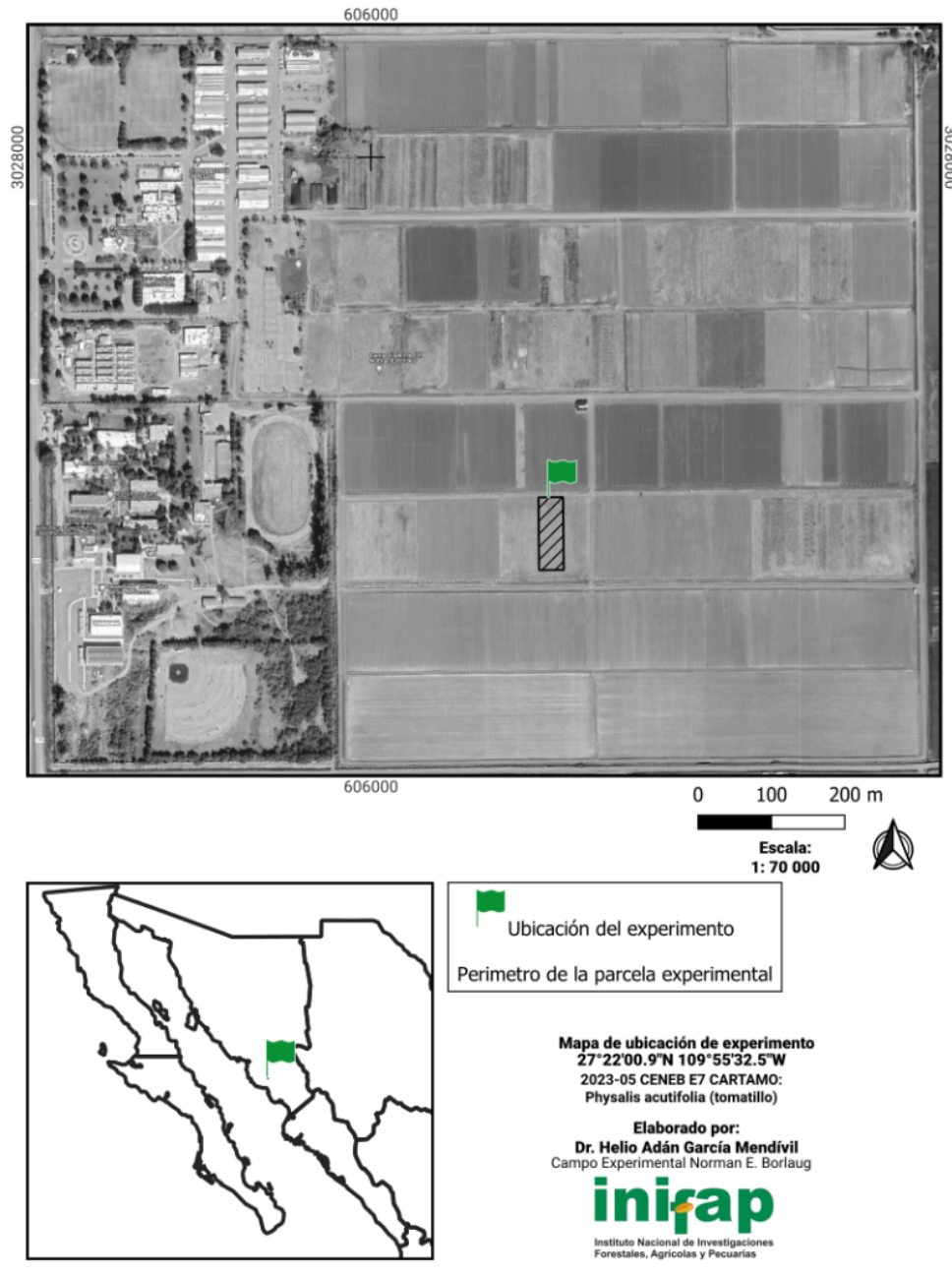


Figura B.1.: Ubicación geográfica del experimento; 27°22'00.9"N 109°55'32.5"W (27.3669244, -109.925701).

C. Datos de campo

D. Análisis: Porcentaje de cobertura

D.1. Método informático

D.2. Método manual

D.2.1. Análisis por evaluación

D.2.1.1. Evaluación 6 DDA

D.2.1.2. Evaluación 10 DDA

Tabla D.1.: Valor de P de pruebas estadísticas para porcentaje de cobertura por método informático.

Transformaciones	Eva	Obs	Levene	Shapiro	Anova	Kruskal
No transformados	E1	72	0.8374	0.0002	0.4913	0.4066
	E2	72	0.3854	0.0000	0.0338	0.1236
Transformación Log()	E1	72	0.4818	0.0000	0.0193	0.4066
	E2	72	0.8125	0.0000	0.0014	0.1236
Transformación sqrt()	E1	72	0.9415	0.2459	0.2012	0.4066
	E2	72	0.7159	0.0670	0.0092	0.1236
Transformación Box Cox	E1	72	0.9461	0.2433	0.1789	0.4066
	E2	72	0.7815	0.0158	0.0056	0.1236

Tabla D.2.: Separaciones de medias en función de cada transformación.

Tratamiento	DDA	PCM	NT	TLog	TSqr	TBox	Dun
1	6	22.5	a	a	a	a	a
2	6	29.2	a	ab	a	a	a
3	6	22.5	a	a	a	a	a
4	6	36.8	a	a	a	a	a
5	6	38.8	a	a	a	a	a
6	6	22.5	a	a	a	a	a
7	6	27.5	a	a	a	a	a
8	6	34.0	a	ab	a	a	a
9	6	27.5	a	a	a	a	a
10	6	19.2	a	ab	a	a	a
11	6	26.2	a	a	a	a	a
12	6	41.2	a	a	a	a	a
13	6	32.0	a	a	a	a	a
14	6	9.0	a	ab	a	a	a
15	6	38.0	a	a	a	a	a
16	6	31.2	a	a	a	a	a
17	6	5.8	a	b	a	a	a
18	6	30.0	a	a	a	a	a

Tabla D.3.: Separaciones de medias en función de cada transformación.

Tratamiento	DDA	PCM	NT	TLog	TSqr	TBox	Dun
1	10	43.8	a	a	a	a	a
2	10	21.2	ab	ab	ab	ab	a
3	10	27.5	ab	a	ab	a	a
4	10	26.2	ab	a	ab	a	a
5	10	23.5	ab	a	ab	ab	a
6	10	21.2	ab	a	ab	ab	a
7	10	22.5	ab	a	ab	ab	a
8	10	30.0	ab	a	ab	ab	a
9	10	12.8	ab	a	ab	ab	a
10	10	15.2	ab	a	ab	ab	a
11	10	16.2	ab	a	ab	ab	a
12	10	18.8	ab	a	ab	ab	a
13	10	10.0	ab	ab	ab	ab	a
14	10	8.0	ab	ab	ab	ab	a
15	10	36.8	ab	a	a	a	a
16	10	13.8	ab	a	ab	ab	a
17	10	0.2	b	b	b	b	a
18	10	35.0	ab	a	a	a	a

E. Análisis: Número de plantas

E.1. Método informático

E.2. Método manual

E.2.1. Análisis por evaluación

E.2.1.1. Evaluación 0 DDA

E.2.1.2. Evaluación 6 DDA

E.2.1.3. Evaluación 10 DDA

Tabla E.1.: Valor de P de pruebas estadísticas para porcentaje de cobertura por método informático.

Transformaciones	Eva	Obs	Levene	Shapiro	Anova	Kruskal
No transformados	E0	72	0.9322	0.7138	0.7428	0.7172
	E1	72	0.9913	0.0883	0.3733	0.4302
	E2	72	0.6284	0.0049	0.0182	0.0565
Tranformación Log()	E0	72	0.8689	0.0066	0.8427	0.7172
	E1	72	0.1081	0.0000	0.0230	0.4302
	E2	72	0.6414	0.0000	0.0026	0.0565
Transformación sqrt()	E0	72	0.9138	0.3899	0.7978	0.7172
	E1	72	0.9481	0.0913	0.1566	0.4302
	E2	72	0.5510	0.0145	0.0042	0.0565
Transformación Box Cox	E0	72	0.9281	0.7532	0.7670	0.7172
	E1	72	0.9774	0.4059	0.2167	0.4302
	E2	72	0.5464	0.0048	0.0038	0.0565

Tabla E.2.: Separaciones de medias en función de cada transformación.

Tratamiento	DDA	NPM	NT	TLog	TSqr	TBox	Dun
1	0	92.5	a	a	a	a	a
2	0	77.2	a	a	a	a	a
3	0	79.2	a	a	a	a	a
4	0	86.2	a	a	a	a	a
5	0	75.2	a	a	a	a	a
6	0	73.5	a	a	a	a	a
7	0	92.8	a	a	a	a	a
8	0	83.8	a	a	a	a	a
9	0	76.8	a	a	a	a	a
10	0	76.0	a	a	a	a	a
11	0	63.5	a	a	a	a	a
12	0	83.5	a	a	a	a	a
13	0	77.2	a	a	a	a	a
14	0	66.5	a	a	a	a	a
15	0	114.2	a	a	a	a	a
16	0	82.0	a	a	a	a	a
17	0	98.2	a	a	a	a	a
18	0	71.0	a	a	a	a	a

Tabla E.3.: Separaciones de medias en función de cada transformación.

Tratamiento	DDA	NPM	NT	TLog	TSqr	TBox	Dun
1	6	35.8	a	ab	ab	a	a
2	6	40.0	a	ab	ab	a	a
3	6	46.0	a	a	ab	a	a
4	6	52.2	a	a	ab	a	a
5	6	56.5	a	a	ab	a	a
6	6	40.8	a	a	ab	a	a
7	6	58.5	a	a	ab	a	a
8	6	54.8	a	a	ab	a	a
9	6	47.2	a	a	ab	a	a
10	6	30.8	a	ab	ab	a	a
11	6	67.0	a	a	ab	a	a
12	6	53.2	a	a	ab	a	a
13	6	39.5	a	ab	ab	a	a
14	6	27.8	a	ab	ab	a	a
15	6	76.0	a	a	a	a	a
16	6	42.2	a	a	ab	a	a
17	6	16.2	a	b	b	a	a
18	6	52.8	a	a	ab	a	a

Tabla E.4.: Separaciones de medias en función de cada transformación.

Tratamiento	DDA	NPM	NT	TLog	TSqr	TBox	Dun
1	10	57.5	a	a	a	a	a
2	10	35.5	ab	ab	ab	ab	a
3	10	41.2	ab	a	a	a	ab
4	10	40.8	ab	a	a	a	ab
5	10	29.2	ab	a	ab	ab	ab
6	10	35.2	ab	a	ab	a	ab
7	10	50.2	ab	a	a	a	ab
8	10	47.2	ab	ab	ab	ab	ab
9	10	23.0	ab	a	ab	ab	ab
10	10	23.8	ab	a	ab	ab	ab
11	10	35.0	ab	a	ab	ab	ab
12	10	31.8	ab	a	ab	ab	ab
13	10	16.2	ab	ab	ab	ab	ab
14	10	20.8	ab	ab	ab	ab	ab
15	10	30.8	ab	a	ab	ab	ab
16	10	17.2	ab	a	ab	ab	ab
17	10	1.2	b	b	b	b	ab
18	10	56.0	a	a	a	a	b

F. Diagrama de Gantt

G. Formas

H. Presentación

I. Diagrama de análisis estadísticos

J. Hoja de calculo

K. Descripción principales malezas del Sur de Sonora (Contreras de la Cruz, 2006)

Lista de Journals

CESAVE - SIAFESON (2023) REMAS

EPPO (1989) Guideline for the efficacy evaluation of herbicides. EPPO Bulletin 19:317–328

EPPO (2008) Weed control between crops. EPPO Bulletin 38:291–294

EPPO (2012) EPPO PP1 - PP1/152(4) - Design and analysis of efficacy evaluation trials

EPPO (2021) Introduction to EPPO Standards on Efficacy evaluation of plant protection products. EPPO Bulletin 51:2–4

EPPO (2022) PP 1/181 (5) Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice. EPPO Bulletin 52:4–16

Püntener W (1981) Manual of field trials in plant protection. 2a ed. Basel, Switzerland: CIBA/GEIGY

