



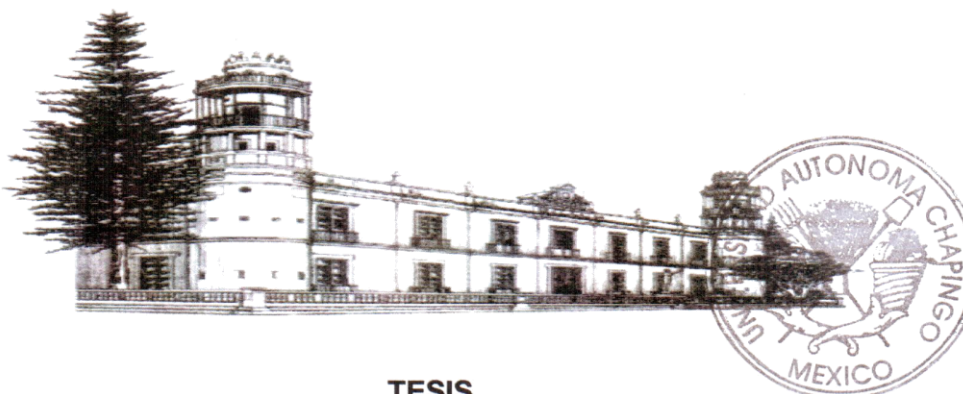
"Enseñar la explotación de la
tierra, no la del hombre"

Universidad Autónoma Chapingo

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL

PERIODO CRÍTICO DE COMPETENCIA ENTRE LAS MALEZAS Y EL CULTIVO DE PAPA



TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS

DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:
CATALINA ESPINOZA BARRETO

Chapingo, Estado de México. Mayo de 2012

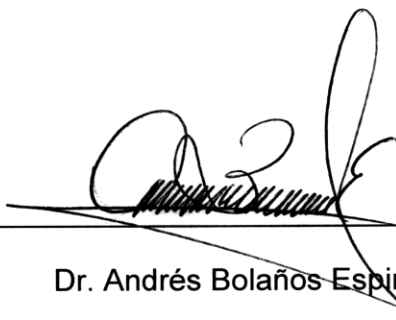


PERIODO CRÍTICO DE COMPETENCIA ENTRE LAS MALEZAS Y EL CULTIVO DE PAPA

Tesis realizada por Catalina Espinoza Barreto bajo la dirección de los Drs. Andrés Bolaños Espinoza y Rafael Mora Aguilar, y asesorada por el M. C. Luis Emilio Castillo Márquez, aprobada por los mismos y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

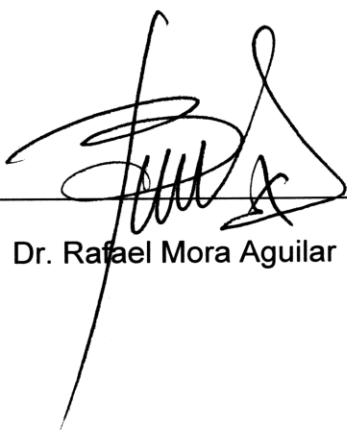
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Andrés Bolaños Espinoza

CO-DIRECTOR:



Dr. Rafael Mora Aguilar

ASESOR:



M. C. Luis Emilio Castillo Márquez

PERIODO CRÍTICO DE COMPETENCIA ENTRE LAS MALEZAS Y EL CULTIVO DE PAPA

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Catalina Espinoza Barreto autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE: _____



Dr. Andrés Bolaños Espinoza

ASESOR: _____



Dr. Rafael Mora Aguilar

ASESOR: _____



M. C. Luis Emilio Castillo Márquez

AGRADECIMIENTOS

Al ser supremo **Dios** que me ha permitido este logro más en el ámbito de mi vida Profesional.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el apoyo económico otorgado para llevar a cabo los estudios de Maestría.

A mi *alma mater* **Universidad Autónoma Chapingo**, por darme todo lo necesario para mi formación profesional.

Al **Programa de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo**, por brindarme la oportunidad de obtener el grado de Maestro en Ciencias en Protección Vegetal.

Al **Dr. Andrés Bolaños Espinoza**, por su tiempo y asesoría durante la realización mis estudios de maestría y la elaboración de esta investigación.

Al **Dr. Rafael Mora Aguilar**, por su ayuda y participación desinteresada, por sus acertados consejos pero principalmente por su amistad.

Al **M. C. Luis Emilio Castillo Márquez**, por el tiempo y los apropiados consejos brindados.

Al **Biol. José Cutberto Vázquez Rodríguez y familia**, por su hospitalidad y participación en la realización de esta investigación.

Al **Ing. Iván Genaro Gaona Domínguez**, mi esposo y compañero en todo, gracias por el tiempo, la confianza y el trabajo realizado.

A la **Ing. Alejandra Marín García**, mi siempre amiga, gracias por tu ayuda, compañía y paciencia.

Al **Sr. Ramiro Cueto y familia** por su gran sentido de responsabilidad y trabajo.

A **mi madre y hermanas**, por todo su apoyo y por creer en mí.

A mis **suegros y familia** por su confianza, apoyo y consejos.

A todos los **profesores y compañ@s de la maestría** porque todos y cada uno aprendí algo que me servirá durante toda la vida.

Finalmente a todos y cada de las personas que participaron en la realización de este proyecto.



DEDICATORIA

Con todo mi amor este trabajo es dedicado a mi esposo Iván Genaro y a mis dos grandes tesoros, mis hijos Carmen Valeria y Eitan Genaro.

Gracias por ser ustedes la razón de mi vivir y por todos esos momentos buenos y no tan buenos que hemos pasado juntos, siempre los llevo en el corazón.

DATOS BIOGRÁFICOS

Catalina Espinoza Barreto nació en 1983 en Jaloxtoc, Municipio de Ayala, en el Estado de Morelos, México.

La unión de la familia no se mide por el número de miembros, sino por la unión que hay entre ellos; siendo la hija menor de una familia grande. Realizo su educación básica en el mismo lugar, sobresaliendo por su rápido aprendizaje, dejo su educación por espacio de dos años, sin embargo, en su interior siempre quiso superarse y seguir estudiando.

En el año 2000 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, para realizar sus estudios de educación media superior y para el año 2003 ingresaba al Departamento de Fitotecnia para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia en el año 2007.

A partir de ese año prestó servicios de asistencia técnica, elaboración y trámite de proyectos productivos con apoyo financiero de diferentes instancias.

En Enero de 2010 inicia los estudios de Maestría en ciencias en Protección Vegetal en la Universidad Autónoma Chapingo, concluyendo estos en Diciembre del 2011.

Como vivir no es hacer solamente lo que corresponde sino caminar en pos de un ideal y que no existen los “límites” sino personas limitadas, Catalina no deja pasar lánguida su vida, actualmente entrelaza el trabajo profesional con el trabajo familiar siendo esposa y madre de dos hijos.

El verdadero heroísmo consiste en convertir los sueños en realidades y las ideas en hechos, Catalina ha demostrado ser un fuerte pilar de inspiración y apoyo para las personas que la rodean.

*MAGA

CONTENIDO

RESUMEN	xi
SUMARY	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características del cultivo de papa	3
2.1.1 Nombre científico de la papa	3
2.1.2 Requerimientos edafoclimáticos	3
2.1.3 Usos de la papa	4
2.1.4 Producción mundial papa	4
2.1.5 Producción nacional de papa	5
2.1.5 Etapas fenológicas de la papa	7
2.1.6 Manejo de malezas en el cultivo de papa	11
2.2 Malezas	12
2.3 Asociación de maleza-cultivo	16
2.4 Periodo Crítico de Competencia	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Ubicación del sitio experimental	20
3.2 Características climáticas	20
3.3 Manejo agronómico del cultivo	21
3.3.1 Material biológico y siembra	21
3.3.2 Fecha, método de siembra y densidad de población	21
3.3.3 Control de plagas y enfermedades	21

3.3.4 Deshierbes	22
3.3.5 Cosecha	22
3.4 Diseño experimental y tratamientos.....	23
3.5 Variables respuesta y evaluaciones.....	24
3.6 Análisis de datos.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Malezas asociadas al cultivo de papa.....	27
4.1.1 Descripción de malezas asociadas al cultivo de papa.....	28
4.1.2 Densidad y peso seco de las malezas.....	40
4.2 Número de plantas cosechadas	42
4.3 Rendimiento.....	43
4.2 Ingreso bruto.....	48
4.4 Calidad de los tubérculos de papa cosechados.....	50
CONCLUSIONES	52
LITERATURA CITADA.....	53
ANEXO	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción nacional de papa en el año 2010, modalidad de riego.	6
Cuadro 2. Producción nacional de papa en el año 2010, modalidad temporal.	7
Cuadro 3. Etapas fenológicas de la papa y su duración.	10
Cuadro 4. Efectos perjudiciales potenciales de las malezas agrícolas en el uso humano de la tierra.....	15
Cuadro 5. Tratamientos evaluados para determinar el PCC entre la maleza y el cultivo de papa. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	23
Cuadro 6. Malezas asociadas al cultivo de papa durante todo el ciclo. Esperanza, Puebla, Méx.2011.....	27
Cuadro 7. Comparación de medias para el número de plantas cosechadas por tratamiento en el cultivo de papa 2011.....	42
Cuadro 8. Comparación de medias para el rendimiento total y comercial. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.....	44
Cuadro 10. Peso fresco y seco de los tubérculos de papa cosechados 2011.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área cultivada de papa en el mundo durante el año 2010 (FAOSTAT, 2012).	4
Figura 2. Producción mundial anual de papa correspondiente al año 2010 (FAOSTAT, 2012).	5
Figura 3. Ubicación del sitio experimental donde se realizó el estudio para determinar el PCC entre las malezas y el cultivo de papa.	20
Figura 4. <i>S. amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. A la izquierda una población joven con solo follaje y a la derecha una inflorescencia. Esperanza, Puebla, 2011. ...	28
Figura 5. <i>B. ballsii</i> Sherff. En la izquierda una inflorescencia y a la derecha una planta joven. Esperanza, Puebla, 2011.	30
Figura 6. <i>R. raphanistrum</i> L. a. placas con flor. b. frutos. Esperanza, Puebla, 2011.	32
Figura 7. <i>S. deppei</i> G. A la izquierda una población y a la derecha una inflorescencia. Esperanza, Puebla, 2011.	34
Figura 8. <i>B. nigra</i> (L.) W. D. J. Koch. A la izquierda una población creciendo asociada con <i>R. raphanistrum</i> y a la derecha una inflorescencia. Esperanza, Puebla, 2011.	36
Figura 10. Población de plántulas de <i>P. nepalense</i> asociada al cultivo de papa. Esperanza, Puebla, 2011.	39
Figura 9. Población de <i>P. nepalense</i> Meisn a orillas del cultivo de papa. Esperanza, Puebla, 2011.	39

Figura 11. Malezas presentes durante todo el ciclo en el cultivo de papa. Esperanza, Puebla, 2011.	40
Figura 12. Malezas asociadas al cultivo de papa, testigo siempre enmalezado. Esperanza, Puebla, 2011.	41
Figura 13. Peso seco de malezas durante el ciclo del cultivo de la papa. Esperanza, Puebla, 2011.	41
Figura 14. Parcelas experimentales con diferentes fechas de enmalezado Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	45
Figura 15. Rendimiento total del cultivo de papa con diferentes duraciones de enmalezado. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	46
Figura 16. Rendimiento comercial del cultivo de papa con diferentes duraciones de enmalezado. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	47
Figura 17. Ingreso bruto obtenido del cultivo de papa con diferentes duraciones de enmalezado. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	49
Figura 18. Tubérculos de papa cosechados. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	50
Figura 19. Tubérculo malformado de papa nombrado "muñeco". Esperanza, Puebla, Méx. 2011.	51

RESUMEN

La papa es muy sensible a la competencia con malezas, especialmente durante sus estadios iniciales de desarrollo, por lo que se reducen marcadamente los rendimientos si no se controlan adecuadamente en tiempo y forma, es por esto que el objetivo de esta investigación fué determinar el Periodo Crítico de Competencia (PCC) entre las malezas y el cultivo de papa, así como las especies de malezas que crecen asociadas a este cultivo. La investigación se realizó en campo, bajo condiciones de temporal, durante los meses de abril y agosto de 2011, en la comunidad de San José Cuyachapa, Municipio de Esperanza, Puebla, México. Los tratamientos utilizados fueron un testigo siempre limpio y otro siempre enmalezado, parcelas sin malezas que se fueron dejando enmalezar cada 20 días, otra serie de tratamientos consistió en limpiar las parcelas cada 20 días (en total 12 tratamientos). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se realizaron muestreos de malezas cada 20 días durante todo el ciclo del cultivo. Se empleó la variedad "Fiana". Las variables respuesta evaluadas fueron: rendimiento total, rendimiento comercial, rendimiento no comercial e ingreso bruto. El PCC de las malezas con el cultivo quedó determinado entre los 20 y 40 días después de la emergencia del cultivo. Lo cual indica que el cultivo, es capaz de tolerar la competencia que ejercen las malezas hasta 20 días después de su emergencia, sin que haya una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento total y comercial. Las malezas que se presentaron de forma constante y en mayor densidad durante el ciclo del cultivo fueron *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers., *Bidens ballsii* Sherff., *Raphanus raphanistrum* L. y *Sicyos deppei* G. Don., además otras especies como *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch, *Zea mays* L. y *Polygonum nepalense* Meisn se presentaron en densidades bajas y con distribución localizada. *P. nepalense* se reporta por primera vez para región de estudio.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, malas hierbas, interferencia,

SUMARY

The potato is very sensitive to weed competition, especially during the initial stages of development, which are markedly reduced yields if not controlled properly in a timely manner, which is why the objective of this research was to determine the period Critic Competition (PCC) between weeds and the potato crop and weed species associated with growing this crop. The field research was conducted under rainfed conditions during the months of April and August 2011, in the community of San José Cuyachapa, Municipality of Esperanza, Puebla, Mexico. The treatments were a witness always clean and always another weedy, weed-free plots that were leaving enmalezar every 20 days, another series of treatments was to clear the plots every 20 days (total of 12 treatments). Experimental design was a randomized complete block with three replications. Samples were taken every 20 days of weeds throughout the crop cycle. We used the variety "Fianna". The response variables were evaluated: total yield, marketable yield, yield and gross income noncommercial PCC weed the crop was determined between 20 and 40 days after crop emergence. This indicates that the crop can tolerate weed competition exercised until 20 days after emergence, with no statistically significant difference in the total and commercial yield. Weeds that are presented consistently and in greater density during the crop cycle were *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers, *Bidens ballsii* Sherff., *Raphanus raphanistrum* L. and *Sicyos deppei* G. Don., Plus other species such as *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch, *Zea mays* L. and *Polygonum nepalense* Meisn occurred in low densities and localized distribution. *P. nepalense* is reported for the first time to study region.

Key words: *Solanum tuberosum*, weed, interference, weed-crop association

I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de América, más exactamente, de la región sur, en donde se ubica la zona andina, aunque también algunas variedades silvestres son originarias de México. A nivel mundial la papa es el cuarto cultivo alimenticio de importancia después del trigo (*Triticum aestivum* L), arroz (*Oryza sativa* L) y maíz (*Zea mays* L) (FAO, 1995). Su cultivo en México tiene gran importancia económica, ya que es de los pocos cultivos que se desarrolla en casi todo el territorio nacional. Actualmente se cultiva en 22 estados de la República, pero sólo 9 aportan el 84% de la producción total, aproximadamente. Se cultiva en los ciclos Otoño-Invierno y Primavera-Verano, tanto en la modalidad de riego como en la de temporal. Así, en año 2010 el principal productor fue Sonora con 12, 212 ha cultivadas y una producción anual de 376,723.31 t, logrando en los últimos años rendimientos superiores a las 28 t ha⁻¹, en promedio del estado, debido a que el cultivo se ubica en zonas de riego y al uso de semilla certificada (SIAP, 2011). En cambio, el rendimiento más alto es de 44.87 t ha⁻¹ en Zacatecas y el más bajo es de 3.98 t ha⁻¹ en Durango (SIAP, 2011). Los rendimientos son muy dispares dependiendo del paquete tecnológico utilizado en cada zona de producción, lo que conlleva a ser necesaria una revisión y adecuación de las prácticas agronómicas. En el manejo agronómico del cultivo se deben considerar los factores que afectan el rendimiento, siendo uno de estos la competencia que ejercen las malezas, que sin importar la parte del país, siempre están presentes y no sólo en este cultivo, si no en cualquier agroecosistema.

El cultivo de papa es muy sensible a la competencia de las malezas, especialmente durante sus estadios iniciales de desarrollo, por lo que se pueden reducir marcadamente los rendimientos si no se controlan adecuadamente en tiempo y forma, además de sus efectos directos a través de la competencia, son también dañinas, ya que incrementan el número de tubérculos remanentes en el suelo al momento de la cosecha (Americanos, 1996); además, pueden ser hospederos alternos de plagas y enfermedades. Dada la sensibilidad del cultivo a las malezas es necesario determinar el periodo mínimo en que debe permanecer libre de éstas, para obtener rendimientos acordes con la potencialidad del mismo.

OBJETIVOS

1. Determinar el Periodo Crítico de Competencia (PCC) entre las malezas y el cultivo de papa, bajo las condiciones ambientales de San José Cuyachapa, Municipio de Esperanza, Puebla, México.
2. Identificar las especies de malezas que se encuentran asociadas al cultivo de papa en la región de estudio.

II.REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características del cultivo de papa

2.1.1 Nombre científico de la papa

Castaños (2000) menciona que el nombre científico de la papa es *Solanum tuberosum* L., pertenece a la familia Solanaceae y es originaria de América del Sur, su nombre común en Ingles es “Potato”, ciclo de vida anual.

2.1.2 Requerimientos edafoclimáticos

La papa es una planta de climas templados-fríos que requiere humedad abundante y regular, responde bien en temperaturas templadas y humedad ambiente, sufre con las temperaturas excesivas y es particularmente sensible a la sequía. En periodo de intensa tuberización puede necesitar hasta 80 m³ de agua por ha y día; se hiel a temperaturas inferiores a -2° C, el crecimiento de los brotes empieza a los 2° C y es máximo entre 20 y 25° C, aunque un exceso de ésta disminuye su riqueza en fécula y favorece el desarrollo de enfermedades.

La papa necesita suelos franco arenosos con buen contenido de materia orgánica y excelente drenaje, se desarrolla mejor en tierras mullidas y aireadas, son mejores los suelos arenosos que los arcillosos, vegeta mejor entre valores de pH comprendidos entre 5.5 y 7, condiciones que suelen darse más en los terrenos arenosos, puede vegetar también en terrenos arcillo-calizos, llegando a tolerar un pH igual e incluso superior a 8 (Castaños, 2000; SIAP, 2012).

2.1.3 Usos de la papa

Se utiliza generalmente en la gastronomía para la elaboración de guisos, ensaladas, purés, papas fritas y en la industria de frituras y para la elaboración de Vodka, ya que para su elaboración requiere de grandes cantidades de almidón (SIAP, 2011).

2.1.4 Producción mundial papa

El área cultivada de papa a nivel mundial fue alrededor de 18'601,994 ha, mientras que la producción mundial anual fué de 324'271,626 t para el año 2010 (FAOSTAT, 2012). China es el país productor principal pues cuenta con el 27 % y el 23 % del total del área dedicada a este cultivo y de la producción, respectivamente, a nivel mundial (Figuras 1 y 2).

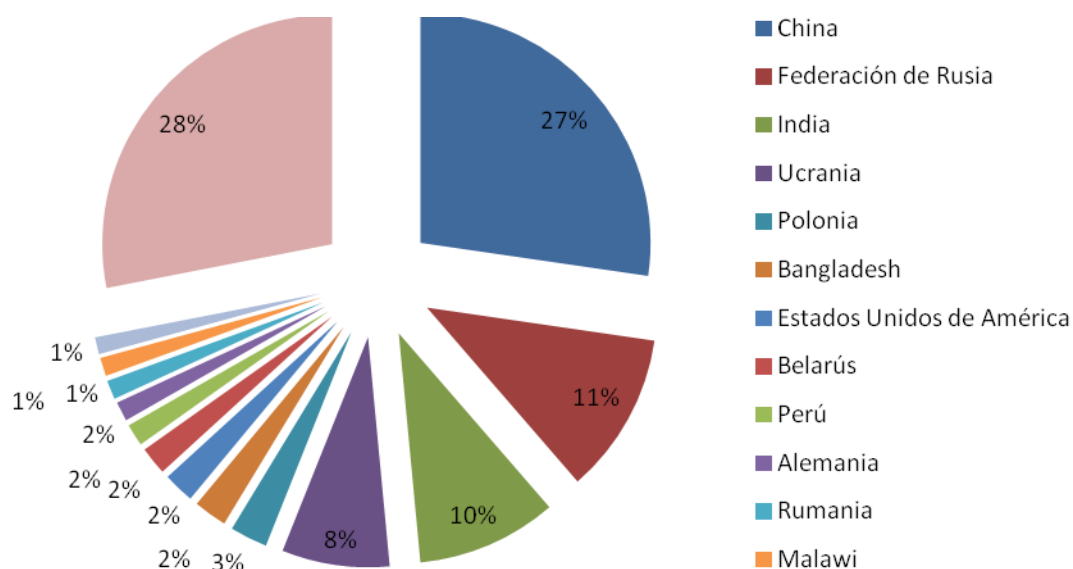


Figura 1. Área cultivada de papa en el mundo durante el año 2010 (FAOSTAT, 2012).

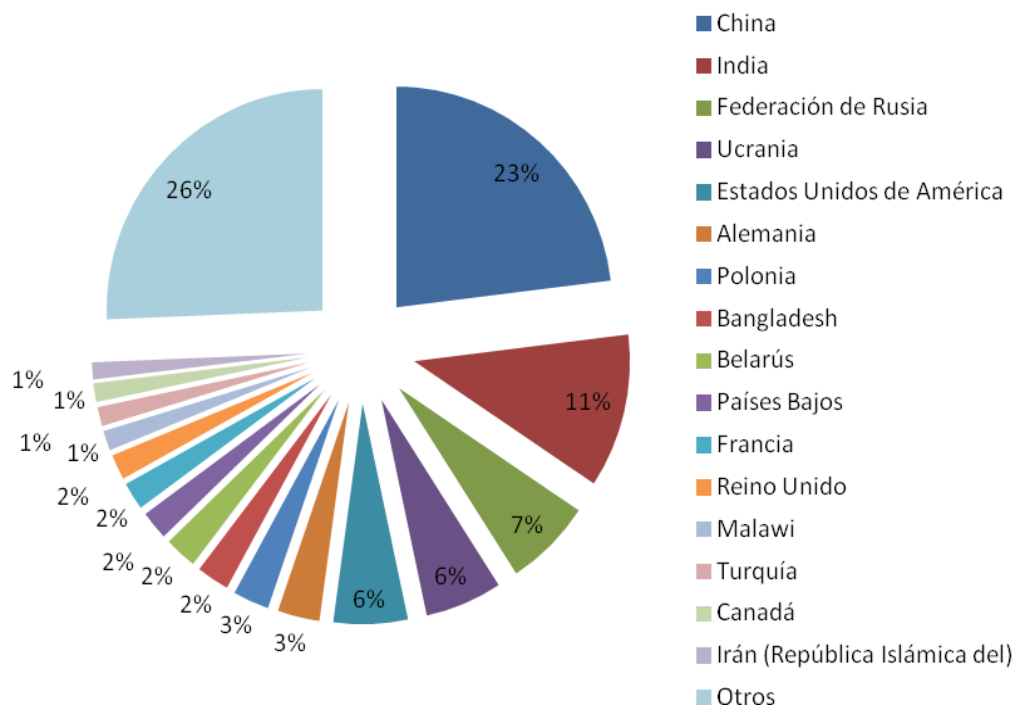


Figura 2. Producción mundial anual de papa correspondiente al año 2010 (FAOSTAT, 2012).

2.1.5 Producción nacional de papa

En México los principales estados productores por orden de importancia son: Sonora, Sinaloa (principalmente los municipios de Guasave y los Mochis), Nuevo León, Chihuahua, Estado de México y Veracruz.

Durante el año 2010 la papa se sembró en 22 estados del país, con una superficie total de 55,645.63 ha, de las cuales el 67.5 % fué en la modalidad de riego y el 32.5 % en temporal. La producción para este mismo año fue de 1'536,617.37 t. Los rendimientos son muy dispares entre cada estado y modalidad hídrica. En la modalidad de riego el rendimiento más alto se obtuvo en Zacatecas con 44.87 t ha⁻¹ y el más bajo de 16.71 t ha⁻¹ para Chiapas. En la modalidad de temporal el

rendimiento más alto fue de 41.90 t ha⁻¹ en Michoacán y el más bajo de 3.98 t ha⁻¹ en Durango (SIAP, 2011). Los Cuadros 1 y 2 muestran los datos de la producción de papa en México durante el 2010, en las diferentes modalidades hídricas.

Cuadro 1. Producción nacional de papa en el año 2010, modalidad de riego.

Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Prod. (t)	Rend. t ha ⁻¹	Valor de la producción (miles de pesos)
Baja California	187	187	6,574.92	35.16	37,349.49
Baja California sur	1,460.00	1,460.00	57,237.00	39.2	515,454.60
Chiapas	210	210	3,510.00	16.71	29,385.00
Chihuahua	2,753.00	2,689.00	97,991.00	36.44	651,801.50
Coahuila	803	803	28,140.98	35.04	176,718.51
Guanajuato	1,593.50	1,593.50	46,122.50	28.94	278,392.12
Mexico	449	443	9,303.93	21	59,000.06
Nuevo León	3,597.00	3,597.00	134,608.00	37.42	1,236,340.00
Puebla	1,555.00	1,555.00	34,720.00	22.33	268,854.37
Sinaloa	10,337.38	10,249.38	262,097.00	25.57	2,544,410.00
Sonora	12,212.00	12,212.00	376,723.31	30.85	2,660,464.30
Tamaulipas	56	56	2,240.00	40	6,720.00
Tlaxcala	466	466	18,640.00	40	74,560.00
Veracruz	1,049.00	1,049.00	44,922.00	42.82	448,980.00
Zacatecas	834	834	37,420.07	44.87	261,344.57
Total	37,561.88	37,403.88	1,160,250.71	31.02	9,249,774.51

Fuente: SIAP, (2011)

Cuadro 2. Producción nacional de papa en el año 2010, modalidad temporal.

Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Prod. (t)	Rend. tha ⁻¹	Valor de la producción (miles de pesos)
Chiapas	1,651.00	1,651.00	22,505.45	13.63	172,772.52
Chihuahua	1,322.00	1,322.00	9,859.00	7.46	60,939.97
Distrito					
Federal	129	129	2,190.00	16.98	12,150.00
Durango	485	460	1,828.78	3.98	17,985.39
Hidalgo	228	228	4,195.00	18.4	25,170.00
Jalisco	1,894.00	1,894.00	73,212.40	38.66	325,866.42
México	3,587.50	3,587.50	98,363.53	27.42	600,517.64
Michoacán	1,822.00	1,822.00	76,350.00	41.9	616,912.50
Morelos	100	100	3,300.00	33	24,090.00
Oaxaca	80	80	726.45	9.08	2,554.89
Puebla	2,860.00	2,760.00	31,657.86	11.47	160,719.67
Tlaxcala	525	525	10,820.00	20.61	53,261.00
Veracruz	3,400.25	3,396.25	41,358.19	12.18	299,333.44
Total	18,083.75	17,954.75	376,366.66	20.96	2,372,273.44

Fuente: SIAP, (2011)

2.1.5 Etapas fenológicas de la papa

Mora (1999) divide el ciclo biológico de la papa en cinco etapas fenológicas (Cuadro 3):

- a. **Etapas de Desarrollo I (ED I)** en esta etapa fenológica se desarrollan los “ojos” del tubérculo-semilla y emergen en la superficie del suelo. El tubérculo-semilla es la única fuente de energía para el crecimiento durante esta etapa, debido a que los brotes aún no empiezan a fotosintetizar. La ED I está comprendida entre la

emergencia y el inicio de la formación de los estolones. En esta etapa, ubicada al inicio del desarrollo del cultivo, se establece la densidad de población definitiva, la cual juega un papel fundamental en la obtención de altos rendimientos. En función de las características varietales, en esta etapa se puede iniciar la formación de ramas en los fitómeros de la base de la planta.

b. Etapa de Desarrollo II (ED II). En esta etapa fenológica las hojas y ramas del tallo se desarrollan a lo largo de los nudos inferiores de los brotes emergidos. Las raíces y los estolones se desarrollan en los nudos subterráneos. La planta aún obtiene cierta energía del tubérculo-semilla en la parte inicial de esta etapa del desarrollo, aunque la fotosíntesis empieza en este periodo y la planta produce fotosintatos como fuente de energía para su crecimiento y desarrollo posterior. En esta etapa, se forman todas las partes vegetativas de la planta, empieza con la emergencia y termina cuando los tubérculos empiezan a desarrollarse en los ápices de los estolones. La primera y segunda etapa del desarrollo duran de 30 a 70 días, dependiendo de la fecha de plantación, de la edad fisiológica del tubérculo-semilla y de las características particulares de las variedades. Esta etapa involucra el inicio de la formación de estolones (IFE) y la tuberización (ITB). Esta etapa se considera crítica, porque en ella se determina el número potencial de tubérculos, uno de los componentes principales del rendimiento, ya que la inducción, crecimiento longitudinal y cese de la formación de los estolones puede ocurrir simultáneamente con la inducción e inicio de la tuberización, eventos que en conjunto son de suma importancia en la determinación del rendimiento

económico. En esta misma también se puede iniciar la formación y crecimiento de ramas.

c. Etapa de Desarrollo III (ED III). En esta etapa fenológica se da el inicio de la tuberización. Los tubérculos se forman durante esta etapa en el ápice de los estolones; sin embargo, aun no son apreciablemente grandes. La iniciación de los tubérculos es controlada por reguladores endógenos del crecimiento de la planta. Esta etapa tiene una duración de 10 a 14 días, y en la mayoría de los cultivares coincide con el inicio de la floración, o sea sólo algunas flores son visibles. Los cultivares precoces usualmente empiezan la formación de tubérculos más pronto que los cultivares tardíos, ya que éstos pueden continuar la formación de nuevos tubérculos durante la cuarta etapa de desarrollo, o sea simultáneamente al crecimiento de los tubérculos previamente formados, aunque aquellos usualmente no alcanzan su tamaño comercial y pueden ser reabsorbidos por la planta madre. Esta etapa básicamente considera el momento de inicio de la tuberización (ITB).

d. Etapa de Desarrollo IV (ED IV). En esta etapa fenológica se da el crecimiento del tubérculo. Las células del tubérculo se expanden con la acumulación de agua, nutrimentos y carbohidratos. El crecimiento ocurre casi de manera lineal, si no existe factor limitante alguno. Durante esta etapa, los tubérculos son sitio dominante para la deposición de carbohidratos y nutrimentos inorgánicos. Esta etapa comprende, además del periodo de formación de tubérculos (PFTB), a la fase de floración (FLO). En el PFTB se define el tamaño real de los tubérculos, debido a que la incidencia (positiva o negativa) de los factores controlables e

incontrolables de la producción, que en conjunto determinan la productividad de esta especie, cobran importancia relevante.

- e. Etapa de Desarrollo V (ED V).** En esta etapa fenológica se da la maduración, la planta se torna amarillenta y pierde hojas, la fotosíntesis decrece gradualmente y el follaje muere. El contenido de materia seca en los tubérculos alcanza la máxima cantidad y la epidermis de éstos se engrosa. La ocurrencia de esta etapa, se considera, como el momento de la madurez comercial del tubérculo (MTB). Si bien la MTB está determinada fisiológicamente, las relaciones comerciales de oferta y demanda del mercado y las características del tubérculo *per se* permiten que el agricultor pueda manipular el momento idóneo de realizar la cosecha, en la cual, a pesar de que la acumulación de biomasa puede no alcanzar su máxima expresión, se logran mayores beneficios económicos.

Cuadro 3. Etapas fenológicas de la papa y su duración.

Etapas de desarrollo	Fases fenológicas que comprende	Duración (días)
ED I	Emergencia – Inicio de formación de estolones (IFE)	14
ED II	Formación de estolones – Inicio de tuberización (ITB)	10 – 21
ED III	Inicio de tuberización – Inicio de crecimiento de tubérculos (ICTB)	24 – 35
ED IV	Inicio de crecimiento de tubérculos – periodo de formación de tubérculos (PFTB) - Fase de floración (FLO)	35 – 60
ED V	Inicio de la senescencia foliar (ISNC) – Madurez comercial del tubérculo (MTB)	64 – 86

Fuente: Mora (1999).

2.1.6 Manejo de malezas en el cultivo de papa

El cultivo de la papa no tiene mucha capacidad de competencia durante las primeras etapas del desarrollo, por lo que se deben proporcionar condiciones para un rápido crecimiento inicial y formación de un follaje denso (Castaños, 2000).

En siembras comerciales de papa en México se pueden observar diferencias en la tecnología utilizada, que van desde las altamente tecnificadas hasta las de tecnología poco desarrolladas, esto implica un manejo diferente de las malezas, en las poco tecnificadas se realiza principalmente de forma mecánica mediante el paso de “cultivadas”, que consiste en llevar tierra al pie de las matas (aporque), realizando esta labor con tracción animal, con una surcadora o una cultivadora. Después del paso de la cultivada los brotes de malezas sobre la hilera del cultivo se eliminan con azadón (Biarnes *et al.*, 1995). Mientras que en sistemas tecnificados la eliminación de malezas con azadón se sustituye por el uso de herbicidas.

Arnold *et al.* (1997) señalan que el control mecánico no elimina las plantas nocivas que crecen sobre la hilera del cultivo, daña a las plantas de papa y reduce su rendimiento. Además, mencionan que el uso de herbicidas disminuye el número de pasos de arado y aumenta el control al inicio del ciclo del cultivo.

Pérez y Ramírez (2003) evaluaron los herbicidas oxadiazón, metribuzín y diurón para el control de malezas en papa comparándolos con un testigo siempre limpio y uno siempre enmalezado. Ellos encontraron que los mejores tratamientos fueron

el oxadiazón en dosis de 3.0, 4.0 y 5.0 L ha⁻¹ y el metribuzín a 1.0 kg ha⁻¹, los cuales tampoco causaron fitotoxicidad al cultivo.

Wall y Friesen (1990) reportan que la presencia *Setaria viridis* (L.)Beauv. con el cultivo de papa durante dos semanas después de la emergencia del cultivo causó una disminución del rendimiento total y comercial del 19 y 29 % respectivamente; además, se redujo en 24 % el número y en 6 % el peso promedio de tubérculos comerciales.

Las malezas pueden ser hospederas de plagas y enfermedades importantes para el cultivo. Figueroa *et al.* (2007) detectaron la presencia del Virus Y de la Papa (PVY) en correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), quelite (*Amaranthus palmeri* S. Wats.), higuera (*Ricinus communis* L.), tomatillo (*Physalis wrightii* G.) y chual (*Chenopodium murale* L.). Mientras que Almeyda *et al.* (2007) indican que en *Helianthus annuus* L. (girasol), *Convolvulus arvensis* L. (correhuela) y *Solanum tuberosum* L. (papa mostrenca), se detectó la presencia de los fitoplasmas que infectan al cultivo, causando la enfermedad de la punta morada en la papa. También reportan a la maleza *Lycium berlandieri* Dum. (cilindrillo) hospedera de *Bactericera cockerelli* Sulc. y el árbol *Prosopis glandulosa* Torr. (mezquite) hospedera de *Heteropsylla texana* Crawford, insectos vectores de fitoplasmas.

2.2 Malezas

La Sociedad Americana de la Ciencia de la Maleza (WSSA) define a las malezas como plantas indeseables que interfieren con las actividades y el bienestar del

hombre (Radosevich *et al.*, 1997). Por su parte Espinosa y Sarukhán (1997) indican que las malezas son plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas y que también se les pueden llamar arvenses. El termino maleza se refiere al efecto nocivo que tienen sobre el cultivo; si no se controlan, pueden reducir el rendimiento en cantidad y/o calidad de los cultivos causando grandes pérdidas al agricultor. Dicho control implica grandes inversiones de energía y dinero en laboreo y/o en otras prácticas de manejo, tales como el uso de herbicidas.

Ross y Lembi (2009) mencionan que a nivel mundial el número total de especies de plantas es alrededor de 250,000 de las cuales, sólo pocos miles son considerados como malezas en la agricultura, de estas se reconocen como los mayores problemas en la agricultura 200 especies, que equivalen al 0.08n% del total. Sólo 25 especies o el 0.01 % del total, causan los mayores problemas en los cultivos.

Zimdahl (2007) menciona que lo taxónomos y científicos de las malezas las clasifican basados en su filogenia, como a las otras especies de plantas. Utilizando el sistema de nomenclatura binomial (Género + Especie) propuesto por Carlos Von Linné (1707-1778), basado principalmente en características florales, especialmente en la presencia, número y características de los estambres y pistilos. Las claves filogenéticas para identificación de especies de plantas basadas en la ascendencia y similitud ancestral, incluyen división, subdivisión, clase, familia, género y especie.

Existen métodos más simples de clasificación de las malezas como son:

- a) Clasificación morfológica. Zimdahl (2007) señala que dependiendo del tipo de planta pueden ser helechos, (ciperáceas), monocotiledóneas (pastos) y dicotiledóneas (malezas de hoja ancha).
- b) Por su tipo de hábitad que invaden. Se dividen básicamente en dos grupos terrestres y acuáticas. Ross y Lembi (2009) indican un tercer grupo, que son las malezas aéreas. Booth *et al.* (2003) mencionan que además de su tipo de hábitad, dependiendo del impacto que tienen sobre las actividades humanas, las malezas terrestres se agrupan en agrícolas, de pastizales, forestales, ruderales y malezas del medio ambiente que son las que suprimen la vegetación nativa.
- c) Por su ciclo de vida. Existen dos grupos herbáceas y leñosas. Las herbáceas se dividen en anuales, bianuales y perennes. Mientras que las leñosas todas son perennes y se dividen en árboles y arbustos.

Booth *et al.* (2003) mencionan la división de los efectos perjudiciales de las malezas en los cultivos agrícolas en nueve categorías de acuerdo al objetivo y tipo de daño causado (Cuadro 4). El manejo de la maleza es una de las prácticas más antiguas en la agricultura; sin embargo, debido a que el efecto nocivo de la maleza no es evidente al inicio del desarrollo de los cultivos, en muchas ocasiones no se le otorga la importancia debida y su control se lleva a cabo cuando el cultivo ya ha sido afectado (Rosales-Robles *et al.*, 2002).

Cuadro 4. Efectos perjudiciales potenciales de las malezas agrícolas en el uso humano de la tierra.

Efecto perjudicial	Explicación
• Competencia con el cultivo	Compite con las plantas del cultivo por nutrientes, agua, luz y espacio.
• Incrementa los costos de protección	Las malezas pueden ser hospederas de plagas y enfermedades de los cultivos.
• Reduce la calidad de la cosecha	Las semillas de las malezas se mezclan con las del cultivo durante la cosecha y afectan la calidad de la cosecha.
• Reduce la calidad de los animales	Las semillas de las malezas en los pastizales pueden envenenar o matar animales, pueden afectar los productos derivados (carne, leche) o afectar su reproducción. Las semillas y plantas de las malezas pueden dañar físicamente a los animales o a sus productos (lana).
• Incrementa los costos de producción y proceso	Por el costo del control (labranza y herbicidas) y la limpieza de semillas.
• Manejo del agua	Las malezas pueden impedir el flujo del agua a través de los canales de irrigación.
• Salud humana	Causan enfermedades respiratorias, digestivas o en la piel, u otros efectos en la salud.
• Disminuye el valor de la tierra	Costos en la restauración de la tierra (especialmente en malezas perennes).
• Reduce la selección de la cosecha	Restringe los cultivos que pueden ser sembrados.
• Valor estético	En terrenos de recreación o tráfico en cruces y/o carreteras.

Fuente: Booth *et al.* (2003)

2.3 Asociación de maleza-cultivo

Las asociaciones de varios miembros del reino vegetal son en realidad observadas en la naturaleza. De hecho las interacciones que ocurren dentro de estas asociaciones son consideradas la fuerza que da forma a la morfología y la historia de la vida de plantas individuales y la estructura y dinámica de las comunidades de plantas. A menudo, cuando una asociación de plantas ocurre entre cultivo y malezas, resulta en gran pérdida en el rendimiento. Esta observación es sobre las interacciones cultivo-maleza, por el potencial del impacto negativo de las malezas sobre el cultivo. Muchos experimentos documentan la pérdida del rendimiento en los cultivos a partir de asociaciones particulares de malezas con los cultivos. Como resultado, la necesidad de la supresión de malezas en la mayoría de los cultivos es fundamentada (Radosevich *et al.*, 1997).

Interferencia. En términos generales son las interacciones que se dan entre especies o poblaciones de una misma especie. Ross y Lembi (2009) señalan como interferencia, el término utilizado para describir el impacto de una planta sobre otra. Radosevich *et al.* (1997) mencionan que la interferencia entre organismos puede ser positiva o negativa. La interferencia positiva se da cuando ambos organismos son beneficiados, mientras que la negativa incluye la competencia, alelopatía y parasitismo (Ross y Lembi, 2009).

Alelopatía. Es la inhibición de una especie de planta por otra a través de la liberación de metabolitos selectivos que produce, es considerada una forma de amensalismo (Radosevich *et al.*, 1997; Ross y Lembi, 2009).

Parasitismo. Se da cuando un organismo vive en o sobre otro organismo vivo, tomando de este comida y/o protección (Ross y Lembi, 2009).

Competencia (- -). Radosevich *et al.* (1997) la definen como los efectos mutuamente adversos de organismos (plantas) que utilizan un recurso en escasez. Ross y Lembi (2009) mencionan que es la lucha de dos o más plantas por los factores de crecimiento (luz, agua y nutrientes minerales) que se vuelven limitantes. Pero las malezas no solo compiten por estos factores, también lo hacen por el espacio físico, la competencia es por arriba y por abajo del suelo (Booth *et al.*, 2004).

El grado de competencia de las malezas con el cultivo se puede reducir en cierta medida por las prácticas culturales, basadas en el conocimiento de la biología y ecología de las malezas (Monaco *et al.*, 2002)

2.4 Periodo Crítico de Competencia

La competencia de la maleza afecta el desarrollo y rendimiento de los cultivos. La severidad de la competencia entre la maleza y los cultivos anuales, depende de las malezas presentes, densidad del cultivo y la maleza, época de emergencia de la maleza, sistema de siembra, condición de humedad, nivel de fertilidad del suelo y duración del período de competencia, entre otros (Radosevich *et al.*, 1997).

El período de competencia de las malezas con el cultivo es más crítico a principios del desarrollo vegetativo, por lo general reduce las cosechas mucho más que al

final de la producción. Aunque el crecimiento de malezas al final del ciclo no puede reducir los rendimientos en serio, muchas veces hace que la cosecha sea difícil y de baja calidad. A este tiempo se le conoce como período crítico de competencia (PCC) o periodo libre de malezas, requerido durante el ciclo del cultivo para obtener un óptimo rendimiento y se define éste para cada uno de los cultivos. El PCC es el periodo en el cual las malezas deben ser controladas (Monaco *et al.*, 2002). En este aspecto, se considera que las reducciones significativas o umbral económico ocurren cuando las pérdidas de rendimiento igualan al costo del control de la maleza. Con fines prácticos se ha considerado un 5 % de reducción de rendimiento como el umbral económico en la mayoría de los cultivos anuales (Ghosheh *et al.*, 1996).

Burrill *et al.* (1977) mencionan que conocer el PCC sirve para cuantificar la magnitud del efecto de las malezas dentro del desarrollo del cultivo, para poder justificar la necesidad de control y ayudar a la búsqueda de soluciones.

Para determinar el PCC de los cultivos existen dos tipos básicos de tratamientos:

- a) Los tratamientos se mantienen libres de malezas por tiempos determinados o etapas fenológicas y después se dejan crecer las malezas por el resto del ciclo del cultivo (Zimdahl, 2007).

- b) Los tratamientos se dejan enmalezados durante diferentes periodos después de la siembra, posteriormente se elimina la maleza hasta la cosecha (Burrill *et al.*, 1977).

Estos tipos de tratamientos pueden combinarse en un solo experimento o establecerse independientemente. En ambas series de tratamientos se debe incluir un testigo siempre enmalezado y otro siempre limpio (libre de malezas) durante todo el ciclo. Se pueden evaluar diferentes variables en función del tipo de cultivo y los objetivos que se persigan, por ejemplo: población y vigor del cultivo, población de malezas. El rendimiento y la calidad del cultivo, son los más importantes que deben determinarse (Burrill *et al.*, 1977).

Clarence *et al.* (2010) determinaron en grados días de desarrollo (GDD) el periodo crítico de competencia entre las malezas y cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en base a dos fechas de siembra, obteniendo como resultados que en siembras de finales de abril, el PCC se extiende a 930 GDD, mientras que siembras de mediados de mayo, el PCC se acorta de 414 a 444 GDD.

Castaños (2000) y Zimdahl (2007) mencionan que el cultivo de papa al menos debe mantenerse libre de malezas durante las 6 o 9 semanas iniciales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio experimental

El estudio se realizó en campo bajo condiciones de temporal, durante el periodo comprendido entre los meses de abril-agosto de 2011, en la comunidad de San José Cuyachapa, Municipio de Esperanza, Puebla, México. El área de estudio se localiza en las coordenadas geográficas 97° 18' 53" de latitud Norte, y 18° 51' 09" longitud Occidental (Figura 3).

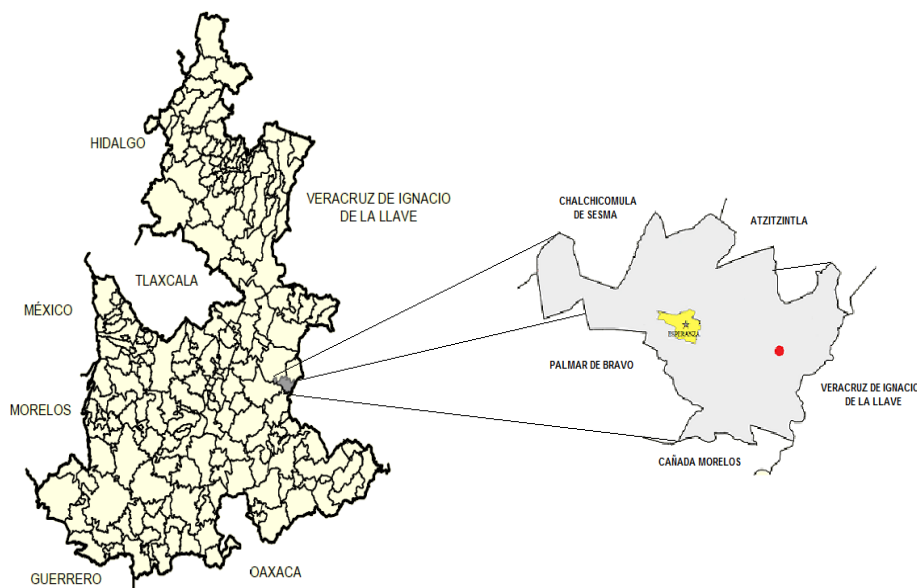


Figura 3. Ubicación del sitio experimental donde se realizó el estudio para determinar el PCC entre las malezas y el cultivo de papa.

3.2 Características climáticas

El clima predominante en el área de estudio corresponde a clima templado subhúmedo, con lluvias en verano. Se presenta una espesa neblina todo el año (INEGI, 2011).

3.3 Manejo agronómico del cultivo

3.3.1 Material biológico y siembra

Se sembraron tubérculos de papa de la variedad “Fiana”, que se caracteriza por ser de ciclo corto. Los tubérculos empleados para la siembra fueron uniformes en tamaño, en desarrollo de brotes y en sanidad. Borbón *et al.* (2007) calificaron a la variedad “Fiana” como de excelente calidad y rendimiento, (45.5 t ha^{-1}); además presenta tubérculos que tienen forma ovalada hacia el ápice, con un color de piel amarillo claro y una pulpa de color crema, y un tipo de piel rugosa y muy firme, yemas poco profundas y dispersas.

3.3.2 Fecha, método de siembra y densidad de población

La siembra se realizó el 20 de abril de 2011, en un terreno previamente preparado con barbecho y surcado realizado con tracción animal. Previo al barbecho se aplicó estiércol de gallinaza (500 kg t ha^{-1}) por lo que al momento de la siembra no se realizó fertilización. La semilla-tubérculo se distribuyó a 30 cm entre cada una y 80 cm entre surcos, obteniendo una densidad de población de $41,666 \text{ plantas ha}^{-1}$.

3.3.3 Control de plagas y enfermedades

Para la prevención y control de tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de By) se realizaron aplicaciones alternadas de Manzate® Súper que es una mezcla de cymoxanil (2-Ciano-N-[(etilamino)carbonil] -2-(metoxiimino)Acetamida), más mancozeb (Producto de coordinación del ión zinc y etilen bis ditiocarbamato de manganeso) y Ridomil Gold® Bravo SC (Metalaxil-M: (R)-2-[(2,6-dimetil-fenil)-

metoxiacetilamino]-ácido propiónico metil éster), en dosis de 3 kg ha⁻¹ y 3 L ha⁻¹, respectivamente.

Para controlar plagas de follaje se realizaron aplicaciones con el insecticida agrícola Arrivo[®] 200 CE Cipermetrina (Cipermetrina (±)-alfa-ciano-3-fenoxibencil (±)-cis, trans-3-(2,2-diclovinil) -2,2-dimetil ciclopropano carboxilato) a una dosis de 0.5 L ha⁻¹.

3.3.4 Deshierbes

La eliminación de malezas se hizo de forma manual con base en los tratamientos, posteriormente se realizó un aporque al cultivo. Las malezas fueron extraídas con todo y raíz a excepción de los últimos muestreos, donde sólo se eliminó la parte aérea para evitar daños a los tubérculos del cultivo.

3.3.5 Cosecha

Una vez que el cultivo alcanzó la etapa de maduración (ED V), se suspendieron todas las actividades de limpia y deshierbes, situación que se dio durante la tercera semana de agosto de 2011. Con el objeto de preparar y facilitar la cosecha, se llevó a cabo una limpia general del experimento tres días antes de realizarla. La toma de datos de las variables de rendimiento y la cosecha se efectuaron el 20 de agosto de 2011. La extracción de los tubérculos del suelo, se realizó a cabo de forma manual con ayuda de bieldos adaptados para dicha actividad.

3.4 Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos evaluados en el experimento se muestran en el Cuadro 5. Dichos tratamientos se alojaron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La unidad experimental quedó conformada por 8.64 m², área en la que se distribuyeron tres hileras de papa separadas a 0.8 m, con una longitud de 10.8 m.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados para determinar el PCC entre la maleza y el cultivo de papa. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

Número	Tratamiento	Abreviatura
1	Testigo siempre limpio	TSL
2	Testigo siempre enmalezado	TSE
3	Limpio desde emergencia hasta 20 días después	20 DLDE*
4	Limpio desde emergencia hasta 40 días después	40 DLDE
5	Limpio desde emergencia hasta 60 días después	60 DLDE
6	Limpio desde emergencia hasta 80 días después	80 DLDE
7	Limpio desde emergencia hasta 100 días después	100 DLDE
8	Enmalezado desde emergencia hasta 20 días después	20 DEDL**
9	Enmalezado desde emergencia hasta 40 días después	40 DEDL
10	Enmalezado desde emergencia hasta 60 días después	60 DEDL
11	Enmalezado desde emergencia hasta 80 días después	80 DEDL
12	Enmalezado desde emergencia hasta 80 días después	100 DEDL

* Días limpio, después enmalezado.

** Días enmalezado, después limpio.

3.5 Variables respuesta y evaluaciones

Las variables respuesta medidas fueron:

Número de plantas cosechadas. De cada unidad experimental de los tratamientos, se contó el número de plantas que se cosechó.

Rendimiento total. En cada tratamiento el rendimiento total se obtuvo por la suma del rendimiento comercial y el rendimiento no comercial. En el rendimiento comercial se consideraron tubérculos de consistencia firme, exentos de pudriciones o deterioro, sin brotes germinativos ni deformaciones. En contraparte los tubérculos que no se consideraron dentro del rendimiento comercial, se agruparon en el rendimiento no comercial. Debido a que el número de plantas no fue homogéneo para cada una de las unidades experimentales, se realizó un análisis por covariable, tomando como covariable a la variable número de plantas cosechadas, ya que ésta influye de manera lógica sobre los resultados del experimento pues si se tiene un mayor número de plantas en una unidad experimental se tiene un mayor rendimiento.

Ingreso bruto. El ingreso bruto obtenido en pesos por hectárea, se determinó multiplicando los valores de rendimiento comercial por el precio de venta, reportado para el mes de agosto de 2011, por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). Debido a que el número de plantas no fue homogéneo para cada una de las unidades experimentales, se realizó un análisis por covariable, tomando como covariable a la variable número de plantas

cosechadas, ya que ésta influye de manera lógica sobre los resultados del experimento pues si se tiene un mayor número de plantas en una unidad experimental se tiene un mayor rendimiento.

Densidad y peso seco de malezas. El número de malezas y su peso seco, se determinó cada 20 días, al momento de deshierbar por primera vez los tratamientos que se mantuvieron enmalezados desde la emergencia; cada muestreo se realizó en toda el área de la unidad experimental. Posteriormente se separaron en grupos de acuerdo con sus características botánicas. Una vez separadas se colocaron a 90° C durante 24 horas en una estufa de secado modelo POM-326-F del laboratorio de Fenología Agrícola del Departamento de Fitotecnia en la Universidad Autónoma Chapingo. Para la determinación precisa de la especie nociva, se apoyó con literatura especializada (Espinosa-García y Sarukhán, 1997), además de la asesoría personal de la Dra. Heike Vibrans Lindemann, Profesora Investigadora del Área de Botánica, del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas en Montecillo, Estado de México.

3.6 Análisis de datos

El análisis de las variables respuesta se realizó mediante el programa estadístico SAS[®] versión 9.0. Así mismo se efectuó pruebas de comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$), para la variable número de plantas.

Debido a que el número de plantas no fue homogéneo para cada una de las unidades experimentales, se realizó un análisis por covariable, con las variables

de rendimiento total, comercial, no comercial e ingreso bruto, tomando como covariable a la variable número de plantas cosechadas, ya que ésta influye de manera lógica sobre los resultados del experimento pues si se tiene un mayor número de plantas en una unidad experimental se tiene un mayor rendimiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Malezas asociadas al cultivo de papa

Las malezas que se presentaron de forma constante durante el ciclo del cultivo fueron *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers., *Bidens ballsii* Sherff., *Raphanus raphanistrum* L. y *Sicyos deppei* G. Don. Otras especies como *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch, *Polygonum nepalense* Meisn y *Zea mays* L., se presentaron en densidades bajas y con distribución localizada, los nombres locales de estas especies aparecen en el Cuadro 6 (Espinosa y Sarukhán, 1997; Vibrans, 2009, Vibrans comunicación personal 2012).

Cuadro 6. Malezas asociadas al cultivo de papa durante todo el ciclo. Esperanza, Puebla, Méx.2011.

Familia botánica	Nombre científico	Nombre local	Ciclo de vida
Asteraceae	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers	Acahuale	Anual
Asteraceae	<i>Bidens ballsii</i> Sherff	Mozoquelite	Anual
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L	Nabo	Anual
Cucurbitaceae	<i>Sicyos deppei</i> G. Don	Enredadillo	Anual
Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i> (L.)	Nabo amarillo	Anual
Polygonaceae	<i>Polygonum nepalense</i> Meisn*	—	Anual
Poaceae	<i>Zea mays</i> L	Maíz	Anual

*Determinación realizada por la Dra Vibrans, 2012.

Se reporta por primera vez la presencia de *Polygonum nepalense* Meisn para la región donde se realizó el estudio, ya que únicamente se tenía reportada para el Estado de México (Vibrans y Hanan, 2008).

4.1.1 Descripción de malezas asociadas al cultivo de papa

4.1.1.1 *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers



Figura 4. *S. amplexicaulis* (Cav.) Pers. A la izquierda una población joven con solo follaje y a la derecha una inflorescencia. Esperanza, Puebla, 2011.

Origen: México. Se distribuye entre México y Guatemala (Vibrans, 2009).

Distribución en México: Se reporta su presencia en las entidades de Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos,

Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Descripción (Rzedowski y Rzedowski, 2001):

- **Ciclo y forma de vida:** anual, erecta o ramificada.
- **Tamaño:** De 10 cm hasta 2.5 m.
- **Tallo:** A veces purpúreo, glanduloso-pubescente o híspido con pelos de hasta 3 mm de largo.
- **Hojas:** Inferiores opuestas, las superiores alternas. Ovadas, deltoides y lanceoladas en el mismo individuo, frecuentemente trilobadas de cierto nivel para arriba.
- **Inflorescencia:** Cabezuelas generalmente agrupadas en panículas bracteadas, sobre pedúnculos de hasta 12 cm de largo, con pubescencia análoga a la del tallo.
- **Flores liguladas:** de 8 a 12, amarillas a anaranjadas, sus láminas de 9 a 20 mm de largo, de elípticas a obovadas.
- **Flores del disco:** de 30 a 60, sus corolas amarillas, de 5 a 6 mm de largo, pubérulas al menos en el tubo.
- **Frutos y semillas:** Aquenios.

4.1.1.2 *Bidens ballsii* Sherff.



Figura 5. *B. ballsii* Sherff. En la izquierda una inflorescencia y a la derecha una planta joven. Esperanza, Puebla, 2011.

Área de origen: Región oriente de. México (Vibrans, 2009).

.

Distribución en México: Se ha registrado en Hidalgo, Puebla y Veracruz (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Descripción (Rzedowski y Rzedowski, 2001):

- **Ciclo y forma de vida:** Planta anual de vida corta, erecta.
- **Tamaño:** De hasta 1 m de alto.
- **Tallo:** Estriado, a veces con pelillos hacia la parte superior.

- **Hojas:** Opuestas o las superiores a veces alternas, de hasta 6 cm de largo, divididas en 3 a 7 segmentos que a su vez pueden estar divididos o simplemente con su margen aserrado, de color verde oscuro en la cara superior y más pálido en la cara inferior, con pelillos recostados sobre la superficie de ambas caras.
- **Inflorescencia:** Numerosas cabezuelas agrupadas sobre pedúnculos hasta de 8 cm de largo, ubicadas en las ramas superiores.
- **Flores:** Flores liguladas 5 a 8, estériles, ubicadas en la periferia de la cabezuela, la corola es un tubo corto en la base y a manera de cinta en la mayor parte de su longitud, semejando un pétalo de una flor sencilla, su forma es obovada, de color amarillo y de 0.7 a 1.4 cm de largo. Flores del disco 30 a 50, hermafroditas, ubicadas en la parte central; la corola es un tubo que hacia el ápice se ensancha (“garganta”) y se divide en 5 lóbulos, de color amarillo y de 3 a 4 mm de largo; los estambres alternos con los lóbulos de la corola, sus filamentos libres e insertos sobre el tubo de la corola, las anteras oscuras y soldadas entre sí formando un tubo alrededor del estilo; el ovario ínfero. En ambos tipos de flor el cáliz es ausente.
- **Frutos y semillas:** El fruto es seco y no se abre (indehiscente), contiene una sola semilla, se le conoce como aquenio (o cipsela).

4.1.1.3 *Raphanus raphanistrum* L.



Figura 6. *R. raphanistrum* L. a. plantas con flor. b. frutos. Esperanza, Puebla, 2011.

Área de origen: Probablemente el Mediterráneo. Hoy se encuentra en toda Europa, excepto el ártico, en el Norte de África y en el Cercano Oriente (Vibrans, 2009).

Distribución secundaria: Reportado como maleza en 45 cultivos en 65 países, en regiones templadas de las Américas, del Sur de África, de Japón y Australia (Vibrans, 2009).

Distribución en México: Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Descripción (Rzedowski y Rzedowski, 2001):

- **Hábito y forma de vida:** Hierba anual erecta, ramificada, algo pubescente.
- **Tamaño:** Hasta 1 m.
- **Tallo:** Cilíndrico, algunas veces acostillado, glauco o con indumento estrigoso, pelos divergentes o reflejos.
- **Hojas:** Basales profundamente lirado-pinnatífidas o en ocasiones elíptica; las superiores pequeñas, elípticas a lanceoladas, dentadas a casi lisas, ápice agudo a redondeado, base atenuada, ambos tipos de hojas pueden ser glabras o presentar indumento estrigoso.
- **Inflorescencia:** Un racimo.
- **Flores:** De 2 a 3 cm de longitud, incluyendo el pedículo, que puede ser igual o más largo que los sépalos. Sépalos angostos, verdes, de cerca de 10 mm de largo. Pétalos de color blanco, amarillentos o cremosos, a veces con venación morada oscura, de 15 a 20 mm de largo.
- **Frutos y semillas:** Fruto una silícula cilíndrica; el fruto termina en un pico evidente, delgado, cilíndrico, sin semillas, a veces formando una buena parte del total del largo del fruto, con costillas a todo lo largo y estrechamientos entre semillas (ambas características más visibles en

ejemplares secos). Semillas de 4 a 12 por fruto, globulares, ovoides, de 2 a 3 mm de largo, color rojizo, café rojizas a café naranja.

- **Características especiales:** Olor a rábano al estrujarse.

4.1.1.4 *Sicyos deppei* G.



Figura 7. *S. deppei* G. A la izquierda una poblacion y a la derecha una inflorescencia. Esperanza, Puebla, 2011.

Área de origen: México (Vibrans, 2009).

Distribución en México: Se ha registrado en Aguascalientes, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Descripción (Rzedowski y Rzedowski, 2001):

- **Ciclo y forma de vida:** Planta anual y trepadora.
- **Tamaño:** De varios metros de largo.
- **Tallo:** Ramificado, con rayas longitudinales, sin pelos o muy escasos; zarcillos 3 a 4-fidos, con pocos pelos.
- **Hojas:** Con pecíolos de 1 a 9 cm de largo, con pelos largos y erectos, limbo ovado, lóbulo terminal triangular-oblongo, ápice acuminado, márgenes serrulados, base en forma de corazón.
- **Inflorescencia:** La masculina (solo anteras, pero fusionadas), la femenina (solo estigma) dispuesta en glomérulos.
- **Flores:** Las masculinas con pedicelos de 5 a 12 mm de largo, corola amarillo-verdosa, de 3 a 6 mm de largo y de 3 a 6 (12) mm de diámetro; flores femeninas (foto 3) en número de 5 a 15.
- **Frutos y semillas:** Fruto triangular-ovoide. Semillas dispersadas en frutos de una sola semilla que no se abren, de 6 a 9.5 mm de largo y 4 a 7 mm de ancho, comprimidos, superficie verrucosa, con espinas y pelos, color del fruto verde oscuro, café, café amarillento o negruzco.

4.1.1.5 *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch



Figura 8. *B. nigra* (L.) W. D. J. Koch. A la izquierda una población creciendo asociada con *R. raphanistrum* y a la derecha una inflorescencia. Esperanza, Puebla, 2011.

Área de origen: Eurasia (Vibrans, 2009).

Distribución secundaria: En América ampliamente distribuida en E.U.A., especialmente California, y las regiones templadas de México y Centroamérica (Vibrans, 2009).

Distribución en México: Baja California Norte, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Descripción (Vibrans, 2009):

- **Hábito y forma de vida:** Hierba anual o bianual, hispida por lo menos en la base, color verde intenso.
- **Tamaño:** Hasta 1.50 m.
- **Tallo:** Erecto, ramificado.
- **Hojas:** Inferiores pecioladas, lobadas a lirado-pinnatífidas, con el margen dentado, hojas superiores parecidas, pero más sencillas y pequeñas, sésiles a casi sésiles, pero no auriculadas.
- **Inflorescencia:** Un racimo.
- **Flores:** Pétalos amarillos, 7-9 mm, a veces hasta 11 mm, con una uña delgada.
- **Frutos y semillas:** Pedicelos erectos, 2-5 mm de largo; silículas ascendentes y adpresas al eje, algo tetrángulares, 1-2 cm de largo. Semillas 2 mm en diámetro, con pequeños orificios (alveolado).

4.1.1.6 *Polygonum nepalense* Meisn

Vibrans y Hanan (2008) señalan que *P. nepalense* se puede distinguir de las demás especies de *Polygonum* de México por sus hojas anchas y sus flores agrupadas enseudocorimbos densos, semejando cabezuelas casi esféricas que llevan en la base una hoja involucral grande. El principal peligro de esta, consiste en que la especie llegue a sembradíos de menor altura y más intensivos que el del maíz. Tiene potencial para causar graves daños a tales cultivos por competencia y posiblemente requiera de modificaciones en los métodos de combate. Es difícil de

exterminar porque forma semillas rápidamente. Además, dado que la especie se encuentra cuarentenada en varios países, entre ellos en Australia, puede afectar las exportaciones, tanto de plantas ornamentales, como de granos.

En los muestreos de malezas realizados, *P. nepalense* se reporta su presencia en bajas densidades y con distribución localizada, debido a que es una maleza que se establece más tardíamente que las malezas comunes y su abundancia aumenta cuando se eliminan las malezas de mayor tamaño. En la Figura 9 se observa una población de *P. nepalense* creciendo a orillas del cultivo, mientras en la Figura 10 ésta misma especie se localiza dentro del cultivo, días después de eliminar las malezas reportadas como más abundantes en esta investigación. Según la versión de los productores, *P. nepalense* también se presenta en el cultivo de maíz y su control es difícil, pues con los herbicidas se eliminan malezas comunes y ésta especie prolifera más, al haber ausencia de competencia con otras especies nocivas.



Figura 9. Población de *P. nepalense* Meisn a orillas del cultivo de papa. Esperanza, Puebla, 2011.



Figura 10. Población de plántulas de *P. nepalense* asociada al cultivo de papa. Esperanza, Puebla, 2011.

4.1.2 Densidad y peso seco de las malezas

Las especies más abundantes de la comunidad de malezas presentes fueron *Bidens ballsii* Sherff y *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers. (Figura 11 y 12). Estas especies son de porte más alto, a lo que se atribuye que hayan inhibido la presencia de las especies de menor altura.

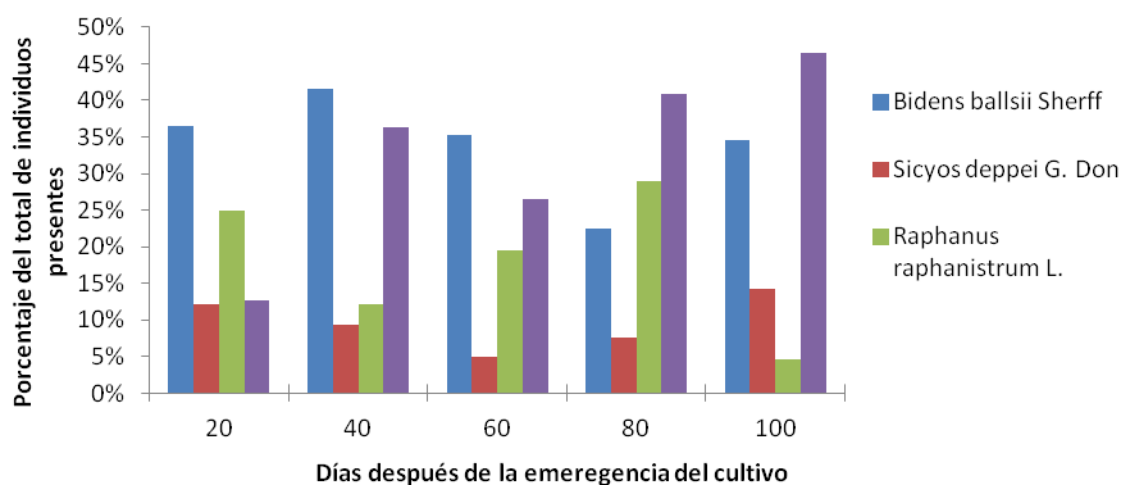


Figura 11. Malezas presentes durante todo el ciclo en el cultivo de papa. Esperanza, Puebla, 2011.



Figura 12. Malezas asociadas al cultivo de papa, testigo siempre enmalezado.
Esperanza, Puebla, 2011.

Los datos en cuanto al peso seco de las malezas son correspondientes a los de densidad, pues de igual forma las especies que tuvieron mayor peso seco por metro cuadrado fueron *Bidens ballsii* Sherff y *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers. (Figura 13). También se observó que al inicio del ciclo fué menor la cantidad de peso seco, pues las malezas estaban en etapas tempranas de su desarrollo.

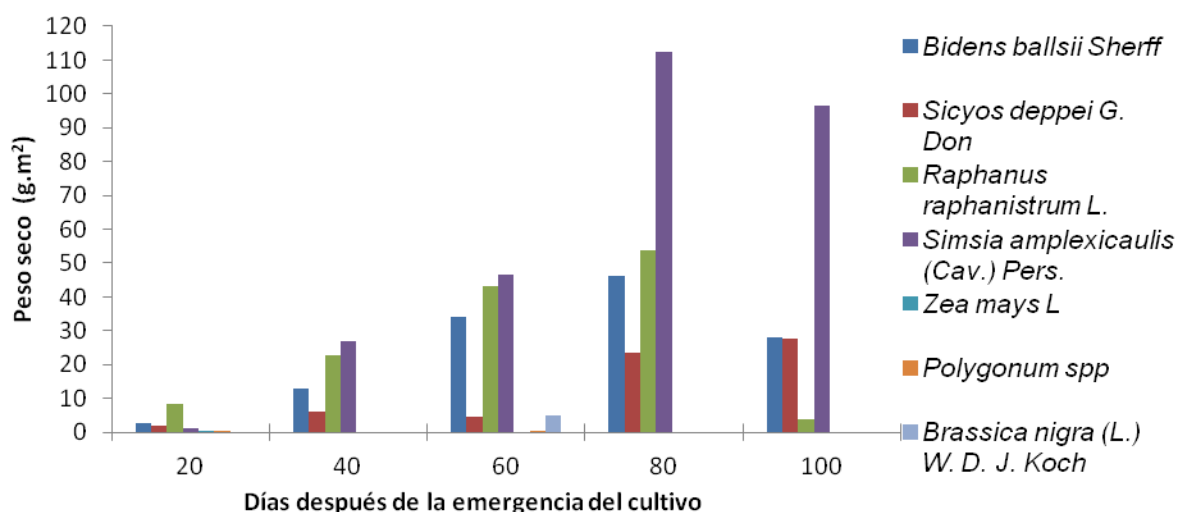


Figura 13. Peso seco de malezas durante el ciclo del cultivo de la papa.
Esperanza, Puebla, 2011.

En cuanto al número de individuos las especies *B. ballsii* Sherff y *S. amplexicaulis* (Cav.) Pers. fueron parecidos, pero en peso seco mostraron diferencias dado que *S. amplexicaulis* (Cav.) Pers. produjo mayor de peso seco.

4.2 Número de plantas cosechadas

El número de plantas cosechadas en cada tratamiento muestra diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre sí (Anexo 1). Con respecto a la prueba de comparación de medias (Cuadro 7), se observa que el tratamiento 12 fué estadísticamente diferente a los tratamientos 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 10; pero similar al TSE y a los tratamientos 6 y 11.

Cuadro 7. Comparación de medias para el número de plantas cosechadas por tratamiento en el cultivo de papa 2011.

Núm. de tratamiento	Tratamientos	Media	Tukey
1	TSL	34.00	a
2	TSE	29.66	a b
3	20DLDE	34.00	a
4	40 DLDE	34.00	a
5	60 DLDE	34.00	a
6	80 DLDE	32.00	a b
7	100 DLDE	34.33	a
8	20DEDL	34.66	a
9	40 DEDL	33.00	a
10	60 DEDL	34.66	a
11	80 DEDL	32.00	a b
12	100 DEDL	27.00	b

^t Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales, de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

El tratamiento 6 es estadísticamente similar al TSE, esto se atribuye a que el exceso de remoción del suelo producto las labores de limpieza, afectaron el desarrollo del cultivo y la muerte de algunas plantas, incidiendo directamente el rendimiento.

En los tratamientos que permanecieron más tiempo enmalezados el número de plantas cosechadas fue menor, esto se atribuye a la severa competencia que ejercen las malezas sobre el cultivo.

4.3 Rendimiento

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en las variables de rendimiento total y comercial de los diferentes tratamientos (Anexo 2). Para la variable del rendimiento no comercial, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Anexo 2).

Con base en los rendimientos obtenidos, el Cuadro 8 muestra el comportamiento de los tratamientos evaluados, los cuales indican que el rendimiento obtenido por el testigo siempre limpio (TSL), fue mayor al obtenido por el testigo siempre enmalezado (TSE). Como era lógico esperar, ya que la competencia de las malezas con el cultivo causó una reducción de 64 % y 59 % del rendimiento total y el comercial, respectivamente, en comparación con el testigo siempre limpio. Los resultados obtenidos en este estudio, difieren significativamente de los citados por Wall y Friesen (1990), quienes determinaron la competencia del cultivo de papa con la especie *Setaria viridis*; ellos reportan una disminución del rendimiento total y comercial del 19 y 29 %, respectivamente. Sin embargo, se puede observar que los resultados coinciden con lo descrito por Radosevich *et al.* (1997) pues ellos mencionan que las asociaciones del cultivo con malezas causan una disminución del rendimiento. De esta forma ellos señalan que el grado de

competencia está influido por la especie de maleza, la densidad, cultivo y periodo de competencia, entre otros factores.

Cuadro 8. Comparación de medias ajustadas para el rendimiento total y comercial. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

Núm. de tratamiento	Tratamientos	Rendimiento (t ha ⁻¹)	
		Total	Comercial
1	TSL	10.64 a b	7.59 a b
2	TSE	3.86 c d	3.11 b c
3	20DLDE	9.14 a b c	6.92 a b
4	40 DLDE	10.03 a b	7.47 a b
5	60 DLDE	10.72 a b	8.54 a ^t
6	80 DLDE	8.93 a b c	6.37 a b c
7	100 DLDE	11.50 a ^t	9.19 a
8	20DEDL	11.08 a b	7.37 a b
9	40 DEDL	7.42 a b c	4.91 a b c
10	60 DEDL	6.68 a b c	3.97 a b c
11	80 DEDL	3.63 d	2.75 c
12	100 DEDL	4.33 b c d	3.72 a b c

^tValores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales, de acuerdo con la prueba de LSMEAN ($P \leq 0.05$)

Los tratamientos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 no muestran diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) con respecto al TSL; sin embargo, en los tratamientos 3, 6, 9, y 10 el rendimiento total disminuye, en éstos tratamientos con excepción del 6, se atribuye a la susceptibilidad del cultivo a la competencia con las malezas durante las primeras etapas y para el caso del tratamiento 6 se explica desde el punto de vista de que el exceso de remoción del suelo producto de las labores de limpieza, afectaron el desarrollo del cultivo y a su vez el rendimiento (Figura 14). Situación similar ocurrió al comparar el TSL con respecto al tratamiento 7, que aunque estadísticamente no muestran diferencias, muestra una ligera disminución

en el rendimiento total, que es aun más marcada en el rendimiento comercial (Figura 15 y 16). Además la cosecha se realizó a los 102 días después de la emergencia del cultivo, por lo que el tratamiento 7 es igual al TSL y el tratamiento 12 es igual al TSE.



Figura 14. Parcelas experimentales con diferentes fechas de enmalezado Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

Con los datos de rendimiento total y comercial del Cuadro 8 representados gráficamente (Figura 15 y 16), se determinó el PCC en el cultivo de papa, el cual indica que el cultivo debe mantenerse sin malezas de los 20 a los 40 DDE, para evitar pérdidas significativas en el rendimiento total. También se muestra (Figuras 15 y 16) que el cultivo tolera la competencia con las malezas los primeros 20 DDE, pero si la maleza permanece con el cultivo por más tiempo tanto el rendimiento total como el comercial se ven disminuidos significativamente. Este periodo

coincide con etapa de desarrollo fenológico ED II y parte de la ED III, las cuales comprenden desde el inicio de formación de estolones hasta el inicio de crecimiento de tubérculos, incluyendo la tuberización (Mora, 1999). Es en este lapso de tiempo, en el que la planta define su potencial de rendimiento, pues posteriormente sólo será el crecimiento de tubérculos y es cuando la planta es demandante de más factores de crecimiento.

Los resultados difieren con lo señalado pues el cultivo es capaz de tolerar la competencia con la malezas los primeros 20 días, sin embargo Castaños (2000) y Zimdahl (2007) mencionan que el cultivo de papa mínimo debe mantenerse libre de malezas durante las 6 o 9 semanas iniciales.

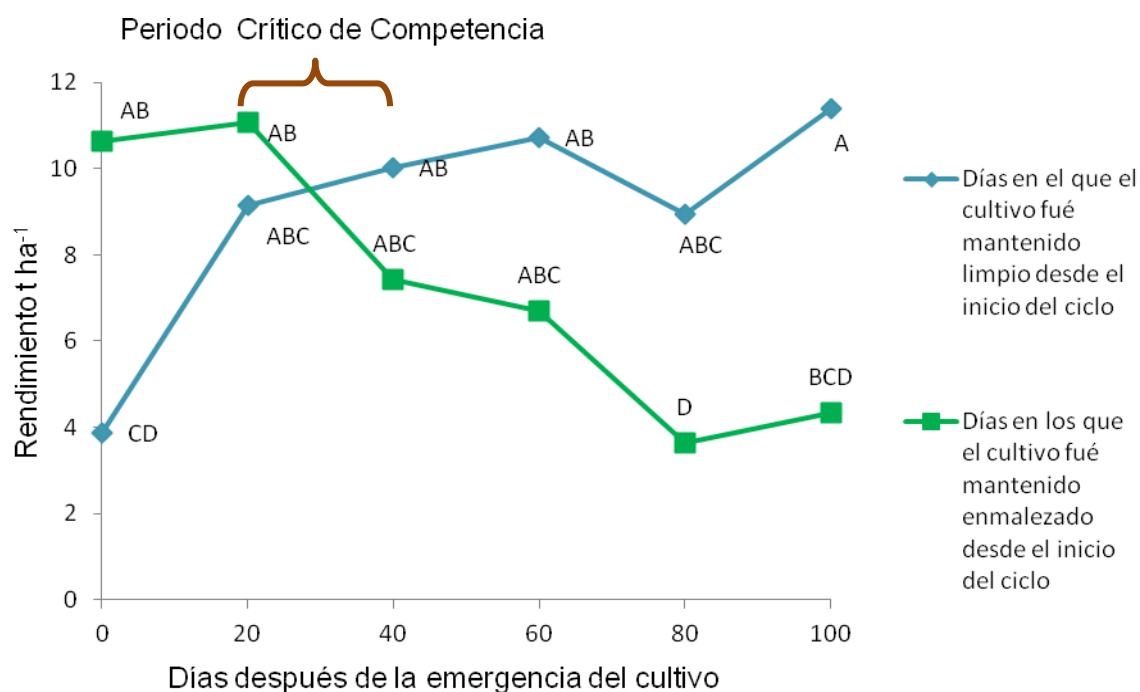


Figura 15. Rendimiento total del cultivo de papa con diferentes duraciones de enmalezado. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

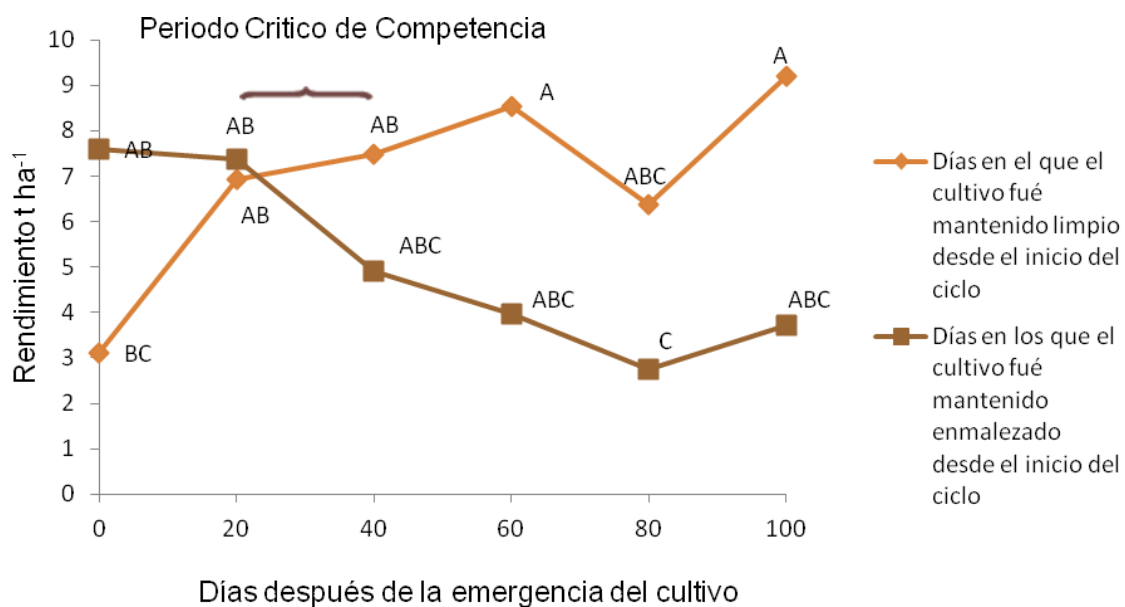


Figura 16. Rendimiento comercial del cultivo de papa con diferentes duraciones de enmalezado. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

Los resultados obtenidos en este estudio también muestran que los menores rendimientos total y comercial los presentaron los tratamientos: TSE y los que permanecieron enmalezados 80 y 100 días después de la emergencia del cultivo (Cuadro 8 y Figuras 15 y 16).

4.2 Ingreso bruto

El ingreso bruto obtenido expresado en pesos de cada tratamiento muestra diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) (Anexo 1). Con respecto a la prueba de comparación de medias (Cuadro 9), de igual forma que para las variables de rendimiento, se observa que el ingreso bruto obtenido del testigo siempre limpio (TSL) fue mayor que el obtenido para el testigo siempre enmalezado (TSE), como era de esperar, pues la competencia con las malezas causó una reducción del 59 % en el rendimiento comercial obtenido, afectando directamente el ingreso bruto.

Los tratamientos 10, 11 y 12 fueron estadísticamente iguales al testigo siempre enmalezado, y es a partir de los 60 días donde la competencia del cultivo con la maleza empieza a reducir significativamente.

Cuadro 9. Comparación de medias ajustadas para el ingreso bruto obtenido de cada tratamiento en el cultivo de papa. 2011.

Núm. de tratamiento	Tratamientos	Ingreso Bruto (\$ ha ⁻¹)	LSMEAN
1	TSL	64572.53	a
2	TSE	26424.45	b c
3	20DLDE	58800.93	a b
4	40 DLDE	63457.56	a b
5	60 DLDE	72574.08	a
6	80 DLDE	54172.66	a b c
7	100 DLDE	78149.66	a
8	20DEDL	62704.80	a b
9	40 DEDL	41713.45	a b c
10	60 DEDL	33813.98	a b c
11	80 DEDL	23347.04	c
12	100 DEDL	31632.67	a b c

^t Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de LSMEAN ($P \leq 0.05$)

Con los datos del ingreso bruto del Cuadro 8, representados gráficamente (Figura 17), se determinó que el periodo crítico de competencia del cultivo con las malezas, es de los 20 a 40 días después de la emergencia del cultivo, coincidiendo con el periodo determinado en base al rendimiento total y comercial del cultivo, descritos anteriormente. El tratamiento 3 fué estadísticamente igual al TSL, pero en la Figura 12 se observa, que es en este punto donde empieza a reducirse, tanto que al compararlo con el TSE estadísticamente tampoco existen diferencias.

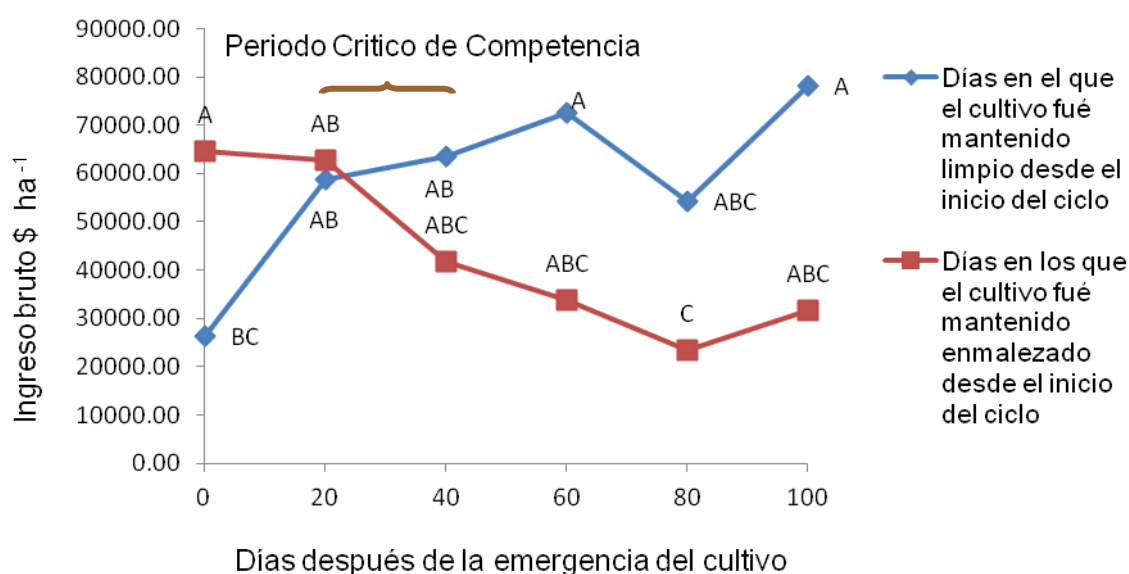


Figura 17. Ingreso bruto obtenido del cultivo de papa con diferentes duraciones de enmalezado. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

Según Monaco *et al.* (2002) al conocer la biología y ecología de las malezas se pueden implementar prácticas culturales que disminuyan el grado de competencia de las malezas con el cultivo, por lo tanto como en ambos casos el periodo crítico de competencia quedó definido entre los 20 y 60 días después de la emergencia,

es en este lapso de tiempo en donde el control de malezas debe ser más riguroso, para evitar lo que sucede en muchas ocasiones, tal como lo señalan Rosales-Robles *et al.* (2002), pues debido a que el efecto nocivo de las malezas no es evidente al inicio del desarrollo del cultivo, no se le da importancia y su control se lleva a cabo cuando el cultivo ya ha sido afectado.

4.4 Calidad de los tubérculos de papa cosechados

Los tubérculos cosechados incluidos en el rendimiento comercial fueron de diferentes tamaños y pesos, siendo el peso fresco más alto de 265.77 g para el tubérculo más grande (Figura 18 y Cuadro 10).

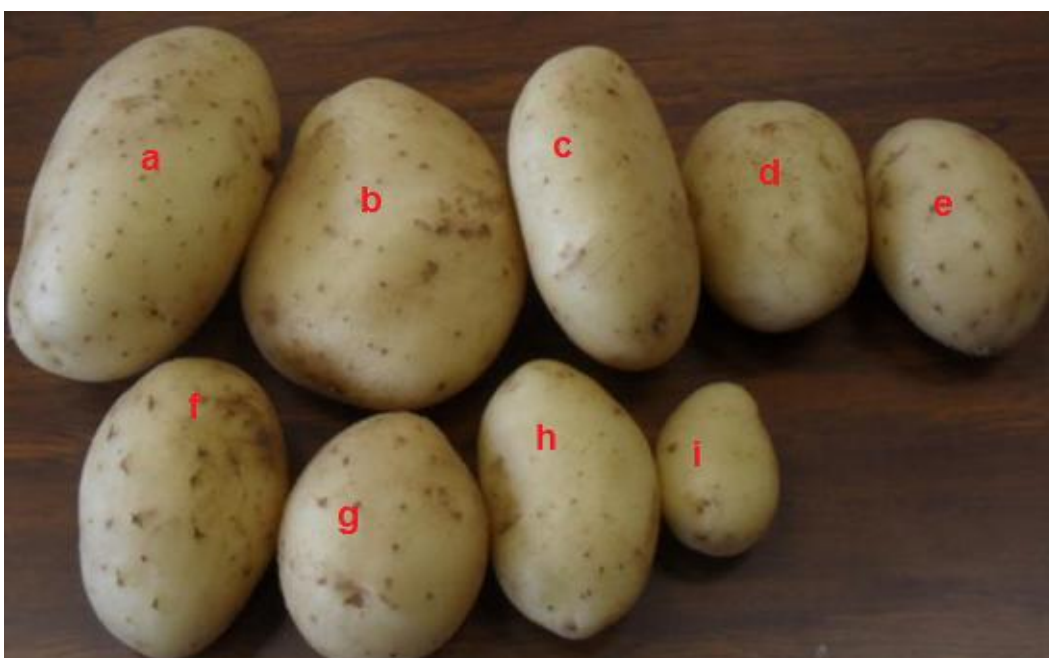


Figura 18. Tubérculos de papa cosechados. Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

Cuadro 9. Peso fresco y seco de los tubérculos de papa cosechados 2011.

Tubérculo	Peso (g)		% de materia seca
	Fresco	Seco	
A	265.77	43.28	16.28
B	196.47	35.05	17.84
C	141.01	20.55	14.57
D	91.00	11.27	12.38
E	82.68	13.40	16.21
F	76.01	11.25	14.80
G	65.44	8.66	13.23
H	53.20	6.89	12.95
I	18.77	2.90	15.45

El peso de seco de cada tubérculo fué menos del 50 % de su peso en fresco.

Entre los tubérculos de papa cosechados también hubo algunos con deformaciones “muñecos” (Figura 19), los cuales fueron considerados en el rendimiento no comercial.



Figura 19. Tubérculo malformado de papa nombrado "muñeco". Esperanza, Puebla, Méx. 2011.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Las principales especies nocivas que se presentaron en el área de estudio, en mayor densidad fueron achuale (*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.), mozoquelite (*Bidens ballsii* Sherff.), nabo (*Raphanus raphanistrum* L.) y chayotillo (*Sicyos deppei* G. Don.).
- ✓ Las especies nocivas que se presentaron en densidades bajas y con distribución localizada en el área de estudio fueron nabo amarillo (*Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch), *Polygonum nepalense* Meisn y *Zea mays* L.
- ✓ Se reporta por primera vez para el municipio de Esperanza, Puebla específicamente para la localidad de San José Cuyachapa, la presencia de *Polygonum nepalense* Meisn, una especie invasora de alta peligrosidad en los cultivos de la región; sobre la cual se deben de tomar medidas de prevención y manejo, para evitar su dispersión.
- ✓ El Periodo Crítico de Competencia entre las malezas y el cultivo de papa comprende desde los 20 hasta los 40 días después de la emergencia del cultivo, por lo que las acciones de manejo de éstas se deben de realizar en este lapso de tiempo.

VI. LITERATURA CITADA

- Almeyda L. I. H., J. A. Sánchez S y F. Delgadillo S. 2007. Insectos vectores relacionados con los fitoplasmas agentes causales de la punta morada de la papa en los estados de Coahuila y Nuevo León. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental General Terán. Folleto Científico Núm. 2. General Terán, Nuevo León, México. 26 p.
- Americanos, P. G. 1996. Manejo de malezas en raíces y tubérculos. *In*: Manejo de malezas para países en desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120) [En línea]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/> (revisado el 25 de agosto de 2011).
- Arnold, R. N., M. W. Murray, E. J. Gregory, and D. Smeal. 1997. Weed control in field potatoes. Agricultural Experiment Station. Research Report 723. College of Agriculture and Home Economics. University New Mexico State. USA. 6 p.
- Biarnes, A., J. P. Colin, R. García M. y M. De Jesús Santiago C. 1995. Agronomía de la papa en México. ORSTOM, México. Pp. 19-33.
- Booth, B. D., S. D. Murphy, and C. J. Swanton. 2003. Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems. CABI Publishing. Cambrige, USA. Pp. 1-13.
- Borbón S., J. T., Valenzuela V. J. M., Ramirez A. J. A., Sanchez S. E. y A. Rivera P. 2007. Estudio de variedades comerciales de papa en el sur de Sonora. *In*: Memoria del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14- 17 de agosto de 2007. Zacatecas, Zac., México. 181 p.
- Burril, L. Cardenas, J. and E. Locatelli. 1976. Manual de campo para la investigación en control de malezas. International Plant Protection Center. Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. 64 p.

- Castaños M., C. 2000. Horticultura. Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 204-207.
- Clarence, J. S., J. O'Sullivan and D. E. Robinson. 2010. The Critical Weed-Free Period in Carrot. *Weed Science* 58: 229-233.
- Espinosa G., F. J. y J. Sarukhán. 1997. Manual de Malezas del Valle de México. 1ª. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 407 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995. La papa en la década de 1990. Situación y perspectivas de la economía de la papa a nivel mundial. CIP-FAO. Roma. 4 p.
- FAOSTAT. 2012. FAO Dirección de Estadística Consulta de producción y comercio internacional de Papa. [En línea]. Disponible en <http://apps.fao.org/faostat> (revisado el 31 de enero de 2012).
- Figuerola, L. P., A. Moreno B., J. M. Valenzuela V., L. M. Tamayo E. y I. Armenta C. 2007. Etiología, epidemiología y manejo de enfermedades virales en papa y chile en el sur de sonora. [En línea]. Disponible en <http://www.aphym.com/res/Titulo6.pdf> (revisado el 28 de enero de 2012).
- Ghosheh, H. Z., D. L. Holshouser, and J. M. Chandler. 1996. The critical period of johnson grass (*Sorghum halepense*) control in field corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 44: 944-947.
- INEGI. 2011. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Esperanza, Puebla Clave geoestadística 21063 2009. [En línea]. Disponible en <http://www.inegi.org.mx> (revisado el 4 de octubre de 2011).

- Monaco, J. T., S. C. Weller, and M. F. Ashton. 2002. Weed Science: Principles and Practices. 4a. ed. John Wiley & Sons. New York, USA. Pp. 13-19.
- Mora, A. R. 1999. Fenología de la papa. Revista Agronegocios en México 36: 3-6.
- Pérez M. L., R. Ramírez M. 2003. Control químico de maleza en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* L., en la región de Irapuato, Gto. México. Acta Universitaria 13(002): 33-38.
- Radosevich, S., J. Holt, and C. Ghera. 1997. Weed Ecology: Implications for Management. 2a. ed. John Wiley & Sons, Inc. 589 p.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 p.
- Rosales-Robles, E., J. Salinas-García, R. Sánchez-de-la-Cruz, L. A. Rodríguez-del-Bosque, and V. Esqueda-Esquivel. 2002. Interference and control of wild sunflower (*Helianthus annuus* L.) in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in northeastern Mexico. Cereal Research Communications 30:439-446.
- Ross, M. A., and C. A. Lembi. 2009. Applied Weed Science: Including the Ecology and Management of Invasive Plants. 3a ed. Prentice-Hall. New Jersey. Pp. 1-34.
- SIAP. 2011. Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA). [En línea]. Disponible en <http://siap.gob.mx> (revisado el 31 de agosto de 2011).
- SIAP. 2012 Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA). Monografía de la papa. [En línea]. Disponible en

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=427 (revisado el 31 de enero de 2012).

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de Malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 448 p.

Vibrans, L. H. y Hanan A., A. M. 2008. Notas sobre neófitas 4. *Polygonum nepalense* (Polygonaceae), una planta invasora nueva para México. Acta Botánica Mexicana. 82: 1-6.

Vibrans H. 2009. Malezas de México. *In*: CONABIO, 2011. Catalogo de Malezas de México. [En línea]. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx> (revisado el 30 de agosto de 2011).

Wall, D. A. and G. H. Friesen. 1990. Effect of duration of green foxtail (*Setaria viridis*) competition on potato (*Solanum tuberosum*) yield. Weed Technology 4: 539-542.

Zimdahl, R.L. 2007. Fundamentals of Weed Science. 3a ed. Academic Press, San Diego, California. Pp. 45-57.

VII. ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza para el número de plantas cosechadas del cultivo de papa. 2011.

FUENTE	GL	SC	CM	Fcal	Pr>F
Tratamientos	11	179.5556	16.3232	4.69	0.0010**
Bloques	2	74.0555	37.0277	10.63	0.0006
Error	22	76.6111	3.4823		
Total	35	330.2222			

**Si $(Pr < F) < \alpha$, existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en este caso $\alpha = 0.05$.

Anexo 2. Cuadrados medios de las variables del rendimiento de papa. 2011.

Fuente	GL	Rendimiento total	Rendimiento comercial	Rendimiento no comercial	Ingreso bruto
Tratamientos	11	15.4929368**	10.5203448**	1.45340697 ns	75988416**
Bloques	2	5.0663317*	2.5502594*	2.41163157 ns	184769243*
Número de plantas	1	2.5494494	4.5201113	0.27827218	326295075
Error	21	4.2016474	2.8412317	1.53618598	205191705
Total	35				

** : Diferencias altamente significativas

* : Diferencias significativas

ns: no significativo