

00361



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ASPECTOS ETNOBOTANICOS DE *Phaseolus coccineus* L. Y
Phaseolus polyanthus GREENMAN EN LA SIERRA NORTE DE
PUEBLA, MEXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A

FRANCISCO ALBERTO BASURTO PEÑA

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ALFARO

MEXICO, D. F.

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis vivos,
A mis muertos.

Con cariño,
Con nostalgia.

INDICE.

	Página
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCION	
1.1 Importancia económica y alimentaria de <i>Phaseolus</i> .	1
1.2 Objetivos.	2
2. ANTECEDENTES	
2.1 Programas de investigación sobre <i>Phaseolus</i> en el país.	3
2.2 Taxonomía de <i>Phaseolus</i>	4
2.2 Arqueología e Historia.	7
2.2 Evolución bajo domesticación	9
2.5 Aspectos bioquímicos y nutricionales	14
3. ZONA DE ESTUDIO	
3.1 Ambiente físico.	19
Localización. Fisiografía. Hidrología. Geología. Suelos. Clima	
3.2 Ambiente biótico.	23
Vegetación	
3.3 Ambiente cultural.	29
Poblamiento prehispánico. Grupos étnicos y población.	
Actividades económicas	
4. METODOLOGIA	
4.1 Selección del área de estudio	32
4.2 Obtención de la información	32
4.3 Experimentos con <i>P. coccineus</i> y <i>P. polyanthus</i> en campo	33
5. RESULTADOS	
5.1 Presencia de <i>Phaseolus</i> spp. en la Sierra Norte de Puebla.	35
5.2 Agroecosistemas con frijol <i>Phaseolus</i> en la Sierra Norte de Puebla.	41
5.3 Fenología de <i>Phaseolus coccineus</i> y <i>P. polyanthus</i> .	72
5.4 Denominación, usos y métodos de transformación para el consumo de <i>Phaseolus coccineus</i> y <i>P. polyanthus</i> .	79
5.5. Prácticas rituales relativas al cultivo del frijol.	85
6. DISCUSION	88
7. BIBLIOGRAFIA	97

AGRADECIMIENTOS.

Son muchas las personas que de una u otra manera han colaborado en la elaboración de la presente tesis y que han impulsado el desarrollo de la misma hasta su conclusión, a todas ellas quiero expresar mi más sincero reconocimiento y gratitud.

Al Maestro en Ciencias Miguel Angel Martínez Alfaro por todo su saber, su generosidad y su paciencia al dirigir este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Robert A. Bye Boettler por sus enseñanzas y las muchas facilidades en tiempo y financiamiento otorgadas durante el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Alfonso Delgado Salinas por su interés en el desarrollo de la presente tesis, por sus enseñanzas y por su permanente disposición a discutir y aclarar diversos aspectos del trabajo

A los integrantes del jurado, M. C. Miguel Angel Martínez Alfaro, Dr. Alfonso Delgado Salinas, Dr. Robert Bye Boettler, Dra. Cristina Mapes Sánchez, Dr. Javier Caballero Nieto, Dr. Jorge Acosta Gallegos, y M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez, por sus señalamientos y críticas que en mucho contribuyeron a mejorar este trabajo, lo escrito es sin embargo mi entera responsabilidad.

A los pobladores y a las autoridades de Nauzontla, Huahuaxtla, Zoateopan, Jilotzingo y San Marcos Eloxochitlán, por su paciencia y su amistad; sin su colaboración y ayuda este trabajo no hubiera sido posible.

A la Dra. Cristina Mapes y al Dr. David Martínez por compartir conmigo sus datos y sus saberes.

A Jorge Saldivar y Claudia Vázquez por sus enseñanzas en el uso de las computadoras

A todas y a todos de quienes he recibido múltiples enseñanzas y compartido el trabajo de campo y de gabinete, intercambiado puntos de vista e información, por su amistad y afecto en este continuo ir aprendiendo que es la vida: Miguel Angel Martínez Alfaro, David Martínez, Alfonso Delgado Salinas, Virginia Evangelista, Myrna Mendoza, Cristina Mapes, Genoveva Villalobos, Enriqueta Martínez, Antonio Cruz, Félix Saenz, Jorge Saldivar, Claudia Vázquez, Alfredo Wong, Leticia Torres, Gabriel Flores, Mario Sousa Peña, Pedro Mercado, Lucero Mera, Delia Castro, Sandra Castellón, Susana Cajal, Guadalupe Escamilla, Natalia Molina.

A las autoridades del Instituto de Biología, del Jardín Botánico y del Herbario Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México, por toda la ayuda recibida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca que me otorgó para realizar los estudios de Maestría.

A la Agency for International Development (AID-USA), a la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA-UNAM) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero para la realización de este trabajo dentro del Proyecto *Phaseolus*.

RESUMEN

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación en frijol *Phaseolus*, cuyo objetivo central es determinar la correlación entre factores genéticos, ecológicos y etnobotánicos con la diversidad del género en dos áreas geoculturales de México: la Sierra Norte de Puebla y la Sierra Tarahumara, enfocando el problema desde la perspectiva de la taxonomía, biología floral, ecofisiología, citogenética, genética de poblaciones y etnobotánica, disciplina en la que se enfoca esta tesis.

Los frijoles tienen importancia para el país desde los puntos de vista económico, alimentario, biológico y cultural.

El objetivo de la presente tesis es conocer la diversidad de *Phaseolus coccineus* L. y *P. polyanthus* Greenman en la Sierra Norte de Puebla y tratar de explicar como incide el manejo por parte del hombre en la generación y mantenimiento de esta diversidad. Los objetivos particulares son: 1) conocer las formas de denominación, uso y preparación de *Phaseolus* spp. y en particular de *P. coccineus* y *P. polyanthus*. 2) conocer la estructura temporal y espacial de los agroecosistemas en que se cultivan y 3) describir los calendarios y prácticas agrícolas y el comportamiento fenológico de estos frijoles, insumos empleados y aspectos culturales relacionados con el cultivo.

El trabajo se realizó en cinco comunidades del norte del estado de Puebla, localizadas entre los 1400 y 1800 m de altitud, en los municipios de Nauzontla, Xochitlán, Zacatlán y Ahuacatlán. El trabajo de campo se hizo entre 1989 y 1995, con visitas a las comunidades durante cada mes por periodos de 10 a 20 días.

La obtención de la información se hizo mediante entrevistas abiertas, observación directa y participante. Se hicieron colectas botánicas y etnobotánicas y se sembraron dos parcelas experimentales para hacer cosechas de materiales vegetales y registros fenológicos, una en Nauzontla y otra en Jilotzingo, municipio de Zacatlán.

Se reporta y discute la presencia y distribución de las distintas especies del género *Phaseolus*, cultivadas, escapadas de cultivo y silvestres en la Sierra Norte de Puebla; sus denominaciones en español y en lenguas nativas (nahua y totonaco), usos y formas de preparación; se describen los agroecosistemas en donde se cultivan *P. coccineus* y *P. polyanthus* y se clasifican en función de la duración del periodo de barbecho y de las especies vegetales involucradas.

Se reportan también los calendarios y prácticas agrícolas y la fenología de las especies de frijol arriba mencionadas analizando la correlación entre fenología y prácticas agrícolas, discutiendo los resultados en función del manejo de los agricultores como estrategia para producir bajo condiciones de temporal y de la adecuación del germoplasma de que disponen para satisfacer sus requerimientos alimentarios y económicos.

1. INTRODUCCION.

1.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y ALIMENTARIA DE *Phaseolus*.

El presente trabajo es parte de un proyecto interdisciplinario de investigación sobre el frijol *Phaseolus*, en particular *P. coccineus* L. y *P. polyanthus* Greenman cuyo objetivo central es determinar la correlación entre factores genéticos, ecológicos y etnobotánicos y la diversidad de este género en dos áreas geoculturales de México: Sierra Norte de Puebla y Sierra Tarahumara, Chihuahua, enfocando el problema desde los puntos de vista de la taxonomía y biología floral, ecofisiología, citogenética, genética de poblaciones y etnobotánica, disciplina a la que corresponde esta tesis.

Los frijoles tienen gran importancia para el país desde diversos puntos de vista: económico, alimentario, biológico y cultural. Es el segundo cultivo en importancia en cuanto a superficie sembrada y es también, sobre todo en poblaciones rurales y en sectores urbanos de escasos recursos un alimento básico con un notable aporte proteico a la dieta.

Por lo general los sistemas comerciales de producción de frijol requieren de fuertes inversiones en maquinaria, fertilizantes, riegos y plaguicidas, teniendo como objetivo el máximo rédito de la inversión. En México sin embargo, mucho del frijol es producido en sistemas tradicionales de cultivo para autoabasto del agricultor, sin inversión de capital, en superficies relativamente pequeñas y frecuentemente en asociación con maíz y a pesar de tener una relación con el hombre de muchos siglos y de haber sido, junto con el maíz, calabaza y chile el sustento de las civilizaciones mesoamericanas, luego de la conquista española y de la introducción de nuevos cultivos, implementos agrícolas y sistemas de producción, así como de cambios en los valores sociales, los frijoles fueron desplazados hasta constituir en la actualidad un elemento característico de la dieta de grupos de escasos recursos y en el caso concreto de *P. coccineus* se tiene evidencia basada en registros arqueológicos, información contenida en códices prehispánicos y datos de ejemplares de herbario de que su cultivo en el país ha disminuido (Lépiz, 1978; Engleman, 1979; Hernández X. et al., 1979; Campos, 1987; Delgado, 1988).

México es muy probablemente centro de origen y es centro de diversidad del género conteniendo en su territorio al 95% de las especies reconocidas (Delgado, 1985; Acosta *et al.*, 1991), además de ser centro de domesticación de las especies cultivadas:

P. coccineus L., incluyendo a *P. coccineus darwinianus* Hernández X. & Miranda C. (= *P. polyanthus* Greenman), domesticado en Mesoamérica; *P. acutifolius* A. Gray, originario de Aridoamérica; *P. lunatus* L. tipo "sieva", originario de Mesoamérica, con el tipo "lima" domesticado en Perú; *P. vulgaris* L. con domesticación múltiple en Mesoamérica, Sur de los Andes y Colombia (Baudoin, 1988; Delgado, 1988; Gepts, 1988; Pratt & Nabhan, 1988).

A pesar de lo anterior, los frijoles han recibido poca atención por parte de los investigadores nacionales hasta tiempos recientes, lo que ha ocasionado carencias en el conocimiento, sobre todo de las formas cultivadas, de la diversidad existente y su distribución, de las tecnologías agrícolas practicadas por los distintos grupos humanos que los cultivan, de sus características morfológicas y fisiológicas, de la representatividad de los

materiales resguardados en bancos de germoplasma y de las formas de uso, aprovechamiento y manejo que se hace de estas plantas en muy distintos ambientes por diferentes grupos étnicos.

Los frijoles del género *Phaseolus* son cultivados también en diversas zonas tropicales de Asia, Africa y América Latina, donde son usados como grano seco y representan una importante fuente de proteínas de bajo costo; así mismo, se cultivan en Europa y Estados Unidos donde se producen principalmente para consumo del fruto tierno o "ejote" como verdura, *P. coccineus* se siembra en estos lugares también como ornamental (Burkart, 1943; Purseglove, 1968; Evans, 1979).

1.2 OBJETIVO.

El propósito central del presente trabajo es conocer la diversidad de *P. coccineus* y *P. polyanthus* en la Sierra Norte de Puebla, y tratar de explicar como incide el manejo por parte del hombre en la generación y mantenimiento de esta diversidad.

Para ello se pretenden como objetivos particulares:

- Conocer las formas de denominación, uso y preparación de *Phaseolus* spp. y en particular de *P. coccineus* y *P. polyanthus*.
- El conocimiento de la estructura temporal y espacial de los agroecosistemas en que se cultivan.
- Descripción de los calendarios, prácticas agrícolas y comportamiento fenológico de estos frijoles, insumos utilizados y aspectos culturales relacionados con el cultivo.

Retomando ideas y conceptos antes expuestos en torno a la relación Hombre-*Phaseolus*, en la Sierra Norte de Puebla se proponen los siguientes enunciados como hipótesis de trabajo:

1) A mayor diversidad ecológica y cultural mayor diversidad intraespecífica, con la riqueza de variedades cultivadas por un grupo étnico en relación inversa con el grado de erosión cultural del propio grupo.

2) Los móviles de selección por parte de los agricultores en sistemas agrícolas tradicionales incluyen lo mismo aspectos biológicos y agronómicos que culturales, esto es, existe selección de variantes que manifiestan plasticidad y adecuación a un entorno agroecológico determinado y que responden a las expectativas económicas del productor, pero también son importantes y consideradas otras características como color, sabor y aspectos estéticos y ceremoniales, si bien no parece haber forma de detectar diferencias nutricionales entre las variantes de frijol en la cultura tradicional.

3) Dado que los frijoles constituyen un elemento importante en el autoabasto de poblaciones rurales, es de esperarse una amplia variación en las formas de cultivo, uso y preparación para el consumo de estas plantas.

2. ANTECEDENTES.

2.1 PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE *Phaseolus* EN EL PAÍS.

En México las investigaciones sobre frijol se inician hacia 1936 por parte de la Oficina de Campos Experimentales de la Dirección General de Agricultura de la Secretaría de Agricultura y Fomento reuniendo una serie de variedades de frijol de distintas partes de México con propósitos de evaluación agronómica.

Durante 1942-1944 los estudios se concentran en mejoramiento genético y a partir de 1944 el programa se encomienda a la Oficina de Estudios Especiales, programa cooperativo entre la Secretaría de Agricultura y Fomento y la Fundación Rockefeller, aumentando las colecciones e iniciando trabajos de fitopatología, entomología y selección de variedades.

Entre 1945 y 1955 se continuaron los estudios sobre fitomejoramiento y resistencia a plagas y enfermedades, con investigación de los ciclos biológicos de las plagas y con la realización de cruza entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* buscando recombinaciones resistentes.

En 1954 se establece el Departamento de Frijol en la Oficina de Estudios Especiales, trabajando en problemas de parasitología, biosistemática y de fitomejoramiento.

En 1957 se inician los estudios sobre infiltración génica entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*, que condujeron en 1959 a la descripción de la subespecie *P. coccineus* L. ssp. *darwinianus* Hernández X. y Miranda C., también denominada *P. polyanthus* Greenman (Hernández X. *et al.*, 1959; Miranda, 1959; Engleman, 1979; Schmit & Debouck, 1991).

A partir de 1960 el Programa de Mejoramiento de Frijol estuvo a cargo del Departamento de Frijol y Soya, luego llamado Departamento de Leguminosas Comestibles del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

En 1972 se inician de manera sistemática y coordinada estudios sobre frijol en el Colegio de Postgraduados en Chapingo y en 1976, con la inclusión de investigadores del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México se instituye el Programa de Investigación Interdisciplinaria de Frijol (PIIF), que tiene como objetivos principales generar y reunir información sobre frijol, estudiando sistemas tradicionales y comerciales de producción, el contenido químico del grano y partes vegetativas y sus cambios, así como entender la dinámica de domesticación y evolución del frijol, que cristaliza en 1979 con la edición del libro "Contribuciones al Conocimiento del Frijol *Phaseolus* en México", que incluye capítulos sobre anatomía y morfología, fisiología, taxonomía, evolución, bioquímica y etnobotánica (Engleman, 1979).

En 1978 se crea la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (ahora INIFAP; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) con la conservación de germoplasma de especies cultivadas de *Phaseolus* como una de sus actividades prioritarias, que para 1988 contaba con 10651 colectas del género de las cuales 9662 pertenecían a las especies cultivadas *P. vulgaris*, *P. acutifolius*, *P. coccineus*, *P. lunatus* y *P. polyanthus* (= *P. coccineus* subsp. *darwinianus*),

con 8395 (86.7%) de ellas pertenecientes a *P. vulgaris* (Cárdenas et al., 1996). En 1989, el banco de germoplasma de especies nativas de la UACH. mantenía 283 colectas de *Phaseolus*

En 1988 se integra el grupo interdisciplinario para investigación de *Phaseolus* que lleva a efecto el proyecto dentro del cual se encuentra el presente estudio, con participación de investigadores y técnicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (Jardín Botánico y Departamento de Botánica del Instituto de Biología y el Instituto de Ecología, UNAM.), del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, México y de la Universidad de California en Davis, USA.

La investigación sobre frijol en el país se ha desarrollado en diversas instituciones de investigación y educación superior destacando entre ellas el Colegio de Postgraduados, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Chapingo y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Se han cubierto aspectos agronómicos y de fitomejoramiento enfocados principalmente a *P. vulgaris*, taxonómicos, fisiológicos, ecológicos, de evolución y mantenimiento de la diversidad, con establecimiento de bancos de germoplasma que mantienen colecciones activas de *Phaseolus*, de los cuales se pueden mencionar el del INIFAP-SARH y otro del Colegio de Postgraduados, ambos con un sesgo hacia formas cultivadas de *P. vulgaris* y con grandes carencias en la representatividad de las otras especies cultivadas, sobre todo de materiales criollos, formas ferales o escapadas, así como de especies silvestres (Cárdenas et al., 1996).

2.2 TAXONOMÍA DE *Phaseolus*.

Desde el punto de vista taxonómico, el género *Phaseolus* ha sido problemático, debido principalmente a su compleja morfología floral y falta de acuerdo en la definición del mismo, propiciando una considerable sinonimia, con aproximadamente 490 nombres dentro del género (Delgado, 1985). Se han reportado hasta unas 150 especies, aunque en la actualidad, con mayor concordancia y claridad en la definición de *Phaseolus* se reconocen entre 40 y 55 especies (Piper, 1926; Miranda, 1966; Verdcourt, 1970; Baudet, 1977; Delgado, 1985; Debouck, 1991).

El nombre del género fue adoptado por Linneo en 1735 en su *Systema Naturae* y luego descrito por él mismo en 1737 en su *Genera Plantarum*, incluyendo en su *Species Plantarum* de 1753 once especies, de las cuales sólo cuatro han permanecido dentro de *Phaseolus*.

En 1970, después de varias propuestas por diversos autores, Verdcourt redefine a *Phaseolus* incluyendo un grupo de aproximadamente 50 especies, todas americanas y morfológicamente similares a *P. vulgaris*; basado en caracteres morfológicos, citológicos y palinológicos (Verdcourt, 1970; Delgado, 1985).

Trabajos posteriores de Baudet (1977), Lackey (1983) y Maréchal *et al.* (1978) aceptan y extienden el trabajo de Verdcourt (Delgado, 1985). Maréchal y colaboradores

(1978), dividen al género en tres secciones: *Phaseolus*, *Minkelersia* y *Alepidocalyx*, con las especies del género caracterizadas por: 1) estípulas no lobuladas, 2) presencia de pelos en forma de gancho, 3) brácteas florales persistentes a la antesis, 4) nudos del raquis no hinchados, 5) estandarte simétrico, 6) estilo en espiral, enrollado 1.5-2 veces, 7) estilo caduco, no persistente en el fruto y 8) fruto no septado (Delgado, 1985).

Basado en una amplia colección de especímenes, Lackey (1983) agrupa *Alepidocalyx* con *Minkelersia* y considera sólo dos secciones en el género: *Phaseolus* y *Minkelersia* (Delgado, 1985).

En la más reciente revisión del género, Delgado (1985) reconoce cuatro secciones: 1) *Chiapasana*, con una especie; 2) *Phaseolus*, con 25 especies; 3) *Minkelersia*, con 8 especies y 4) *Xanthotricha*, con dos especies.

El género *Phaseolus* se distribuye en zonas cálidas y templadas de América, desde el sur y este de Estados Unidos (*P. polystachyus*), por México y Centroamérica hasta la región andina, incluyendo Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina (*P. augustii* y *P. pachyrhizoides*). Ocurre en suelo bien drenados, ácidos, en climas con lluvias en verano, entre los 0 y 3000 metros de altitud y en una amplia gama de tipos de vegetación, siendo más comunes en Bosque de *Quercus*.

La acción del hombre es un factor que ha influido en la dispersión de algunas especies del género (Delgado, 1985). Sólo tres especies tienen una distribución tan amplia como el género: *P. vulgaris*, *P. lunatus* y *P. coccineus*, todas cultivadas y con sus contrapartes silvestres y ferales.

Este género, como ya se mencionó, tiene su centro de diversidad y probablemente su centro de origen en México, donde existe el 90% de las especies, distribuidas principalmente a lo largo de la Sierra Madre Occidental, del Eje Neovolcánico y de la Sierra Madre Oriental, sistemas montañosos de formación relativamente reciente, del Oligoceno o Mioceno la primera y del Terciario tardío o Plioceno la segunda y del Cenozoico la tercera, por lo que puede suponerse que la actual diversidad de *Phaseolus* se da a partir de esta era (Delgado, 1985).

La gran diversidad de especies en las regiones montañosas de México sugiere que la evolución y diversificación de *Phaseolus* debe haber ocurrido de modo concomitante con la elevación de estos sistemas orográficos, pero también con influencia de las actividades humanas (Delgado, 1985).

De las especies de *Phaseolus*, sólo *P. acutifolius*, *P. filiformis*, *P. leptostachyus* var. *micranthus*, *P. lunatus* y *P. microcarpus* ocurren en México en tierras bajas y se caracterizan todas por tener una gran amplitud ecológica, sistemas radiculares elongados, no tuberosos y germinación epígea, contrastando con las raíces tuberosas y germinación hipogea presente en casi todas las especies de montaña (Delgado, 1985).

P. coccineus es la especie más compleja y taxonómicamente difícil del género, la variación de la misma está en relación con la selección y manejo por parte del hombre, con una continua infiltración genética entre las formas cultivadas y sus contrapartes silvestres, facilitado esto por su sistema reproductivo, con colibríes y abejorros como agentes que

posibilitan la polinización cruzada (Delgado, 1985; Sousa, 1992; Sousa, Wong & Delgado, 1996).

En localidades a lo largo de su área de distribución se pueden reconocer tres tipos de población: silvestres, cultivadas y escapadas del cultivo o ferales, que no son necesariamente excluyentes, lo que en ocasiones dificulta el reconocimiento de las poblaciones verdaderamente silvestres.

Delgado (1985) reconoce originalmente cinco subespecies para *P. coccineus*:

1. *Phaseolus coccineus* subsp. *coccineus*
(*P. multiflorus* Lam.).

Comprende las formas cultivadas, con un amplio rango de distribución, principalmente en climas templados; se han seleccionado por parte de los agricultores tradicionales formas con hábitos de crecimiento erecto, postrado y trepador, todos indeterminados.

2. *Phaseolus coccineus* subsp. *darwinianus* Hernández X. & Miranda C.
(*P. dumosus* MacFadyen; *P. polyanthus* Greenman; *P. coccineus* ssp. *polyanthus* (Greenm.) Maré., Masch. & Stain.; *P. leucanthus* Piper; *P. flavescens* Piper; *P. harmsianus* Diels.).

Se encuentra cultivado o como escapado desde el estado de Hidalgo en México hasta Perú, principalmente en áreas de bosque mesófilo de montaña en norteamérica y en “yungas” y selva nublada en Sudamérica (Rzedowsky, 1979; Cabrera y Willink, 1980), entre los 1000-2300 m (2700 m en Sudamérica); Schmit & Debouck (1991) reportan la presencia de poblaciones silvestres de este frijol en Guatemala

3. *Phaseolus coccineus* ssp. *formosus* (Kunth) Maré., Masch. & Stain.
(*P. formosus* Kunth in H.B.K.; *P. sylvestris* Kunth in H.B.K.; *P. superbus* A. DC.; *P. obvallatus* Schlecht.; *P. coccineus* ssp. *obvallatus* (Schlecht.) Maré., Masch. & Stain.; *P. striatus* Brandege; *P. leiosepalus* Piper; *P. strigillosus* Piper).

Marcadamente polimórfico con amplio rango de distribución en casi todo el país, crece entre los 950 m y 3100 m, principalmente en bosque de encino o de pino encino.

4. *Phaseolus coccineus* ssp. *glabellus* (Piper) A. Delgado
(*P. glaber* Schlechtendal; *P. glabellus* Piper).

Restringido al bosque mesófilo de montaña, del suroeste de Tamaulipas a Chiapas, entre (400) 700-1600 m de altitud; es un taxón bien definido y actualmente, con base en estudios que involucran polinización y arquitectura floral, patrones U.V. y evidencia molecular, se considera como una especie aparte, que sólo coincide con el complejo *P. coccineus* en el color escarlata de la flor (Llaca, Delgado & Gepts, 1994; Sousa, Wong & Delgado, 1996).

5. *P. coccineus* ssp. *griseus* (Piper) A. Delgado
(*P. griseus* Piper).

Se conoce de poblaciones esporádicas a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, en habitats de bosque de pino-encino, bosque de *Quercus*, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, entre los 610-2250 m de altitud (Delgado, 1985).

En el área de estudio en la Sierra Norte de Puebla, sólo se presentan *P. coccineus* subsp. *coccineus*, con poblaciones cultivadas y escapadas, con hábito de crecimiento indeterminado trepador (Tipo IV de CIAT) y *P. coccineus* subsp. *darwinianus* (= *P. polyanthus*), cultivado y con hábito de crecimiento Tipo IV.

En cuanto a *P. coccineus* subsp. *darwinianus*, dado que se han encontrado en México y en Guatemala poblaciones silvestres (Ramírez, 1991; Schmit & Debouck, 1991), parece más correcto tratar a este taxón como una especie diferente, con una variedad o subespecie cultivada y otra silvestre, al igual que se hace para *P. vulgaris* y *P. coccineus*. En el presente trabajo en adelante se referirá como *P. polyanthus*.

2.3 ARQUEOLOGÍA E HISTORIA. *Phaseolus coccineus* L.

Los restos más antiguos de frijol en México datan de hace 10 000 y 7 500-9 000 años y corresponden a *P. coccineus*, encontrados en Guilá Naquitz y en la región de Ocampo, respectivamente (Kaplan & MacNeish, 1960; Kaplan, 1967; Hernández X *et al.*, 1979; Flannery, 1986; Delgado, 1988).

Se considera que los restos de Guilá Naquitz son materiales silvestres, en tanto que los de la región de Ocampo, una valva casi completa y un fragmento de testa de semilla, por sus características anatómicas son considerados por Kaplan & MacNeish (1960) como una forma silvestre, dehiscente, aunque Delgado (1988) menciona que las dimensiones que presentan, de más de 11.0 cm de largo y de 1.5 cm de ancho, son características de formas cultivadas, ya que las vainas más grandes de *P. coccineus* silvestre, miden 8.0 cm de largo y 1.3 cm de ancho, además de que la dehiscencia del fruto no está restringida a frijoles silvestres y se presenta también en formas cultivadas.

Por lo anterior, como señala Smartt (1976), la evidencia fósil sugiere que plantas de *P. coccineus* modificadas por domesticación incipiente existen desde hace 7000-9000 años.

Otros sitios arqueológicos con presencia de *P. coccineus* cultivado en México son el Valle de Tehuacán, Puebla, donde se han encontrado restos con una antigüedad de 2200 años y Río Zape, Durango, donde existen estos frijoles desde hace 1300 años (Brooks *et al.*, 1962; Kaplan, 1967; Kaplan & MacNeish, 1960; Delgado, 1988; Hernández X. *et al.*, 1979; Flannery, 1986) (Cuadro 2.1)

Localidad	Antigüedad (años antes del presente)	
	¹⁴ C	AMS
Río Zape, Durango	1300	1122±60
Tehuacán, Puebla	2200	410±45 485±55
Ocampo, Tamaulipas*	7500-9000	8050±70
Guilá Naquitz, Oaxaca	10750-8700	1112±46

* De acuerdo con Kaplan and Lynch, 1998, los restos con corresponden a *P. coccineus*.

Cuadro 2.1 Sitios arqueológicos de *Phaseolus coccineus* L. en México, datados con ¹⁴C y con Acelerador de Espectrometría de Masas (AMS).

De acuerdo con el trabajo de Kaplan and Lynch (1998), los fechamientos para *Phaseolus coccineus* en México usando el Acelerador de Espectroscopia de Masas (AMS), resultan en fechas más recientes que las anteriormente publicadas, sobre todo en los casos de Tehuacán y de Guilá Naquitz (Cuadro 2.1). En el caso de los restos encontrados en Ocampo, Tamaulipas, hasta ahora considerados como pertenecientes a *Phaseolus coccineus*, Kaplan y Lynch (1998) concluyen que no pertenecen a este taxón toda vez que no presentan los pelos ganchudos característicos al género.

Así resulta que el registro arqueológico de *Phaseolus* en México no es tan antiguo como se pensaba, aunque de cualquier manera, Kaplan & Kaplan (1988) mencionan que el patrón de distribución de los restos sugiere que estas plantas no fueron parte importante de la dieta hasta el periodo preclásico tardío y clásico, entre los años 100 y 700 de nuestra era, cuando cambios en el crecimiento de la población, en los patrones de asentamiento, en la organización socioeconómica y en el uso de la tierra, requirieron de productos agrícolas más precoces y fue entonces que las formas con hábito de crecimiento determinado se hicieron más importantes (Callen, 1976; Kaplan & Kaplan, 1988).

Para el caso de *P. polyanthus*, no se cuenta con registro arqueológico.

Varios códigos y reseñas sobre la Nueva España hacen referencia al frijol en México, por ejemplo el Códice Mendocino, La Matricula de Tributos, el Códice Florentino, las Relaciones Geográficas del Siglo XVI, el trabajo de Francisco Hernández (Kaplan, 1965; Torres, 1985; Hernández X. *et al.*, 1979; Acuña, 1985; Estrada, 1989; Sahagún, 1989).

En estos escritos se da noticia del uso y nombres de estos frijoles, así como de su papel como tributo y alimento. Al respecto se calcula que el imperio azteca recibía en tiempos de Moctezuma Xocoyotzin 21 “arcas” de frijol, cada una representando 4 000-5 000 “fanegas”, 5 000 de las cuales son equivalentes a 8 000 bushels (1 bushel= 35.238 l) (Clark, 1930, en Kaplan, 1965).

Hernández X. y colaboradores (1979), mencionan que el tributo anual de frijol a los aztecas era de 5280 toneladas. Se calcula que los aztecas recibían como tributo alimentario

230 000 bushels de frijol y según cálculos basados en la Matricula de Tributos y el Códice Mendocino, se estima que los aztecas recibían 5 000 toneladas de frijol anualmente (Kaplan, 1965).

Sahagún refiere que los frijoles, incluyendo al “ayecotli”, variaban en función del tamaño y color de la testa y que tenían uso como alimento, medicina, forraje y uso ceremonial con aprovechamiento del fruto tierno o ‘ejote’, grano, follaje y raíz, todos ellos cocidos.

Con base en lo anterior, puede afirmarse que desde mucho antes de la conquista, la producción, almacenamiento y consumo de frijoles, formaban parte integrante y muy importante de la cultura agrícola en México. Luego de la conquista española, con la introducción de nuevas plantas alimenticias y hábitos de consumo, los frijoles, así como otros cultivares nativos, fueron desplazados tanto en el consumo como en la producción y considerados como alimentos de baja categoría social (Hernández X *et al.*, 1979).

2.4 EVOLUCION BAJO DOMESTICACIÓN DE *Phaseolus*.

Conceptos y definiciones.

Las especies cultivadas del género *Phaseolus* han estado en contacto y han sido manipulados por el hombre desde hace varios milenios, hecho que ha influido en la distribución actual de estas plantas, así como en su evolución (Delgado, 1985).

La evolución de los seres vivos es el proceso de cambio de las frecuencias génicas de las poblaciones que constituyen una especie (Dobzhansky, 1975). Se entiende por domesticación la capacidad de modificar la estructura genética de las plantas o animales mediante la selección artificial, en el cual la fuerza transformadora dominante es la selección humana, teniendo como fuentes primordiales de variación la mutación génica, la mutación cromosómica y la combinación genética debida a la reproducción sexual, cambios que se reflejan en la morfología, fisiología y relaciones de las plantas con el medio, que son fijadas genéticamente (Colunga, 1984; Casas, 1992).

La evolución de las plantas seleccionadas y cultivadas por el hombre no concluye con la domesticación, por el contrario, el proceso evolutivo por selección artificial es un continuo de adecuación de las plantas por el hombre para satisfacer sus objetivos (Colunga, 1984; Johannessen, 1981).

De acuerdo con Harlan (1975), una planta domesticada es aquella que ha sido alterada genéticamente de su estado silvestre y ha llegado a estar en el mismo ámbito que el hombre. Puesto que la domesticación es un proceso evolutivo, se encontrarán todos los grados de asociación de animales y vegetales con el hombre, que va desde las formas idénticas a las razas silvestres a las razas totalmente domesticadas.

Una planta plenamente domesticada es totalmente dependiente del hombre para su sobrevivencia, la domesticación implica un cambio en la adaptación ecológica y se asocia

usualmente con diferenciación morfológica y fisiológica, que se manifiestan en: gigantismo y crecimiento alométrico de las partes o estructuras utilizadas, cambios en color y textura, pérdida de sustancias tóxicas o amargas, pérdida de medios naturales de dispersión, pérdida de la germinación estratificada, se propicia la maduración simultánea, hay cambios en la duración del ciclo de vida y un mayor rendimiento del producto deseado (Schwanitz, 1966; Harlan, 1975; Colunga, 1984)

Luego del inicio de la agricultura, con la creación de habitats antropogénicos y con la siembra de miles o millones de individuos, se favorecen los procesos de evolución orgánica, la producción de variabilidad y un aislamiento que no ocurre en condiciones naturales, se modifican las presiones de selección y se permite la sobrevivencia de desviaciones extremas, con valor antropogénico aunque no necesariamente con ventajas adaptativas, pero que si representan fenotipos que puedan ser de interés para el hombre (Colunga, 1984).

La agricultura ha permitido también el desarrollo de plantas en sitios que antes no alcanzaban, generando así nuevas presiones de selección y posibilitando quizá el enriquecimiento del germoplasma al ponerlo en contacto con otros genotipos relacionados (Colunga, 1984), como se menciona arriba, tres especies domesticadas de *Phaseolus* son las únicas que tienen una distribución tan amplia como el género (Delgado, 1985)

Los frijoles del género *Phaseolus* son diploides, con número cromosómico $2n=22$, aunque se reportan algunas especies, *P. leptostachyus*, *P. leptostachyus* var. *micranthus* y *P. pauciflorus*, con $n=10$, que se considera una reducción por aneuploidía (Delgado, 1985; Mercado y Delgado, 1998). La poliploidía no a tenido un papel importante en la evolución de los frijoles cultivados (Smartt, 1976).

La cinco especies domesticadas de *Phaseolus* tienen su contraparte silvestre (Cuadro 2.2), por lo que puede considerarse que la diferenciación entre estas especies precede a la domesticación (Smartt, 1969).

Cultivado	Silvestre
<i>P. acutifolius</i> var. <i>tenuifolius</i>	<i>P. acutifolius</i> var. <i>acutifolius</i>
<i>P. acutifolius</i> var. <i>acutifolius</i>	
<i>P. coccineus</i> subsp. <i>coccineus</i>	<i>P. coccineus</i> subsp. <i>formosus</i> <i>P. coccineus</i> subsp. <i>griseus</i>
<i>P. lunatus</i> var. <i>lunatus</i>	<i>P. lunatus</i> var. <i>silvester</i> <i>P. lunatus</i> var. <i>viridis</i>
<i>P. polyanthus</i>	<i>P. polyanthus</i>
<i>P. vulgaris</i> cultivado	<i>P. vulgaris</i> silvestre <i>P. vulgaris</i> var. <i>aborigineus</i>

Cuadro 2.2 Taxa cultivados de *Phaseolus* y sus correspondientes silvestres.

Las formas silvestres de estos frijoles cultivados tienen básicamente el mismo hábito de crecimiento, que comparten con otras especies del género, como *P. polystachyus* (L.) B.S.P., que no ha producido cultígenos.

El eje principal es delgado y trepador, alcanzando hasta unos dos metros o más, las ramas laterales se producen profusamente y al inicio no son ascendentes, sino crecen horizontalmente por alguna distancia (uno o dos metros) antes de comenzar a trepar y contornearse, de esta manera la vegetación circundante puede ser infiltrada por estos frijoles en relativamente poco tiempo. *P. coccineus* ssp. *formosus* cuando crece en terreno abierto, no trepa, sino primero cubre el suelo creciendo como una mata y sólo entonces forma guías trepadoras (Smartt, 1964).

En las especies silvestres el color de las flores es generalmente lila; en *P. coccineus* se encuentran flores de color rojo y rosa, estas últimas se consideran híbridos, y formas con flores blancas en colecciones norteñas de *P. vulgaris* var. *aborigineus*. También se encuentran poblaciones de *P. vulgaris* silvestre con flores blancas.

Las formas cultivadas de *P. coccineus* tienen flores rojas o blancas, en algunos casos anaranjadas o rosas y los cultivados de *P. polyanthus* muestran flores de color blanco o lila pálido a muy intenso, en ocasiones con las alas y el estandarte con diferentes colores. Las flores de mayor tamaño entre las especies cultivadas y sus parientes silvestres son las de *P. coccineus*.

El estigma en las flores de *P. coccineus* tiene la superficie estigmática extrorsa y/o casi terminal, en contraste con las otras especies cultivadas, en las cuales la superficie estigmática es introrsa; este hecho se asocia con la mayor tendencia a la polinización cruzada que se encuentra en *P. coccineus* (Smartt, 1964; Díaz, 1981)

El número de semillas por vaina generalmente es menor en las formas cultivadas que en sus parientes silvestres. En estos últimos el número de semillas es usualmente de 8-9 por vaina, salvo para *P. lunatus* y *P. polyanthus*, en los que se reportan hasta 4 semillas por vaina; en los cultivados, el número de semillas por vaina varía dependiendo de la especie (Cuadro 2.3).

Taxa	No. de semillas por vaina	
	Cultivado	Silvestre
<i>P. coccineus</i>	3-4(-6)	4-7(-9)
<i>P. polyanthus</i>	4-6	2-4
<i>P. vulgaris</i>	5-7(10)	9-12
<i>P. lunatus</i>	3-4	4-6
<i>P. acutifolius</i>	5-7	5-10

Cuadro 2.3 Número de semillas por vaina de las especies cultivadas y sus parientes silvestres de *Phaseolus*.

El color y el patrón de la testa es básicamente el mismo en todas las formas silvestres, incluyendo las de *P. polyanthus* (Ramírez, 1991; Schmit & Debouck, 1991), gris o pardo con un denso patrón de puntos y manchas más oscuros; se conocen colectas de semillas coloreadas, negras o de color beige, de *P. lunatus*, *P. vulgaris* y *P. coccineus* silvestres (Smartt, 1969).

En el caso de los cultivados de *P. coccineus*, la gama de colores es muy amplia, incluyendo blanco, negro, púrpura, amarillo, marrón, violeta, beige, lisos o con diferentes diseños como motas, listas o jaspeados. En diversas zonas de cultivo en el país, se seleccionan algunos colores en específico, por ejemplo, en la parte central del estado de Durango y en el altiplano Poblano Tlaxcalteca es frecuente el cultivo de formas con semillas blancas, en Morelos y en Chiapas se encuentran selecciones de color púrpura y en la propia Sierra Norte de Puebla, en algunas localidades se seleccionan semillas de color beige o crema.

Las formas de *P. polyanthus* cultivado muestran color beige en Puebla y ocasionalmente negro o beige con moteados o listados negros que enmascaran en mayor o menor grado el color del fondo. En Chiapas y Oaxaca se encuentran también semillas de color negro; Arias (1980) reporta para Chiapas una correspondencia de color entre la flor y el grano en *P. polyanthus* (- *P. dumosus*), con las formas de flores blancas produciendo semillas con testa de color claro, bayo, amarillo, rojo o blanco y las formas de flores de color rosa o lila, produciendo semillas con testa de colores negro, marrón, pintos o jaspeados.

Para la Sierra Norte de Puebla se ha observado también esta correspondencia entre color de flor y color de semilla aunque con algunas diferencias, el color de testa más frecuente es el beige y se puede obtener de plantas con flores blancas o lilas, las semillas oscuras o con motas o listadas se producen en plantas con flores de color rosa, que como se verá adelante, parecen ser híbridos entre *P. polyanthus* y *P. coccineus*.

El fenómeno de latencia ocurre en el género *Phaseolus* como una regla debido al endurecimiento de la testa de la semilla, además, algunas especies como *P. acutifolius*, requieren de maduración post-cosecha antes de la germinación (Smartt, 1988).

La floración y fructificación de *Phaseolus* puede ser afectada por la longitud de día, se han observado dos tipos de respuesta al fotoperiodo: 1) para longitud de día específica y 2) para longitud de día decreciente, también se encuentran poblaciones para día neutro, con floración en cualquier época del año.

La variabilidad de las poblaciones silvestres puede ser considerable y es muy probable que en el principio de la domesticación, la selección y el mejoramiento haya sido facilitado por la variabilidad existente en las poblaciones silvestres de una especie dada (Smartt, 1964).

En la actualidad, las especies cultivadas de *Phaseolus* se distribuyen en un extenso espectro de hábitats, abarcando una amplia zona geográfica, desde Escandinavia a Nueva Zelanda, desde el frío húmedo de condiciones de montaña, en donde *P. coccineus* y *P. polyanthus* prosperan, a las condiciones semidesérticas en donde crece *P. acutifolius*; temperaturas templadas son las óptimas para *P. vulgaris* en tanto que *P. lunatus* ocurre en

tropicos y semitropicos. Esta invasi3n a nuevos h6bitats seguramente ha influido en la evoluci3n de las especies cultivadas del g6nero, con selecciones de germoplasma que respondan a las condiciones ambientales de cada sitio, pero tambi6n a las preferencias y gusto de los productores y consumidores.

Diferencias entre formas cultivadas de *Phaseolus* y sus parientes silvestres.

Los cambios m6s notorios de las especies cultivadas del g6nero *Phaseolus* con respecto a las formas silvestres como respuesta a la selecci3n bajo domesticaci3n se observan en el h6bito de crecimiento, en la forma de vida y en las estructuras reproductoras (Smartt, 1969; Smartt, 1976).

En las formas silvestres de los frijoles cultivados, el crecimiento es indeterminado, el ciclo de vida es anual para *P. vulgaris* y *P. acutifolius*, en tanto que *P. coccineus*, *P. polyanthus* y *P. lunatus*, son perennes.

Bajo cultivo los frijoles pueden ser anuales o perennes, en la zona de estudio *P. polyanthus* y *P. coccineus* cultivados, se manejan principalmente como anuales, aunque tambi6n hay manejo de estas especies como perennes, como ocurre en otras zonas del pa6s donde tambi6n se cultivan, como es el caso de Chiapas (Arias, 1980) y en la zona de Huatusco y Coscomatepec en Veracruz.

El patr3n de ramificaci3n es una diferencia significativa entre las formas cultivadas y silvestres de *Phaseolus*, en las formas silvestres y cultivadas de gu6a, el h6bito de crecimiento es indeterminado, esto es, las ramas contin6an creciendo indefinidamente, con las inflorescencias producidas en yemas axilares, en tanto que en las variedades cultivadas enanas o con h6bito determinado, el eje principal termina en una inflorescencia.

El h6bito de crecimiento en frijol es un criterio importante en aspectos de evoluci3n y sobretodo en fitomejoramiento. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), reconoce cuatro tipos de h6bito de crecimiento para frijol (Solorzano, 1982):

- I. Determinado erecto. Ramas erectas, inflorescencias apicales
- II. Indeterminado erecto. Ramas erectas, inflorescencias axilares.
- III. Indeterminado postrado. Ramas postradas, inflorescencias axilares
- IV. Indeterminado trepador. Ramas trepadoras, inflorescencias axilares.

La diferencia entre crecimiento determinado e indeterminado est6 bajo control gen6tico de un simple locus, con proporciones 3:1 en la F2 para cruza indeterminado x determinado en *P. vulgaris*, *P. coccineus* y *P. lunatus* (Smartt, 1969). No se reportan tipos con h6bito determinado para *P. coccineus* ni para *P. polyanthus*, aunque si se encuentran formas con h6bito de crecimiento Tipo II, erecto indeterminado para *P. coccineus*, si bien estas formas no est6n presentes en la Sierra Norte de Puebla (Basurto *et al.*, 1993)

En general, la selección bajo domesticación en el género *Phaseolus* ha conducido a la reducción en el número de ramas y hojas, con un incremento compensatorio en el tamaño de las hojas y en el diámetro de tallo; el patrón anterior se ha registrado para todas las especies cultivadas de *Phaseolus* con la excepción de *P. acutifolius*.

El gigantismo es un aspecto sobresaliente en las formas cultivadas de *Phaseolus*, mismo que se manifiesta tanto en hojas como en tallos; hay también incremento en el tamaño de las flores aunque este es relativamente menor (Smartt, 1976), pero en donde este fenómeno es más notable es en el fruto y la semilla, en las que ocurren incrementos notorios, mismos que conllevan una reducción en el número de semillas por fruto. Quizá el cambio más importante en cuanto al tamaño, inducido por la selección y domesticación es el referente a la talla de los frutos y semillas, con la máxima expresión de este carácter en *P. coccineus* y en *P. polyanthus*, donde ocurre con un factor de ocho, en tanto que para *P. vulgaris* y *P. lunatus* este factor de incremento se reporta entre cinco y seis; para *P. acutifolius* el factor de incremento es de sólo tres. (Smartt, 1969).

Estudios preliminares en la herencia del tamaño de la semilla indican que este es un carácter determinado polifactorialmente, pero no se ha estimado el número de factores efectivos para que esto ocurra (Smartt, 1969).

La latencia, que es debida a la dureza e impermeabilidad de la testa, es eliminada durante el proceso de domesticación haciendo posible la germinación simultánea bajo condiciones ambientales favorables, hecho que favorece el manejo agrícola, además de permitir una más fácil y más uniforme cocción del grano para consumo humano.

La pérdida de la dehiscencia es otro factor importante en el proceso de domesticación, parece ser que el paso del mecanismo de dehiscencia explosiva a la pérdida la misma es debida a una mutación simple que inactiva el sistema que controla la lignificación de las fibras en el fruto (Smartt, 1976).

2.5 ASPECTOS BIOQUÍMICOS Y NUTRICIOS DE *Phaseolus* spp.

Los frijoles del género *Phaseolus* son ricos en proteína, con porcentajes aproximados de 20% a 30% en grano seco (Cuadro 2.4). Se reportan valores para raíz de *P. coccineus* de 7.5% a 13.0% en estadio de floración y de 10.2% a 17.7% al momento de retoñar, así como valores de 0.9% a 2.7% de proteína en el agua de cocción (Arteaga, 1976; Bruner *et al.*, 1980).

En general los frijoles tienen elevados contenidos de lisina, complementando así a la zeína, principal proteína del maíz (Jones, 1932, en Bruner, 1982) y casi la totalidad de los 58 genotipos de *Phaseolus* analizados por Ortega y Morales (1981), cubren los requerimientos diarios de aminoácidos esenciales en la dieta humana, con excepción de la metionina, cuyo contenido alcanza a satisfacer un 50% de estos requerimientos.

Otros aminoácidos limitantes en diversos genotipos de *P. vulgaris* y *P. coccineus* son cistina, triptofano, fenilalanina, tirosina e isoleucina (Ortega *et al.*, 1974; Ortega, 1979, Uvalle, 1978; Hernández y Sotelo, 1980).

Los frijoles son buenas fuentes de tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C. El porcentaje de carbohidratos es relativamente elevado y en general son fácilmente absorbidos (Arteaga, 1976; Uvalle, 1978).

Los componentes minerales encontrados en la fracción ceniza de estas especies son potasio (1.95- 3.67%), calcio (0.32- 0.86%), magnesio (0.20- 0.52%), fósforo (0.03 0.76%) y zinc (32 ppm); se señala que 100g diarios de frijol cubren las necesidades diarias de estos elementos en la dieta humana (Ortega y Rodríguez, 1978).

El contenido de grasa o lípidos es relativamente bajo (Cuadro 2.4), pero la fracción es rica en ácidos grasos esenciales y se menciona que tienen propiedades hipocolesterolémicas (Arteaga, 1976; Uvalle, 1978).

Algunas desventajas de los frijoles como alimento para el hombre, además del bajo contenido de aminoácidos azufrados, son su baja digestibilidad y la presencia de factores tóxicos, como inhibidores de tripsina, glucósidos cianogénicos, fitohemaglutininas, taninos y factores causantes de flatulencia (Arteaga, 1976; Jaffé, 1977; Uvalle, 1978; López, 1979; Ortega, 1979; Hernández y Sotelo, 1980; Johns, 1990; Pueyo y Delgado, 1997).

La baja digestibilidad de los frijoles se debe a la naturaleza de sus proteínas, mismas que se separan en dos fracciones:

- a) globulinas, que constituyen el 75% de la proteína de reserva del frijol y
- b) albúminas.

Las globulinas a su vez se subdividen en cuatro fracciones de acuerdo con su movilidad electroforética, denominadas alfa, beta, gama y delta, de las que la fracción alfa es la mayor y es de difícil digestión, resiste la desnaturalización con urea 8M y aún tratamientos con álcali a pH 12.5 durante 24 horas sólo producen una ligera disociación (Ortega, 1979).

Los frijoles son ricos en fibra cruda (carbohidratos no digeribles), que pueden reducir su digestibilidad y causar problemas al no ser hidrolizados ni absorbidos en el intestino delgado, formando un sustrato para la fermentación microbológica en las partes bajas del tracto digestivo, con formación de gases, causantes de flatulencia y meteorismo.

Se han reportado concentraciones apreciables de taninos en *Phaseolus*, mismos que pueden también reducir la digestibilidad (Hernández y Sotelo, 1980; Johns, 1990).

En cuanto al contenido de glucósidos cianogénicos, en los casos concretos de *P. coccineus* y *P. vulgaris*, Ortega (1979), Bruner *et al.* (1980) y Bruner (1982), trabajando con 68 genotipos (58 de *P. vulgaris* y 10 de *P. coccineus*), con raíz de varios genotipos de *P. coccineus* y con 47 genotipos de esta última especie, respectivamente, reportan resultados negativos en la determinación de estas sustancia en las muestras estudiadas. López (1979) analiza el contenido de glucósidos cianogénicos para 7 variantes de *P. vulgaris* y encuentra valores promedio de 0.002-0.005 ppm. Trabajos realizados con variedades de frijol en Chile, reportan contenidos de HCN de 1.61 a 1.83 mg/100g de

Especie	Humedad	Ceniza	Grasa	Fibra	Carbo hidratos	Proteína (crudo)	Proteína (cocido)
<i>P. vulgaris</i>							
promedio	9.9	5.0	1.4	6.2	60.5	26.8	
blancos	9.8	5.5	1.3	6.2	60.1	26.9	
colores	9.7	4.7	1.6	6.7	57.8	28.2	
negro tropical	9.6	4.8	1.2	6.1	60.2	27.7	
negro arribeño	9.4	5.2	1.4	6.3	59.0	28.0	
canario	9.9	4.5	1.4	6.8	58.8	29.0	
bayo grande	10.2	4.9	1.5	6.0	63.0	24.5	
frijol de vara	12.8	3.9	1.7	7.1	64.4	23.0	
villa guerrero	9.8	4.1	1.6	6.0	55.0	23.5	24.7
canario	10.2	4.2	1.4	6.6	55.7	21.9	22.1
jamapa	9.3	4.1	1.7	5.0	54.6	25.3	24.9
bayo	9.7	4.2	1.7	5.3	59.1	20.1	19.7
silvestre (promedio)		5.2	0.6	7.1	61.6	25.6	
cultivados (promedio)		4.2	0.9	5.0	68.0	21.8	
<i>P. coccineus</i>							
silvestres	9.6	4.4	1.6	8.6	62.1	23.6	
intermedios	9.0	4.7	1.7	7.7	62.1	23.9	
ayocotes	9.2	4.4	1.8	6.6	62.2	22.9	
botiles	9.7	4.5	1.7	6.9	63.9	23.1	
ayocote crudo	8.5	4.0	2.0	5.8	60.9	18.8	
ayocote cocido (con caldo)	3.3	4.8	2.5	7.3	62.7		20.8
<i>P. polyanthus</i>							
ibes	9.3	4.6	1.0	6.8	62.0	25.5	
<i>P. lunatus</i>							
cultivado crudo	6.9	4.0	1.3	6.0	70.7	18.4	
cultivado cocido	2.1	3.4	1.0	3.5	74.2		17.9
silvestre crudo	9.0	3.9	1.6	5.8	67.5	29.0	
silvestre cocido	6.7	2.2	0.9	4.4	57.7		28.0

Cuadro 2.4 Análisis bioquímico proximal de *Phaseolus* spp. (g/100g muestra).

(fuente: Arteaga, 1976; Ortega et al., 1976; Uvalle, 1978; Ortega, 1979; Hernández y Sotelo, 1980; Bruner, 1982; De la Vega y Sotelo, 1986; Sotelo et al., 1995.)

Muestra	Dilución máxima a la que aún aglutinan	
	Crudo	Cocido
<i>P. vulgaris</i>		
frijol de vara	10	0
villa guerrero	1:15 000	no aglutina
canario	1:15 000	no aglutina
negro	1:15 000	no aglutina
jamapa	1:15 000	no aglutina
bayo	1:15 000	no aglutina
<i>P. coccineus</i>		
ayocote	1:3 000	no aglutina
botil	10	0
<i>P. polyanthus</i>		
ibes	10	0

Cuadro 2.5 Factores antinutricionales, hemaglutininas, en frijoles cultivados del género *Phaseolus*.
(fuente: Arteaga, 1976; Uvalle, 1978)

Muestra	Porcentaje de destrucción por cocción
<i>P. vulgaris</i>	
frijol de vara	74.0
villa guerrero	83.1
canario	78.9
negro	79.8
jamapa	88.1
bayo	83.4
<i>P. coccineus</i>	
ayocote	75.4
botil	92.7
<i>P. polyanthus</i>	
ibes	75.4

Cuadro 2.6 Factores antinutricionales, inhibidores de tripsina en frijoles cultivados del género *Phaseolus*.
(fuente: Arteaga, 1976; Uvalle, 1978)

muestra seca, valores muy por debajo de los 20 mg de HCN/100g de muestra seca que es el límite permitido en Estados Unidos y en algunos países de Europa (Contreras *et al.*, 1973).

En lo que respecta a inhibidores de tripsina y de hemaglutininas, si bien están presentes en las especies cultivadas de *Phaseolus* (Pueyo y Delgado, 1997), la cocción de la semilla abate notoriamente los niveles de estas sustancias y al mismo tiempo aumenta la digestibilidad del grano (Cuadros 2.5, 2.6 y 2.7).

Muestra	<i>in vitro</i>		<i>in vivo</i>
	crudo	cocido	
<i>P. vulgaris</i>			
frijol de vara	67.0	83.4	
villa guerrero	74.3	85.5	
canario	75.0	87.6	
negro	78.6	88.6	
jamapa	74.6	89.0	
bayo	71.9	87.3	
<i>P. coccineus</i>			
ayocote	63.4	80.3	
ayocote sin caldo		61.6	59.7
ayocote con caldo		55.2	57.1
botil	65.0	75.0	
<i>P. polyanthus</i>			
ibes	51.4	89.6	

Cuadro 2.7 Digestibilidad de diferentes cultivares de frijol *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus* y *P. polyanthus*.
(fuente: Arteaga, 1976; Uvalle, 1978; Hernández y Sotelo, 1980.)

3. ZONA DE ESTUDIO.

3.1 AMBIENTE FÍSICO

El trabajo de campo se realizó en cinco comunidades pertenecientes a cuatro municipios de la Sierra Norte de Puebla: Nauzontla, Zoateopan, Huahuaxtla, Jilotzingo y San Marcos Eloxochitlán, las cuatro primeras de origen nahuat y la última de filiación totonaca, ubicadas entre los 1400 m y 1700 m de altitud, aunque las cotas de los municipios a que pertenecen están entre los 600 m y 2000 m aproximadamente (Cuadro 3.1).

Localidad	Municipio	Coordenadas	Altitud	Vegetación	Clima
Huahuaxtla	Xochitlán	19°55'02"N 97°37'15"O	1600 m	Bosque mesófilo	C(fm)b(i")g
Nauzontla	Nauzontla	19°57'30"N 97°36'12"O	1450 m	Bosque mesófilo	(A)C(fm)
Zoateopan	Xochitlán	19°56'00"N 97°37'15"O	1550 m	Bosque mesófilo Bosque pino encino	C(fm) / (A)C(fm)
Eloxochitlán	Ahuacatlán	20°01'28"N 97°52'19"O	1560 m	Bosque mesófilo Bosque pino encino	C(fm) / (A)C(fm)
Jilotzingo	Zacatlán	20°01'52"N 97°54'05"O	1650 m	Bosque mesófilo Bosque pino encino	C(fm) / (A)C(fm)

Cuadro 3.1 Comunidades donde se realizó el trabajo.

Nauzontla, Zoateopan y Huahuaxtla se localizan en la parte oriental de la Sierra, próximos a Zacapoaxtla y Cuetzalan, en tanto que Jilotzingo y Eloxochitlán se encuentran en la parte occidental de la misma, con Zacatlán como el centro de población más importante en el área. Las coordenadas extremas dentro de las cuales se encuentran estas poblaciones son 19°55' a 20°02' de latitud norte y 97°36' a 97°54' de longitud oeste, en la zona de transición entre los climas semicálido húmedos y templado húmedos (Figuras 3.1 y 3.2).

Se llega a estas poblaciones desde la Ciudad de México por las carreteras México-Puebla-Orizaba (Mex 150D) hasta Amozoc y luego por la carretera Amozoc-Teziutlán-Martínez de la Torre (Mex 129), con desviación en el km 115 para tomar la carretera Zacapoaxtla-Cuetzalan (Pue 207); a Huahuaxtla se llega por una terracería de 3 km que arranca en el kilómetro 29 de esta carretera y a Zoateopan y Nauzontla por la carretera Interserrana (Pue 208) que entronca con la carretera Zacapoaxtla-Cuetzalan en el km 32, en el sitio denominado "La Cumbre".

La carretera Interserrana tiene una longitud de 102 km y se terminó de pavimentar a finales de 1992, por ella se llega también a Jilotzingo y a Eloxochitlán, situados a 18 km y a 30 km de Zacatlán respectivamente.

Zacatlán se comunica con la Ciudad de México por las carreteras México-Tulancingo-Tuxpan (Mex 130) y México-Apizaco-Zacatlán (Mex 119).

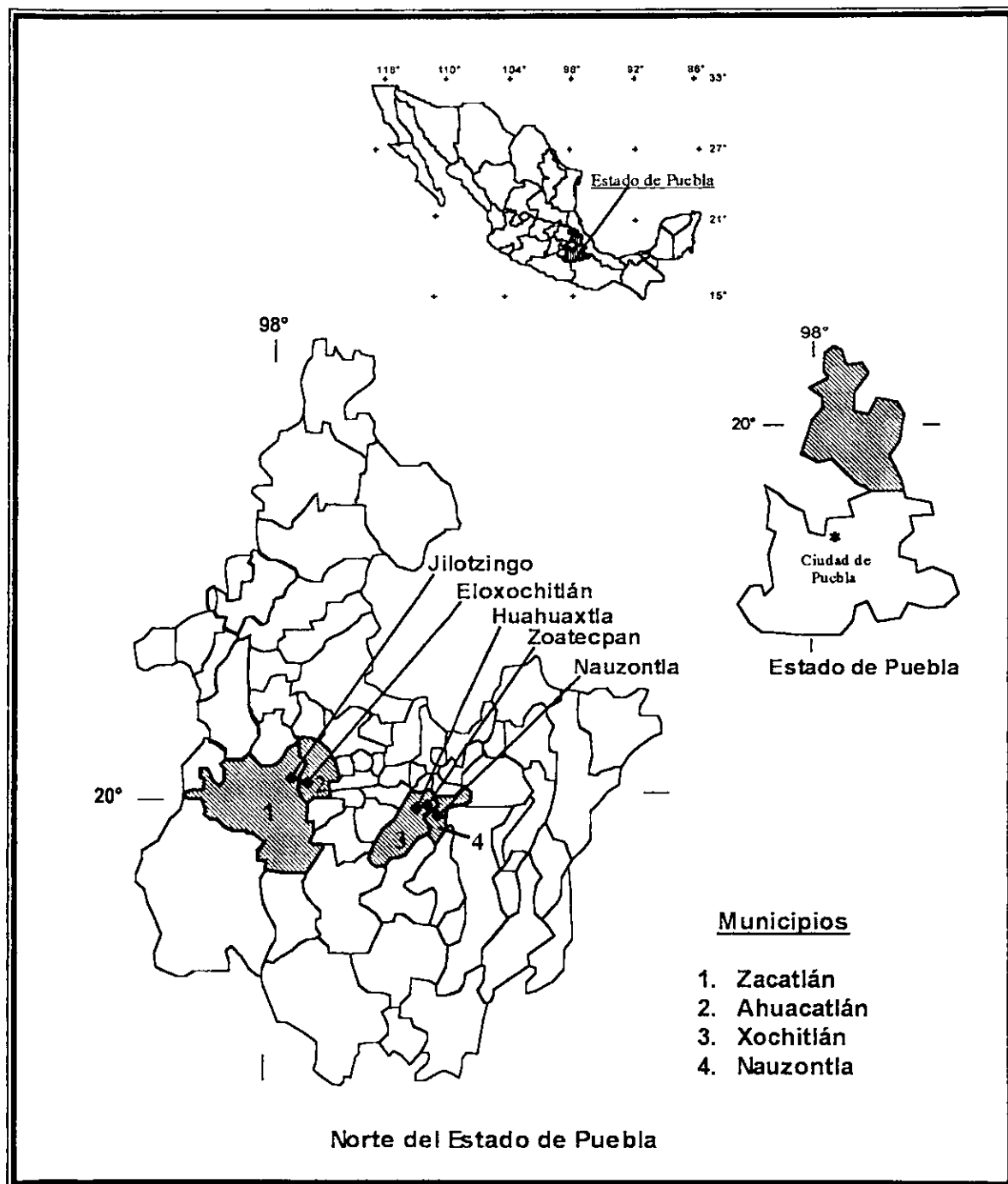


Figura 3.1 Localidades y Municipios de estudio.

Fisiografía.

La Sierra Norte de Puebla es la parte de la Sierra Madre Oriental que se extiende en la porción septentrional del estado desde Huauchinango hasta Teziutlán, en donde confluye con el Eje Neovolcánico, abarcando cerca de 70 km de largo por 40 km de ancho (Segerstrom, 1959); es notable por su accidentado relieve, con profundas depresiones y numerosos saltos y cascadas.

La Sierra Norte de Puebla es reconocida como una de las regiones naturales del estado denominada Región de la Sierra Madre Oriental, y como parte de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y del Eje Neovolcánico, representadas por las subprovincias del Carso Huasteco y de Chiconquiaco, respectivamente (Fuentes, 1972; Anónimo, 1970).

Se caracteriza por ser una sierra plegada, formada por sierras menores paralelas y comprimidas con un fuerte grado de disección, con desarrollo de cañones por la acción de los ríos que fluyen por ella; el sistema de topofomas dominante es el de sierra de laderas abruptas, con presencia también de sierra baja y llanuras intermontanas. En su porción sur limita con los Llanos de San Juan u Oriental, que son el extremo meridional del Altiplano Mexicano y en su vertiente noreste desciende hacia la Llanura Costera del Golfo suavizando su topografía (Fuentes, 1972; Anónimo, 1987).

Hidrología.

Pertenece a la Región Hidrológica Tuxpan-Nautla, que comprende en el estado de Puebla parte de las cuencas de los ríos Nautla, Tecolutla, Cazones y Tuxpan. Las comunidades estudiadas se localizan en la cuenca del río Tecolutla, que tiene una superficie de 8080 km² de la cual el 65% se ubica en territorio poblano, con un escurrimiento anual de 7529 millones de metros cúbicos (Anónimo, 1987).

El río Tecolutla tiene su origen en las partes altas de la Sierra Norte y en el Eje Neovolcánico, en los límites de Puebla con Tlaxcala e Hidalgo, siendo algunos de sus afluentes más importantes los ríos Apulco, Laxaxalpan, Tecuantepec, Zempoala y Necaxa, el primero de ellos es el drenaje principal de la zona de Nauzontla, Zoateopan y Huahuaxtla y el río Laxaxalpan drena el área de Jilotzingo y Eloxochitlán.

Geología.

Desde el punto de vista geológico, la Sierra Norte de Puebla forma parte de tres provincias morfotectónicas: 1) Sierra Madre Oriental, 2) Eje volcánico transmexicano y 3) Planicie costera del Golfo (Ferrusquia, 1993).

La Sierra Madre Oriental es una Subprovincia de la Provincia Geológica del Noreste de México, que se originó por plegamientos y fallamientos de sedimentos marinos del Mesozoico, cubiertos aisladamente por material ígneo de edad terciaria. Su tectónica se debió a movimientos orogénicos que causaron grandes pliegues que levantaron su topografía original mas de 2000 m sobre el nivel del depósito, que al erosionarse deja al descubierto porciones del basamento ígneo y metamórfico.

Las rocas más antiguas son metamórficas y sedimentarias del Paleozoico, pero los afloramientos más extensos son sedimentarios de ambiente marino del Mesozoico; también hay pequeños afloramientos de rocas continentales del Triásico, las rocas más jóvenes son volcánicas ácidas y básicas del Terciario superior y del Cuaternario, que coronan el paquete plegado de rocas del Mesozoico (Anónimo, 1987).

En el área de Nauzontla, Zoateopan y Huahuaxtla predominan las rocas calizas, lutitas, areniscas y limolitas del Jurásico medio y superior, así como calizas del Cretácico, con afloramientos de tobas ácidas del Cuaternario. En la zona de Jilotzingo y Eloxochitlán, se encuentran calizas y lutitas de Jurásico superior y sobre todo en Jilotzingo, tobas ácidas con presencia de fragmentos de obsidiana y pómez del Terciario superior (INEGI, 1983; INEGI, 1984).

Edafología.

Los suelos de la zona de estudio se clasifican de acuerdo con la FAO como Cambisoles, Regosoles, Andosoles y Litosoles (Anónimo, 1987), el material parental puede ser sedimentario, caliza principalmente o volcánico en el caso de los suelos de ando. En Nauzontla, Zoateopan, Huahuaxtla y Eloxochitlán predominan los suelos de origen calizo en tanto que en Jilotzingo, sobre todo en la parte occidental del poblado, en el barrio de Tlaltempa, son más frecuentes los suelos de ando, en la parte de Jilotzingo que mira a la cañada del río Laxaxalpan, hacia el este, los suelos son también de origen calizo.

En general los suelos son de color pardo amarillento o pardo rojizo a pardo oscuros o grisáceos, de someros a profundos, con texturas finas a medias, arcillosos o arcillo limosos a migajones arcillo arenosos.

Los Regosoles son suelos muy parecidos al material de que se originan, de colores claros y textura fina a gruesa, los Regosoles eútricos localizados en la zona de estudio son moderadamente ácidos (pH 5.6 a 6.2), con valores medios y altos de calcio y magnesio intercambiables y bajos para potasio.

Los Cambisoles tienen como característica la presencia de un horizonte B cámbico, son de colores pardo amarillentos o pardo rojizos a pardo, con texturas de migajón arenoso o migajón arcillo arenoso, ligeramente ácidos o alcalinos, con capacidad de intercambio catiónico moderada que disminuye conforme la textura es más gruesa.

Los Litosoles son suelos de escaso desarrollo, muy someros, determinados en gran parte por las condiciones topográficas de fuertes pendientes.

Los Andosoles son suelos que se originan a partir de cenizas volcánicas, esponjosos con texturas de migajón arenoso o francos y en ocasiones migajones limosos o arcillosos, con gran capacidad de retención de agua; con problemas de fijación de fósforo, pueden ser ricos en materia orgánica pero generalmente muy ácidos y pobres en nutrientes, de color pardo o grisáceo oscuro.

Climas.

Los climas del norte de Puebla responden directamente a la topografía, altitud y relieve y muestran clara influencia de fenómenos atmosféricos como Vientos Alisios, Nortes y Ciclones tropicales. Los subgrupos y tipos climáticos presentes en la zona, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1981) son, de mayor a menor latitud y de menor a mayor altitud:

- A(C) semicálido húmedos del grupo A, con temperatura media anual de 18°C a 22°C y régimen de lluvias intermedio.
- (A)C(fm) semicálido húmedos del grupo C con temperatura media anual mayor de 18°C y régimen de lluvias intermedio.
- C(fm) templado húmedo con temperatura media anual entre 12°C y 18°C y régimen de lluvias intermedio.

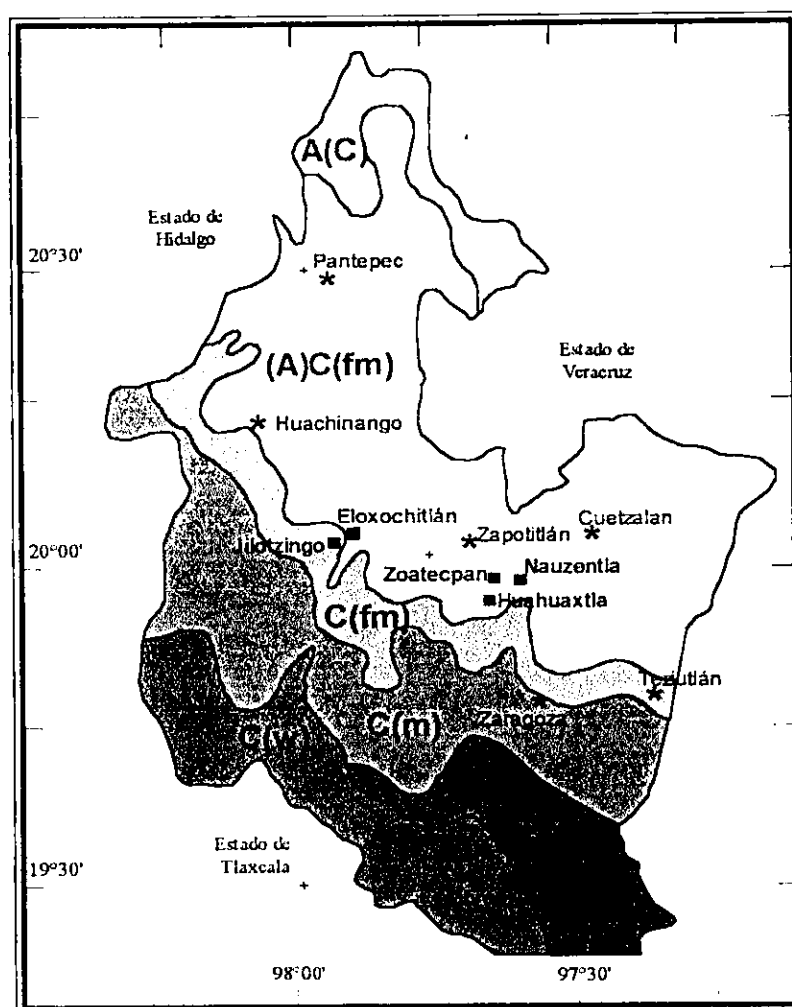


Figura 3.2 Climas del norte de Puebla (según la clasificación de García, 1988).

Las comunidades estudiadas se localizan en la zona de transición entre los climas (A)C(fm) y C(fm), siendo Nauzontla la más cálida y Jilotzingo la más fría (Figura 3.2). La temperatura media anual de las estaciones climatológicas situadas cerca de los 2000 msnm es de 15-16°C aumentando sensiblemente cuando se desciende en altitud para llegar a más de 21°C a los 700 m.

Los valores de precipitación media anual se distribuyen en el norte de Puebla de manera concéntrica, con los valores más altos, superiores a los 4000 mm en la Zona de Cuetzalan-Mazatepec-Las Margaritas (situadas alrededor de los 1000m de altitud) y disminuyendo hacia las partes más bajas y más altas de la Sierra. En la faja altitudinal ocupada por las poblaciones en que se desarrolló el trabajo de campo la precipitación media anual varía entre los 2000 mm y 2500 mm (Basurto, 1985).

3.2 AMBIENTE BIÓTICO.

Vegetación.

La cubierta vegetal del Norte de Puebla se encuentra en la actualidad muy alterada por la acción humana, con la vegetación primaria presente sólo como relictos, ocupando terrenos marginales y una superficie reducida.

Se calcula que de la superficie estatal menos del 7% está ocupada por Bosque tropical perennifolio, distribuido mayoritariamente en la porción correspondiente a la Llanura costera y laderas de barlovento de la Sierra Madre Oriental entre Metlaltoyuca y Hueytlalpan; los bosques templados (Bosque de coníferas, Bosque de *Quercus* y Bosque mesófilo de montaña) ocupan un 15% de la superficie estatal distribuidos principalmente en el norte del estado, en la Sierra Madre y en el Eje Neovolcánico, de estos Bosques el de pino-encino comprende una tercera parte de la superficie (5.58%) siguiendo en orden decreciente los de encino-pino, de encino, de oyamel y mesófilo de montaña (Anónimo, 1987).

La vegetación responde en general, lo mismo que el clima a un patrón altitudinal, con los factores edáficos, de orientación y relieve con influencia a nivel más específico en el establecimiento y desarrollo de aquella, sea natural (ecosistemas) o generada por el hombre (agroecosistemas) de modo que al presente está conformada como un mosaico complejo con parches de vegetación primaria más o menos perturbados, alternando con vegetación secundaria en los más diversos estadios de sucesión, potreros, así como con cafetales, parcelas de maíz casi siempre en asociación con otras especies vegetales, huertos familiares y otros muchos agroecosistemas que ocupan superficies reducidas como son los chilares, cañales o cañaverales, frijolares, zacatales, platanares, cultivos de cacahuete, de vainilla, hortalizas, de papa, haba, ajonjolí, tomate, jitomate, cítricos o frutales caducifolios.

Aunque no existen estudios específicos sobre la vegetación en el Norte de Puebla, se cuenta con varias tesis profesionales y trabajos sobre vegetación que incluyen parcialmente a esta región que permiten presentar *grosso modo* un bosquejo de los tipos de vegetación y su distribución y una panorámica general de los agroecosistemas observados (Paray, 1946;

Miranda y Sharp, 1950; Miranda y Hernández X, 1963; Pennington y Sarukhán, 1968; Rzedowski, 1978; Basurto, 1982; Evangelista y Mendoza, 1987; Castro, 1988, López, 1988, Villaseñor, 1988; Vázquez, 1990; Cuevas, 1991; Puig, 1991; Villa, 1991.)

En un gradiente altitudinal entre los 100 m a 2400 m es posible delimitar como tipos de vegetación al Bosque tropical perennifolio, Bosque de *Quercus* Bosque de *Pinus*, Bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus* y Bosque mesófilo de montaña de acuerdo con la denominación de Rzedowski (1978), así como Bosque de galería (Figura 3.3).

En la actualidad el complejo mosaico de vegetación de la Sierra Norte de Puebla es consecuencia no sólo de los factores ambientales sino también de la acción del hombre cuya presencia en esta región ha sido constante desde hace varios siglos, con prácticas de apropiación de la naturaleza que incluyeron en su momento sistemas de roza-tumba-quema, que han devenido en sistemas de barbecho y de agricultura permanente para producción agrícola o extracción de leña de los bosques.

La influencia del hombre se refleja en la composición florística y estructura de la vegetación de modo que por ejemplo, asociaciones puras de *Pinus patula*, de *Liquidambar styraciflua* o de *Alnus jorullensis* son considerados como de origen antrópico (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978; Puig, 1991).

Así mismo, siendo una región donde confluyen dos zonas climáticas: cálida o semicálida y templada, llamadas popularmente "Tierra caliente" y "Tierra fría" respectivamente, con un relieve que ofrece un sin número de condiciones ambientales y microambientales en un amplio gradiente altitudinal con fuertes pendientes que posibilitan el tránsito de una zona a otra en tiempos y distancias relativamente breves, que ha sido ocupada desde hace más de un milenio por grupos humanos de distinta filiación étnica y en donde los procesos de selección y domesticación de plantas se mantienen actuantes, la distribución, composición y estructura de los agroecosistemas del norte de Puebla resultan al menos tan complejas y diversas como las de la vegetación natural.

Tales agroecosistemas, entendidos como "ecosistemas modificados en mayor o menor grado por el hombre para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola, pecuaria, forestal o de la fauna silvestre" (Hernández X., 1977), se presentan en general como cultivos múltiples en los que las plantas se asocian de las más diversas formas en tiempo y espacio con coexistencia de especies domesticadas, inducidas, toleradas y silvestres, muchas de las cuales son útiles al hombre.

Estos agroecosistemas se explotan casi siempre bajo esquemas tradicionales de cultivo, teniendo como objetivo principal el autoabasto del productor, pero también pueden incorporar tecnologías propuestas, y en ocasiones más bien impuestas, por instituciones de crédito o por programas de desarrollo de dependencias gubernamentales como sería el caso del "Plan Zacapoaxtla" del Colegio de Postgraduados en Chapingo (ahora en Montecillo, Estado de México, o las del INMECAFE en su momento, cambiando entonces el propósito de la producción, que es destinada al mercado externo y tendiente a la obtención del máximo ingreso monetario (valor de uso vs valor de cambio).

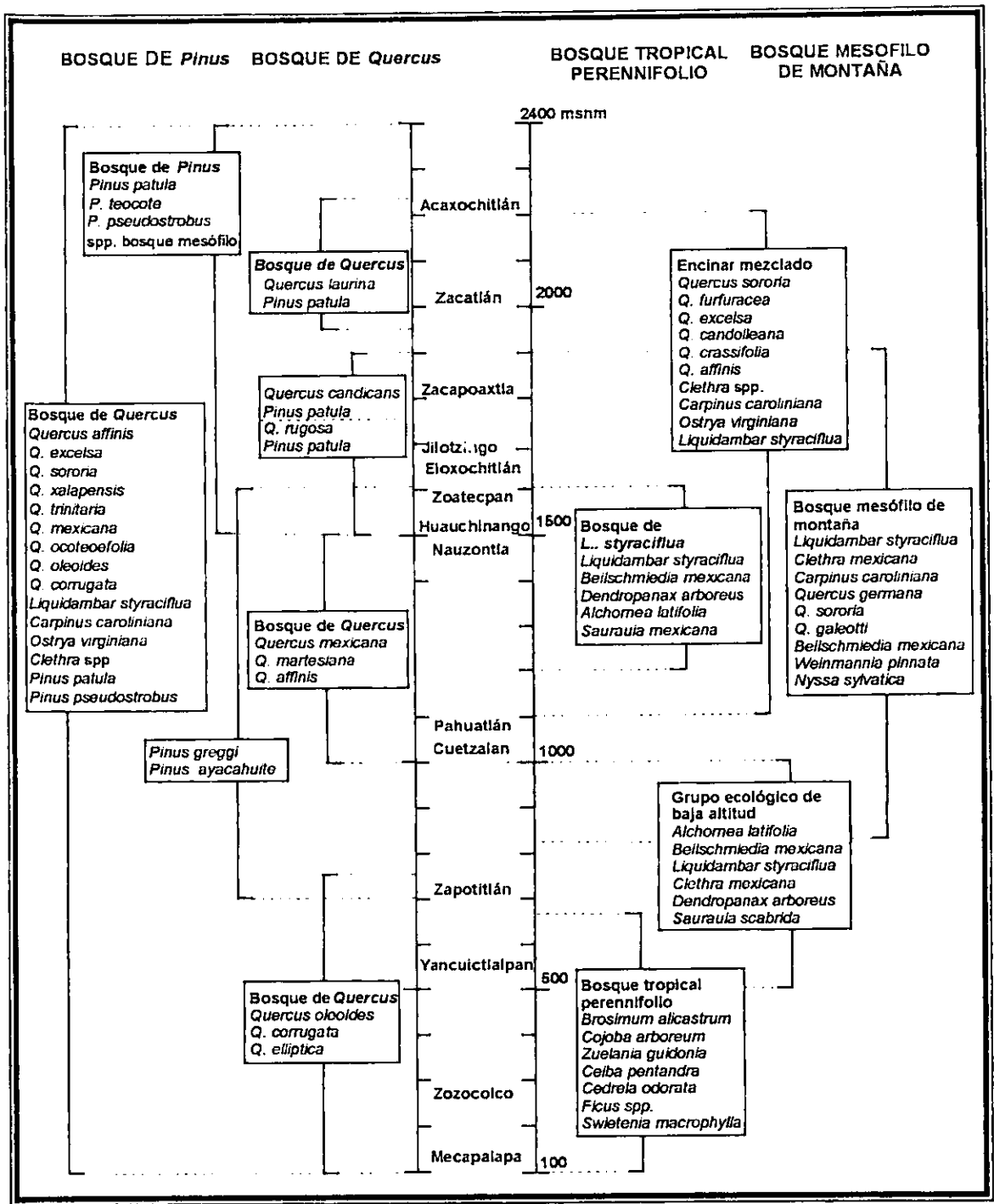


Figura 3.3 Tipos de vegetación del norte de Puebla.

Entre los 100 m y 2000 (2400) m de altitud, los agroecosistemas presentes en esta región pueden encontrarse en la tierra caliente, en la tierra fría o en ambas, como es el caso de milpas, potreros y huertos familiares, o restringirse a sólo una de ellas como los cafetales, cañales, cultivos de cacahuate, vainilla, ajonjolí, chile, cítricos, plátanos y otros frutales tropicales en "tierra caliente" o cultivos de papa, haba o frutales caducifolios, propios de "tierra fría" (Figura 3.4).

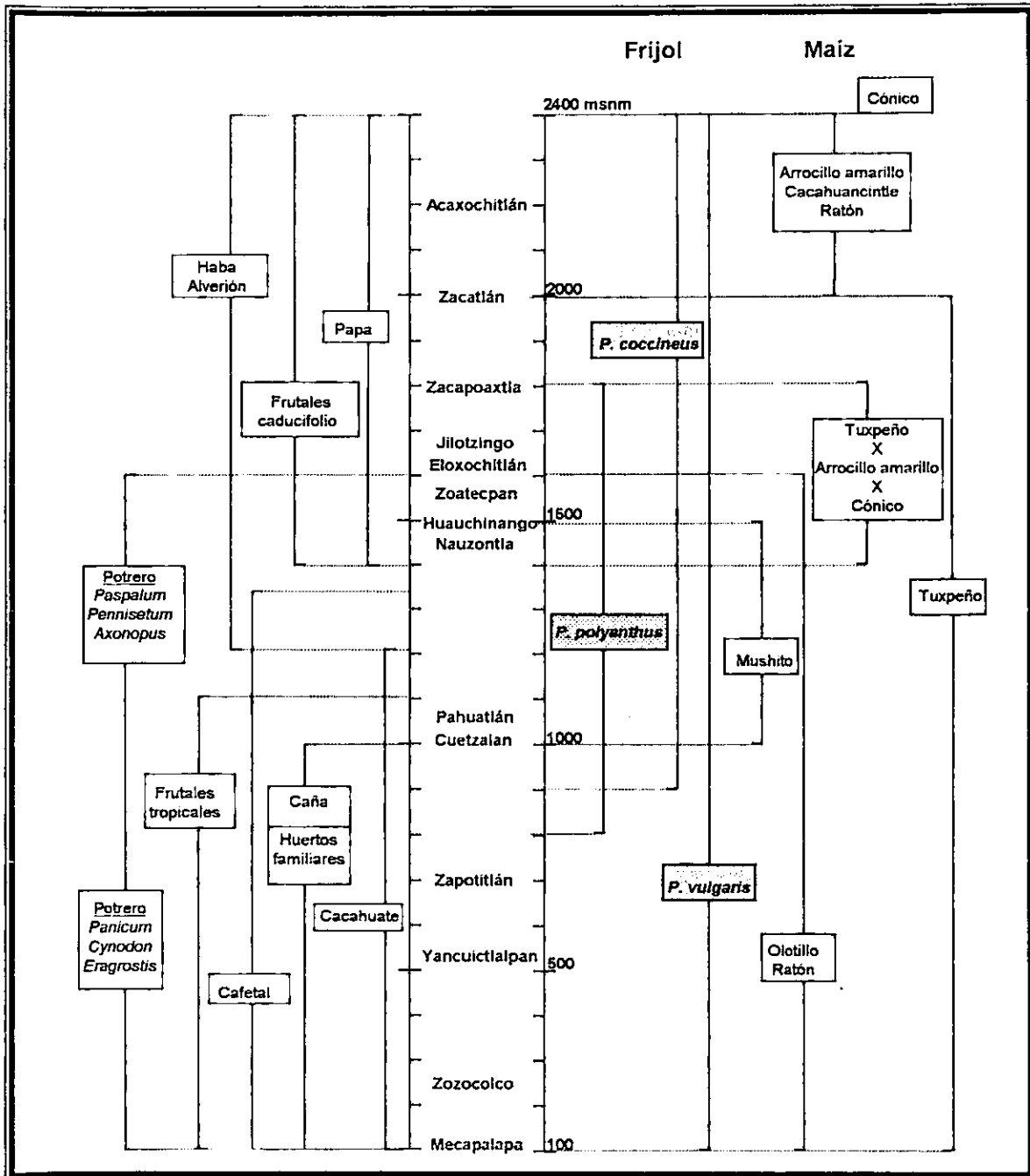


Figura 3.4 Agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla.

Las milpas, cafetales y potreros son los sistemas agrícolas que ocupan una mayor superficie y los de mayor importancia económica, con la producción de la primera destinada básicamente al autoabasto y la de las segundas al mercado, el resto de los agroecosistemas ocupan en general superficies reducidas y si bien en ocasiones la producción está dedicada al comercio y puede contribuir de manera importante al ingreso monetario del productor, no alcanzan en general la importancia relativa de los primeros.

3.3 AMBIENTE CULTURAL

Poblamiento prehispánico.

La Sierra Norte de Puebla es un espacio geográfico que ha sido habitado por diversos grupos humanos al menos desde el horizonte Formativo (1200 aC-200 dC). Existe evidencia de ocupación por parte de huastecos, que durante el periodo Clásico se extendieron por el norte de esta región hasta la cota de los 1000 m. Hay presencia también de totonacos, nahuas, tepehuas y otomíes que aún la habitan y mestizos americano-europeos luego de la conquista española (Ochoa, 1984; García, 1987, Faulhaber, 1994).

En distintos momentos históricos, la Sierra Norte de Puebla estuvo articulada en mayor o menor grado al corazón del mundo mesoamericano y a sus principales redes de intercambio, con la configuración de diferentes espacios regionales, así, por ejemplo, dentro del territorio dominado por Teotihuacán hubo una región serrana articulada conforme lo demandó la hegemonía de la ciudad, orientada hacia ésta y que abarcaba hasta donde lo permitía su influencia, pero el espacio ocupado por esa región se reorientó y adquirió límites diferentes al convertirse El Tajín en el centro rector y propiciar la formación de un nuevo mapa regional ya que la cuenca de México dejó de ser el centro más destacado; se ha observado que las redes de intercambio se reordenaron en beneficio de otros centros, como Xochicalco y El Tajín (García, 1987). Más tarde, durante el periodo posclásico (800-1519 dC), los toltecas de Tula llegaron a controlar parte de la Sierra y Tulancingo, Acaxochitlán y Huauchinango fueron parte del estado tolteca (García, 1987).

La Sierra Norte de Puebla, ubicada entre dos núcleos fundamentales de civilizaciones mesoamericanas: la costa del Golfo y el Altiplano, específicamente Teotihuacán, marcó quizá en un principio un límite para los desarrollos culturales aparentemente más tempranos de los grupos de la costa del Golfo de México, pero a la larga, resultó un área de enlace entre estos y los pueblos del altiplano (García, 1987).

Es poco lo que se conoce de la arqueología y de la historia antigua de la Sierra Norte de Puebla, pero se reconoce la existencia de varias rutas de expansión o corredores teotihuacanos, uno de los cuales abarca desde Tulancingo hasta el Tajín, otro se orientaba al sureste, hacia Tlaxcala y luego doblaba al oriente alcanzando la costa más al sur, por el valle del río Apulco o por los llanos de Atzompa.

No se puede asegurar nada en definitivo acerca de la identidad étnica y el idioma de los grupos involucrados en la historia de la Sierra hasta el horizonte clásico, con excepción

de los huastecos. Los orígenes geográficos del totonaco y del tepehua son en rigor desconocidos, pero es posible suponer que estas lenguas se originaron en donde subsistieron y subsisten en la actualidad, es decir, en la propia Sierra (García, 1987).

Los límites del territorio ocupado por los totonacos o Totonacapan para el siglo XVI comprenden desde el río Cazones, en el norte, hasta el río de la Antigua, en el sur, por el este hasta el Golfo de México y hacia el oeste por la Sierra Madre Oriental, llegando hasta Pahuatlán, Puebla, Jalacingo y Jalapa, Veracruz (Chenaut, 1995). Este territorio, expuesto a diversas influencias culturales, debió ser relativamente cosmopolita y las lenguas totonaca, tepehua, nahuatl, otomí y huasteca probablemente se hablaron en la Sierra desde el periodo clásico (García, 1987, Chenaut, 1995). En el periodo tolteca, en el posclásico, resurgió la hegemonía de la cuenca de México y se supone que entonces se inició un desplazamiento de los totonacas hacia el oriente, así como la expansión de la lengua náhuatl.

Es probable que el deterioro de las condiciones ambientales en el norte de Mesoamérica haya motivado un constante flujo de migraciones chichimecas, entre las que había grupos hablantes de nahua y otomí. Estos migrantes reclamaban espacios y causaban con ello el desplazamiento de los habitantes precedentes, del altiplano hacia los declives de la Sierra, que puede entonces considerarse como uno de los tradicionales refugios para los grupos no nahuas del altiplano, motivando el repliegue de la población totonaca (García, 1987).

Toda esta serie de movimientos y cambios de predominio entre distintos centros hegemónicos (Teotihuacán, El Tajín, Cholula, Tula) en Mesoamérica a lo largo del tiempo, genera la diferenciación de tres subregiones en la Sierra:

- 1) teotihuacano-texcocana, que se supone era la original y mayoritariamente totonaca, surgida en función del espacio teotihuacano y luego ocupada y transformada por los toltecas, localizada en la porción noroccidental del actual estado de Puebla y en la porción limítrofe del estado de Hidalgo
- 2) totonaca, definida en función de su proximidad a El Tajín en su momento de máximo apogeo, ubicada hacia el extremo nororiental del estado de Puebla y porción colindante del estado de Veracruz y limitada al sur por la cañada del río Apulco.
- 3) olmeca-tlaxcalteca, que deriva de la influencia olmeca-xicalanca, consolidada quizá a lo largo de una ruta de expansión tendida al norte del río Atoyac y siguiendo la cuenca alta del río Apulco (García, 1987).

Grupos étnicos y población. Actividades económicas.

Las cinco comunidades en que se desarrolló este trabajo tienen cada una características socioeconómicas, étnicas e históricas diferentes:

Huahuaxtla (“en donde hay huaxis o huaxes”). Es una agencia municipal auxiliar del municipio de Xochitlán, de filiación nahua, actualmente con población nahua y mestiza y alrededor de 1800-2000 habitantes. Es un asentamiento semicompacto con traza urbana y servicios como agua potable, drenaje, energía eléctrica y teléfono.

Probablemente tiene dos o tres siglos de antigüedad, no se menciona en las fuentes del siglo XVI. Las principales actividades económicas son la agricultura y el comercio, con cultivo de maíz y frijol, hay también pequeños huertos de hortalizas y algunos agricultores siembran chile verde.

Nauzontla (“en las cuatro cabezas o cuatro cerros”, “cabeza con cuatro mechones”). Es cabecera municipal, de filiación nahua con población predominante mestiza en la actualidad y cerca de 1600 habitantes. De origen prehispánico, se separó como pueblo a finales del siglo XVIII (García, 1987). Es un asentamiento compacto con traza urbana, cuenta con servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, teléfono, centro de salud, comercios varios y un pequeño mercado semanal.

Las principales actividades económicas son la agricultura (maíz, frijol y papa), el comercio, artesanías de textiles (blusas, manteles y servilletas bordadas) y hay también ganadería extensiva.

Zoateopan. El vocablo Zoateopan es quizá una corrupción de Cihuateopan (“mujer en la casa real o casa de piedra”), ya que en la población hay una leyenda acerca de una mujer vestida de blanco que habita en el interior de una gran peña que se encuentra en el pueblo y que sale de noche en noche. En otra acepción, Zoateopan significa “lugar de mujeres bonitas”. Es un poblado disperso de origen y población nahuatl, con cerca de 2000 habitantes. Pertenece al municipio de Xochitlán y la mayor autoridad local es el juez de paz. Cuenta con energía eléctrica, hay agua potable en algunas zonas del pueblo, pero la mayoría de los pobladores no cuentan con este servicio y no hay drenaje. En 1997 se puso en servicio un centro de salud.

Las principales actividades económicas son la agricultura (maíz, frijol, papa), artesanías (bordado y hechura de blusas tradicionales, tejido de fajas con telar de cintura), que realizan principalmente las mujeres; los hombres se emplean también como jornaleros agrícolas y es frecuente la migración temporal a las ciudades de Puebla o de México para emplearse principalmente en los sectores de servicios y de la construcción.

San Marcos Eloxochitlán (“lugar de las flores de elote”). Es una comunidad de origen totonaco con población indígena actual que se separó como pueblo a fines del siglo XVIII (García, 1987). Es un poblado semidisperso, con traza urbana en alguna medida, perteneciente al municipio de Ahuacatlán, que tiene como mayor autoridad al presidente del comité de educación; cuenta con alrededor de 1000 habitantes. Tiene servicios como agua potable y energía eléctrica, no hay drenaje.

Las principales actividades económicas son la agricultura (maíz, frijol y un poco de café) y ganadería extensiva, también es frecuente la migración temporal a la ciudad de México, principalmente de hombres pero también mujeres, para trabajar en los sectores de servicios y de la construcción.

Jilotzingo (“donde se reverencia el jilote”, “en el lugar del jilote sagrado”). Es un poblado disperso con aproximadamente 800 habitantes, de filiación nahuatl con población mestiza en la actualidad. Es la comunidad más joven o reciente de las aquí consideradas, es una presidencia auxiliar del municipio de Zacatlán. No hay una traza urbana definida y

cuenta con servicio de energía eléctrica a partir de 1989, no hay servicio médico, de agua potable ni drenaje pero si hay un teléfono

Las principales actividades económicas son la agricultura (maíz, frijol, frutales caducifolios y aguacate, un poco de chile verde y un poco de café) y ganadería de solar, principalmente de ovinos. Es muy frecuente la migración temporal a la ciudad de México para emplearse en los sectores de la construcción y de servicios, hasta antes de 1991-1992, era común la migración al interior de la Sierra para el corte de café (Cruz, 1995)

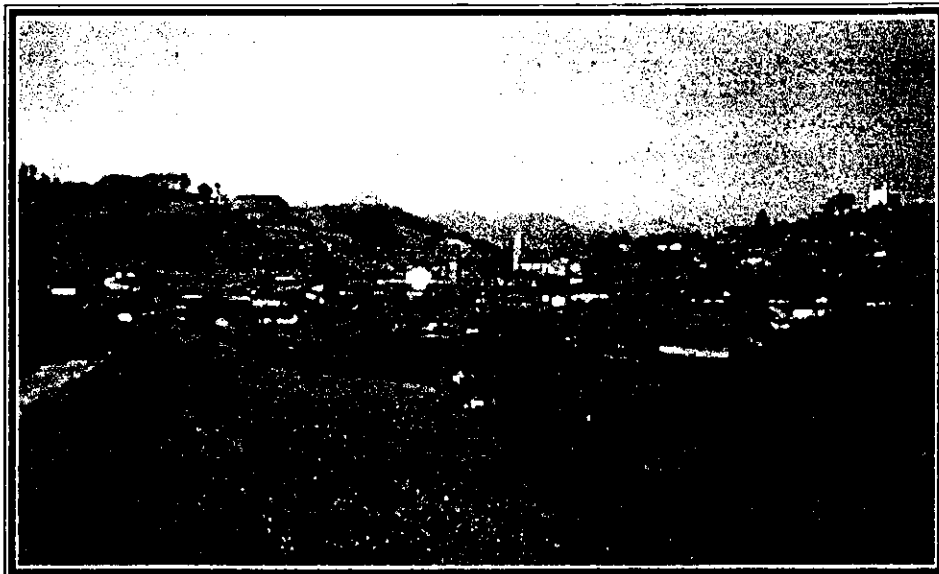


Figura 3.5 Nauzontla (arriba) y San Marcos Eloxochitlán (abajo), 2 de las poblaciones en donde se realizó el trabajo

4. METODOLOGIA.

4.1 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La selección de la Sierra Norte de Puebla y más en concreto, de las cinco comunidades en que se trabajó, localizadas en la faja de transición climática entre las zonas semicálida y templada (1400m -1750m snm), obedece a varias razones:

- Las comunidades elegidas se seleccionaron en función de su ubicación en las áreas oriental (Huahuaxtla, Nauzontla y Zoatecpán) y occidental (Jilotzingo y Eloxochitlán) de la Sierra Norte de Puebla y de las variaciones que muestran en el cultivo de los frijoles de interés para este trabajo. Las comunidades seleccionadas en cada área están relativamente cercanas entre sí, a pesar de lo cual muestran condiciones ambientales, económicas y sociales diferentes, lo cual se refleja en las distintas maneras de cultivar el frijol.
- Presencia de varios grupos étnicos: nahuas y totonacos así como mestizos en las comunidades elegidas, con distintos niveles socioeconómicos que han venido experimentando procesos de aculturación e integración a la sociedad nacional.
- Existencia de diversidad de formas y de manejo de *Phaseolus coccineus* L. y de *P. polyanthus*, que se presentan tanto cultivados como escapados de cultivo o asilvestrados, con producción en agroecosistemas tradicionales como monocultivo o en asociación con maíz.

4.2 OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La interacción con las comunidades de estudio se inició abordando a la gente directamente en sus campos de labor o en sus casas, explicando los motivos de nuestra presencia en la zona y solicitando su colaboración para la realización del trabajo.

Con el mismo objetivo se hizo una presentación ante las autoridades locales de cada comunidad, Presidente municipal en Nauzontla, Presidentes municipales auxiliares en Huahuaxtla y en Jilotzingo y Juez de paz y/o Presidente del comité de educación en Zoatecpán y en Eloxochitlán.

El trabajo de campo se realizó de finales de 1988 a 1995, con salidas a las comunidades de estudio durante 10 a 20 días de cada mes, con la fase más intensa para los intereses de esta tesis entre 1989 y 1993, tiempo durante el cual se visitó de manera regular a unos 40 informantes y sus familias, con quienes hasta la fecha se mantiene contacto.

La información etnobotánica se obtuvo a través de entrevistas abiertas con los agricultores y amas de casa, con colecta de material germinal y ejemplares de herbario, también a través de observación directa y observación participante, esta última sobre todo durante las labores de cultivo en las milpas.

Durante el transcurso de trabajo se realizaron experimentos específicos relacionados con.

- I) Calendario agrícola y fenología de *Phaseolus polyanthus* y *Phaseolus coccineus*
- II) La presencia de una forma precoz de *Phaseolus polyanthus*

Para ello se sembraron parcelas experimentales, en Nauzontla, de 1989 a 1995 y en Jilotzingo durante 1989 y 1990, estas siembras se hicieron a la manera tradicional, desde la preparación del terreno a la cosecha, manteniendo la secuencia de labores y la densidad de siembra, con distancias entre plantas y entre surcos de un metro aproximadamente, poniendo cuatro semillas de maíz y una de frijol por punto.

Para la siembra de las parcelas experimentales se utilizó semilla obtenida con productores locales, se rentaron terrenos a personas conocidas en ambas localidades y se hizo empleo de la mano de obra local para las labores agrícolas.

Estas parcelas fueron aprovechadas también por las distintas disciplinas interactuantes en el proyecto del que este trabajo forma parte, principalmente ecofisiología, taxonomía y biología floral (Sousa, 1992; Wong, 1992; Martínez, 1994), con colectas de semilla y flores para las áreas de genética de poblaciones y citogenética.

4.3 EXPERIMENTOS ESPECÍFICOS CON *Phaseolus polyanthus* Y *Phaseolus coccineus* EN CAMPO.

I. Una forma precoz de *Phaseolus polyanthus* en Nauzontla, Puebla.

A partir de la exploración etnobotánica (Hernández X., 1985), en Nauzontla se tuvo conocimiento y se obtuvo semilla de dos variantes de *Phaseolus polyanthus* reconocidas por la gente: "frijol gordo común" y "frijol gordo abreviador", denominado así por ser más precoz.

Para evaluar este frijol, se sembraron en Nauzontla en 1992 dos parcelas de 150 m², una con el frijol gordo común y otra con frijol gordo abreviador y ambas en asociación concomitante con maíz raza Tuxpeño con una densidad de 40 000 plantas de maíz y 10 000 plantas de frijol por hectárea, siguiendo la secuencia tradicional de prácticas agrícolas y fertilizando con una mezcla 1:1 de sulfato de amonio y de superfosfato de calcio (30 g por punto de siembra).

En cada parcela se marcaron, una vez que emergieron, 30 plantas al azar para hacer el seguimiento fenológico de ambas formas de *Phaseolus polyanthus* con observaciones mensuales y registrando para cada individuo presencia o ausencia de las distintas estructuras (hojas, inflorescencias, botón, flor y fruto). También se realizaron cosechas periódicas (cada 30 días aproximadamente) de cinco individuos al azar de cada forma de frijol para cuantificar peso seco de raíz, tallo, hojas, botones, flores y frutos. Con los datos fenológicos

se hicieron gráficas de porcentaje de individuos con las diferentes estructuras y con los datos de peso seco se hicieron gráficas de asignación de biomasa y se sometieron a análisis estadísticos con el programa Statgraphics (ANOVA y Prueba de Tukey) (Basurto *et al.*, 1996a).

II. CALENDARIO AGRÍCOLA Y FENOLOGÍA DE *Phaseolus coccineus* Y *Phaseolus polyanthus*.

Para relacionar el ciclo agrícola y la fenología de frijol, se establecieron en 1990 en Nauzontla y en Jilotzingo cuatro parcelas de 500 m² cada una, en las que se sembraron:

- a) *Phaseolus polyanthus* con maíz raza Tuxpeño en asociación concomitante
- b) *Phaseolus coccineus* con maíz raza Tuxpeño en asociación concomitante
- c) *Phaseolus polyanthus* en monocultivo
- d) maíz raza Tuxpeño en monocultivo

La siembra se realizó de acuerdo con los métodos y esquemas tradicionales, con distancias entre surcos e hileras de 90 a 100 cm y siguiendo la secuencia de labores agrícolas acostumbradas en estas localidades.

Para el seguimiento del ciclo biológico, en cada parcela se marcaron 30 individuos al azar y aproximadamente cada 30 días, se realizaron observaciones de presencia-ausencia de estructuras vegetales y de su estadio de desarrollo:

Foliación	yemas foliares, hojas jóvenes, maduras y senescentes
Floración	yemas de inflorescencias, botón y flor en anthesis
Fructificación	fruto pequeño, fruto mediano y fruto grande.

En cada parcela se cosecharon, también cada 30 días 5 individuos al azar con el fin de tener registros de peso seco de las distintas estructuras de las plantas (raíz, tallo, hojas, flor y fruto), todas las muestras se secaron en estufa a 85°C durante 72 horas antes de pesarlas (Basurto *et al.*, 1996b).

Además de lo anterior se visitaron regularmente parcelas de varios de los informantes para realizar observaciones del estado fenológico de los frijoles y especies asociadas y en algunas de ellas se hicieron croquis y mediciones de la distribución de las plantas sobre el terreno, midiendo distancias entre surcos y entre plantas, altura y cobertura de las mismas y su relación espacial y temporal a fin de conocer la estructura y composición de los distintos agroecosistemas con frijol presentes en la zona de estudio y cambios de los mismos a lo largo del ciclo agrícola.

5. RESULTADOS.

Los resultados de este trabajo se presentan bajo los siguientes apartados:

- Presencia de *Phaseolus* spp. en la Sierra Norte de Puebla.
- Agroecosistemas con frijol *Phaseolus* en la Sierra Norte de Puebla.
- Fenología de *Phaseolus coccineus* y *P. polyanthus* en la Sierra Norte de Puebla.
- Denominación, usos y métodos de transformación para el consumo de *P. coccineus* y *P. polyanthus* en la Sierra Norte de Puebla.
- Prácticas rituales relativas al cultivo del frijol.

5.1 Presencia de *Phaseolus* spp. en la Sierra Norte de Puebla.

Aunque el presente trabajo se refiere a los aspectos etnobotánicos de *Phaseolus coccineus* y *P. polyanthus* en la Sierra Norte de Puebla, se da un bosquejo general de la presencia del género *Phaseolus* en esta zona del país.

En la Sierra Norte de Puebla se cultivan cuatro especies de *Phaseolus*, con presencia de las formas silvestres de algunas de estas y existe también una especie silvestre (Cuadro 5.1). En la zona de estudio se encontró evidencia que sugiere la presencia de híbridos naturales entre *P. coccineus* x *P. polyanthus*. También dentro de la misma Sierra Norte de Puebla, aunque no en las comunidades estudiadas sino en la zona de Amatitán, Totolchan y Huapalejcan, en el municipio de Xochitlán, se encontró evidencia de híbridos entre *P. vulgaris* silvestre x *P. polyanthus*.

Taxón	Estatus biológico	Distribución altitudinal
<i>P. polyanthus</i>	cultivado, escapado	800-1800 m
<i>P. coccineus</i> subsp. <i>coccineus</i>	cultivado, escapado	arriba de los 900 m
<i>P. coccineus</i> subsp. <i>formosus</i>	silvestre, arvense	2000-2400 m
<i>P. vulgaris</i> cultivado	cultivado	200-2000 m
<i>P. vulgaris</i> silvestre	arvense, silvestre	800-1300 m
<i>P. lunatus</i> var. <i>lunatus</i>	cultivado	abajo de los 300 m
<i>P. glabellus</i>	silvestre	900-1800 m
<i>P. coccineus</i> x <i>P. polyanthus</i>	“cultivado”	1000-1600 m
<i>P. polyanthus</i> x <i>P. vulgaris</i> silvestre	arvense	1100m snm

Cuadro 5.1. Presencia del género *Phaseolus* en la Sierra Norte de Puebla.

En las comunidades estudiadas se cultivan *Phaseolus coccineus* y *P. polyanthus* así como también *P. vulgaris*, los primeros con hábito de crecimiento Tipo IV indeterminado, trepador y el último con hábitos de crecimiento Tipos I erecto determinado, II erecto indeterminado y IV indeterminado trepador. Por lo general se siembran en asociación con maíz de raza Tuxpeño con infiltración de Cónico o Arrocillo amarillo, en colores blanco, amarillo, azul y rojo, que sirve de espaldera al frijol (Fernández, 1977; Guadarrama & Hernández X., 1981; Cruz, 1995).

Phaseolus polyanthus.

Es la especie más cultivada y ampliamente distribuida, se siembra principalmente en asociación concomitante con maíz, pero también como monocultivo en terrenos que han estado en barbecho, en ocasiones hasta por más de veinticinco años, aunque esto es ya cada vez más raro. Con muy baja frecuencia se observa escapado de cultivo.

En la Sierra Norte se encuentran entre los 800m a 1800m, tiene hábito de crecimiento Tipo IV, trepador indeterminado, el grano es de forma casi circular o rotunda, con un reticulado característico en la testa, con poca variación en color, que puede ser beige más o menos claro, marrón o negro, en ocasiones con motas o listas más oscuras; la flor es de color blanco o lila más o menos intenso, en ocasiones las flores tienen las alas de un color y el estandarte de otro (Figura 5).

En las comunidades estudiadas, sólo se distingue una forma de *P. polyanthus*, salvo en Nauzontla, donde se reconocen dos tipos, llamados "Frijol gordo" y "Frijol gordo abreviador", que se diferencian únicamente por la duración del ciclo de vida, siendo el último más precoz, la gente no reconoce diferencias en la forma o tamaño del grano ni en las características morfológicas de la planta.

La diferencia entre el frijol gordo y el frijol gordo abreviador se discute con detalle más adelante.

P. coccineus* subsp. *coccineus.

Se cultiva en asociación con maíz y es muy frecuente observarlo escapado de cultivo, con aprovechamiento del grano, follaje y flores por parte de la gente de estas poblaciones asilvestradas sin que requieran de alguna preparación especial para su consumo. En la Sierra, hasta los 1800-2000 m de altitud tiene hábito de crecimiento Tipo IV, trepador indeterminado y por arriba de los 2000-2200 m tiene hábito de crecimiento Tipo II, erecto indeterminado.

Las formas locales en las comunidades estudiadas se distinguen de otros frijoles de esta misma subespecie por la forma y tamaño del grano, más grande y más cilíndrico en estos últimos y más pequeño y un tanto más aplanado ("es más tabloncito") en las comunidades de estudio, en ambos casos hay gran variación en color y diseño de la testa; la flor es roja y ocasionalmente se encuentran flores blancas (Figura 5).

De *P. coccineus* subsp. *coccineus* se reconocen varios tipos en función de la forma y tamaño del grano, del porte de la planta y del hábito de crecimiento; entre los 1000 a 1800

m de altitud, crece una forma con hábito de crecimiento indeterminado trepador llamada "tacuahuaquet" o "cimat" en nahua y "tangastapu" en totonaco o frijol pinto en español, con grano relativamente pequeño, que se distingue de otra forma, también trepadora, pero más vigorosa y con grano de mayor tamaño y más cilíndrico que crece entre los 1800 a 2000 m, llamada "ayocote" o "ayocote de guía".

Se reconoce una tercera forma, esta con hábito de crecimiento erecto indeterminado, que se cultiva por arriba de los 2000 m, con grano grande y más bien aplanado, también llamada "ayocote" o "ayecote".

Estos frijoles muestran varios colores de testa, uniformes o con manchas, sin que se haga distinción de ellos por este carácter, aunque hay que mencionar que en los mercados suele venderse una selección de tacuahuaquet con testa de color crema liso, muy similar al color de *P. polyanthus*, que incluso puede denominarse como "Frijol gordo".

En los mercados regionales también es común encontrar a la venta semilla seleccionada de color blanco de *P. coccineus*, que suelen llamarse "alubias", que son llevadas a la Sierra desde el Altiplano; en las comunidades de estudio esta selección por testa de color blanco no se ha detectado.

***Phaseolus coccineus* subsp. *formosus*.**

No se ha encontrado propiamente en la Sierra, sino en la transición entre ésta y el Altiplano Mexicano, de los 2000 m de altitud hacia arriba.

***Phaseolus vulgaris* cultivado**

Especie con gran diversidad, se cultiva en toda la Sierra Norte de Puebla, con hábitos de crecimiento Tipo I, erecto determinado; Tipo II, erecto indeterminado y Tipo IV, trepador indeterminado.

En las comunidades estudiadas el frijol de mata muestra variación de un pueblo a otro; en Jilotzingo son reconocidas dos formas, una llamada 'napualet', con ciclo de vida de tres meses y hábito erecto determinado, otra forma, llamada frijol negro mateado, también con hábito de Tipo II, erecto indeterminado, tiene un ciclo de vida más largo, que comienza a producir fruto a los tres o cuatro meses y puede tardar hasta unos seis meses de vida.

En Nauzontla, Zoateopan y sobre todo en Huahuaxtla, existe una forma de frijol mateado con ciclo de vida de 100 a 120 días, erecto determinado, de talla pequeña, generalmente no mayor de 40 cm de alto, con varios colores de testa, de los cuales el frijol negro es de 15 a 20 días más precoz. En estas mismas comunidades llega a encontrarse otro tipo de frijol mateado, que la gente reconoce como originario de partes más bajas y cálidas de la Sierra, llamado frijol 'xochiteco' (de Xochitlán, cabecera del Municipio homónimo) o 'pitaleño', que es de mayor talla y más tardío, también con hábito de crecimiento Tipo II, erecto indeterminado.

Los colores de la testa pueden ser negro opaco o brillante, rojo, crema y gris, lisos o con motas o listados marrón; la flor puede ser de color lila intenso o blanco

Phaseolus vulgaris silvestre.

Se ha colectado en los municipios de Xochitlán de Romero Rubio y de Zapotitlán de Méndez, entre los 800 m y 1300 m de altitud, donde se presenta como arvense en cultivos de maíz y en cafetales, así como en acahuales, es rara en la vegetación primaria (bosque mesófilo).

El color de la testa es pardo o marrón, moteado o listado y pueden encontrarse granos con testa de color negro o beige.

Phaseolus lunatus.

Se encuentran la forma cultivada de este frijol, llamado “Frijol navajilla” o “Tacalastapu” (totonaco), se cultiva en las partes mas bajas de la Sierra, con clima cálido húmedo. No es muy abundante.

Phaseolus glabellus.

Es de las pocas especies silvestres de *Phaseolus* que se distribuyen hacia el mitad oriental del país, crece en ambiente de bosque mesófilo, pero más bien en los bordes del mismo así como en acahuales y ocasionalmente se desarrolla en la orilla de las milpas, utilizando la caña de maíz como espaldera.

Es denominado en las distintas zonas de la Sierra y en las diferentes lenguas como Frijolillo, Frijol de vibora, Cocoliche, Stapuloua (totonaco), Coaet (nahuatl) y Tatatzinalet (nahuatl). Sus inflorescencias son comestibles en varias zonas de la Sierra y la infusión de la planta se usa en algunos sitios para mordida de vibora. Las flores son de color rojo intenso y la semilla es de color pardo con moteados más oscuros.

P. coccineus x P. polyanthus.

En Nautontla, Zoateopan y Huahuaxtla, es decir, en la porción oriental de la Sierra, se encuentran plantas de frijol que muestran características intermedias entre *P. coccineus* y *P. polyanthus*, que pueden ser híbridos naturales (Cuadro 5.2, Figura 5).

La gente no los distingue de *P. coccineus* cuando están en floración dado el color de la flor, pero el grano es semejante al de *P. polyanthus* salvo que en ocasiones muestra un moteado mas o menos denso que puede llegar a enmascarar el color primario de la testa, razón por la cual no se selecciona como semilla para la siembra.

Caracter	<i>P. coccineus</i>	<i>P. polyanthus</i>	“Híbrido”
germinación	hipogea	epigea	hipogea/epigea
bracteolas	ovadas, cortas	lanceoladas, largas	lanceoladas, largas
color de flor*	orange red 32A; orange red 33A (estándarte) orange red 30B (alas). red 44A (estándarte) red 44B (alas) blanco	purple 78A (estándarte) purple 78B (alas) purple violet 81C purple violet 82A purple violet 76C blanco	red 41D (estándarte) red 42C (alas)
color del grano	varios colores y diseños (rojo, negro, amarillo, crema, blanco, gris, pardo)	crema liso	crema, con moteados marrón oscuro que pueden enmascarar el color del fondo
forma del grano	alargado, mas o menos cilíndrico	orbicular, aplanado	orbicular, aplanado
posición del estigma	extrorso	apical, apical/introrso	apical
raíz	tuberosa	no tuberosa, elongada	?

* Color referido con las tablas de color de la Royal Horticultural Society

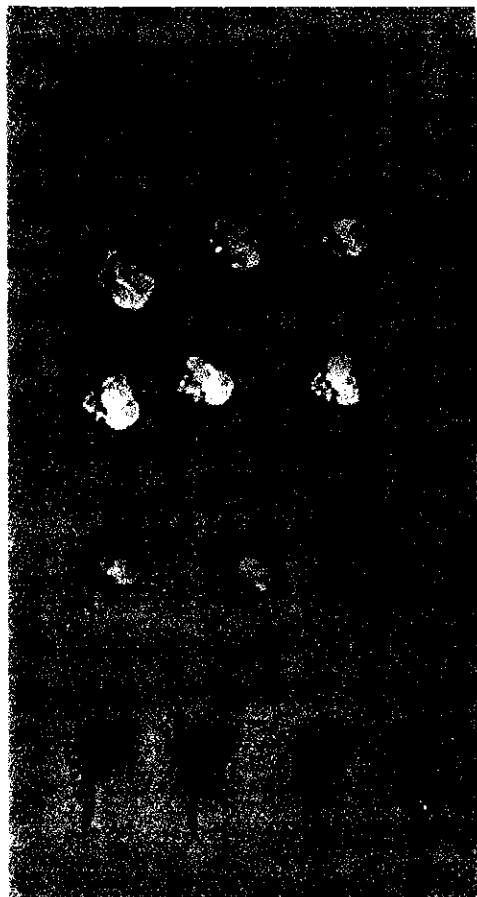
Cuadro 5.2. Comparación de algunas características de *P. coccineus*, *P. polyanthus* y el híbrido propuesto.

P. polyanthus x *P. vulgaris* silvestre.

De las colectas de *P. vulgaris* silvestre realizadas en Totolchan y Huapalejcan, municipio de Xochitlán, se obtuvo, de treinta semillas sembradas, una planta que produjo flores características de este frijol, pero frutos más anchos y semillas más grandes, anchas y aplanadas que las características de esta variedad y de color beige.

Al germinar estas semillas, se obtuvieron plantas con características de *P. polyanthus* en cuanto a color y forma de la flor y del fruto y semillas, aunque estas últimas más pequeñas que las semillas propias de *P. polyanthus*, lo que permite inferir la existencia de híbridos entre las especies arriba mencionadas.

En estos híbridos también actúa una selección en contra puesto que las semillas son de menor talla y por tanto no son adecuadas para la siembra.



P. polyanthus

purple violet 78 B (estandarte)
purple violet 80 B (alas)
purple 78 A (estandarte)
purple 78B (alas)

purple violet 80C

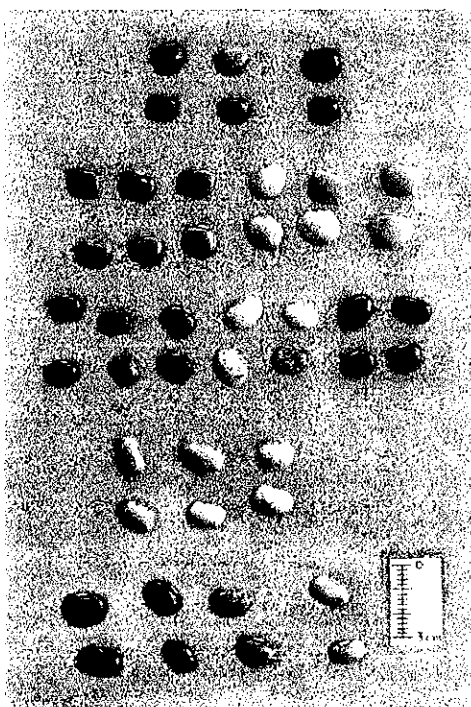
blanco
blanco con mácula yellow green 145C
blanco con mácula purple 77B

“Hibrido”

orange red 42D (estandarte)
orange red 41C (alas)

P. coccineus

red 44A (estandarte)
red 44B (alas)
orange red 33A (estandarte)
orange red 30B (alas)



“Hibrido”

black 202A
greyed orange 165C
con manchas black 202A

P. polyanthus

greyed orange 175B / 165C

P. coccineus

tacuahuaquet

black 202A
brown 200C
greyed orange 172 B / 168D / 165C
red purple 59A

P. coccineus

tangastapu

greyed orange 164B / 165D

P. coccineus

ayocote

red purple 59A
black 202A
greyed orange 165B / 166C
con manchas black 202

Figura 5. Variación de flor y semilla de *Phaseolus coccineus* y *Phaseolus polyanthus*. (colores de acuerdo con la tabla de colores de la Royal Horticultural Society)

5.2 AGROECOSISTEMAS CON FRIJOL *Phaseolus* spp. EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA.

En este apartado se describen los agroecosistemas con frijol presentes en las comunidades estudiadas, en función de la duración del periodo de barbecho, su estructura temporal y espacial y las especies vegetales que involucran.

Se refieren también el calendario y la secuencia de labores agrícolas, insumos empleados, incluyendo fuerza de trabajo invertida en el cultivo, germoplasma, herramientas, y destino de la producción.

I. Periodo de barbecho. Clasificación de agroecosistemas con frijol.

En la Sierra Norte de Puebla, como en otras regiones del país, el aumento de la población implica mayor demanda de alimentos y con ello la ampliación de la frontera agrícola.

Una vez agotado el recurso tierra en cuanto a superficie aprovechable, el siguiente paso es incrementar la intensidad de uso del suelo, es decir, se reduce cada vez más el periodo de descanso o de barbecho hasta que llega a ser prácticamente nulo.

Un intento de clasificación de los agroecosistemas con frijol con base en la duración del periodo de barbecho en las comunidades de estudio está dado por el siguiente esquema

Agroecosistemas con frijol *Phaseolus* spp.

Sistemas sin barbecho/Parcelas permanentes

Ranchos
Huertas o Solares

Sistemas de barbecho corto

Roza-quema de acahuales. "Coamil"
Manejo de bosquetes de *Alnus acuminata* ssp. *arguta*

Sistemas de barbecho largo

Roza-tumba-quema de vegetación 'primaria'. "Coamil"

En la actualidad, en las comunidades estudiadas, los frijoles se cultivan tanto en parcelas sin periodo de barbecho como en sistemas de barbecho corto y largo (Cuadro 5.3).

Agroecosistema	Frijoles cultivados	Spp. asociadas	Localidades
PARCELAS PERMANENTES			
Huertas y Ranchos	<i>P. coccineus</i> (C)	maíz (C)	Huahuaxtla
	<i>P. polyanthus</i> (C)	haba (IM)	Nauzontla
	<i>P. vulgaris</i> guía (C)	papa (IM)	Zoatecpan
	<i>P. vulgaris</i> mata (IN)	alverjón (IM)	Eloxochitlán Jilotzingo
BARBECHO CORTO			
Coamil	<i>P. vulgaris</i> mata	(monocultivo)	Huahuaxtla, Nauzontla, Zoatecpan, Jilotzingo Eloxochitlán
Bosquetes de <i>Alnus</i>	<i>P. polyanthus</i> (C)	maíz (C)	Eloxochitlán
	(<i>P. coccineus</i>) (C)		Huahuaxtla
BARBECHO LARGO			
Coamil	<i>P. polyanthus</i> (<i>P. coccineus</i>)	(monocultivo)	Jilotzingo Nauzontla (raro)
(C) Concomitante	(IN) Intercalado	(IM) Imbricado	

Cuadro 5.3 Agroecosistemas y especies de frijol cultivadas en las comunidades de estudio.

Sistemas sin barbecho.

Parcelas permanentes. Ranchos y Huertas.

Son terrenos que se han venido utilizando para uso agrícola continuado desde hace varias décadas (en ocasiones hasta más de cinco o seis al decir de varios informantes); la diferencia entre ranchos y huertas está dada por la proximidad a la habitación del productor, con los primeros relativamente alejados de la casa y las segundas inmediatas o muy cercanas a la misma, localizadas por lo general en el área urbana de los pueblos.

En las huertas se hace un uso más intensivo del suelo, con presencia de un mayor número de especies cultivadas y mayor aprovechamiento de arvenses comestibles o quelites.

En estas parcelas el frijol se cultiva casi siempre en asociación con maíz y en general en un mismo campo de cultivo se encuentran *Phaseolus polyanthus*, *P. coccineus* y *P. vulgaris*. Las especies de frijol *P. polyanthus* y *P. vulgaris* de mata se encuentran ocasionalmente como monocultivo en estas parcelas permanentes, pero lo más común es que cuando se siembran como monocultivo sea en "coamiles", es decir, en terrenos desbrozados y quemados.

La fertilidad es mantenida mediante aplicación de fertilizante químico y en ocasiones de abonos como gallinaza o estiércol de ganado caprino, ovino o vacuno; en las huertas se acostumbra depositar los desechos domésticos, así como esquilmos agrícolas para que al podrirse sirvan como abono.

Se fertilizan con urea (± 10 g por punto de siembra) o con una mezcla 1:1 de sulfato de amonio y de superfosfato de calcio o bien con triple 17 (± 30 g por punto de siembra); el fertilizante puede aplicarse ya sea al momento de la siembra, como ocurre en Jilotzingo, o en la primera o en la segunda escarda, como se hace en Huahuaxtla, Nauzontla, Zoateopan y Eloxochitlán.

El cultivo de frijol gordo *P. polyanthus* en monocultivo en parcelas permanentes, sólo se registró en una de las comunidades visitadas, Jilotzingo, usándose para ello terrenos en los que se encuentran corrales de chivos y borregos que se van moviendo secuencialmente de tiempo en tiempo hasta cubrir todo el terreno con el excremento de estos animales. Cuando el corral se mueve de lugar, el terreno se rotura con azadón para incorporar el estiércol al suelo, luego se siembra con espeque en surcos de un metro, poniendo dos o tres semillas por golpe. Al cabo de 20 o 30 días, cuando el frijol comienza a formar guía, se colocan estacas de unos dos metros de largo para que sirvan de espaldera, una al pie de cada mata de frijol, previo a esto se desyerba una sola vez, a mano o con azadón. La cosecha es manual, cortando fruto por fruto del frijol.

Sistemas de barbecho corto.

Se trata de terrenos que son dejados en descanso por un cierto periodo de tiempo, el cual es cada vez más reducido y en la actualidad rara vez es mayor a cinco años y puede ser de sólo uno o dos años. Dependiendo del tipo de comunidad vegetal que se desarrolla en estos terrenos, se pueden distinguir dos variantes:

Roza-quema de acahuales jóvenes.

Derivados de bosque mesófilo, de bosque de encino o de pino-encino, en estos terrenos es común la siembra de *P. vulgaris* de mata como monocultivo. Se siembra sin roturar y luego de una o dos cosechas en un año, el terreno se deja para que se recupere el

acahual, que al cabo de unos pocos años vuelve a rozarse y quemarse para reiniciar otro ciclo agrícola. No se fertilizan.

Bosquetes de *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *arguta* (Schltdl.) Furlow

Estos agroecosistemas pueden verse como una adecuación de los sistemas de barbecho largo a condiciones de mayor densidad de población y de incremento en la intensidad de uso del suelo, con acortamiento del periodo de descanso; en su momento estos agroecosistemas con periodo de descanso más largo eran derivados de la vegetación primaria o cercana al climax, que en este caso era el bosque mesófilo.

En la creación de estos sistemas se aprovecha la gran capacidad de regeneración vegetativa del ilite *Alnus acuminata* y su rápido crecimiento, ya que puede desarrollar tallos nuevos a partir del tocón, que alcanzan unos 6 a 7 m de alto y hasta unos 10- 15 cm de diámetro a la altura del pecho en 4 o 5 años, que es el periodo de retorno en estos agroecosistemas. Algunos informantes en Eloxochitlán refieren que si el periodo de barbecho se alarga por más de 5 años, la recuperación del bosque es más difícil y hay menor posibilidad de regeneración de los árboles de ilite.

Al utilizar uno de estos terrenos para siembra, se talan los árboles dejando los fustes a unos dos metros de alto, se cortan estacas para utilizarlas como espalderas y el resto de la madera se utiliza para leña. Se dejan secar las hierbas, hojas y las ramas más delgadas antes de quemarlas, luego de lo cual se siembra "al piquete", es decir, sin roturación del terreno.

Cuando una superficie con cubierta vegetal de bosque mesófilo se desmonta para aprovechamiento agrícola y se sigue utilizando para este fin en ciclos de cuatro o cinco años, se desarrollan asociaciones puras de *Alnus acuminata* que es una especie con gran capacidad de rebrote a partir de tocones y de rápido crecimiento. Estos terrenos son ocupados para sembrar la asociación maíz-*Phaseolus polyanthus* incluyendo unas pocas plantas de *P. coccineus*.

La milpa se siembra en surcos con distancia entre surcos y entre plantas de aproximadamente un metro, poniendo 4 o 5 semillas de maíz y una de frijol gordo por golpe y dos o tres semillas de frijol gordo el pie de cada espaldera. Cuando el terreno está relativamente ralo de arbolillos en pie, con las ramas de los mismos árboles talados se hacen espalderas u horquetas, que se colocan ordenadas en surcos. Al pie de cada espaldera se siembran dos semillas de frijol gordo.

Luego de un ciclo de siembra, que dura 9 meses, el terreno se deja en descanso y gracias a la capacidad de rebrote de *Alnus*, rápidamente se desarrollan arbolitos, que al cabo de cuatro o cinco años tienen de 8 a 15 cm de diámetro a la altura del pecho y una altura de 6 a 7 metros. Estos terrenos no se fertilizan.

Sistemas de barbecho largo.

Coamiles.

Son lo más parecido al sistema tradicional de roza-tumba-quema, que en algún momento se practicó en la Sierra Norte de Puebla. En la actualidad, debido al aumento en la población este sistema prácticamente ha desaparecido en esta zona.

Se ha registrado la presencia de estos coamiles en la cañada del río Laxaxalpan, en los municipios de Zacatlán y de Ahuacatlán, así como en Tepango de Rodríguez y en la cañada del río Apulco. Se observó en Jilotzingo y en menor grado también en Nauzontla y Huahuaxtla donde aún se encuentran áreas relativamente poco alteradas de bosque mesófilo o acahuales con varios años de desarrollo. El periodo de retorno para este sistema es, según los informantes, de 20 a 25 años, que en la actualidad es muy difícil de respetar, por lo que las áreas utilizables para este sistema son cada vez más escasas.

En estos terrenos se cultiva *Phaseolus polyanthus*, con presencia siempre ubicua de plantas de *P. coccineus*, sembrado al pie de los fustes de los árboles cortados a unos dos metros de alto. Se aprovechan todos los fustes de los árboles existentes menores a unos 10 cm de diámetro, pero también se colocan espalderas muertas en surcos de alrededor de un metro para aprovechar el terreno íntegramente. La madera resultante de la tala de los árboles se utiliza para leña y luego de quemar el terreno, se siembra con espeque, sin roturar, poniendo dos o tres semillas por golpe. Al cabo de 20 o 30 días, se desyerba el terreno y se ponen las espalderas muertas en donde hagan falta. Puede haber una segunda escarda a los siguientes 20 a 30 días, pero esto es más bien raro.

Por lo general estos terrenos se cosechan de una sola vez, cuando el fruto está ya seco, es decir, no hay aprovechamiento de fruto verde con grano desarrollado. La siembra ocurre entre mayo y junio y la cosecha es en noviembre o diciembre. No se aplican fertilizantes ni otros agroquímicos.

Este agroecosistema estuvo mejor representado y ocupó mayores extensiones en el pasado, pero en la actualidad, con el aumento de la población y la necesidad de abrir mayores superficies a la agricultura permanente, se encuentra en vías de desaparecer debido a la pérdida de la vegetación primaria o climax de la que era derivado.

II. Estructura de las milpas. Distribución de las plantas en tiempo y espacio.

Las milpas se siembran en surcos, es decir, bajo un ordenamiento espacial específico que facilita grandemente las labores agrícolas en general, de siembra a cosecha, optimiza el aprovechamiento de terreno al tiempo que posibilita un cuidado individual a las plantas y facilita el control y aprovechamiento de las arvenses.

La asociación del frijol con otras especies cultivadas puede darse de varias maneras en el tiempo y en el espacio (Cuadro 5.4; Figura 5.1)

En el eje temporal el frijol puede encontrarse en asociación con otras plantas de las siguientes formas.

1) Concomitante; cuando las plantas se desarrollan de manera simultánea, con la siembra y la cosecha de las especies involucradas realizadas al mismo tiempo o en fechas similares, con pocos días de diferencia.

2) Intercalada; cuando una de las especies tiene un ciclo vital lo suficientemente corto para no interferir con el cultivo principal; la siembra de ambas es en el mismo tiempo, pero la cosecha ocurre en fechas diferentes.

3) Imbricada; cuando hay superposición o traslape en el desarrollo de una especie con respecto a la otra; la siembra y la cosecha de cada especie ocurren en tiempos diferentes (Hernández X. *et al.*, 1979).

En una milpa o campo de cultivo, pueden ocurrir simultáneamente más de una de estas formas de asociación temporal entre las plantas cultivadas, es decir, no son mutuamente excluyentes.

En cuanto a la ordenación espacial de las plantas en el terreno de cultivo, las milpas se siembran en surcos y las distintas especies o géneros asociados pueden crecer en el mismo sitio, alternarse en un mismo surco o sembrarse en surcos alternados (Figura 5.1).

Las distancias entre surcos y entre plantas y por tanto la densidad de siembra, dependen de cada especie y varían de lugar a lugar (Cuadro 5.5), en términos generales el maíz y por ende el frijol asociado de manera concomitante se siembran, al decir de los informantes, con distancias de “una vara”, que equivale a 84 cm, poniendo 4 o 5 semillas de maíz y una de frijol por punto. El frijol puede sembrarse en cada mata de maíz o también “terciado”, es decir cada tercer mata de maíz. Durante la resiembra se complementa a cuatro plantas de maíz por mata o punto y el frijol es raramente resembrado, esto sólo se hace cuando la germinación es prácticamente nula.

La densidad de siembra en estas parcelas en general es de 40 000 plantas de maíz y de 10 000 plantas de frijol por hectárea, aunque esto puede variar dependiendo de las plantas con que se asocie el maíz y el frijol, cuando hay papa o haba imbricada, es decir ya creciendo en el terreno, las distancias entre surcos se reducen aumentando con ello la densidad del maíz y del frijol (Cuadro 5.5).

El frijol mateado se siembra con una distancia entre plantas y entre surcos de 30 cm a 40 cm o hasta 50 cm, poniendo de 4 o 5 semillas por golpe, ya sea asociado o como monocultivo.

En las comunidades estudiadas el frijol se siembra siempre en surcos, pero en otra parte de la Sierra, entre los municipios de Tetela y Xochiapulco, se maneja una forma de *P. vulgaris* con hábito de crecimiento tipo I erecto determinado a la que se llama “frijol de riego”, no porqué sea irrigado, sino que se siembra al voleo, en terrenos muy pedregosos, que sólo son roturados, sea con yunta de bueyes o con azadón.

	maíz <i>Zea mays</i>	frijol exoyema	frijol tacuahuaquet	frijol delgado	frijol mateado	papa	haba
frijol exoyema <i>P. polyanthus</i>	concomitante 1, 2, 3, 4, 5						
frijol tacuahuaquet <i>P. coccineus</i>	concomitante 1, 2, 3, 4, 5	concomitante 1, 2, 3, 4, 5					
frijol delgado <i>P. vulgaris</i>	concomitante 1, 2, 3, 4, 5	concomitante 1, 2, 3, 4, 5	concomitante 1, 2, 3, 4, 5				
frijol mateado <i>P. vulgaris</i>	intercalado 1, 3, 4, 5	intercalado 1, 2, 3, 4, 5	intercalado 1, 2, 3, 4, 5	intercalado 1, 2, 3, 4, 5			
papa <i>Solanum tuberosum</i>	imbricado 2, 3	imbricado 2, 3	imbricado 2, 3	imbricado 2, 3	imbricado 2, 3,		
haba <i>Vicia faba</i>	imbricado 2, 3, 4, 5	imbricado 2, 3, 4, 5	imbricado 2, 3, 4, 5	imbricado 2, 3, 4, 5	imbricado 2, 3, 4, 5	1, intercalado imbricado 2, 3	
alverjón <i>Pisum sativum</i>	imbricado 2, 3, 5	imbricado 2, 3, 4, 5	imbricado 2, 3, 4, 5	imbricado	---	---	concomitante 2, 3, 5
chile <i>Capsicum annuum</i>	---	---	---	---	concomitante imbricado 1, 4	---	

1. Huahuastla
2. Nauzontla
3. Zoatecpán
4. Jilotzingo
5. Eloxochitlán

Cuadro 5.4 Formas de asociación temporal de frijol *Phaseolus* con otras especies de plantas cultivadas

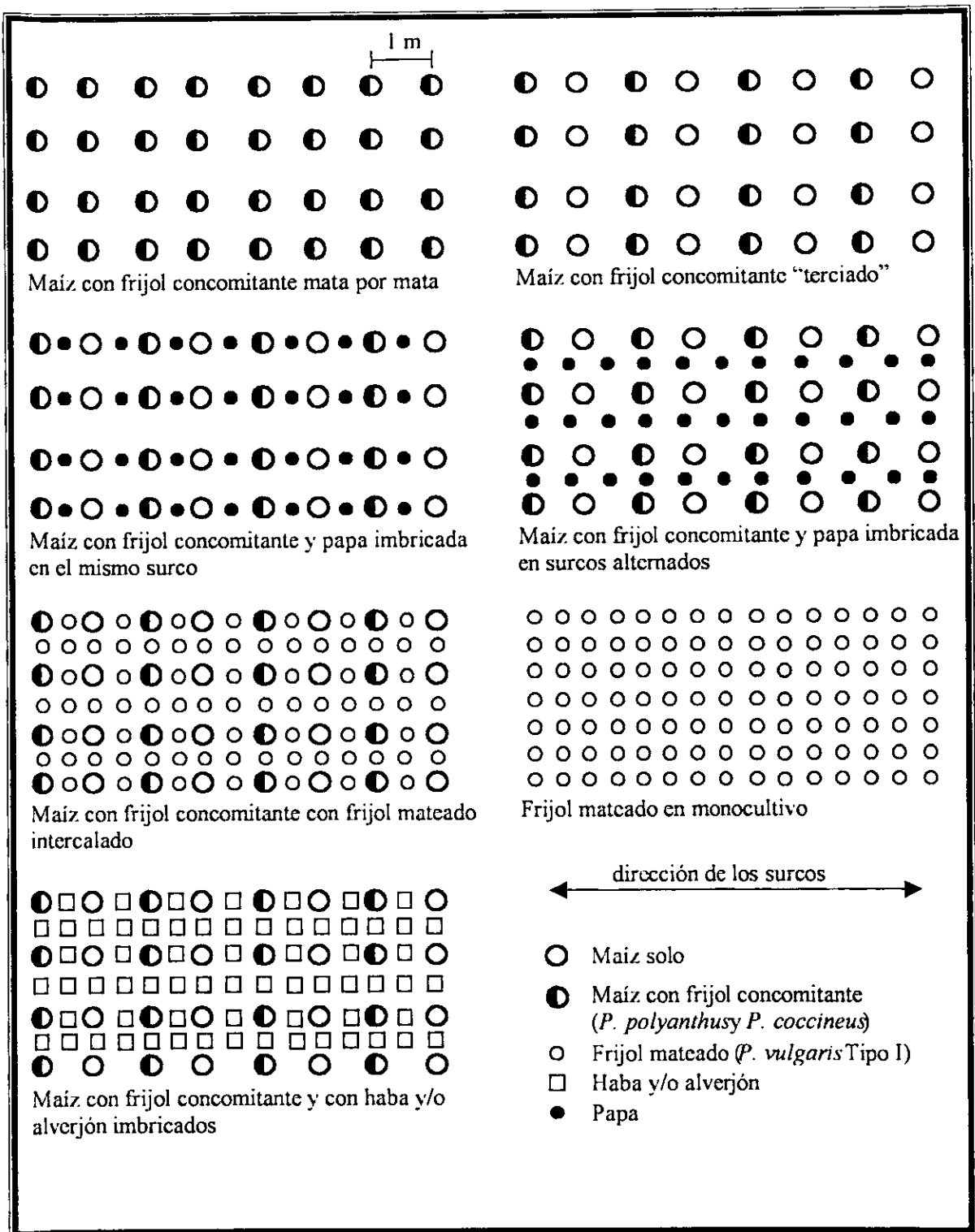


Figura 5.1 Agroecosistemas con frijol *Phaseolus* spp. Distribución horizontal de las plantas.

Cuando ya existen plantas creciendo en el terreno en que se sembrará la milpa, que pueden ser papa, haba o alverjón, por lo general la presencia de estas determina de alguna manera la distancia entre surco y por ende la densidad de siembra de la milpa, ya que los surcos de ésta se hacen tomando como plantilla los surcos de papa o haba ya sembrados y que tienen una distancia menor que la que se acostumbra para la milpa (Cuadro 5.5).

Sin embargo en San Marcos Eloxochitlán, se observó que aun cuando haya plantas imbricadas en el terreno destinado a la milpa, las distancias entre surcos de la misma se respetan, es decir, no se guarda una relación espacial entre la asociación maíz-frijol y la otras plantas como si ocurre en el resto de las comunidades estudiadas.

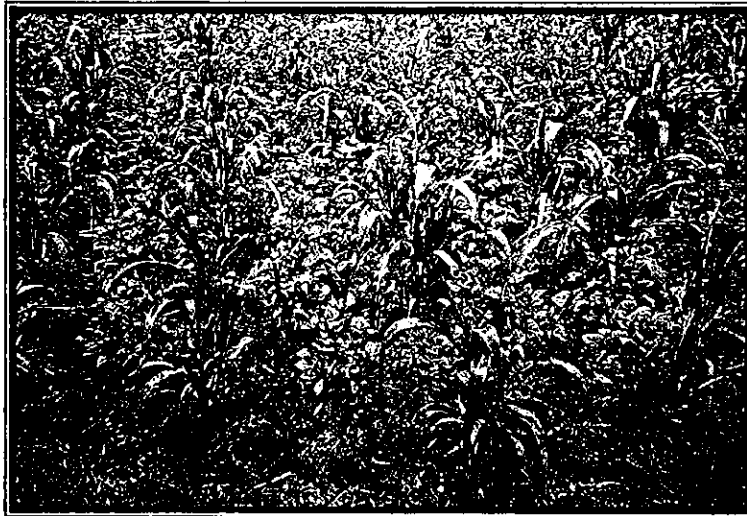


Figura 5.2. Milpa con asociación de frijol mateado (*P. vulgaris*) intercalado (arriba) y milpa con frijol exoyema (*P. polyanthus*) asociado de forma concomitante (abajo).

Localidad	Cultivo	Distancia surcos (cm)	Distancia plantas (cm)	Densidad			
				Maíz	Papa	Haba	Frijol
				(plantas/ha)			
Huahuaxtla	maíz-frijol*	99	99	40 812			10 201
	maíz-frijol*-haba	98	98	41 649		20 808	10 404
	frijol mateado	34	34				345 744
Nauzontla	maíz-frijol*	99	94	42 016			10 504
	maíz-frijol*-papa	82	71	68 808	17 202		8 601
	maíz-frijol*-haba	95	93	44 960		22 470	11 235
	papa	85	68		17 346		
	frijol mateado	50	46				173 600
Zoateopan	maíz-frijol*	101	96	41 184			10 296
	maíz-frijol*-papa	88	87	51 528	13 110		6 555
	frijol mateado	50	48				166 400
Jilotzingo	maíz-frijol*	94	92	45 792			11 448
	maíz-frijol*-haba	74	66	81 540		41 040	20 520
	frijol mateado	47	41				207 808
	frijol pathastle	90	95				23 310
Eloxochitlán	maíz-frijol*	101	92	42 768			10 692
	haba	68	61			48 216	
	frijol mateado	42	40				238 000

* los frijoles incluidos son *P. polyanthus*, *P. coccineus* y *P. vulgaris*, todos con hábito de crecimiento indeterminado o de guía.

La densidad de siembra se calcula con los siguientes valores:

maíz	4 plantas por punto
frijol de guía	1 planta por punto
frijol mateado	4 plantas por punto
papa	1 mata por punto
haba	2 plantas por punto
frijol patashtle	2 plantas por punto

Cuadro 5.5 Distancias y densidad de siembra de maíz y frijol en la zona de estudio (promedios de 5 parcelas de cultivo).

III. Especies vegetales asociadas al cultivo de la Milpa (maíz-frijol).

En las milpas y frijolares es común la presencia de muchas otras plantas, sean cultivadas o silvestres (arvenses más específicamente). Por el manejo que reciben estas plantas pueden ser espontáneas o de recolecta, toleradas, fomentadas, o cultivadas y muchas de ellas son utilizadas, sea como comestibles, como forraje, como medicina, con uso ceremonial o se consideran como buenas cubiertas para el suelo (Cuadros 5.6 y 5.7).

Espece		Uso
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	comestible, forraje, *
Chilacayote	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouche	comestible, forraje
Calabaza tamalayota	<i>Cucurbita moschata</i> Duch. ex Poir	comestible
Espinoso	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz	comestible
Cempoalxochitl	<i>Tagetes erecta</i> L.	ceremonial
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	comestible
Haba	<i>Vicia faba</i> L.	comestible
Alverjón	<i>Pisum sativum</i> L.	comestible
Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	comestible
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	comestible, leña
Chile cera	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz et Pav.	comestible
Alcatraz	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) K. Spreng.	ornamental
Dalia	<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	ornamental
Azucena amarilla	<i>Hemerocallis minor</i> Mill.	ornamental
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	comestible
Azucena rosa	<i>Amaryllis belladonna</i> L.	ornamental
Jitomate	<i>Lycopersicon lycopersicum</i> (L.) Karst. ex Farw.	comestible
Ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	comestible
Capulín	<i>Prunus serotina</i> Ehrenb.	comestible
Hortencia	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thynb.) Ser.	ornamental
Gasparito o Colorin	<i>Erythrina americana</i> Kukroff & Barneby <i>Erythrina caribaea</i> Kukroff & Barneby	cerca viva, comestible, ornamental

* el maíz tiene numerosas formas de empleo y se usan todas las partes aéreas de la planta.

Cuadro 5.6 Especies vegetales cultivadas asociadas con la Milpa (maíz- frijol)

	Espece	Manejo	Uso
1	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	cultivado, fomentado	comestible, forraje
2	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	tolerado	comestible, forraje
3	<i>Amaranthus. hypochondriacus</i> L.	cultivado, fomentado	comestible, forraje
4	<i>Amicia zigomeris</i> DC.	tolerado	forraje
5	<i>Amphicarpaea bracteata</i> (L.) Fernald	tolerado	comestible
38	<i>Begonia heracleifolia</i> Cham.& Schlecht.	tolerada, fomentada	comestible
6	<i>Bidens odorata</i> Cav.	tolerado	comestible, forraje
7	<i>Brassica rapa</i> L.	fomentado	comestible
8	<i>Commelina erecta</i> L.	tolerado	cubierta del suelo
9	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouche	fomentado	comestible
10	<i>Cyclanthera dissecta</i> Arn.	tolerado	comestible
11	<i>Cyclanthera. ribiflora</i> (Schlecht.) Cogn.	tolerado	comestible
12	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	fomentado	comestible
13	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	fomentado	comestible
14	<i>Dioscorea</i> sp.	espontanea	sin uso
15	<i>Eruca sativa</i> Lam.	tolerado/fomentado	comestible, forraje
16	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	espontaneo	forraje
17	<i>Geranium</i> sp.	espontaneo	sin uso
18	<i>Ipomoea dumosa</i> (Benth.) L.O. Williams	tolerado	comestible, forraje
19	<i>Ipomoea seducta</i> House	tolerado	comestible, forraje
36	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry	tolerado	comestible
20	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	espontaneo	forraje
21	<i>Melampodium</i> spp.	espontaneo	sin uso
22	<i>Phaseolus glabellus</i> Piper	espontaneo	medicinal, comestible
23	<i>Physalis gracilis</i> Miers	fomentado	comestible
24	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	espontaneo	comestible
25	<i>Ranunculus</i> sp.	espontaneo	medicinal
26	<i>Rumex crispus</i> L.	fomentado	comestible
27	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	tolerado	forraje
28	<i>Solanum americanum</i> Miller	tolerado	comestible
29	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	tolerado	comestible
30	<i>Stellaria ovata</i> Willd. ex Schlecht.	tolerado	comestible
31	<i>Tagetes erecta</i> L.	cultivado/fomentado	ceremonial
32	<i>Tigridia pavonia</i> (L. f.) DC.	tolerado	comestible
34	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schlecht.	tolerado	comestible
35	<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos	tolerado	cubierta del suelo
37	<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	tolerado	comestible

Cuadro 5.7 Especies silvestres (arvenses) asociadas al cultivo de la Milpa (maiz- frijol).

IV. Calendario agrícola de *P. coccineus* y *P. polyanthus*.

Secuencia de labores agrícolas.

En las comunidades estudiadas hay sólo un ciclo de cultivo por año, debido a lo extenso del ciclo vital de la asociación maíz-frijol, si bien es común la presencia de cultivos de invierno como papa *Solanum tuberosum* L., haba *Vicia faba* L. o alverjón *Pisum sativum* L., imbricados con la milpa, con los que se ocupa el terreno cuando no esta creciendo el maíz (Cuadro 5.8)

Localidad	duración del ciclo agrícola (meses)					
	milpa	maíz	<i>P. polyanthus</i>	<i>P. coccineus</i>	<i>P. vulgaris</i> mata	guía
Huahuaxtla	10-11	(7) 9*	(7) 8-10**	10-12	3-4; 5-6	9-10
Nauzontla	9-10	(6) 8*	(6) 7- 8**	8-12	3-4; 5-6	9-10
	con papa 12					
Zoateopan	10-11	(7) 9*	(7) 8-10**	9-12	3-4; 5-6	9-10
	con papa 12					
Eloxochitlán	9-10	(7) 9*	(7) 9-10**	9-10	3-4	9-10
Jilotzingo	9-10	(7) 9*	c/maíz (7) 9-10** s/maíz 6-7	9-10	3-4; 4-6	9-10

* el número entre paréntesis indica los meses a la dobla del maíz, el número fuera del paréntesis, los meses a la cosecha

** el número dentro del paréntesis indica los meses al corte de ejote, los números fuera del paréntesis, al corte de frijol seco

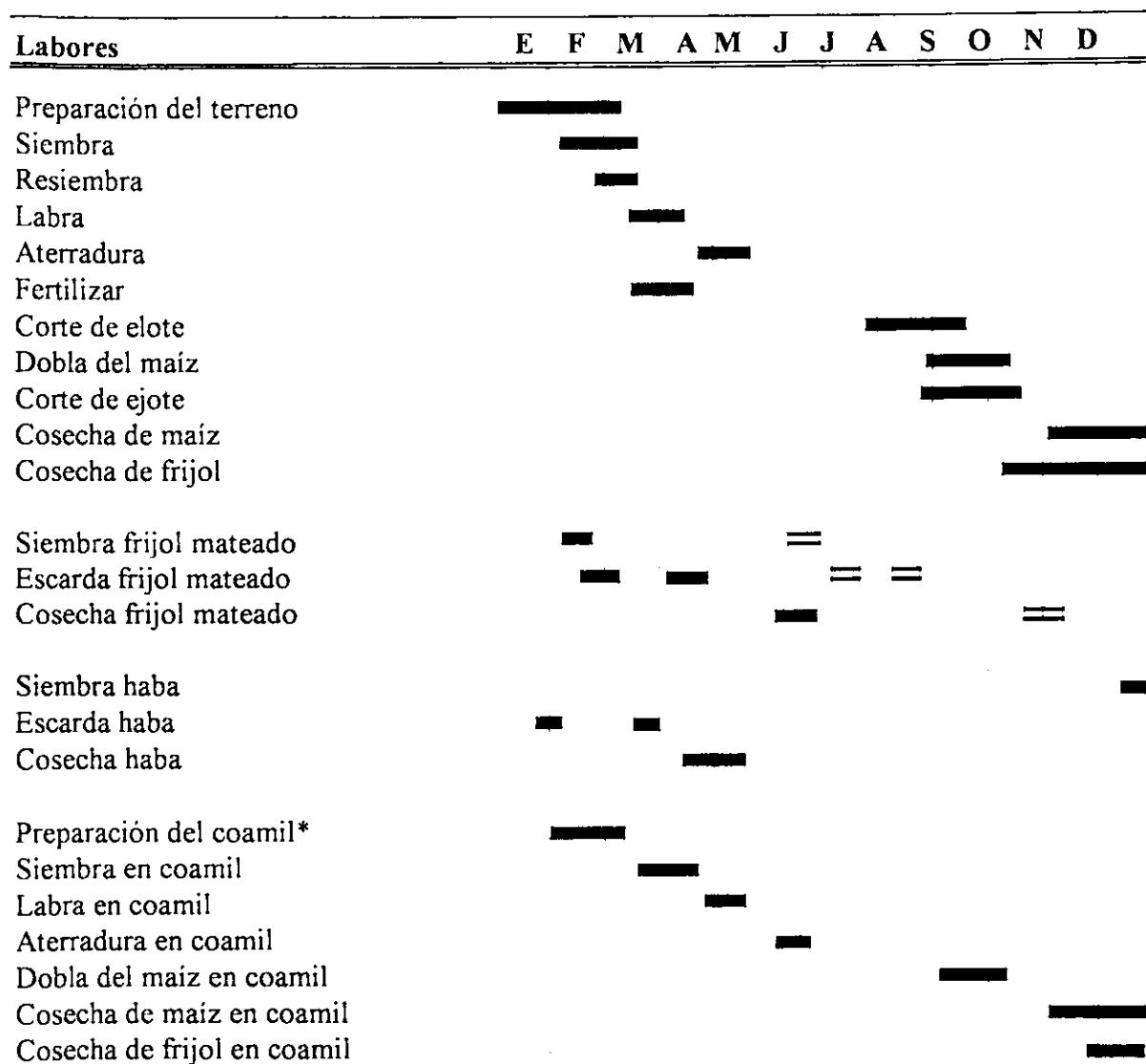
Cuadro 5.8 Duración del ciclo de vida de los frijoles cultivados en las comunidades estudiadas.

La secuencia de labores agrícolas es similar en todos estos sitios, pero hay diferencias en cuanto a las fechas en que se realizan, determinado esto por factores climáticos, principalmente temperatura.

Aunque los periodos de tiempo en que se realizan las distintas prácticas o actividades agrícolas pueden ser más o menos extendidos (Figuras 5.3 a 5.7), la mayoría de los agricultores realizan tales labores en la medianía del periodo referido y sólo algunos se retrasan o adelantan notoriamente, siempre dentro del intervalo señalado. Si se adelantan mucho en la siembra, se corre el riesgo de heladas, que al parecer afectan más al frijol que al

maíz y si la misma se retrasa demasiado, los agricultores refieren que el maíz crece y se desarrolla, pero no produce fruto.

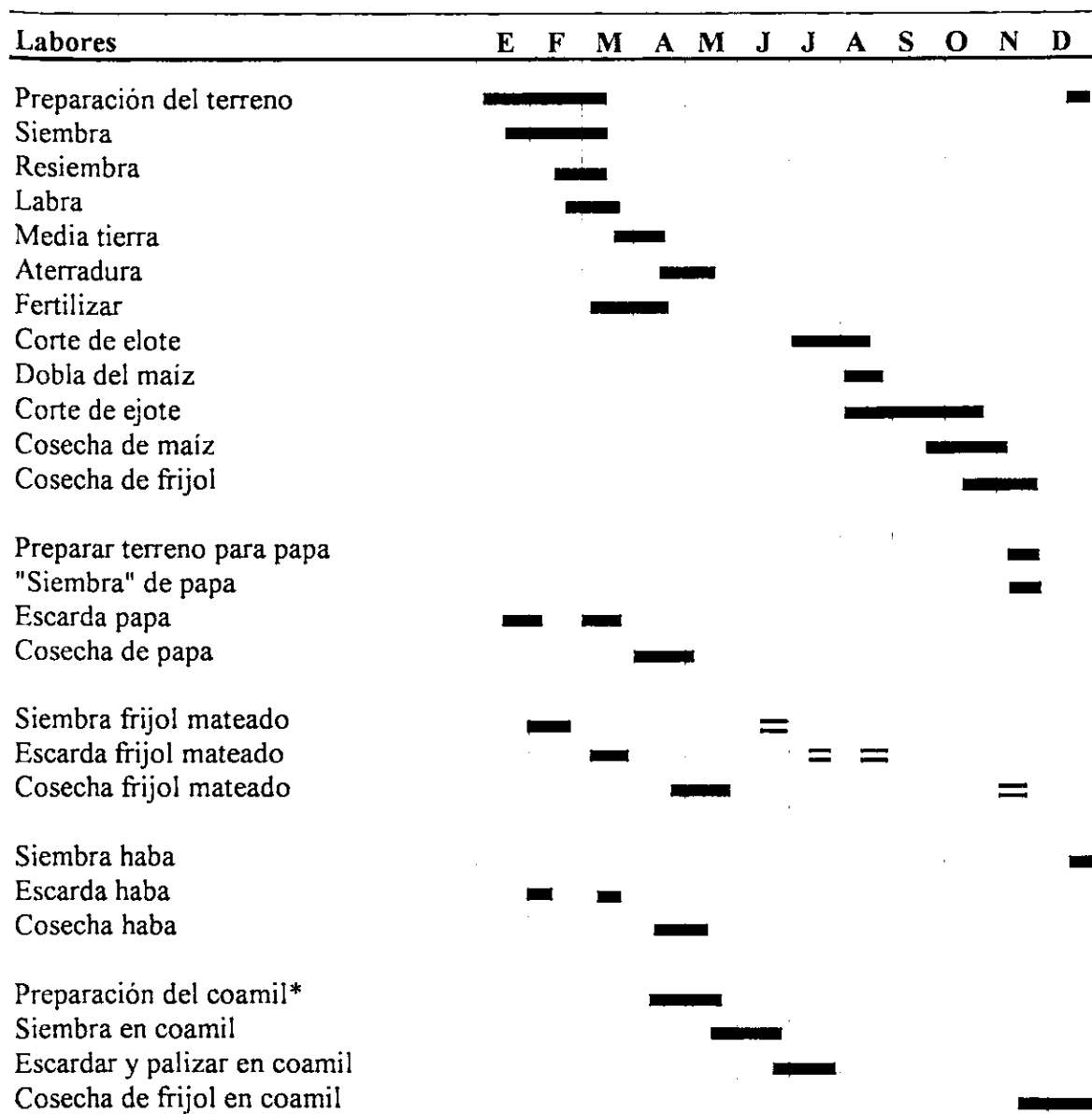
A continuación se describen los calendarios agrícolas para el frijol cultivado en las comunidades estudiadas para los distintos agroecosistemas enunciados (Figuras 5.3 a 5.7). Se hace una descripción general de los tiempos y de las prácticas realizadas, con énfasis en las diferencias y particularidades que existen en cada comunidad.



* se siembra *P. polyanthus* con presencia de *P. coccineus* spp. *coccineus* en asociación concomitante con maíz en terrenos derivados de bosquillos de *Alnus acuminata*.

== siembra de *P. vulgaris* en coamil o en parcelas permanentes como monocultivo.

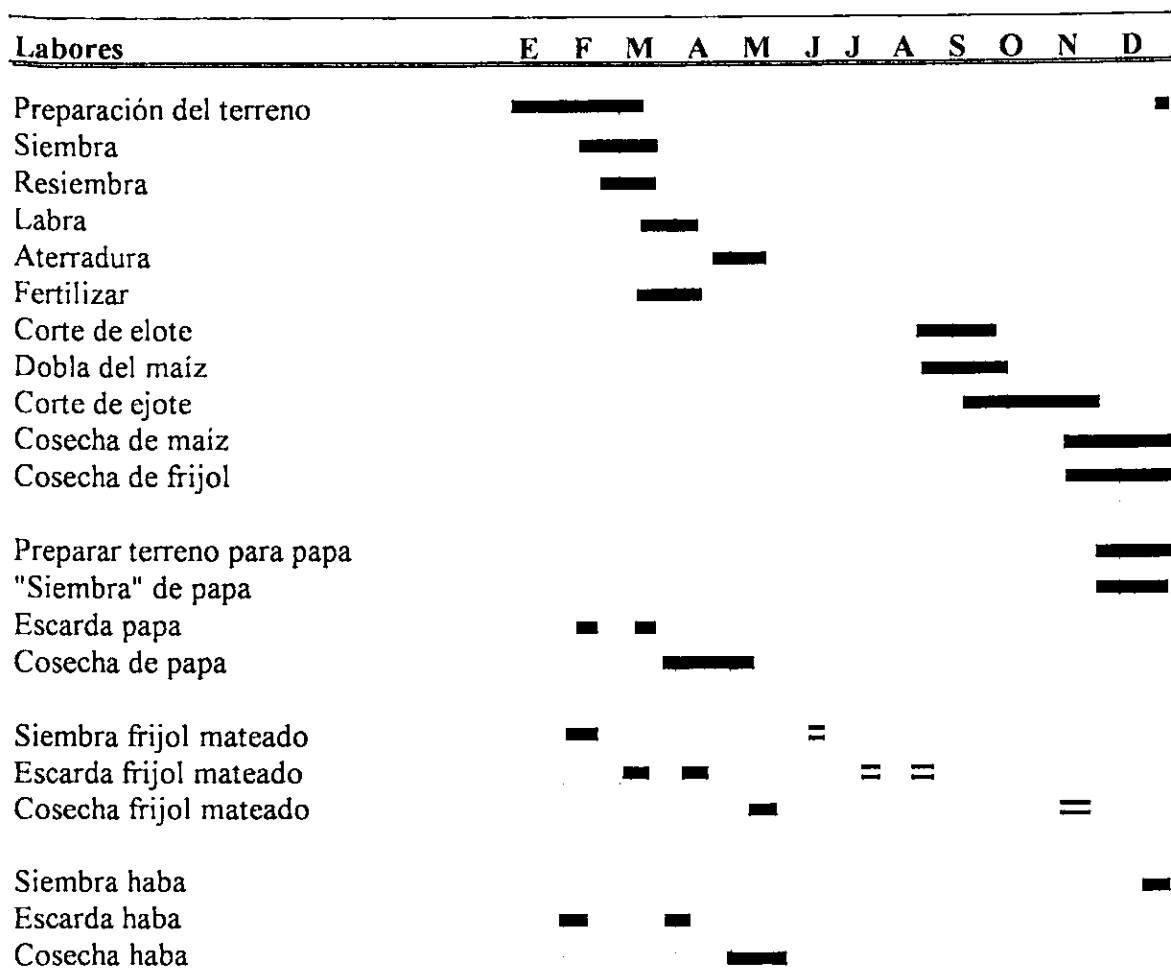
Figura 5.3 Calendario agrícola de Huahuaxtla, Xochitlán, Puebla.



* se siembra *P. polyanthus* con presencia de *P. coccineus* en monocultivo, poco frecuente

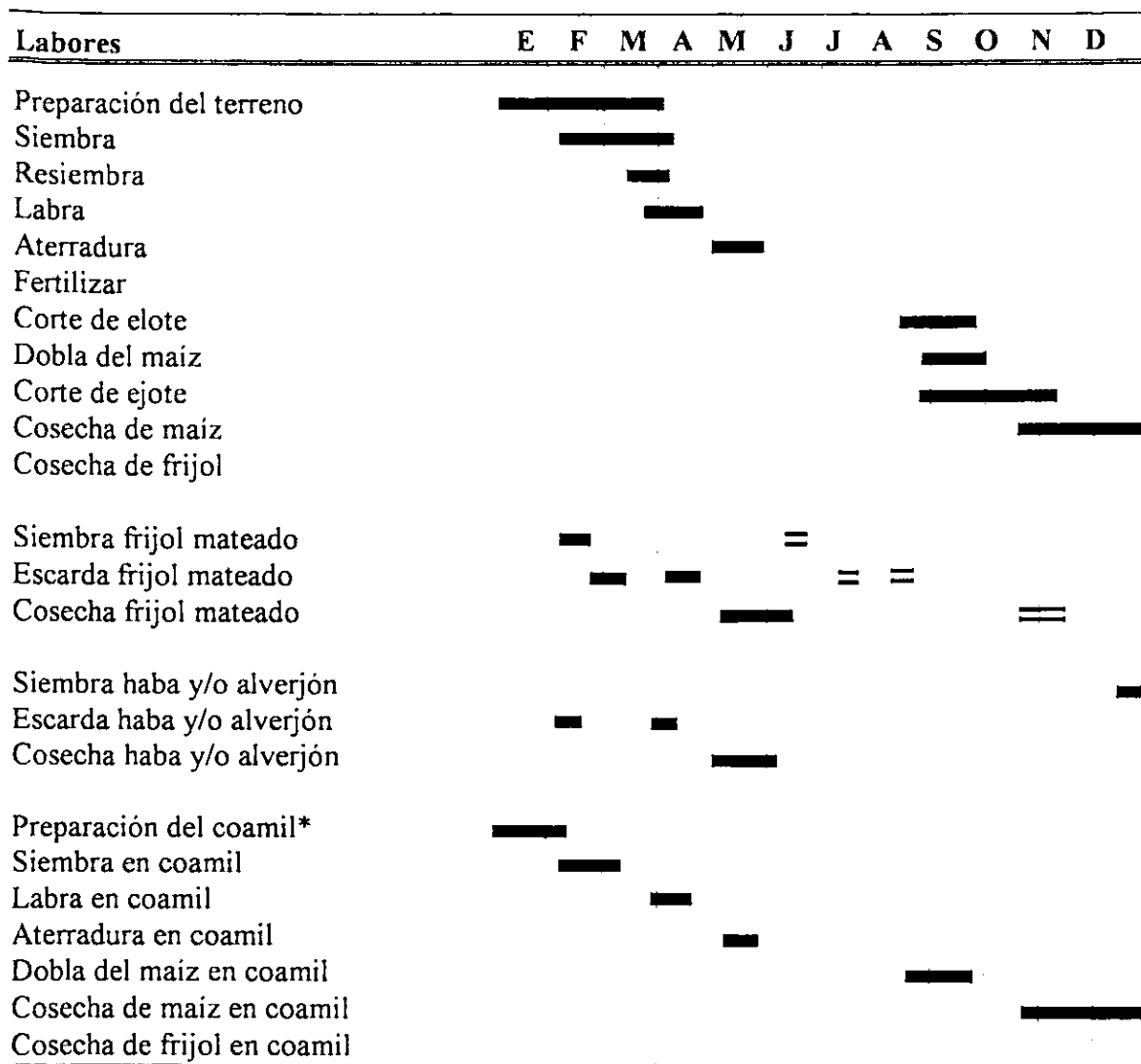
== siembra de *P. vulgaris* en coamil o en parcelas permanentes como monocultivo.

Figura 5.4 Calendario agrícola de Nauzontla, Nauzontla, Puebla.



== siembra de *P. vulgaris* en coamil o en parcelas permanentes como monocultivo.

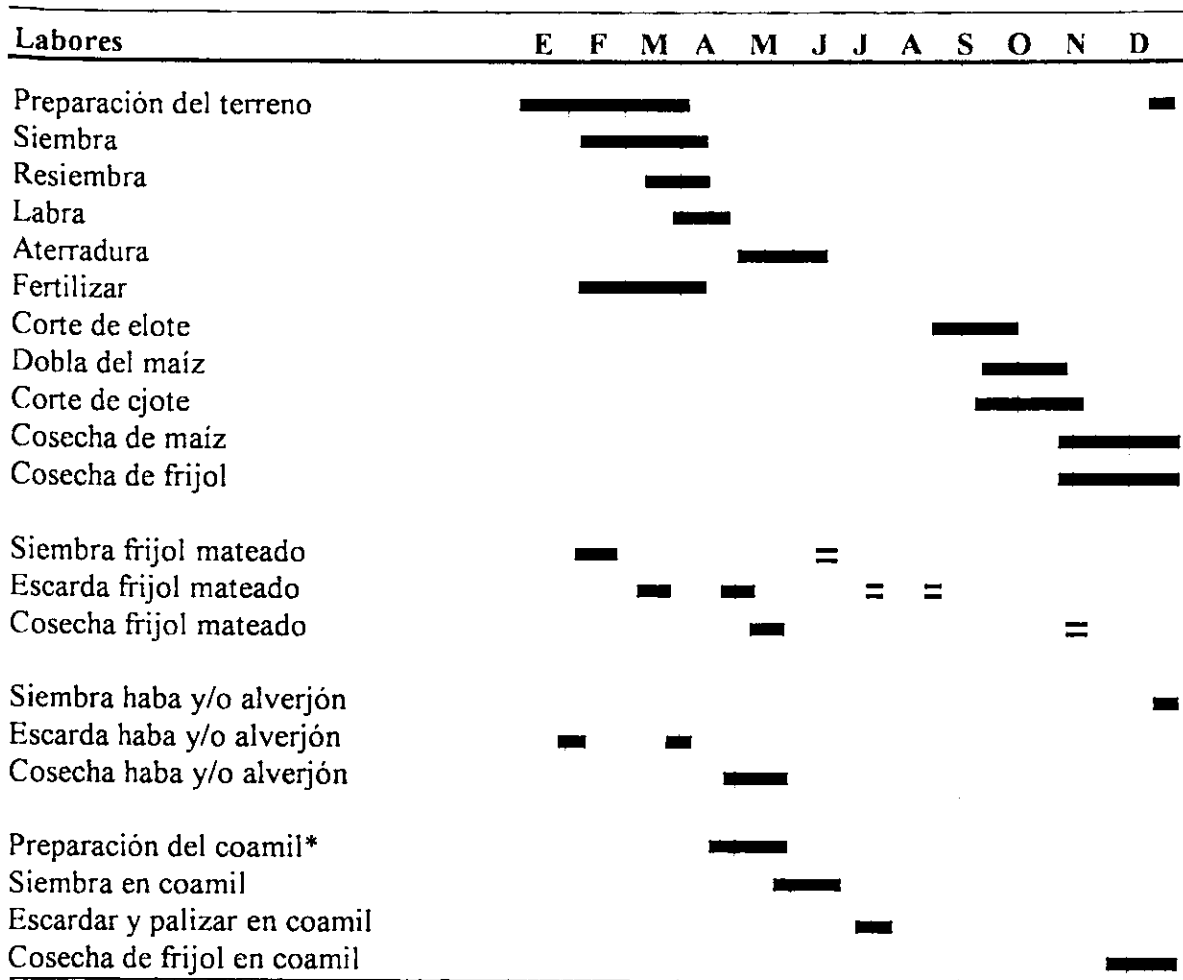
Figura 5.5 Calendario agrícola de Zoateopan, Xochitlán, Puebla.



* se siembra *P. polyanthus* con presencia de *P. coccineus* spp. *coccineus* en asociación concomitante con maíz en terrenos derivados de bosquecillos de *Alnus acuminata*.

== siembra de *P. vulgaris* en coamil o en parcelas permanentes como monocultivo.

Figura 5.6 Calendario agrícola de San Marcos Eloxochitlán, Ahuacatlán, Puebla.



*se siembra *P. polyanthus* con presencia de *P. coccineus* en monocultivo, poco frecuente

==== siembra de *P. vulgaris* en coamil o en parcelas permanentes como monocultivo.

Figura 5.7 Calendario agrícola de Jilotzingo, Zacatlán, Puebla.

Parcelas permanentes o Sistemas sin barbecho. Ranchos y Huertas.

En estos agroecosistemas se siembra principalmente el maíz en asociación con frijol en lo que se denomina como 'milpa', cuyo ciclo agrícola tarda prácticamente todo el año. La preparación del terreno inicia en los primeros meses del año, de enero a marzo o abril y la cosecha de frijol de guía (*Phaseolus polyanthus*, *P. coccineus* y *P. vulgaris*) ocurre entre agosto y diciembre, desde finales de julio en el caso de Nauzontla, que al ser la localidad situada a menor altitud, tiene un clima más cálido que posibilita una más temprana fecha de siembra y una más rápida maduración de las plantas; esto tiene algunas implicaciones en los procesos de selección de frijol *P. polyanthus* y en el destino de la producción como se verá adelante.

La secuencia de labores agrícolas en estos terrenos ocurre de la siguiente manera:

1. preparación del terreno
2. siembra y resiembra
3. escardas y aporque
4. fertilización
5. cosecha de frijol mateado
6. corte de elote y de ejote de frijol
7. dobla del maíz y "debajada" de la milpa
8. cosecha de maíz
9. corte de frijol.

1. Preparación del terreno

La preparación del terreno incluye corte y picado del "tlazole" o esquilmos de la cosecha anterior (cañas del maíz, arvenses y guías del frijol secas), con aprovechamiento de las cañas del maíz para construir cercas o corrales, para lo cual, se limpian de las hojas con el machete y se dejan en pie para recogerlas posteriormente. En ocasiones el tlazole se amontona en bancadas a la orilla o en el centro del terreno o debajo de un árbol para que se pudra y sea reincorporado al suelo al cabo de un año. En Jilotzingo, donde los suelos son más ligeros y se trabajan con tracción equina, se acostumbra quemar el tlazole, cosa que no se hace en las otras comunidades, ya que en opinión de los agricultores, el quemar los restos agrícolas empobrece los suelos.

Se rotura con yunta de bueyes o de caballos, con azadón o con talacho. En Huahuaxtla, Zoateopan y Eloxochitlán se emplean sólo yuntas de bueyes, en Nauzontla se usan lo mismo yuntas con tracción bovina que con tracción de equinos, aunque en este último caso es necesario ir apartando el tlazole del paso del arado ya que lo tapa y entonces no penetra en la tierra; en Jilotzingo se trabaja sólo con yuntas de caballos ya que como se menciona arriba, los suelos son más ligeros. Las yuntas de caballo son más rápidas, pero menos fuertes que las yuntas de bueyes. El talacho se utiliza sólo en terrenos muy arcillosos o muy compactados.

Cuando se rotura con azadón, en general se remueve toda la superficie a sembrar, pero en Jilotzingo en ocasiones sólo se afloja la tierra donde se depositará la semilla, formando pequeñas hoquedades a manera de microcuencas de 25-30 cm de diámetro, dejando el resto de la superficie del terreno sin roturar.

Cuando la milpa se siembra en terrenos donde ya hay papa o haba, la roturación del terreno se hace al plantar o sembrar estas especies y la siembra de la milpa coincide con la primera o segunda escarda que reciben estas plantas. El haba puede sembrarse también “al piquete”, es decir, sin roturación previa del terreno y en estos casos la milpa se siembra luego de la labor que se da al haba, removiendo la tierra y eliminando las arvenses con el azadón.

2. Siembra y resiembra.

La siembra se hace con ayuda del espeque o palo sembrador, poniendo 4 o 5 granos de maíz por uno de frijol de guía por punto a una profundidad de unos 10 cm. El frijol mateado se siembra a menor profundidad, aproximadamente 5 cm a 7 cm y se utiliza un espeque con punta cónica más que aplanada, de forma de los hoyos sean también cónicos y tengan fondo plano, estos hoyos no se tapan pues los agricultores mencionan que si cubren la semilla con tierra, tarda más en brotar y puede haber un menor porcentaje de emergencia de plántulas.

En todas las comunidades estudiadas se siembran las mismas especies de frijoles, pero existen variantes en cuanto a la forma de hacerlo, tanto en las especies que se asocian como en la densidad de siembra (Figura 5.1; Cuadros 5.3, 5.4, 5.5).

En Huahuaxtla es muy común que se asocie de manera intercalada con la milpa frijol mateado, con alta densidad de siembra ya que se ponen dos surcos de este frijol en el entresurco del maíz y dos matas de frijol mateado entre dos matas de maíz en el mismo surco (Cuadro 5.4; Figura 5.1). En las otras comunidades la densidad del frijol mateado nunca es tan alta cuando se asocia con la milpa, ya que en general se siembra un sólo surco de este frijol en el entresurco del maíz y una sola mata entre dos matas de maíz del mismo surco; en Jilotzingo puede sembrarse este frijol al pie de la mata de maíz, cosa que no se hace en la otras comunidades.

Los frijoles de guía (*P. polyanthus*, *P. coccineus* y *P. vulgaris* de guía), se asocia con el maíz de forma concomitante y en general se siembra una semilla por cada punto de maíz, pero cuando hay papa o haba imbricadas, como puede ocurrir en Nauzontla, Zoateopan y en Jilotzingo, se siembra “terciado”, es decir, cada tercer punto de maíz, ya que al reducirse las distancias entre surcos y matas de maíz, aumenta la densidad del mismo y si se siembra un frijol por cada punto de maíz, puede ocurrir acame del mismo, que no soporta el peso de tantas plantas de frijol.

En Jilotzingo se acostumbra sembrar las huertas trazando los surcos para la siembra con el arado o “rayando” el terreno, en cada surco se tira un puñado de fertilizante o abono cada 80cm-100cm, en el sitio donde se pondrá la semilla; el fertilizante se puede tirar y mezclarse con la tierra o bien formando un pequeño círculo en cuyo centro se pone la semilla (Cruz,1995). Otra modalidad de siembra en esta comunidad es cuando no se raya sino se “matea” con el azadón, formando pequeñas cavidades en cuyo interior se deposita el fertilizante y se siembra el maíz y el frijol. En ambos casos se tiene el terreno previamente roturado.

Se resiembra el maíz en a los 20 o 25 días de la siembra completando a cuatro plantas por punto, puede utilizarse para la resiembra maíz seco, pero en general se usa maíz

“revenido”, es decir previamente remojado durante 12-24 horas, envuelto en “nailon” o polietileno o también en hojas de “poxnecox” *Senecio grandifolius* Less. para que germine más rápido, el frijol de guía en general no se resiembra, salvo en el caso muy raro de que la germinación sea muy baja. Cuando la siembra ocurre retrasada, también se acostumbra sembrar maíz y frijol “revenidos”.

3. Escardas y Aporque.

La milpa recibe dos escardas, “labra” y “aterradura” y en Nauzontla se da una escarda intermedia, denominada “media tierra”, todas son con azadón; la labra y la media tierra son realizadas principalmente para eliminar malezas, sin dejar de amontonar tierra al pie del maíz, y la aterradura tiene como principal objetivo, además de eliminar de malezas, aporcar la milpa, arrojando al pie de las plantas de maíz y por ende de frijol, una gran cantidad de tierra que proporcione apoyo mecánico a la caña del maíz, misma que puede alcanzar en las localidades de estudio hasta más de 4m de alto.

4. Fertilización.

En Huahuaxtla, Nauzontla, Zoateopan y en Eloxochitlán, se fertilizan las milpas luego de la labra e incluso, cuando no se cuenta con recursos oportunamente, luego de la aterradura, pero en Jilotzingo se acostumbra fertilizar al momento de la siembra. Cuando se fertiliza antes de la segunda escarda o aterrada, se pone el fertilizante a unos 5 a 10 cm de la base del maíz para que no lo quemé y el fertilizante es cubierto con la tierra al aterrarse; cuando se fertiliza luego de la aterradura, el fertilizante se coloca en un hoyo que se hace cerca del pie del maíz y se tapa con tierra.

5. Cosecha de frijol mateado.

La cosecha del frijol mateado es previa a la aterradura, arrancando toda la planta, que para ese momento está casi totalmente defoliada, atándolas para formar manojos que se cuelgan bajo los aleros de las casas para que terminen de secarse. De esta manera pueden almacenarse hasta que se terminan o hasta requerir semilla para un nuevo ciclo agrícola.

Cuando hay papa (o haba) imbricada en la milpa, como puede ser el caso en Nauzontla y en Zoateopan, las labores que se dan a la papa están coordinadas con las labores que se dan a la milpa. La papa se siembra a finales de noviembre y hasta mediados de diciembre, recibe la primera escarda en enero o febrero, al término de la cual se siembra la milpa; la asociación maíz frijol puede sembrarse en surcos alternados con los surcos de la papa o lo que es más común, en el mismo surco, con las plantas de papa y de maíz alternadas (Figura 5.1), ya que de esta manera se facilitan la escardas posteriores; la segunda escarda a la papa coincide con la labra de la milpa y luego de la cosecha de aquella se da la media tierra o la aterradura de esta, de tal modo que el fertilizante remanente de la papa es aprovechado por la milpa al decir de los agricultores.

6. Corte de elote (*Zea mays*) y Corte de ejote de frijol (*Phaseolus polyanthus*).

Luego de la aterradura se tiene un periodo de uno o dos meses de poco trabajo en las milpas hasta la cosecha, que se inicia con el corte de elote que es a mano y básicamente para autoabasto, aunque hay la tendencia creciente en Nauzontla por el aprovechamiento de parte

de la producción de maíz como elote que se vende por ciento en los mercados regionales o a acopiadores del mismo pueblo, quienes a su vez lo venden en estos mercados. El corte de ejote es también a mano, cortando los frutos que comienzan a amarillear, se dan varios cortes.

7. Dobra del maíz y “debajada” de la Milpa.

La dobla de la caña del maíz se realiza en septiembre y octubre y por lo general al mismo tiempo se realiza la “debajada” que consiste en desbrozar el terreno con machete y gancho para facilitar la dobla y posteriormente la cosecha.

8. Cosecha de maíz (Pixca)

Un mes o mes y medio luego de la dobla, puede cosecharse la mazorca, que es trasladada a la casa en costales y seleccionada por tamaño, grado de humedad y grado de daño por hongos o insectos antes de almacenarla a granel en el “zarzo” o tapanco o de estibarla o apilarla contigua a una de las paredes de la casa.

Las mazorcas más grandes, secas y sin daño se pueden almacenar de inmediato, las que aún están húmedas se extienden para secarlas y las que muestran daños por animales, por hongos o tienen granos germinados, se secan y luego se desgranar para seleccionar el grano; el grano dañado por roedores, insectos o por hongos y el germinado se destina al alimento de los animales, aves de corral y/o cerdo, el grano con daño por hongos muy severo es desechado.

Las mazorcas más pequeñas se almacenan aparte ya que son las que se consumen primero, estas se almacenan sin “hojas” (brácteas) en tanto que las mazorcas más grandes, que tardarán más tiempo almacenadas, se guardan con la “hoja” o “totomaxtle” ya que así resisten mejor el ataque de insectos. Las “hojas” de maíz son también objeto de comercio a nivel local, en los mercados, donde se venden por docena, principalmente en los días previos a las festividades de Todos Santos y Fieles Difuntos (1 y 2 de noviembre), que es el momento en que se está seleccionando la cosecha y se aprovecha para sacar las “hojas” de maíz.

9. Corte de frijol

El frijol de guía se cosecha cortando fruto por fruto, durante un periodo de tiempo más o menos prolongado, primero como ejote y luego como grano seco y en ambos casos parte de la cosecha se dedica al mercado y parte para satisfacer las necesidades de la familia. A finales de noviembre o principios de diciembre, luego de la cosecha del maíz, se hace la cosecha final del frijol de guía, cortando todos los frutos que son posteriormente seleccionados según su grado de madurez y de humedad, separando las vainas secas de las amarillas o verdes; las primeras pueden almacenarse en costales, mientras que las amarillas se extienden en petates o en el patio de la casa para que terminen de secarse antes de almacenarlas. Los ejotes verdes en general son consumidos de inmediato, hervidos como ejotes con sal o se desgranar previamente al cocimiento del grano.

Se acostumbra guardar el frijol con todo y vaina pues se dice que tarda más tiempo en picarse, de cualquier modo, ni el frijol ni el maíz pueden guardarse por mucho tiempo

(máximo 10 a 12 meses) ya que se pican y en el caso del frijol en general y de *P. polyanthus* en particular, hay endurecimiento, oscurecimiento de la testa y cambio del sabor, con lo que disminuye la calidad y aceptación del grano y con ello su precio en el mercado.

El grano se separa de la vaina conforme se va necesitando y para ello se extiende sobre petates o costales y se trilla golpeándolo con un garrote, luego de lo cual se separa y se limpia el grano.

Para evitar el ataque de insectos al maíz y frijol almacenado, pueden utilizarse insecticidas, que se espolvorean ligeramente sobre el maíz o en los costales de frijol, pero la gente se muestra reacia a realizar esta práctica pues se altera el sabor de las tortillas.

Una practica que también es mencionada por la gente para prevenir las plagas en el frijol almacenado, es “serenarlo”, es decir, dejarlo extendido a la intemperie durante una o dos noches para que el frío y la humedad imperantes en la temporada invernal, que es cuando ocurre la cosecha, maten las posibles plagas.

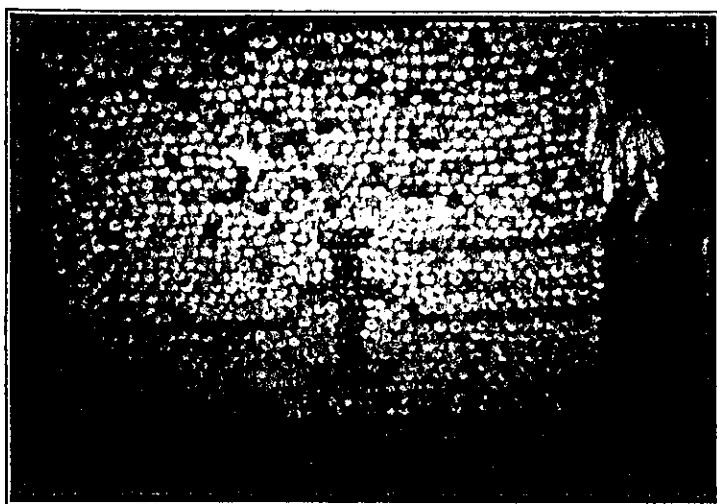


Figura 5.8. Formas de almacenamiento de maíz. “Agilado” (arriba) y “A granel” (abajo).

Sistemas con barbecho corto.

Coamiles.

La secuencia de labores agrícolas es más reducida que para las parcelas permanentes. Se utilizan terrenos con acahuales jóvenes con periodos de descanso que no exceden de los cinco años y en ocasiones pueden tener sólo uno o dos años en barbecho. Se siembra *Phaseolus vulgaris*.

1. preparación del terreno
2. siembra
3. escardas
4. cosecha

1. Preparación del terreno.

El terreno se “chapea” con machete y gancho para eliminar la vegetación preexistente, misma que es quemada luego de que se deja secar por un par de semanas. Se trata por lo general de superficies relativamente reducidas.

2. Siembra.

Se siembra sin roturación al otro día de la quema, se utiliza el espeque para abrir un pequeño hoyo, de unos 5 cm de profundidad y no se tapa la semilla, en cada hoyo se ponen 4 semillas y las distancias entre surcos y entre plantas no son mayores a 50 cm. Se utiliza la misma semilla que es utilizada en las milpas intercaladas con este frijol, pero en Huahuaxtla, Nauzontla y en Zoateopan, puede usarse también frijol Xochiteco, que es de mayor porte y tiene un ciclo de vida un poco más largo que el frijol mateado. Se siembra a mediados de junio (generalmente el 13, día de San Antonio)

3. Escardas.

Se dan dos escardas que pueden ser manuales o con azadón, no se fertiliza.

4. Cosecha.

Se cosecha como “cueritos” (ejote tierno, sin grano), como ejote (con grano) y como grano seco; en los dos primeros casos, se corta fruto por fruto y la cosecha del fruto seco se hace arrancando toda la planta, con la que se forman atados que se cuelgan bajo el techo o los aleros de la casa; se trilla conforme se va necesitando. para cosecharse en octubre o noviembre;

Bosquetes de *Alnus acuminata*.

Estos sistemas agrícolas pueden encontrarse en Huahuaxtla pero es en Eloxochitlán donde están mejor representados; en ellos se siembra maíz en asociación concomitante con *P. polyanthus* (con presencia de *P. coccineus*) y para ello se utilizan terrenos en los que se ha

desarrollado un bosquecillo casi monoespecífico de *Alnus acuminata* de 4 o 5 años, que se considera son una etapa sucesional temprana del bosque mesófilo de montaña

Las labores agrícolas incluyen:

1. Preparación del terreno
2. Siembra y resiembra
3. Escardas y aporque
4. Corte de elote y de ejote de frijol
5. Dobla de maíz
6. Cosecha de maíz
7. Corte de frijol.

1. Preparación del terreno.

El ciclo agrícola se inicia el mes de enero o febrero con la roza de la vegetación. Dejando en pie los fustes de los arbolillos cortados a una altura de 180-200 cm para que sirvan de espaldera para el frijol; se retiran los troncos más grandes para su aprovechamiento como leña y la vegetación rozada se deja secar por espacio de dos o tres semanas antes de quemarla para enriquecer el suelo y eliminar malezas.

2. Siembra y Resiembra.

Se siembra sin roturar, con ayuda del espeque formando surcos de 90-100 cm, con la misma distancia entre plantas. Se depositan 4 o 5 semillas de maíz con una de frijol por punto, aprovechando además todos los fustes de los arbolillos que se dejaron en pie durante la roza, colocando 2, a veces 3, semillas de frijol al pie de cada uno. Se resiembra a los 20 a 30 días después de la siembra.

- 3-7. Escardas y Aporque. Corte de elote y Corte de ejote. Dobla de maíz. Cosecha de maíz. Corte de frijol.

La secuencia de labores luego de la siembra es similar a la que se realiza en las milpas de parcelas permanentes y ocurren más o menos en los mismos tiempos, con la salvedad de que no se fertilizan y al estar situados fuera del pueblo, hay menor aprovechamiento de productos como elote o ejote. Los productos de estas milpas se cosechan por lo regular ya secos.

Sistemas con barbecho largo.

Coamiles

En general se utilizan superficies relativamente pequeñas, se siembra *Phaseolus polyanthus*, con la presencia de *P. coccineus* y el ciclo agrícola comprende:

1. Selección y preparación del terreno
 2. Siembra
 3. Escardar y “palizar”
 4. Cosecha.
-
1. Selección y preparación del terreno.

La selección del mismo está en función de la posibilidad de tener acceso a un área con cubierta vegetal original, o bien, se puede establecer un frijolar de *P. polyanthus* cuando se planea establecer una plantación de café o cítricos en un área boscosa, para lo cual hay que eliminar la vegetación.

La preparación del terreno incluye la roza, tumba y quema de la vegetación, retirando los troncos más gruesos para ser usados como leña y obteniendo de la vegetación derribada estacas o postes de 1.5 m a 1.8 m de largo para utilizarlos posteriormente como espaldera muerta para el frijol. En el terreno se dejan los fuste de los arbolitos de hasta de unos 10 o 15 cm de diámetro a la altura del pecho, cortados a unos 2 m de alto, para que sirvan de espaldera al frijol. De estos troncos y tocones dejados en el terreno, algunos retoñan y contribuyen así a una más rápida recuperación de la cubierta vegetal.

2. Siembra.

La siembra se hace sin roturar al otro día de la quema o dentro de los 3 o 4 días siguientes, se siembra con espeque, formando surcos de más o menos un metro de distancia y poniendo dos o tres semillas de frijol por punto; se siembra *P. polyanthus*, pero *P. coccineus* está siempre representado por algunas plantas, fácilmente identificables al momento de la floración.

3. Escardar y “Palizar”.

No se fertiliza y las labores agrícolas se reducen a una escarda más o menos al mes de la siembra (rara vez se dan dos escardas) manual o con azadón y al mismo tiempo se colocan las espalderas muertas donde hagan falta.

4. Cosecha.

La cosecha ocurre cuando la totalidad del frijol está seco y se corta una sola vez. El ciclo agrícola, de la preparación del terreno a la cosecha es de siete meses y de siembra a cosecha de sólo seis meses. La semilla empleada es la misma que se utiliza en las milpas, que en este caso tiene un ciclo de siembra a cosecha de al menos nueve meses.

V. Insumos y Producción.

La semilla utilizada para las siembras, sea maíz o frijol, es obtenida de la propia cosecha, en ocasiones puede haber intercambio o compra con otros agricultores e incluso puede comprarse en los mercados locales, pero siempre semilla de la propia región.

El trabajo e insumos requeridos para el cultivo del frijol, así como el rendimiento se muestran en el Cuadro 5.9.

Cultivos	Insumos por hectárea			Rendimiento (kg/ha)
	jornales	semilla	fertilizante	
maíz-frijol*		8 cuartillos de maíz	3 bultos urea u	maíz 1000-3000
con frijol de mata intercalado (Milpa)	30-40 +2-3 yuntas	2-5 cuartillos de frijol* 5-6 cuartillos de frijol de mata	8 bultos de sulfato de amonio mezclado con superfosfato de calcio (1:1)	frijol de guía 150-600 frijol de mata 200-500
<i>P. polyanthus</i> monocultivo	30-35	6-8 cuartillos	no se fertiliza	900-1200
<i>P. vulgaris</i> monocultivo	30-35	15-18 cuartillos	2 bultos urea	1000-1500

* son frijoles de guía y se incluye a *P. polyanthus*, *P. vulgaris* de guía y *P. coccineus*

Cuadro 5.9 Insumos y rendimiento del frijol *Phaseolus* spp. en la zona de estudio

Fuerza de trabajo. División por sexo y edades

En la zona de estudio es común el uso de medidas de volumen para áridos para referirse tanto a la semilla empleada como a la cosecha obtenida, e incluso para estimar la superficie de tierra sembrada. En este sentido, las medidas estándar o de referencia son el "almud" y el "cuartillo".

Un almud equivale a 10 litros y contiene cuatro cuartillos; se estima localmente que un cuartillo equivale en peso a un poco más de 1.5 kg de grano (maíz o frijol) y un almud corresponde a 7 kg. Dos almudes u ocho cuartillos son el equivalente a una hectárea, es decir, tal es la cantidad de semilla requerida para sembrar dicha superficie.

El trabajo invertido en las milpas puede ser el del propietario y su familia, puede ser trabajo asalariado y también puede ser de intercambio o de “mano vuelta”, es decir, varios propietarios se unen para trabajar en conjunto en los terrenos de cada uno de ellos. Hay división del trabajo por sexo y edades, pero la situación es distinta en cada pueblo.

En general la siembra, así como las escardas y cosecha, se hace en grupos o cuadrillas de trabajo. En Huahuaxtla, Nauzontla, Zoatecpan y Eloxochitlán, se organizan con un sembrador por surco y cada sembrador hace el hoyo y tira la semilla; en Jilotzingo, dada la diversidad de acciones que se llegan a realizar durante la siembra, suele haber una mayor división de las tareas y en cada cuadrilla puede haber quien haga la ‘mata’, quien tire abono, quien siembre el maíz y quien siembre el frijol de guía; quienes siembran el maíz son siempre los hombres, pero para tirar abono y para sembrar frijol puede emplearse a mujeres y/o niños.

Huahuaxtla. En general el trabajo en las milpas es familiar y asalariado, con poca frecuencia de “mano vuelta”. En este pueblo es común el trabajo de las mujeres para las escardas del frijol mateado, pues se considera que las mujeres trabajan con menor vigor y con más cuidado que los hombres toda vez que las distancias entre plantas y entre surcos para este frijol son muy reducidas; el jornal que se paga a las mujeres es aproximadamente el 80% del que se paga a los hombres.

En la roturación del terreno, siembra y aporque de la milpa se utiliza el trabajo de los hombres. En el trabajo familiar colabora toda la familia, los ayudan al padre en todas las labores y las niñas y la esposa colaboran sobre todo en la cosecha del maíz, en el corte de frijol de guía y cosecha de frijol de mata, así como en la selección y secado de la cosecha antes de almacenarla.

Nauzontla. Prácticamente no se realiza “mano vuelta” y todo el trabajo en las milpas es familiar y asalariado. Las mujeres no participan en el trabajo agrícola en el campo, pero sí en la selección de semilla, separación y secado de la cosecha antes de almacenarla y en la selección y desgranado del frijol gordo *P. polyanthus* para su venta como ejote o grano tierno. Cuando se emplea trabajo familiar, participan principalmente los hijos varones.

Zoatecpan. El trabajo empleado es familiar, asalariado y de “mano vuelta” y muchos de los pobladores se emplean como trabajadores agrícolas en comunidades vecinas. Las mujeres no participan en las labores del campo pero sí en la selección de la semilla y selección y secado de la cosecha, así como en el desgranado del frijol gordo *P. polyanthus* tierno para su venta en el mercado. Los niños colaboran en el trabajo agrícola al igual que en otras comunidades.

Jilotzingo. El trabajo empleado en el cultivo del frijol y de las milpas en general, es familiar o asalariado y también se practica la “mano vuelta”, sobre todo en los productores con menores recursos económicos.

Agrohabitat		Spp. <i>Phaseolus</i>	Escardas	Trabajo	Fertilización
Huahuaxtla					
Sin barbecho	Huertas y Ranchos	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i> <i>P. vulgaris</i> guía <i>P. vulgaris</i> mata	2 1	Familiar Asalariado Manovuelta	entre 1ª y 2ª escardas
Barbecho corto	Coamil	<i>P. vulgaris</i>	1-2	Familiar Asalariado	no se fertiliza
	Bosquetes de <i>Alnus</i>	<i>P. polyanthus</i>	1	Familiar	no se fertiliza
Nauzontla					
Sin barbecho	Huertas y Ranchos	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i> <i>P. vulgaris</i> guía <i>P. vulgaris</i> mata	3	Familiar Asalariado	entre 2ª y 3ª escardas
Barbecho corto	Coamil	<i>P. vulgaris</i> mata <i>P. polyanthus</i>	1-2 2	Familiar Familiar	no se fertiliza
Zoatecpán					
Sin barbecho	Huertas y Ranchos	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i> <i>P. vulgaris</i> guía <i>P. vulgaris</i> mata	2 1	Familiar Asalariado Manovuelta	entre 1ª y 2ª escardas
Barbecho corto	Coamil	<i>P. vulgaris</i> mata	1-2	Familiar	no se fertiliza
Jilotzingo					
Sin barbecho	Huertas y Ranchos	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i> <i>P. vulgaris</i> guía <i>P. vulgaris</i> mata	2 2	Familiar Asalariado Manovuelta	durante la siembra
Barbecho corto	Coamil	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i> <i>P. vulgaris</i> mata	2	Familiar	no se fertiliza
Barbecho largo	Coamil	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i>	1-2	Familiar Asalariado	no se fertiliza
Eloxochitlán					
Sin barbecho	Huertas y Ranchos	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus.</i> <i>P. vulgaris</i> guía. <i>P. vulgaris</i> mata	2 1	Familiar Asalariado Manovuelta	entre 1ª y 2ª escardas
Barbecho corto	Bosquetes de <i>Alnus</i>	<i>P. polyanthus</i> <i>P. coccineus</i>	2	Familiar Asalariado	no se fertiliza

Cuadro 5.10. Agroecosistemas y especies de frijol cultivadas en las comunidades de estudio.

En el trabajo familiar y asalariado participan hombres y mujeres, niños y niñas; no es frecuente que las mujeres trabajen con el azadón, pero si pueden tirar abono y colaboran en la cosecha y la selección de la misma. Los niños colaboran en todas las labores del campo y las niñas ayudan sobre todo en la selección de la cosecha antes de almacenarla, así como en el trillado del grano.

Eloxochitlán. El trabajo en las milpas es familiar o asalariado y ocasionalmente se practica “mano vuelta”. Las labores del campo las realizan en general los hombres, auxiliados por los niños cuando el trabajo es familiar; las mujeres de la familia intervienen en la cosecha y en la selección del producto obtenido.

Herramientas utilizadas.

El cultivo de los agroecosistemas con frijol y en general la agricultura que se practica en la Sierra Norte de Puebla, se realiza con herramientas manuales o con tracción animal, ya que lo accidentado del terreno, aunado a las fuertes pendientes, impiden el uso de maquinaria. No es raro encontrar terrenos de cultivo con una pendiente mayor al 100 % y en ocasiones pueden tener más de 60 grados de inclinación. Se ha registrado el empleo de yuntas de bueyes para roturar las parcelas de labor hasta con unos 35-40° de inclinación.

Las herramientas utilizadas en la agricultura tradicional en las comunidades estudiadas son: yuntas con tracción animal, de bueyes o caballos, azadón de jalar, palo sembrador o espeque, talacho, machete, gancho, tapixcone o picador, huacales, cestos o chiquihuites de distintos tamaños, conchas de armadillo, hacha, también se utilizan desgranadoras hechas con olotes amarrados y bastones o estacas de madera para trillar el frijol.

Las yuntas de bueyes utilizan arados de madera de fabricación local con o sin reja de fierro y para las yuntas de caballos se emplean los llamados “arados extranjeros”, de manufactura comercial; los primeros corresponden al grupo de los arados simétricos, que sólo rompen el suelos, son más lentos, pero pueden trabajar en suelos pesados, arcillosos o “barriales” o en terrenos con la caña de maíz picada sobre el terreno; los caballos son utilizados con arados de vertedera o asimétricos, que rompen y voltean las capas superiores del suelo, son más rápidos que las yuntas de bueyes, pero no pueden trabajar en terrenos muy pesados y es necesario limpiar el terreno de los desechos de la caña de maíz del ciclo anterior ya que “tapan” la reja del arado impidiendo la penetración del mismo en el suelo.

El azadón es el implemento agrícola universal, usado para roturar, escardar e incluso cosechar papa. El tipo usado en la Sierra es el llamado azadón de cortar o de jalar, en contraste con el azadón de golpear, aquel como indica su nombre efectúa la labor jalando y no golpeando; la hoja de este azadón tiene un ángulo de unos 45° con respecto al cabo de la herramienta. Las hojas de los azadones se elaboran en la misma región de la Sierra Norte de

Puebla, en Tetela de Ocampo y se comercializan en el sistema de mercados o plazas semanales que existe en la Sierra.

El talacho, es una herramienta similar al azadón de golpear, sólo que más angosta y pesada, utilizada para roturar terrenos muy duros o compactados.

El palo sembrador o espeque, es una garrocha de madera de 1.8 a 2.0 m de largo, aguzada en uno de los extremos, utilizada para abrir pequeños hoyos en el suelo para depositar la semilla. Puede o no llevar una punta de fierro en el extremo, llamada “chuzo”, misma que puede ser aplanada o cónica, generalmente usada en terrenos arcillosos o en sitios pedregosos. Para la siembra de frijol mateado, se prefiere usar el chuzo cónico, que deja abierto el hoyo en que se deposita la semilla

El machete y el gancho, se utilizan para limpiar los terrenos de cultivo, cortando y picando la caña del maíz o rozando la vegetación secundaria cuando se hacen “coamiles”. El machete se usa también para doblar el maíz y para “debajiar” o desbrozar el terreno al tiempo que se dobla la caña del maíz

El pixcador, es una especie de aguja de madera, hueso o metal que se usa para abrir la glumas superficiales de la mazorca para facilitar su desprendimiento de la caña.

Los chiquihuites son hechos de “cañaveral” (*Arundo donax*) se utilizan para cosechar maíz y frijol, colgados al hombro mientras se recorre la milpa surco por surco. Los huacales se fabrican de “jonote” (*Heliocarpus* spp.) y actualmente también de fibras sintéticas, son usados entre los totonacos para cosechar el maíz y transportarlo a la casa; se cargan a la espalda con un “mecapal”.

Las conchas de armadillo (*Dasyus novemcinctus*), llamadas “cacahuates” en la zona de estudio, son frecuentemente usados para llevar la semilla de maíz y frijol mientras se siembra, de acuerdo con los informantes en ellas la semilla no se reseca, lo cual es importante cuando se siembra maíz previamente remojado.

El hacha, se utiliza raramente, sólo para tumbar arboles muy gruesos cuando se abre un nuevo terreno al cultivo, los árboles más o menos delgados, se tumban con el machete.

Las oloterías son una especie de discos hechos con olotes acomodados verticalmente y atados con alambre, se utilizan para desgranar el maíz tallando las mazorcas en la superficie de estos artefactos. Los garrotes son bastones de madera con los que se trilla el frijol golpeándolo sobre un petate o costales.

5.3. FENOLOGÍA DE *Phaseolus polyanthus* Y *Phaseolus coccineus*.

En las parcelas experimentales establecidas en Jilotzingo y en Nauzontla se obtuvieron registros fenológicos de *P. polyanthus* "común", asociado y sin asociar con maíz, de *P. polyanthus* "abreviador" asociado con maíz y de *P. coccineus* subsp. *coccineus* "cimat" o "tacuahuaquet" y *P. coccineus* subsp. *coccineus* "ayocote", asociados con maíz (Figuras 5.7 y 5.8).

En general el ciclo de vida es más largo en Nauzontla y la fructificación del 50% de los individuos es hasta 40 días más precoz en Jilotzingo, con la excepción de *P. polyanthus* común sin asociar con maíz y *P. polyanthus* abreviador, en los que es un mes más temprana en Nauzontla, en donde como se verá adelante, se ha seleccionado una forma precoz de este frijol, llamada "Frijol gordo abreviador" (Basurto et al., 1996).

En la fase de crecimiento vegetativo, la foliación de todos los frijoles, considerando sólo la presencia de hojas maduras o fotosintéticamente activas, se mantiene en un máximo durante casi todo el ciclo de vida en ambos sitios y sólo disminuye al final del mismo, en más de 50% para *P. polyanthus* abreviador, *P. polyanthus* común sin asociar y para *P. coccineus* ayocote, en tanto que para *P. polyanthus* común asociado y *P. coccineus* tacuahuaquet o cimat, esta disminución en el porcentaje de individuos con hojas maduras no es tan acentuada.

En la fase reproductiva, *P. polyanthus* común en asociación con maíz, presenta un retraso con respecto a cuando no se asocia con maíz tanto en Nauzontla como en Jilotzingo.

El comportamiento de *P. polyanthus* común sembrado sin asociar con el maíz, es más similar al que presenta *P. polyanthus* abreviador asociado con maíz, con floración y fructificación más temprana, por lo que puede pensarse que *P. polyanthus* abreviador compite más eficazmente con el maíz que *P. polyanthus* común.

La fase reproductiva de *P. coccineus* tacuahuaquet o cimat muestra un desfase hacia la segunda mitad del año y *P. coccineus* ayocote presenta la fase reproductiva más extendida de los frijoles aquí mencionados, pero este frijol se cultiva poco en las comunidades estudiadas, siendo mucho más común en la franja altitudinal de 1800 a 2000 m (Figuras 5.7 y 5.8).

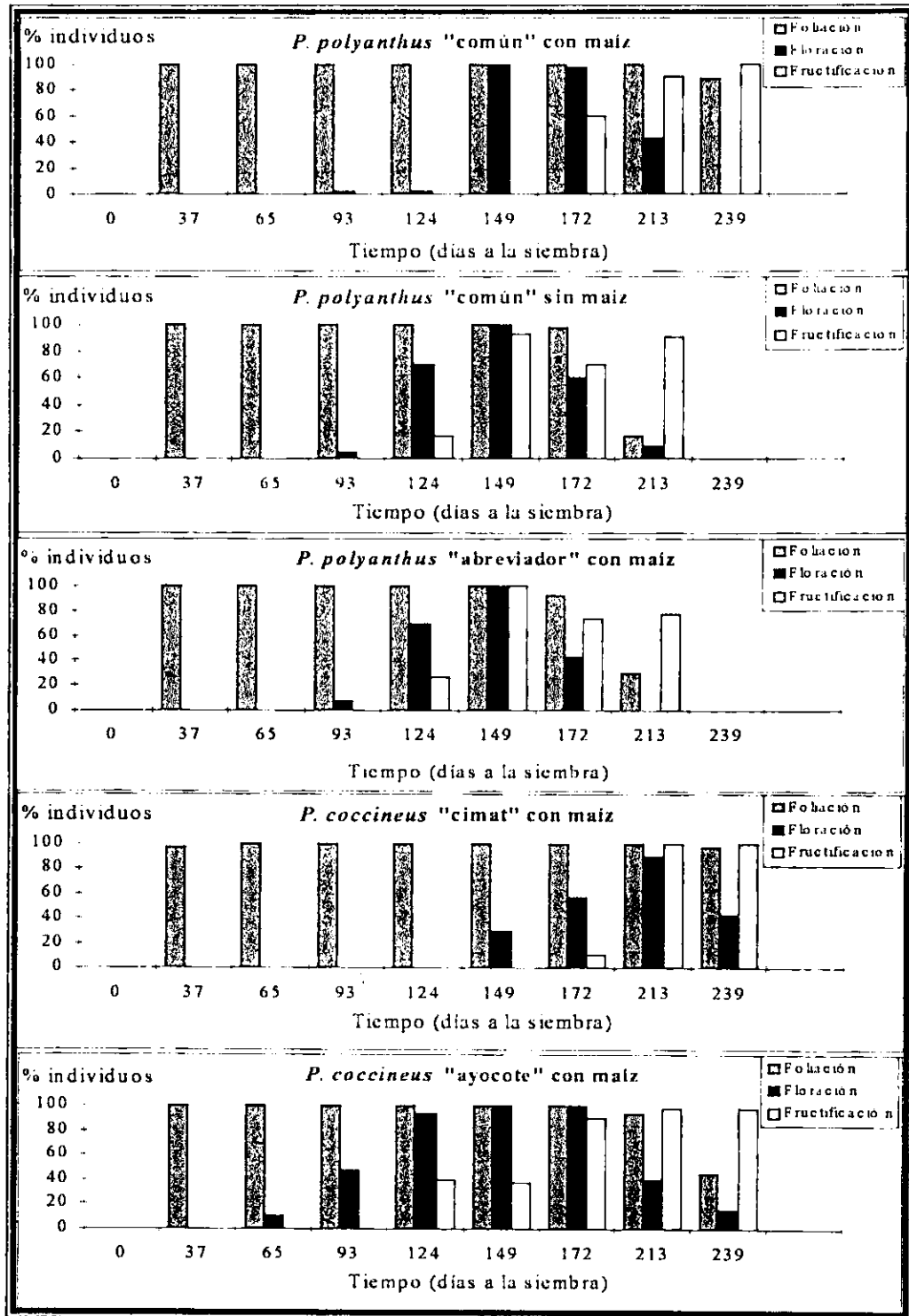


Figura 5.7 Fenología de *Phaseolus polyanthus* y *P. coccineus* en Jilotzingo, Puebla.

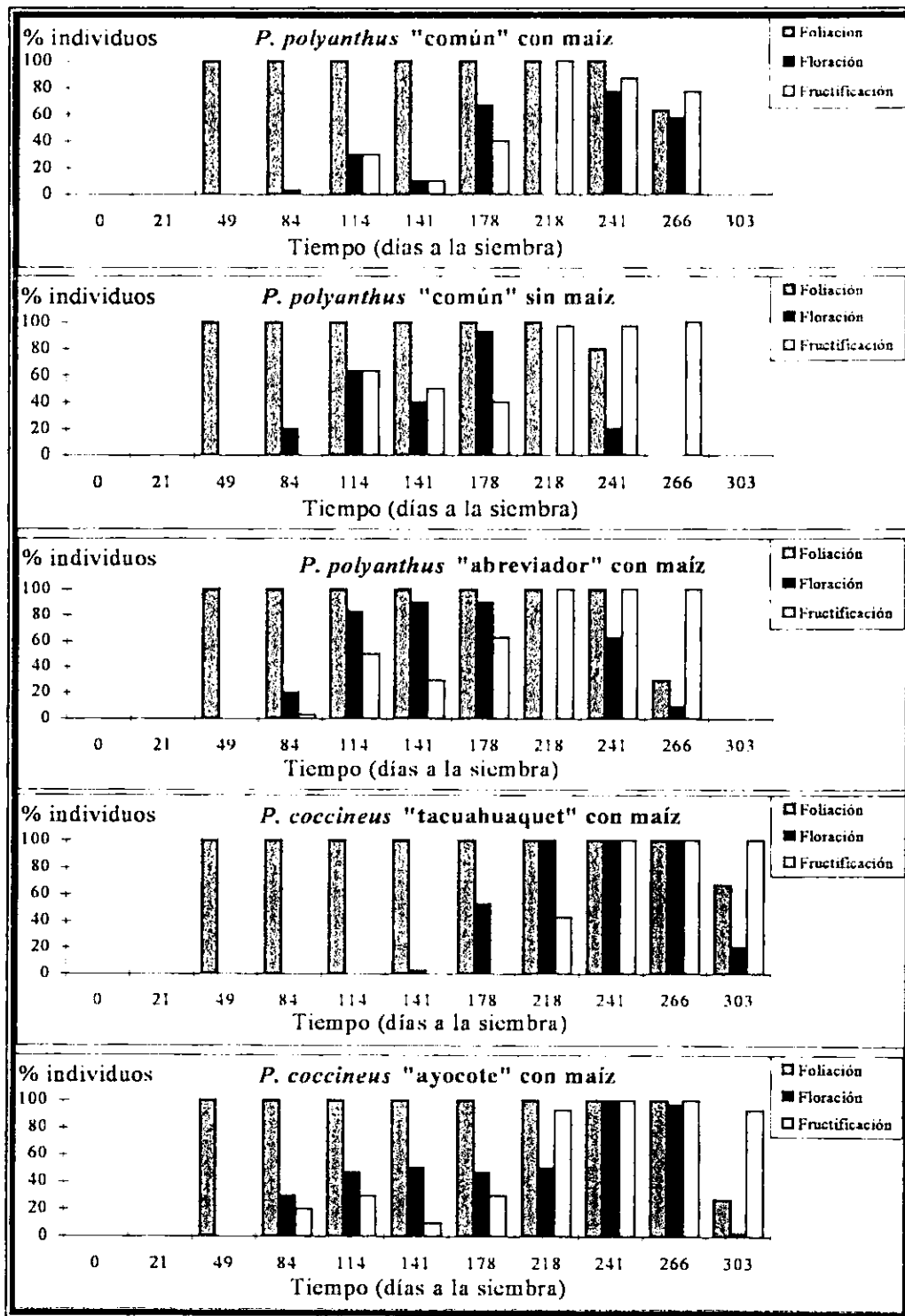


Figura 5.8 Fenología de *Phaseolus polyanthus* y *P. coccineus* en Nauzontla, Puebla.

Una forma precoz de *Phaseolus polyanthus* en Nauzontla, Puebla.

En cuanto a la evaluación de *P. polyanthus* abreviador en Nauzontla, comparándolo con la forma común de esta especie, se tiene que la formación de botones florales en el frijol abreviador se inicia a los 82 días de la siembra y presenta una floración superior al 70% a los 113 días, con el 97% de los individuos con fruto maduro a los 207 días. *P. polyanthus* común inicia la formación de botones florales después de los 82 días de la siembra y a los 113 días presenta sólo 25% de los individuos en floración; a los 207 días de la siembra hay 67% de individuos con fruto maduro y no llega al 100% de individuos con fruto maduro, cosa que si ocurre con el frijol abreviador a los 231 días (Figura 5.9).

Lo anterior también se observa con el peso seco de flor y fruto, con diferencias notorias entre el frijol abreviador y e frijol común en peso seco de flor y fruto a los 113 y 138 días, con diferencias significativas en el peso seco de la flor (Cuadro 5.10) (Basurto et al., 1996a).

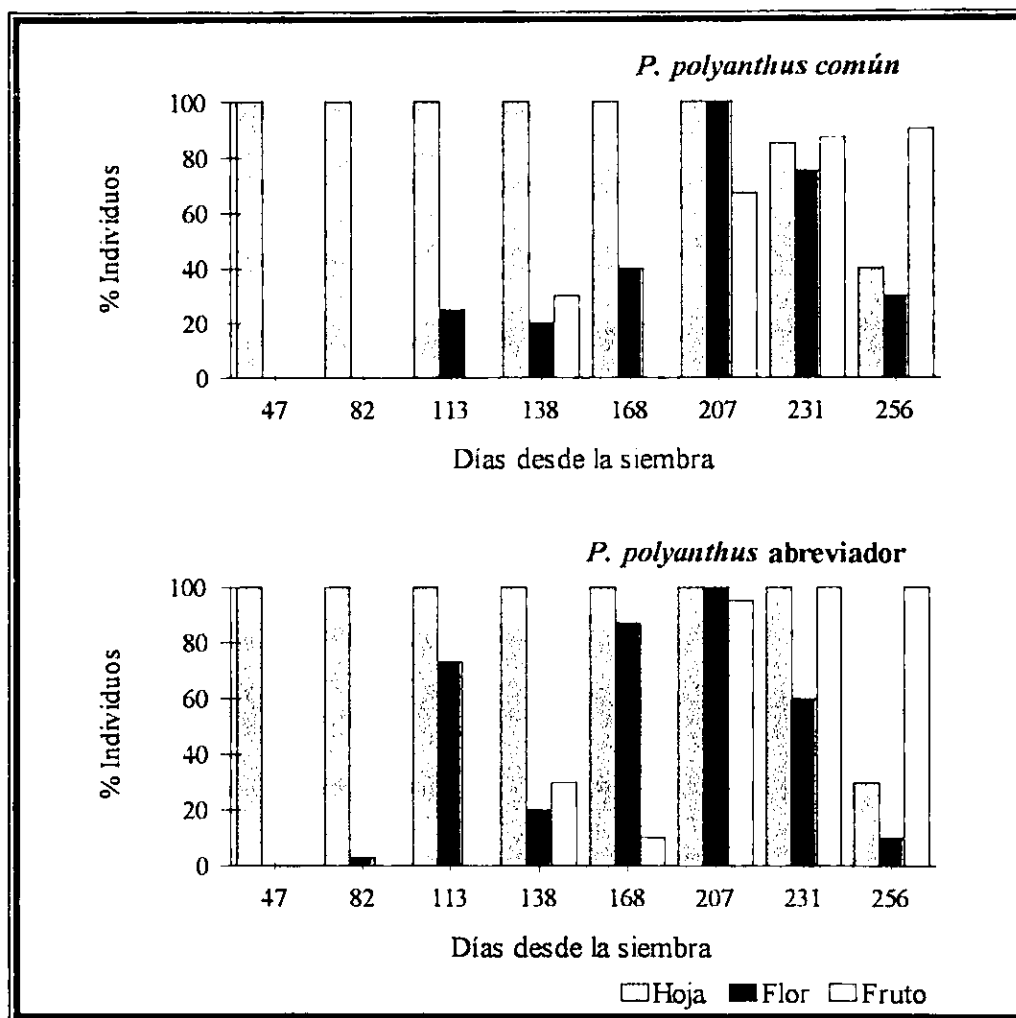


Figura 5.9 Fenología de *Phaseolus polyanthus* Común y Abreviado en Nauzontla.

Días a la siembra	Hoja		Botón y Flor		Fruto	
	Común	Abreviador	Común	Abreviador	Común	Abreviador
21	0.05±0.003	0.14±0.003	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.000
47	0.24±0.006	0.62±0.009	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.000
82	0.99±0.020	2.89±0.166	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.01±0.003
113	6.76±0.352	10.08±0.706	0.02±0.002	0.05±0.030	0.12±0.002	1.36±0.242
138	12.20±0.397	13.00±0.245	0.04±0.008	0.16±0.020	0.02±0.004	1.26±0.237
168	29.80±1.792	25.00±0.707	4.80±0.426	5.60±0.314	2.00±0.400	1.20±0.147
207	36.00±1.319	57.00±1.691	11.00±0.200	15.00±0.684	28.00±0.510	50.00±2.683
231	22.00±0.812	34.00±0.735	0.00±0.00	0.00±0.00	46.00±1.715	74.00±3.839
256	9.00±0.663	10.20±0.928	0.00±0.00	0.00±0.00	35.00±2.550	74.00±2.396

Cuadro 5.10 Peso seco y Error estándar de *Phaseolus polyanthus* Común y Abreviador.

Calendario agrícola y fenología de *Phaseolus polyanthus* y *Phaseolus coccineus*.

En los calendarios agrícolas de Nauzontla y Jilotzingo registrados en 1990 (Figuras 5.10 y 5.11) se observa que aunque las fechas de siembra son distintas, la duración del ciclo agrícola de *Phaseolus polyanthus* es de aproximadamente 260 días en ambos sitios, mientras que para *P. coccineus*, la duración del ciclo agrícola es de 270 días en Jilotzingo y de 300 días en Nauzontla. El ciclo agrícola del maíz es también más corto en Jilotzingo (170 días a la dobla/220 días a la cosecha) que en Nauzontla (190 días a la dobla/250 días a la cosecha). El número de escardas que se dan a las milpas es también diferente, tres en Nauzontla y dos en Jilotzingo, aunque en Nauzontla se manifiesta entre algunos agricultores la tendencia a eliminar la escarda intermedia (Basurto *et al.*, 1996b).

Aunque para *P. polyanthus* la duración del ciclo de vida es aproximadamente la misma en ambos sitios, se observan diferencias en el periodo de corte de frijol como ejote, que es más precoz y extenso en Nauzontla que en Jilotzingo. En Nauzontla se realizan durante dicho periodo tres o cuatro cortes (cada 20 a 30 días), además de un último corte, posterior a la cosecha de maíz en que se corta todo el frijol, en el estado en que se encuentre, sea verde, amarillo o seco y después se efectúa una selección para su consumo, secado o almacenado y comercialización; en Jilotzingo este periodo de corte de ejote es más reducido, sólo se corta ejote verde “ya llegado” para autoabastecimiento y la mayor parte del producto se corta una vez seco; casi no se corta ejote verde para venta en el mercado.

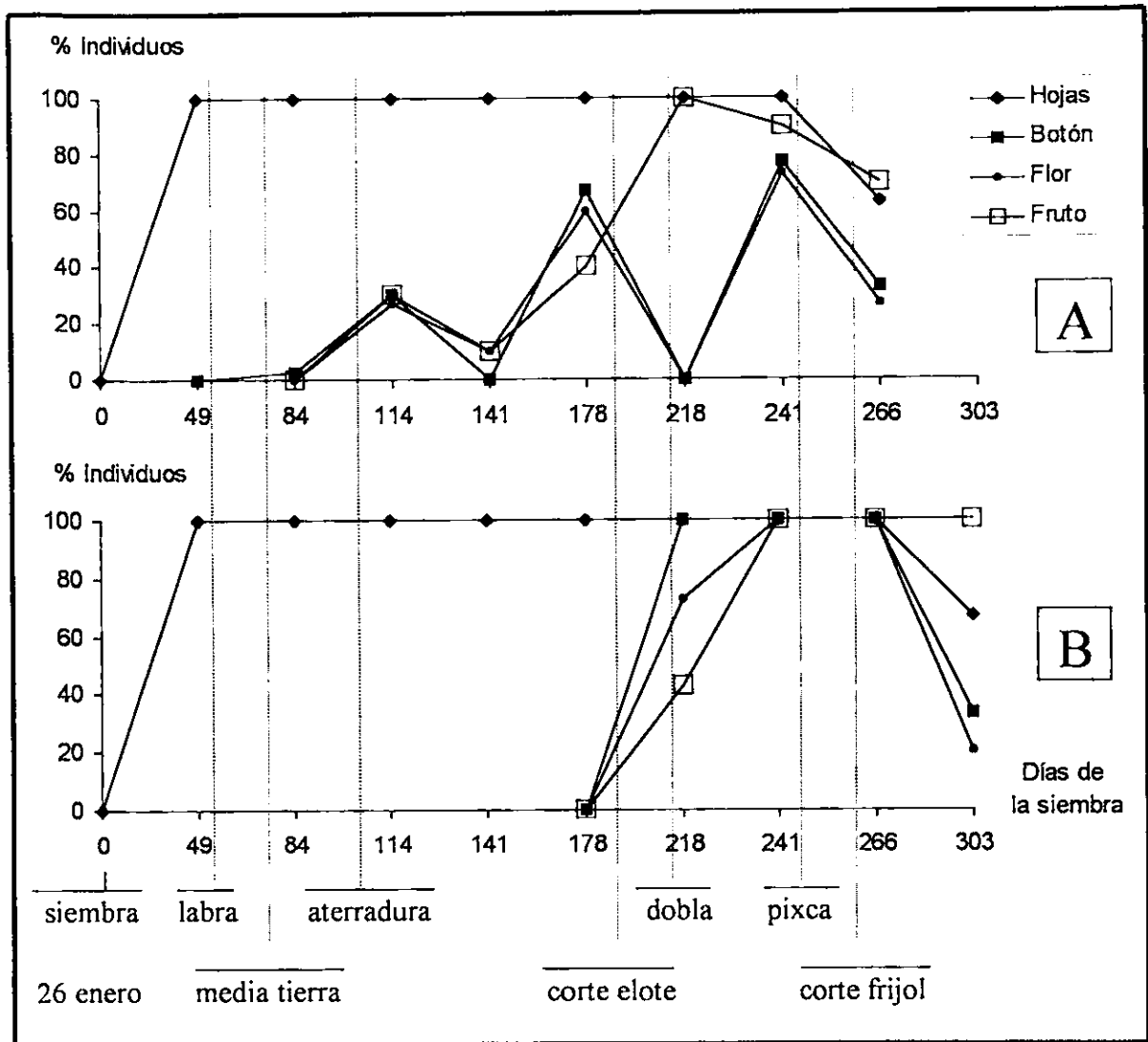


Figura 5.10 Fenología de *Phaseolus polyanthus* (A) y *P. coccineus* (B) en Nauzontla, Puebla.

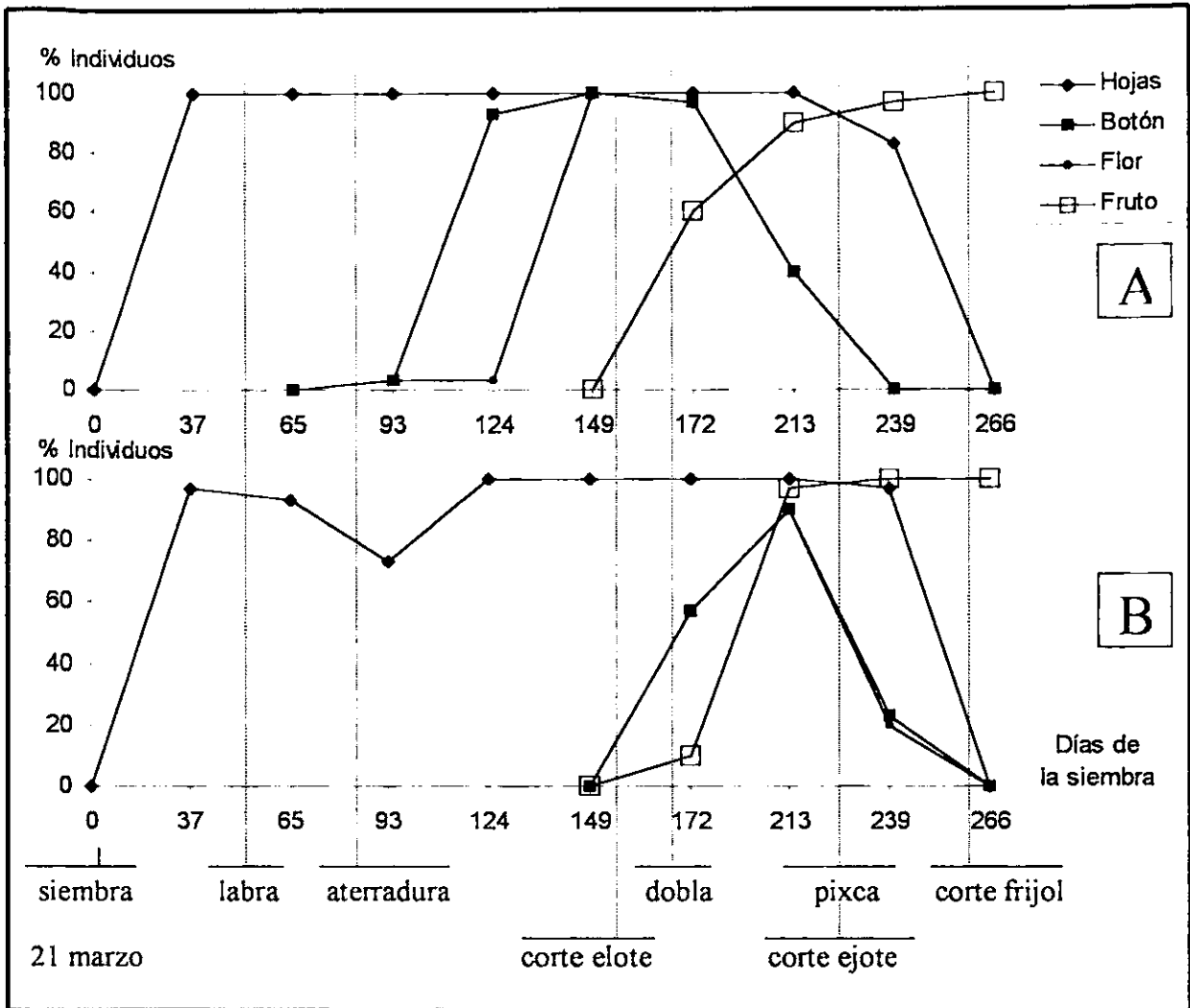


Figura 5.11 Fenología de *Phaseolus polyanthus* (A) y *P. coccineus* (B) en Jilotzingo, Puebla.

Existen diferencias también el inicio de la floración, más precoz en Nauzontla que en Jilotzingo y con varios máximos, cosa que no ocurre en Jilotzingo (Figuras 5.10 y 5.11).

El ciclo de vida de *P. coccineus* es más extendido en Nauzontla que en Jilotzingo, sobre todo en la fase vegetativa.

5.4 DENOMINACIÓN, USO Y MÉTODOS DE TRANSFORMACIÓN PARA EL CONSUMO DE *Phaseolus coccineus* L. y *P. polyanthus* Greenman.

Dada la añeja relación Hombre-*Phaseolus* en la Sierra Norte de Puebla, en las comunidades estudiadas existen formas de denominar a los frijoles de interés para el presente trabajo en lenguas nativas, así como en castellano, sin embargo estos nombres, tanto en nahuat como en español, son diferentes en las zonas oriental y occidental de la Sierra (Cuadro 5.11).

Especie	Nahuat	Totonaco	Español	Significado
Zona oriental. Huahuaxtla, Nauzontla, Zoateopan.				
<i>P. coccineus</i>	Tacuahuaquet	---	Frijol pinto	frijol duro
	Ayecote	---	Ayocote	---
<i>P. polyanthus</i>	Exoyema	----	Frijol gordo	ejote blando
	Acalet	----	Acalete	frijol de caña
<i>P. vulgaris</i>	Pitzahuaquet	----	Frijol mateado	frijol delgado
	Mecaet	----	Frijol delgado	frijol de guía
	Cinet	----	Frijol delgado	frijol de milpa
<i>P. glabellus</i>	Coaet	---	Frijol de víbora	frijol de víbora
	Tatatzinalet	---	Frijolillo	padrecito del frijol
Zona occidental. Eloxochitlán, Jilotzingo.				
<i>P. coccineus</i>	Cimat	Tangastapu	---	nahuat- en la zona oriental de la Sierra, se da esta denominación sólo a la raíz. totonaco- frijol duro
	Ayecote		Ayecote	---
<i>P. polyanthus</i>	Patlashtle	Xeyomit	Frijol gordo Frijolón	nahuat- frijol grueso totonaco-?
<i>P. vulgaris</i>	Napualet	Lacsinustapu	Napual Mateado	nahua- frijol ochenteño totonaco- frijol chico ---
	Cinet	Litanpihuat	frijol de guía	nahuat- frijol de milpa
	Mecaet	Tujanun		nahuat- frijol de guía totonaco- ?
<i>P. glabellus</i>		Stapuloua	frijol de víbora	

Cuadro 5.11 Denominación de las diferentes especies de *Phaseolus* en la zona de estudio, Sierra Norte de Puebla.

En general los frijoles son designados por el término “Et” en nahuat y “Stapu” en totonaco y los distintos tipos de frijol son nombrados en las lenguas indígenas con el agregado de un término específico referido al color de la testa, a la morfología del grano, al hábito de crecimiento, al hábitat en que se desarrollan, a la dureza de la testa y al contenido de fibra de la vaina (Cuadro 5.11).

Los términos et y stapu también se aplican a otros géneros de leguminosas además de *Phaseolus*, como por ejemplo *Cajanus cajan* “etcuahuit” en nahua y “quiwistapu” en totonaco o *Vigna unguiculata* “chichimecastapu” o “torojet”.

Los colores del grano, tanto para la forma de guía como para el mateado, son negro, rojo y beige, además de rayado o pinto para los mateados, con fondo rojo, beige o gris y rayado más oscuro, negro o marrón. Estos frijoles son denominados en función del color de la testa (Cuadro 5.12).

Color de testa	Nombre español	Nombre nahua	Nombre totonaco
negro brillante	frijol negro	tiltiquet, mecaet	litanpihuat
negro opaco	frijol negro	tiltiquet, cinet	tujunan
rojo	pata de perdiz	chichilet, chihuijcoyo	tzotzocostapu
beige	frijol blanco	iztaquet	tznapapastapu
amarillo	frijol amarillo	costiquet	tzmucucustapu
rayado o pinto	frijol xaquito	cuicuilet	x’spililistapu

Cuadro 5.12 Denominación de *Phaseolus vulgaris* según el color del grano.

En la zona de estudio la forma de aprovechamiento del frijol es predominantemente como grano seco aunque para consumo humano se utilizan también las flores, follaje tierno de plantas maduras o plántulas completas, fruto verde con o sin grano, grano tierno y el órgano subterráneo de reserva (raíz/tallo) o “camote” que desarrolla *P. coccineus* subsp. *coccineus*.

Con excepción del grano seco, las distintas partes aprovechables de estos frijoles son consumidas como alimento de temporada durante periodos de tiempo más o menos cortos, determinados por la duración de los distintos estadios fenológicos.

Aunque cada una de las diversas estructuras del frijol aprovechables como alimento para el hombre están disponibles sólo un breve periodo al año, en conjunto conforman una fuente de alimento que puede aprovecharse durante casi todo el año (Cuadro 5.13).

	<i>P. coccineus</i> cultivado	<i>P. coccineus</i> escapado	<i>P. polyanthus</i>	<i>P. vulgaris</i> guía	<i>P. vulgaris</i> mata
Enero	quelite ¹ camote		quelite ¹		
Febrero	quelite ¹ camote		quelite ¹		quelite ²
Marzo	quelite ¹ camote		quelite ¹		vaina ³
Abril					ejote ⁴
Mayo		quelite ² flores			grano seco
Junio	quelite ² flores	quelite ² flores	quelite ²		grano seco
Julio	quelite ² flores	quelite ² flores	quelite ² vaina ³		
Agosto	quelite ² flores	flores	quelite ² vaina ³ ejote ⁴	vaina ³	
Septiembre	quelite ² flores		quelite ² ejote ⁴	vaina ³	
Octubre	ejote ⁴ flores	ejote ⁴ grano seco	ejote ⁴ grano seco	ejote ⁴	vaina ³ ejote ⁴
Noviembre	grano seco ejote ⁴ flores	grano seco	ejote ⁴ grano seco	ejote ⁴ grano seco	vaina ³ ejote ⁴ grano seco
Diciembre	grano seco ejote ⁴	grano seco	grano seco	grano seco	grano seco

1 plántulas completas

2 hojas tiernas de plantas maduras

3 fruto tierno, sin grano, poco fibroso; se come la vaina

4 fruto bien desarrollado, con grano formado pero con alto contenido de humedad; no se ingiere la vaina

Cuadro 5.13 Partes y estructuras aprovechables de *Phaseolus* spp. como alimento a lo largo del año.

En el consumo de frijoles, sea grano o cualquiera de las otras estructuras comestibles, existe toda una jerarquía de preferencias por parte de la gente. Se considera de más calidad el grano del frijol gordo y del frijol mateado o delgado enredador, que el de tacuahuauquet, que es considerado como un frijol corriente por su sabor, que es más dulce y por la testa gruesa y coriácea.

No se sabe si un frijol es de mejor calidad nutricia que otro, pero la gente refiere que el frijol negro y el frijol gordo no son contraindicados cuando alguien está enfermo y tiene que guardar una cierta dieta, cosa que si ocurre con el tacuahuauquet.

La forma de preparación también muestra esta jerarquización, ya que no es lo mismo comer “frijoles de la olla”, es decir simplemente hervidos, que comer “frijoles fritos” o guisados y sazonados con manteca, lo cual refleja un mejor estatus socioeconómico.

La frecuencia de consumo de frijoles también está relacionada con el estatus socioeconómico, si bien todos los estratos los consumen, el consumo es más frecuente entre la gente con menores recursos económicos, quienes pueden consumir frijoles todos los días, en tanto que los estratos con mayores ingresos lo comen sólo dos o tres veces por semana, sustituyendo los frijoles por otros alimentos proteicos como huevo, sardina, atún o carne.

Del follaje, se prefiere por su textura y palatabilidad el de *Phaseolus polyanthus* y el de *Phaseolus vulgaris* trepador, que tienen un follaje más suave que *Phaseolus coccineus*; esta diferencia no se observa cuando se utilizan las plántulas de estos frijoles.

Con respecto a las flores, en general sólo se consumen las de *Phaseolus coccineus*, pueden comerse también las de *Phaseolus polyanthus* e incluso las de *Phaseolus vulgaris* enredador, pero esto se procura evitar ya que se prefiere tener el grano de estas dos últimas especies. El fruto tierno, sin grano, solamente se consume el de *P. vulgaris* y en menor medida el de *P. polyanthus*, que son mucho menos fibrosos que los de *Phaseolus coccineus*.

Los frijoles son consumidos siempre cocidos, aunque la forma de cocción varía dependiendo de la estructura que se utilice, sean hojas, flores, fruto tierno fruto maduro, grano tierno, grano seco u órgano subterráneo de reserva o “camote” (Cuadro 5.14).

Las distintas formas de cocción de los frijoles pueden dividirse en:

Hervido. Se refiere a la cocción en agua hirviendo por un periodo de tiempo mas o menos prolongado; el fruto tierno requiere de unos 30 minutos, el grano tierno se cuece en 45 a 60 minutos y el grano seco tarda entre 90 y 120 minutos: Por lo general se evita el consumo de grano seco con mas de un año de almacenamiento ya que tarda más en cocerse además de que cambia el sabor.

El agua de cocción o “caldo de frijol” se consume junto con el grano e incluso en la Sierra Norte de Puebla, en donde se acostumbra utilizar el grano cocido incluido en tortas de masa de maíz llamadas “empedrados”, “pintos” o “tigrillos”, el agua de cocción es ingerida por separado.

En el caso del “camote” de *P. coccineus* subsp. *coccineus*, hay que secarlo al sol por espacio de 3 a 5 días antes de hervirlo para que tenga sabor dulce, además debe de hervir por espacio de 12 horas a fuego vivo pues si no está bien cocido es tóxico y causa problemas estomacales, diarrea y vómito que pueden llegar a ser muy severos; estos problemas pudieran deberse a la presencia de glucósidos cianogénicos, aunque Bruner *et al.* (1980) reportan resultados negativos en las pruebas practicadas para detectar estas sustancias en raíces de 48 genotipos, por lo que los problemas que acarrea su ingestión cuando no está bien cocida pudieran deberse a la presencia de taninos.

	Grano seco	Grano tierno	Fruto tierno	Follaje tierno	Flores	Camote
<i>P. coccineus</i>	hervido guisado tostado	hervido guisado al vapor	---	herventado	herventado	hervido por espacio de 10-12 horas
<i>P. polyanthus</i>	hervido guisado	hervido, guisado al vapor	hervido	herventado	herventado	---
<i>P. vulgaris</i>	hervido guisado	hervido guisado al vapor	hervido guisado	herventado	herventado	---

Cuadro 5.14 Formas de cocción de *Phaseolus* spp. en la Sierra Norte de Puebla.

Guisado. Luego de hervido, el grano y el fruto verde pueden prepararse de diversas maneras antes de comerse, siendo comúnmente guisado con manteca o aceite, o con huevo en el caso del fruto tierno.

En general el grano seco se come guisado, para lo cual luego de cocido se vuelve a hervir al día siguiente para espesar el caldo a la vez que se sazona o refrie con manteca o aceite, siendo esta la forma de consumo que se considera de mayor calidad, no sólo desde el punto de vista nutricional sino también desde una perspectiva socioeconómica.

Herventado. De esta forma se cuecen las flores y las hojas de frijol, poniéndolas en agua hirviendo para que den un hervor, luego de lo cual se retiran del fuego; cuando las hojas y/o flores se cuecen con los frijoles, se agregan a estos cuando el grano ya está cocido y sólo dan un último hervor.

El agua de cocción suele adicionarse con carbonato para que hojas y flores conserven su color, esta es la forma utilizada en general para cocer quelites.

Al vapor. Es otra forma de preparación del grano tierno, flores y follaje, que se incorporan en crudo a la masa para tamales a fin de que se cuezan junto con esta y le den sabor.

Tostado. De esta manera sólo se cuece el grano seco de *P. coccineus* subsp. *coccineus*, poniéndolo directamente sobre el comal caliente, luego de cocidos, se quita la testa y se ingieren.

El consumo de frijol como grano seco manifestado por los informantes en las comunidades de estudio, varía entre 2-3kg por familia por semana, lo que representa entre 108 a 162kg por año por familia, con un promedio de consumo de 135kg al año por familia. Considerando una media de 6 miembros por familia, se tiene un consumo diario promedio de 62 g por persona, que representan 22.5 kg por persona por año.

Además del uso como alimento del frijol, en Jilotzingo se refiere el uso medicinal del frijol negro o Napualet *P. vulgaris* para curar la “postema” o golpes internos, para ello se toma el caldo del frijol no bien cocido ya que debe retirarse de la lumbre cuando inicia el hervor, al decir de la gente este caldo actúa a manera de purga y ayuda a expulsar la “sangre mala” que causa la “postema”.

Otra especie que es utilizada con propósitos medicinales es *P. glabellus*, cuya infusión se toma contra el “piquete” de víbora.

Los esquilmos secos, paja y vainas, son utilizados como forraje para ganado vacuno, ovino, caprino y caballo y se ha observado también el uso de plantas de rebrote de *P. coccineus* subsp. *coccineus* y de plántulas de esta especie y de *P. polyanthus* y *P. vulgaris* como forraje para aves de corral. Cuando no se tienen animales que aprovechen los esquilmos, estos son incorporados al suelo en las parcelas de cultivo para que al descomponerse sirvan como abono. En el municipio de Zapotitlán de Méndez, se refiere el uso de *P. coccineus* subsp. *coccineus* como enriquecedor del suelo durante el periodo de barbecho, de modo que cuando se piensa poner en descanso una parcela se siembra este frijol pues se dice que las hojas son muy buen abono.

5.5 ALGUNAS PRACTICAS RITUALES RELATIVAS AL CULTIVO DE FRIJOL.

En la práctica de la agricultura que se realiza en la Sierra Norte de Puebla, subsisten diversas actividades y ceremonias con un trasfondo metafísico o mágico-religioso, encaminadas al logro de buenas cosechas. Estas ceremonias tienen lugar generalmente en momentos críticos del ciclo agrícola y se realizan para coadyuvar de algún modo en el buen desarrollo de las plantas y una cosecha exitosa, si bien esto es desde un plano sobrenatural.

El presente apartado no pretende ser una revisión exhaustiva de estas actividades o ceremonias, sino simplemente describir algunas de ellas y tratar de entenderlas en función de las tradiciones mesoamericanas y del sincretismo de las mismas con la religión impuesta por los conquistadores europeos.

Las prácticas aquí reseñadas pueden agruparse según el momento del ciclo agrícola en que se realizan como: a) ceremonias de siembra, b) de término de labores en el campo y c) de cosecha.

Ceremonias de siembra.

Antes de la siembra es costumbre llevar a bendecir la semilla (maíz y frijol) o parte de la misma a la iglesia durante la misa del día de la Virgen de la Candelaria, el 2 de febrero que es la fiesta del santoral católico más importante durante la temporada de siembra en las comunidades estudiadas.

Se acostumbra así mismo, sembrar, junto con el maíz blanco, amarillo o azul (y frijoles asociados), semillas de maíz de color rojo, al decir de la gente para que este maíz rojo cuide a la milpa del aire; sin embargo, hay que recordar que el color rojo en las culturas mesoamericanas es un color vital, de fertilidad, un color fuerte que protege de los malos espíritus. Entre los pueblos mesoamericanos también se tenía (y se tiene) la creencia en la existencia de “malos aires”, es decir, espíritus o entes sobrenaturales que pueden causar males o dispensar buena o mala fortuna, de ahí que la siembra de granos de maíz rojo en las milpas que se practican en la Sierra pueda verse como la permanencia de estas ideas y como protección contra estos “malos aires”, si bien la gente en la actualidad se refiera a la protección contra el aire como fenómeno físico.

Se interrogó a varias personas acerca de si la presencia de *Phaseolus coccineus*, que tiene flores de color rojo, en las milpas tendría alguna similitud o la misma intención que con la siembra de granos de maíz rojo, como protector del cultivo, ya que a pesar de que este frijol es en general considerado de poco valor comercial y bajo estatus cultural (“es un frijol corriente”), su presencia en las milpas es casi universal, pero las respuestas en principio fueron siempre negativas, es decir, no se considera que las flores de este frijol tenga un efecto de protección en la milpa contra los aires o contra el aire.

Durante la temporada de siembra, los totonacos de San Marcos Eloxochitlán acostumbran hacer una ceremonia a la que se denomina “pedir milpa”. Esta tiene lugar en la cima del Cerro del Gallo, en cuyas laderas se asienta este poblado y en donde existe una cruz

con un nicho de piedra en la base. La ceremonia es conducida por un brujo y consiste en subir al cerro llevando música, comida y bebida, ceras, incienso y refino para ofrendar al cerro. Una vez en la cima del cerro, se encienden las ceras y se quema el incienso, se dicen oraciones, se toca música, se come y se bebe convidando al cerro, vertiendo refino en el suelo y ofrendando un plato de comida, generalmente mole con guajolote, mismo que se deposita dentro de la caja de piedra en la base de la cruz. Algunas personas mayores en Jilotzingo refieren que en su infancia y juventud sus padres acostumbraba también subir al Cerro del Gallo a “pedir milpa”. En la actualidad, esta costumbre se ha perdido entre la gente de Jilotzingo, al parecer por motivos económicos, ya que esta actividad puede resultar muy onerosa, pero seguramente, también por trasculturación.

En la Sierra Norte de Puebla algunos de los cerros pueden ser considerados como entes sobrenaturales por si mismos o bien pueden ser la morada de un espíritu protector de los montes o bosques, al que hay que halagar y honrar ya que de lo contrario habrá malas cosechas o pueden acarrear otro tipo de males.

Ceremonias de término de labores en el campo.

Otras prácticas ceremoniales se realizan al termino de la siembra o de la última escarda o aporque, en ellas se ofrece una comida que tiene características de ser una comida ritual por lo abundante y por los platillos que se preparan y se consumen, mismos que pueden ser mole o tamales especiales, preparados y consumidos sólo en estas ocasiones, procurando por lo general que incorporen carne. En Jilotzingo, se ofrece a todas las personas que participan en la siembra una comida abundante generalmente mole con pollo o con guajolote y algunas personas refieren que antes de empezar a sembrar se ofrece al terreno una oración, se enciende una cera e incienso y se vierte en la tierra un poco de refino. En San Marcos Eloxochitlán, durante el aporque, se da de comer a quienes participan del trabajo, tamales hechos *ex profeso* para la ocasión y que contienen una pieza de pollo cada uno, en mole o en salsa de jitomate con chile.

En Huahuaxtla, Zoateopan y en Nauzontla, al terminar de aporcar las milpas, labor que suele hacerse a principios de mayo y que coincide más o menos con el día de la Santa Cruz (3 de mayo), se acostumbra levantar un el centro del terreno de cultivo o en un punto dominante del mismo, una cruz de madera adornada antaño con flores frescas y en la actualidad con ‘plástico’ o ‘naylon’ (polietileno) de colores. Esta ceremonia implica un compadrazgo y el compromiso de ‘parar la cruz’ durante tres años consecutivos, aunque en la actualidad esto tiende a perderse. Este hecho de levantar una cruz luego de la última labor que se da a las milpas tiene como objeto acompañar el desarrollo de las plantas con un símbolo de protección. El compromiso que significa el compadrazgo puede tener también como objetivo asegurar trabajadores para realizar las labores del campo.

Ceremonias de cosecha.

En la Sierra Norte de Puebla, la festividad más importante es quizá la de Todos Santos o Día de Muertos, 1 y 2 de noviembre. Estas fechas coinciden con la temporada de cosecha en la zona de estudio y es muy frecuente encontrar en los altares de Todos Santos mazorcas de maíz y frutos de frijol; es común también observar en estos altares cruces hechas con cañas y mazorcas de maíz recién cosechadas. Una forma de interpretar esta constante y ubicua presencia de maíz y frijol en los altares de muertos es que quizá representen una forma de ofrendar los primeros productos de la cosecha a los ancestros.

En relación con lo anterior, en Nauzontla algunas personas de mayor edad refieren que en su juventud, al concluir la cosecha de maíz, en el campo se hacía una cruz con las cañas y mazorcas de maíz mejor desarrolladas, esta cruz se trasladaba a la casa sobre el último costal con mazorca y ya en la casa, se colocaba en el altar familiar. Las semillas de estas mazorcas podía más tarde ser utilizada como semilla para el nuevo ciclo agrícola.

Existen otra serie de creencias relativas al cultivo de la milpa, como por ejemplo, se evita quemar los olotes de las mazorcas de las que se obtuvo la semilla, ya que si se hace esto, el maíz puede secarse, estos olotes siempre se tiran en la parcela agrícola para que se pudran y reintegren al suelo. Algunas personas refieren que no es conveniente ingresar a las milpas en el lapso comprendido entre el aporque y la dobla, es decir durante el periodo de floración del maíz, y mucho menos cortar frutos de maíz o de frijol verdes o muy tiernos, ya que las plantas 'se espantan' y dejan de producir.

Hay también una serie de creencias relacionadas con las prácticas agrícolas y las fases de la luna. Así se tiene por ejemplo, que la dobla y la cosecha y para algunas personas también la siembra, no deben realizarse en periodo de "luna tierna" (en creciente) porque el maíz así producido será muy susceptible al ataque de gorgojos o picudos y palomillas. Esta relación también ocurre para otras actividades, como cortar árboles para obtención de madera.

6. DISCUSION.

6.1 PRESENCIA DE *Phaseolus* EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA.

Las plantas del género *Phaseolus* han evolucionado y se han distribuido principalmente en las zonas montañosas del occidente y centro del país, a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en el Eje Transvolcánico Mexicano.

Las especies cultivadas de este género han estado en contacto con el hombre desde hace varios milenios y los grupos humanos han influido en la evolución y han aprovechado y adecuado las características de estas plantas a sus propios fines, generando al paso del tiempo, seguramente por medio de experimentación empírica y el método de acierto y error, numerosas variantes de estos frijoles así como sistemas agrícolas complejos en que se incluyen varias especies, no sólo cultivadas sino también arvenses útiles bajo diversos grados de manejo, que si bien compiten por una serie de recursos que pueden estar más o menos limitados, también se complementan y adecuan su desarrollo para reducir esta competencia, haciendo un uso más eficiente del suelo en espacio y tiempo y optimizando las prácticas agronómicas ya que una misma labor puede aprovecharse para distintas fases de cultivo de dos o más especies.

Esto se constituye en un sistema dinámico y recíproco en que tanto los hombres como las plantas se influyen mutuamente y en el que cada una de las partes se adapta a las condiciones y requerimientos de la otra.

La evolución y distribución de las especies cultivadas de *Phaseolus* han estado directamente relacionadas con la acción del hombre, ha ocurrido principalmente por selección artificial, con la diferenciación de las especies previa a los procesos de selección humana y a la domesticación, con sólo tres de las cinco especies cultivadas, *P. vulgaris*, *P. coccineus* y *P. lunatus*, con una distribución tan amplia como el género, situación que ha sido causada, consciente o inconscientemente por el hombre.

Considerada en su conjunto, en la Sierra Norte de Puebla existen múltiples variantes de las cuatro especies de frijoles en ella cultivadas: *P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. polyanthus* y *P. lunatus*, cada una adaptada en su fenología y hábito de crecimiento a una determinada zona altitudinal y también adecuada a las especies con las cuales se asocia en cultivo. No se encuentra mucha variación en el color de la testa, ya que los colores que se pueden encontrar son negro (opaco y brillante), gris, rojo, crema (o blanco, al decir de la gente) y pintos o manchados, pero se puede observar mayor diversidad en el tamaño del grano y en la fenología y duración del ciclo de vida de estas plantas.

En esta zona se encuentran dos variantes reconocidas por la gente de *P. coccineus* subsp. *coccineus*:

- a) frijol cimati o tacuahuaquet
- b) frijol ayocote

la primera de ellas con poblaciones cultivadas y con poblaciones escapadas de cultivo.

También se reconocen dos variantes de *P. polyanthus*:

- a) frijol exoyema común
- b) frijol exoyema abreviador.

Con la presencia además de un posible híbrido entre estas dos especies, todo lo cual es reflejo de la variación y diversidad generada y mantenida por los agricultores a lo largo de numerosas generaciones

En la Sierra Norte de Puebla no se han registrado poblaciones silvestres de *P. coccineus* ni de *P. polyanthus*; las poblaciones silvestres de la primera se distribuyen en las zonas montañosas de México y se presentan en la zona de transición entre la Sierra Norte de Puebla y en el Altiplano Mexicano.

Las poblaciones silvestres de *P. polyanthus* se reportan para el occidente del país, en Jalisco y quizá Michoacán así como también para Guatemala de donde pueden derivarse las siguientes preguntas:

- ¿De donde son originarios los frijoles de estas especies que se cultivan en la Sierra Norte de Puebla?
- ¿Se domesticaron en la Sierra o llegaron a esta zona ya como plantas cultivadas?

Una posible respuesta a estas preguntas, ante la falta de poblaciones silvestres de ambas especies en la zona de estudio, es que *P. polyanthus* y *P. coccineus* hayan llegado a la Sierra como plantas ya cultivadas, llevadas junto con las migraciones y movimientos de grupos humanos provenientes del Altiplano y desde el occidente de México.

Se reconoce que los pueblos mesoamericanos desde el periodo clásico al menos, mantenían rutas comerciales entre el occidente de México y el Altiplano (Teotihuacán) y entre este y la costa del Golfo, atravesando el norte del actual estado de Puebla por al menos dos rutas (García, 1987), por tanto la idea de un origen foráneo para las especies cultivadas de frijol en el norte de Puebla no carece de sustento.

Sea cual sea su origen primario, en la Sierra Norte de Puebla, esta plantas ha sido seleccionadas para adecuarlas a las condiciones ambientales y de cultivo propias de esta zona, así como a los propósitos e intereses del productor, intereses que por otra parte no son estáticos y pueden cambiar en el tiempo y con las condiciones sociales, económicas y culturales en las que el proceso de producción agrícola se encuentre inmerso.

En la porción de la Sierra Norte de Puebla en que se localizan las comunidades estudiadas en el presente trabajo, *Phaseolus polyanthus* y *P. coccineus* subsp. *coccineus*, junto con *P. vulgaris*, son de gran importancia en la agricultura, la economía y también desde el punto de vista alimentario y cultural, con el primero de ellos como la especie que más se cultiva.

Estos frijoles son parte de los cultivos básicos en la región y junto con el maíz conforman la dieta básica de los pobladores, se producen en cultivos múltiples en los que comúnmente están presentes las tres especies de frijol mencionadas, en ocasiones incluyendo también más de una veintena de especies vegetales útiles, tanto cultivadas como fomentadas, toleradas y silvestres. Se siembran principalmente para autoabasto, pero hay venta de excedentes.

En la zona de estudio, *P. coccineus* y *P. polyanthus* se cultivan principalmente en asociación con maíz y otras plantas y la segunda especie se siembra también como monocultivo, con capacidad en este caso de adaptación a ambas situaciones y mostrando una plasticidad que le permite diferencias en la duración del ciclo de vida de hasta dos meses.

Cuando se siembra con maíz, el ciclo de *P. polyanthus* común tarda de 9 a 10 meses y la misma semilla, cuando se siembra como monocultivo, tarda sólo 6 meses de siembra a cosecha. Es difícil precisar si esta capacidad de adaptación y amplitud de respuesta ha sido aprovechada o propiciada por las acciones del hombre, pero seguramente se trata de un proceso en que concurren ambas situaciones.

Las especies de frijol cultivadas en la zona de estudio se encuentran en la actualidad adaptadas al cultivo del maíz, tanto en aspectos morfológicos como fisiológicos y fenológicos

Desde el punto de vista de la morfología, el maíz que se asocia con estos frijoles (raza Tuxpeño principalmente, con infiltración de Arrocillo amarillo y de Cónico) es una planta muy grande, de hasta de más de 4m de alto, con cañas o tallos muy gruesos y resistentes (la gente refiere que son muy duros y no constituyen un buen forraje para ganado vacuno); los frijoles en cuestión crecen como guías trepadoras, vigorosas, con varias ramas que llegan a medir más de 5 m de longitud.

En el aspecto fenológico, los eventos reproductivos del maíz y de las distintas especies de frijol, se encuentran desfasados uno del otro de suerte que la floración y fructificación del maíz ocurre primero que la de los frijoles, y las distintas especies de a su vez florecen y fructifican en distintos momentos del año, reduciendo así las posibilidades de competencia al tiempo que pueden verse también como una estrategia del agricultor para asegurar, bajo condiciones de temporal, un mínimo de cosecha (Basurto *et al.*, 1996 b).

Desde el punto de vista fisiológico, también se encuentra esta situación de relevo entre maíz y frijol, ya que en las primeras etapas de desarrollo, es el maíz la especie que hace un mayor uso de los recursos agua y luz y no es sino hasta su maduración que los frijoles aprovechan al máximo los recursos liberados luego de la maduración del maíz (Martínez, 1994).

La combinación de varias especies vegetales en tiempo y en espacio en un mismo campo de cultivo, en el caso de las comunidades estudiadas, no implica un aumento correlativo en las labores agrícolas requeridas, sino que hay una coordinación y optimización de estas labores de tal modo que el trabajo de escarda para una de las especies involucradas sirve al mismo tiempo de preparación del terreno para la siembra de la otra especie.

Esto es muestra de la integración de los sistemas agrícolas, con aprovechamiento no solo de las plantas cultivadas, sino también de un amplio espectro de plantas arvenses que pueden contribuir a la satisfacción de requerimientos alimentarios, de forraje, medicinales.

La Sierra Norte de Puebla es una región en donde la selección y domesticación de plantas tienen plena vigencia, en un esquema de agricultura tradicional, pero al mismo tiempo en un contexto social con fuerte disposición al cambio.

Los sistemas agrícolas de autoabasto pueden ceder lugar a plantaciones comerciales de café o al establecimiento de potreros para explotación ganadera intensiva, pero también las propias milpas han experimentado la inclusión de especies destinadas al mercado, como es el caso de la papa (*Solanum tuberosum*).

Al mismo tiempo, los agroecosistemas de producción de alimentos básicos (maíz y frijol), en la actualidad son reorientados a fin de destinar parte de la producción a la obtención de mayores ingresos monetarios, vía la comercialización de elote o de ejote de *Phaseolus polyanthus*, y no sólo para autoabasto del agricultor y la satisfacción de sus requerimientos alimentarios.

De acuerdo con lo declarado por los informantes en Nauzontla, estos fenómenos de sustitución del valor de uso por valor de cambio (autoabasto vs mercado) de algunos de los productos agrícolas, vienen ocurriendo desde hace unos 20 años, fecha que coincide con la apertura del camino de terracería (ahora ya pavimentado) que comunica a Nauzontla con Zacapoaxtla y Cuetzalan, dos de las poblaciones más grandes de la Sierra Norte de Puebla y sitios en donde el mercado semanal es de gran movimiento comercial.

La diversidad de estos frijoles está entonces estrechamente vinculada con el manejo y el aprovechamiento que el hombre hace de ellos, dentro de los límites impuestos por un ambiente físico y biológico determinado.

Un ejemplo de esto es la selección que se hace en la actualidad en Nauzontla, de *Phaseolus polyanthus* Abreviador, motivada en este caso por un interés comercial.

La evaluación fenológica y la comparación con *P. Polyanthus* Común, permite inferir que la selección de que está siendo objeto esta especie, genera diferencias entre ambas variantes. La selección de *P. polyanthus* Abreviador en Nauzontla obedece principalmente a razones económicas, pero también influyen en este proceso condiciones ambientales y culturales, como son un clima que permite fechas de siembra tempranas y la gran aceptación de este frijol, tanto en grano seco como en grano tierno o ejote por todos los estratos de la población serrana (Basurto et al., 1996 a).

Un aspecto importante que tiene influencia en esta selección actual de *P. polyanthus* Abreviador, y en la sustitución de valor de uso por valor de cambio, es el desarrollo de las vías de comunicación, que permiten, por una parte, sacar los productos agrícolas que se obtienen en la región y por otra, posibilita la entrada de alimentos básicos producidos en

otras regiones del país, lo cual permite experimentar nuevas alternativas del aprovechamiento de los recursos, en este caso frijol y maíz.

El resultado de la interacción del hombre con estos frijoles puede verse también en la adecuación de estas plantas al cultivo bajo diferentes condiciones ambientales y agronómicas.

P. polyanthus, por ejemplo, aunque es una planta perenne, se maneja como anual y puede adaptarse al cultivo en asociación con maíz o al monocultivo, con variación intraespecífica que se manifiesta en el comportamiento fenológico de las plantas, de tal suerte que dentro de una milpa se encuentran lo mismo individuos muy precoces que muy tardíos en sus fenofases reproductivas, dentro de una distribución normal en la que la mayoría de las plantas se agrupa alrededor del valor medio.

Esto permite un alargamiento del periodo de cosecha de los productos que se obtienen de esta especie (ejote, grano tierno y grano seco) y por ende la posibilidad de obtener ingresos o alimentos en distintos momentos del año.

En el caso de *P. coccineus* subsp. *coccineus*, que es una especie más rústica que la anterior, se maneja al interior de las milpas lo mismo como perenne que como anual, con aprovechamiento de los individuos de rebrote que son más precoces en la producción, existiendo también poblaciones escapadas de cultivo que son igualmente utilizadas para el consumo como alimento, tanto el grano como el follaje y las flores.

De esta especie se reconocen dos variantes en las comunidades de estudio, diferenciadas por el hábito de crecimiento, el vigor de las plantas y el tamaño y forma del grano, con una de ellas reconocida como la mejor adaptada a las condiciones agroclimáticas de la franja altitudinal en que se ubican las poblaciones estudiadas; esta forma es la que se denomina como tacuahuaquet, cimat (nahuat) o tangastapu (totonaco).

Las razones para considerar a esta variante como la más adecuada al cultivo en esta zona en específico, son el vigor de la planta, que no se desarrolla tanto como el 'ayocote de guía' evitándose así que puedan tirar a las plantas de maíz y por el periodo de floración, desplazado a la segunda mitad del año, de tal modo que se complementa y no interfiere con el periodo de floración de *P. polyanthus* (Basurto et al, 1996 b).

El trabajo y el aprovechamiento que se da en las milpas muestra la integración de un sistema agrícola, con aprovechamiento no sólo de las plantas cultivadas, sino también muchas de las numerosas arvenses que se desarrollan en estas agrohbitats, evidenciando el profundo conocimiento que de su entorno han generado a lo largo de las generaciones los grupos campesinos mesoamericanos. El aprovechamiento de las arvenses va coligado con su manejo, estos es, en tanto el campesino considera, con base en la experiencia adquirida en su propia práctica y la aprendida de sus mayores, que en tanto las arvenses no representan competencia para el maíz y el frijol, se permite su presencia en la milpa y hace uso de ellas, pero en cuanto estas plantas representan una competencia para el maíz, las poblaciones de arvenses son eliminadas o reducidas, básicamente por medios mecánicos.

6.3 FENOLOGIA DE *P. polyanthus* Y *P. coccineus* EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA.

Un aspecto muy interesante a considerar en los estudios de agricultura tradicional es no sólo la evolución de las especies vegetales *per se*, sino también las adecuaciones y transformaciones que experimentan los sistemas agrícolas en que se desarrollan y la articulación temporal y espacial de todas las especies involucradas, sean cultivadas o silvestres (arvenses) y la manera en que los productores interactúan con sus plantas para evitar o reducir la competencia intra e interespecífica.

Un ejemplo de esto puede verse en la articulación de los calendarios agrícolas con la fenología de las plantas (Basurto et al., 1996b).

Las prácticas agrícolas en la asociación maíz frijol están más enfocadas al desarrollo del maíz, ya que los tiempos y la secuencia de estas prácticas son las mismas cuando se siembra maíz solo o en asociación con frijol. Cuando se siembra *P. polyanthus* como monocultivo, las prácticas y la secuencia son diferentes con respecto a cuando se siembra asociado con el maíz. La temporada de siembra es diferente, lo mismo que las prácticas que se dan al cultivo, no se rotura el terreno y los deshierbes o escardas se hacen con machete o a mano sin usar el azadón, de modo que el suelo prácticamente no es removido.

Las diferencias observadas en los calendarios agrícolas de Nauzontla y Jilotzingo, son debidas tanto a factores ambientales como a factores humanos, incluyendo cuestiones económicas y culturales.

Por encontrarse a una menor altitud y protegida por varios cerros, Nauzontla es más cálida que Jilotzingo, que se encuentra en una planicie entre dos cañadas, y esto posibilita una siembra más temprana en la primera localidad.

En ambos sitios, las escardas se realizan antes de la floración del frijol y del maíz, eliminando las arvenses en periodos en los que la competencia puede ser crítica para el buen desarrollo del maíz y del frijol (Kohashi y Flores, 1982; Basurto y Martínez, 1995). Al concluir el aporque, las plantas de maíz y de frijol tienen un tamaño que les permite competir ventajosamente con las arvenses y al mismo tiempo, el crecimiento de estos cultivos modifica las condiciones microclimáticas al interior de la milpa y retrasa el desarrollo de las arvenses.

La diferencia en el número de escardas que reciben las milpas en ambos sitios, 3 en Nauzontla y 2 en Jilotzingo, puede deberse a condiciones ambientales, económicas y culturales.

Al ser más largo el ciclo agrícola en Nauzontla, con adecuadas condiciones de crecimiento para cultivos y arvenses por un tiempo más largo, el cultivo de la milpa puede requerir un mayor número de escardas, pero como se menciono antes, en Nauzontla se ha observado la tendencia a eliminar la escarda intermedia o media tierra, puede no realizarse sin que se afecte sensiblemente el rendimiento del maíz, al decir de los agricultores.

También se ha observado que en años con un periodo de sequía más o menos prolongado durante los primeros meses del ciclo agrícola (abril y mayo), esta escarda intermedia puede eliminarse. La pregunta entonces es ¿por qué los agricultores siguen con la práctica de la media tierra si les representa un mayor gasto?. La respuesta puede estar en el hecho de que si bien el que se realice o no la media escarda puede no afectar el rendimiento

de maíz, pero *P. polyanthus* resulta más sensible a esta práctica y sin ella, el rendimiento de este grano puede verse disminuido (Basurto y Martínez, 1995).

Otro punto a destacar es la articulación de las varias especies que conforman la milpa, de tal modo que en el mismo ciclo agrícola, se tienen distintos tiempos de maduración y cosecha de los diferentes productos que se cultivan. En el presente caso, se observa un desfase en los periodos de floración y maduración del maíz, de *P. polyanthus* y de *P. coccineus*, de esta manera, si las lluvias se adelanta o se atrasan, el agricultor puede esperar la cosecha de uno o de otro producto.

El conocimiento acumulado en el cultivo de estas plantas permite entonces al agricultor tener una estrategia contra el temporal, como una manera de asegurar al menos parte de la cosecha.

La fenología de estos frijoles está determinada no sólo por factores ambientales, sino que es muestra del efecto causado por el manejo, ya que si bien el agricultor no tiene un control absoluto sobre los factores climáticos ni sobre las interacciones biológicas entre las plantas, si tiene influencia en el crecimiento de las plantas que cultiva, tanto al elegir la fecha de siembra para asegurar que sus cultivos se desarrollen en las mejores condiciones del temporal, (temperatura, humedad, fotoperiodo), como por medio de las prácticas agrícolas (escardas, fertilización, doble del maíz, roturación del terreno), que tienen efecto sobre la interacción planta-planta y a fin de cuentas, todas estas acciones están orientadas hacia el mismo fin: adecuar el desarrollo de las plantas que cultiva a los fines y preferencias del hombre.

6.4 DENOMINACION, USOS Y METODOS DE TRANSFORMACION PARA EL CONSUMO.

El conocimiento que la gente tiene de estos frijoles se refleja no sólo en las múltiples formas de cultivarlos, sino también en las variadas formas de nombrarlos y en las formas de transformación para el consumo y de aprovechamiento en general.

Se encuentran tanto en la lengua nahua como en la totonaca, así como en las otras lenguas habladas en la Sierra Norte de Puebla, palabras específicas para denominar a los frijoles, si bien estos términos genéricos, “et” en nahua y “stapu” en totonaca, incluyen también a otras especies de leguminosas además de las pertenecientes al género *Phaseolus*.

Los nombres que se dan a estos frijoles hacen referencia a características morfológicas, ecológicas, fenológicas y de palatabilidad de los mismos.

Desde el punto de vista morfológico, es frecuente denominar a las variantes de frijol en función del color de la testa (frijol negro, frijol blanco, frijol pinto) o por la forma del fruto (frijol delgado) o del grano (“patashtle o frijol grueso”); también se dan nombres específicos por el sitio en que se desarrollan, sean parcelas de cultivo (“milet” frijol de milpa) o sitios con vegetación natural (“stapuloua” o frijol de víbora, en referencia a su estatus silvestre) Se nombran también en función de la duración del ciclo de vida (“napualet” o frijol

ochenteño) y por la textura al paladar ("tacuahuaquet" frijol duro o cuerudo; "exoyema" ejote blando o suave).

Desde el punto de vista del aprovechamiento, de estos frijoles se emplean en distintos momentos del año las diferentes estructuras de la planta, tanto el grano seco como los frutos en distintos grados de madurez, las flores, el follaje y las estructuras subterráneas de reserva o "camotes", mismos que son transformados para el consumo con diversas técnicas de cocción, adecuadas a cada una de las estructuras y que incluyen el empleo de calor casi siempre en húmedo, lo cual aumenta la digestibilidad y reduce o elimina el contenido de sustancias tóxicas.

Estos frijoles contribuyen a la dieta de los grupos campesinos abasteciendo de granos flores y verdura, es decir contribuyen a la alimentación con proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales y también aporta diversidad en olores, sabores, colores y texturas, lo cual puede ser de gran importancia si se considera que la dieta básica en la región esta basada en maíz y frijol

Los frijoles son un artículo de consumo cotidiano y aunque son utilizados por todos los grupos sociales, se observan diferencias en la frecuencia de consumo de las especies y en las formas de preparación, que resultan características de determinado nivel socioeconómico, pudiendo establecerse toda una jerarquía en estos aspectos como ya se describió.

6.5 PRACTICAS RITUALES RELATIVAS AL CULTIVO DEL FRIJOL

En las práctica agrícola de la Sierra Norte de Puebla, se mantienen vigentes muchas ideas de la cosmovisión mesoamericana, que tienen influencia en la manera de hacer la agricultura, como son los efectos de los eclipses o la influencia de las fases lunares en el desarrollo o cosecha de los productos agrícolas, la presencia de los "malos aires", ahora muchas veces identificados con el aire como fenómeno físico y en las formas de contrarrestarlos.

Se reconoce también en los agricultores un enorme respeto por el maíz y el frijol que se manifiesta en muchos aspectos de su vida cotidiana y no solo en la práctica agrícola, así, se procurara no dejar tirados granos de maíz y cuando nacen en las milpas de las semillas que no se cosecharon, siempre procurara las condiciones para su desarrollo, sin importar si se encuentra en medio de un surco; algo similar ocurre con los frijoles, aunque en este caso, la permanencia de las plantas que brotan "espontáneamente" en la milpa, dependerá de su efecto en el desarrollo del maíz, esto es, si se encuentra muy cerca de una mata de maíz que cuenta con frijol asociado, será eliminada, pero si la mata de maíz más cercana no tiene frijol asociado, entonces se procurara su desarrollo conjunto.

Con respecto a las hipótesis enunciadas en este trabajo:

- 1) A mayor diversidad ecológica y cultural mayor diversidad intraespecífica, con la riqueza de variedades cultivadas por un grupo étnico en relación inversa con el grado de erosión cultural del propio grupo.
- 2) Los móviles de selección por parte de los agricultores en sistemas agrícolas tradicionales incluyen lo mismo aspectos biológicos y agronómicos que culturales, esto es, existe selección de variantes que manifiestan plasticidad y adecuación a un entorno agroecológico determinado y que responden a las expectativas económicas del productor, pero también son importantes y consideradas otras características como color, sabor y aspectos estéticos y ceremoniales, si bien no parece haber forma de detectar diferencias nutricionales entre las variantes de frijol en la cultura tradicional.
- 3) Dado que los frijoles constituyen un elemento importante en el autoabasto de poblaciones rurales, es de esperarse una amplia variación en las formas de cultivo, uso y preparación para el consumo de estas plantas.

Las dos últimas concuerdan con los datos obtenidos en el presente trabajo y se considera que en efecto los móviles de selección en sistemas agrícolas tradicionales incluyen lo mismo aspectos biológicos y agronómicos que culturales, actuando todos en un contexto ambiental específico que se constituye en un importante factor limitante que determina en mayor grado las posibilidades de respuesta de las plantas a las acciones del agricultor.

También se observa una correlación entre el amplio uso que se hace de los frijoles, como parte importante de la dieta en la Sierra Norte de Puebla y las muy diversas formas de aprovechamiento, de transformación para el consumo y de cultivo.

La tercera de las hipótesis enunciadas no se encuentra del todo sustentada con los datos obtenidos en este trabajo, los que más bien señalan hacia una correlación entre la diversidad intraespecífica de los frijoles y la poca certidumbre del agricultor ante las variables ambientales y las condiciones de un temporal que no es fácilmente predecible, es decir, la diversidad encontrada responde no tanto a una mayor o menor diversidad cultural, toda vez que tanto mestizos como indígenas tienen y cultivan las mismas variantes de frijol, sino que más bien puede ser vista como una estrategia de los agricultores, indígenas o mestizos, para asegurar una cosecha que les permita la reproducción de la unidad doméstica.

Ante la poca certeza de cómo se darán las condiciones agroclimáticas, el manejo de esta variación puede dar respuesta a muy diversas combinaciones de condiciones ambientales de modo de asegurar un mínimo de cosecha y al mismo tiempo amplia las posibilidades de selección de un determinado tipo de planta, que responda a demandas específicas en determinados momentos, haciendo el sistema muy versátil, capaz de dar respuesta a los requerimientos del agricultor, en cuanto a selección de plantas, en relativamente poco tiempo con un amplio espectro de posibilidades.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Acuña, R.** (ed.) 1985. Relaciones geográficas del siglo XVI. Tlaxcala. Tomo segundo. IIA. UNAM. México, D. F. 484 pp.
- Anónimo.** 1970. Boletín hidrológico No. 42. Tomos I y II. Región hidrológica No. 27 Tuxpan-Nautla. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D. F.
- Anónimo.** 1987. Síntesis Geográfica, Nomenclator y anexo cartográfico del Estado de Puebla. INEGI. México, D. F. 56 pp + 12 cartas.
- Arias, L.** 1980. Relación entre agrohabitats y variantes del complejo *Phaseolus coccineus* L. en la Mesa Central de Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 80 pp.
- Arteaga, M.** 1976. Inhibidores nutricionales en leguminosas comestibles. Tesis profesional. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. 90 pp.
- Basurto Peña, F.** 1982. Huertos familiares en dos comunidades nahuas de la Sierra Norte de Puebla: Yancuictlapan y Cuauhtapanaloyan. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 140pp.
- Basurto Peña, F., R. Bye, D. Martínez & A. Delgado.** 1993. Distribution, use and seed morphology of "patol" (*Phaseolus coccineus* spp. *coccineus*) in the State of Durango, México. III International Congress of Ethnobiology. Abstracts. November 10-14. Mexico, D. F.
- Basurto Peña, F y D. Martínez.** 1995. Arvenses y producción de maíz y frijol Exoyema en Nauzontla, Puebla. XIII Congreso Mexicano de Botánica. Cuernavaca, Morelos. 5-11 de noviembre.
- Basurto Peña, F., D. Martínez, A. Castellanos & M. A. Martínez .** 1996a. Frijol gordo abreviador; una forma precoz de *Phaseolus coccineus* L. spp. *darwinianus* Hernández X. & Miranda C. en Nauzontla, Puebla, México. Geografía Agrícola 22-23: 95- 102.
- Basurto Peña, F., D. Martínez, A. Castellanos & M. A. Martínez** 1996b. Ciclo agrícola y fenología de *Phaseolus coccineus* L. en sistemas de agricultura tradicional en la Sierra Norte de Puebla, México. Etnoecológica III (4-5): 71-81.
- Baudet, J.** 1977. Origine et classification des espèces cultivées du genre *Phaseolus*. Bull. Soc Roy. Bot. Belgique 48: 183-220.
- Baudoin, J.** 1988. Genetic resources, domestication, and evolution of lima bean. In: P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holland. pp. 393-407.
- Brooks, R., L. Kaplan, H. Cutler & T. Whitaker.** 1962. Plant material from a cave on the Rio Zape, Durango, Mexico. American Antiquity 27(3): 356-369.
- Bruner, M.** 1982. Análisis químico de 47 genotipos del complejo *Phaseolus coccineus* L. en México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México, D. F. 112 pp.

- Bruner, M., E. Hernández X. & M. L. Ortega.** 1980. Análisis químico de la raíz de genotipos del complejo *Phaseolus coccineus* L. de México. Avances en la enseñanza y la investigación. C.P. Chapingo, Estado de México. Pagina 9.
- Burkart, A.** 1945. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. ACME Agency, Buenos Aires, Argentina. 589 pp.
- Cabrera, A. y A. Willink.** 1980. Biogeografía de América Latina. OEA. Washington, D. C. vi + 122 pp.
- Callen, E. O.** 1976. Dietary patterns in Mexico between 6500 B.C. and 1580 A. D. In: C. E. Smith (ed.) The ethnobotany of nutrition. University of Georgia Press, Athens GA.
- Campos, J.** 1987. Enfermedades del frijol. Editorial Trillas. México, D. F. 132 pp.
- Cárdenas, F., J. Muruaga, J. Acosta.** 1996. Catálogo. Banco de Germoplasma de *Phaseolus* spp. del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. INIFAP. xvi+421 pp.
- Casas, A.** 1992. Etnobotánica y procesos de domesticación en *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A. DC.) Benth. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 233 pp.
- Castro, A.** 1988. Estudio comparativo del conocimiento sobre plantas medicinales utilizadas por dos grupos étnicos del municipio de Pahuatlán, Puebla. Tesis profesional. ENEP-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Iztacala, Estado de México. 254 pp.
- Colunga, P.** 1984. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío Guanajuatense. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. 204 pp.
- Contreras, S., H. Araya, N. Pak & M. Tagle.** 1973. Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile I. Glucósidos cianogénicos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición XXIII(2): 251-259
- Cruz, A.** 1995. Los sistemas agrícolas de Jilotzingo, municipio de Zacatlán, Puebla. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 318 pp.
- Chenaut, V.** 1995. Aquellos que vuelan. Los totonacos en el siglo XIX. CIESAS, INI. México, D. F. 302 pp.
- De la Vega, A. y A. Sotelo.** 1986. The nutritional quality and toxin content of wild and cultivated Lima beans (*Phaseolus lunatus*). Qual. Plant. Food Hum. Nutr. 36: 75-83.
- Debouck, D.** 1991. Systematics and morphology. In: A. van Schoonhoven & O. Voysest (eds.) Common beans: Research for crop improvement. CIAT. CAB International Wallingford, UK. pp. 55-118.
- Delgado, A.** 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. Dissertation Doctor of Philosophy. The University of Texas At Austin. xiii+363 pp.

- Delgado, A.** 1988. Variation, taxonomy, domestication and germplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*. In: P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holland. pp. 441-463.
- Díaz, T.** 1981. Cruzamiento natural en *Phaseolus coccineus* L. Tesis de Maestría en Ciencias. C. P. Chapingo, Estado de México. xiv + 81 pp.
- Dobzhansky, T.** 1975. Genética del proceso evolutivo. Extemporáneos. México. 463 pp.
- Engleman, M.** (ed.) 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Introducción general. C. P. Chapingo. Estado de México. pp. 15-22.
- Estrada, E.** 1989. El Códice Florentino. Su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. XVI + 399 pp.
- Evangelista, V. y M. Mendoza.** 1987. Calendarios agrícolas en cuatro ejidos del municipio de Coxquihui, Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 249 pp.
- Evans, A.** 1979. Beans. In: N. Simmonds (ed.) Evolution of crop plants. Longman, London. pp. 168-172.
- Faulhaber, J.** 1994. Antropología biológica de las sociedades prehispánicas. En: L. Manzanilla y L. López (Coordinadores). Historia antigua de México. Vol. I. pp. 19-48.
- Fernández, J.** 1977. Variación morfológica de los maíces de la Sierra de Puebla y centro occidental de Veracruz: Implicaciones ecológicas y socioeconómicas. Tesis profesional (Biología). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L. 98 pp.
- Ferrusquia, I.** 1993. Geology of Mexico: A synopsis. In: Ramamoorthy T., A. Lot. J. FA & R. Bye (eds). Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press. New York-Oxford. pp. 3-107
- Flannery, K.** 1986. The problem and the model. In: K. Flannery (ed.) Guilá Naquitz. Archaic foraging and early agriculture in Oaxaca, Mexico. Academic Press. Orlando FL. pp. 3-18
- Fuentes, L.** 1972. Regiones naturales del estado de Puebla. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 143 pp.
- García, E.** 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Edición del autor. México, D. F. 252 pp.
- García, B.** 1987. Los pueblos de la Sierra. El Colegio de México. México, D. F. 424 pp.
- Gepts, P.** (ed.) 1988. Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London. xii + 613 pp.
- Guadarrama, C. & E. Hernández X.** 1981. Valor de uso y relaciones económicas en la agricultura tradicional de Nauzontla, Puebla. Revista de Geografía Agrícola 1: 73-80
- Harlan, J.** 1975. Crops and Man. ASA, CSSA. Madison, Wisconsin. xiii+284 pp.

Hernández, I. y A. Sotelo. 1980, Calidad nutritiva del ayocote (*Phaseolus coccineus*) suplementado con metionina en diferentes etapas de la cocción. Archivos Latinoamericanos de Nutrición XXX(1): 99-116.

Hernández X., E. 1977. El agroecosistema, concepto central en el análisis de la enseñanza, la investigación y la educación agrícola en México. En: E. Hernández X. (ed.) Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. C. P. Chapingo, Estado de México. pp. XV-XIX.

Hernández X., E., S. Miranda y C. Prywer. 1959. El origen de *Phaseolus coccineus* L. *darwinianus* Hdz. X & Miranda C., subespecies nova. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 20: 99-121.

Hernández X., E., A. Ramos y M. A. Martínez. 1979. Etnobotánica. En: M. Engleman (ed.) Contribuciones al conocimiento del frijol *Phaseolus* en México. C. P. Chapingo, Estado de México. pp. 113- 138.

INEGI. 1983. Carta geológica 1:250 000. Hoja Poza Rica F14-12. INEGI-SPP. México, D. F.

INEGI. 1984. Carta geológica 1:250 000. Hoja Veracruz E14-3. INEGI-SPP. México, D. F.

Inzunza, F. 1988. El proceso de producción agrícola en la porción oriental de la Sierra Norte de Puebla. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 305 pp.

Jaffé, W., I. González & M. Mondragón. 1976. Composición de caldos de frijoles. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 26(1): 75-83.

Jaffé, W. 1977. Factores tóxicos en leguminosas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 27: 85-96.

Johannessen, C. 1981. Domestication process of maize continues in Guatemala. Econ Bot 36(1): 84-99.

Johns, T. 1990. With bitter herbs they shall eat it: Chemical ecology and the origins of human diet and medicine. University of Arizona Press. Tucson. 356 pp.

Kaplan, L. & R. MacNeish 1960. Prehistoric beans from caves in the Ocampo region of Tamaulipas, Mexico. Bot. Museum Leaflets. Harvard University 19(2): 33-56.

Kaplan, L. 1965. Archeological and domestication in American *Phaseolus* (beans). Economic Botany 49: 358-369-8.

Kaplan, L. 1967. Archaeological *Phaseolus* from Tehuacan. In: D. Byers (ed.) The prehistory of the Tehuacan Valley. V I. Environment and subsistence. University of Texas Press. Austin pp 201-211.

Kaplan, L. & L. Kaplan 1988. *Phaseolus* in archaeology. In: P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holland. pp. 125-142.

- Kaplan, L. & T. Lynch.** 1998. *Phaseolus* (Fabaceae) in Archeology: AMS Radiocarbon Dates and their Significance for Pre-Colombian Agriculture. *Economyc Botany*: 53(3): 261-272.
- Lackey, J.** 1983. A review of generic concepts in American Phaseolinae (Fabaceae, Faboideae). *Iselya* 2: 21-64.
- Lépiz, R.** 1978. Frijol. En: T. Cervantes (ed.) Recursos genéticos disponibles a México. SOMEFI. Chapingo, Estado de México. pp. 239-251.
- López, M.** 1979. Estudio sobre el contenido de glucósidos cianogénicos en algunas variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* cultivados en México. Tesis profesional. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 39 pp.
- López, E.** 1988. Contribución etnobotánica en plantas medicinales utilizadas por dos grupos étnicos de Mecapalapa, municipio de Opantepec, Puebla. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. 349 pp.
- Llaca, V., A. Delgado & P. Gepts.** 1994. Chloroplast DNA as an evolutionary marker in the *Phaseolus vulgaris* complex. *Theor Applied Genet* 88: 646-652.
- Maréchal, R., J. Mascherpa & F. Stainer.** 1978. Combinaisons et noms nouveaux dans les genres *Phaseolus*, *Minkelersia*, *Macroptilium*, *Ramirezella* et *Vigna*. *Taxon* 27(2/3):199-202.
- Marechal, R., J. Mascherpa y F. Stainer.** 1978: Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traites par l'analyse informatique. *Boissiera* 28: 273 pp.
- Martínez, D.** 1994. Análisis de crecimiento y balance hídrico de *Phaseolus coccineus* L. ssp. *darwinianus* Hernández X. & Miranda C. en monocultivo y asociado con maíz, en el Municipio de Nauzontla, Puebla, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Mercado, P. & A. Delgado.** 1998. Karyotypic studies on species of *Phaseolus* (Fabaceae-Phaseolineae). *Amer. Jour. Bot.* 85 (1): 1-9.
- Miranda, F. & A. Sharp.** 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31(3): 313-333.
- Miranda, F. & E. Hernández X.** 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28: 29-179.
- Miranda, S.** 1959. Estudio biosistemático para definir el fenómeno de infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. Estado de México.
- Miranda, S.** 1966. Identificación de las especies cultivadas del género *Phaseolus*. Colegio de Postgraduados. Chapingo. Estado de México. 20 pp.
- Ochoa, L.** 1984. Historia prehispánica de la Huasteca. Instituto de Investigaciones Antropológicas. UNAM. México, D. F. 178 pp. + 47 láminas.

- Ortega, M.** 1979. Bioquímica. En: M. Engleman (ed) Contribuciones al conocimiento del frijol *Phaseolus* en México. C. P. Chapingo, Estado de México. pp. 101-112.
- Ortega, M., C. Rodríguez & E. Hernández X.** 1974. Análisis bioquímico exploratorio de grano de los genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. y *P. coccineus* L. cultivados en México. Fitotécnia Latinoamericana 10(1): 70-74.
- Ortega, M., C. Rodríguez & E. Hernández X.** 1976. Análisis químico de 68 genotipos del género *Phaseolus* cultivados en México. Agrociencia 24: 23-42
- Ortega, M. & C. Morales.** 1981. Análisis de aminoácidos en 58 genotipos del género *Phaseolus*. Avances en la enseñanza y la investigación. C. P. Chapingo. Estado de México. pag. 12
- Paray, L.** 1946. Exploraciones botánicas en el norte del estado de Puebla. Boletín de la Sociedad Botánica de México 4: 10-12
- Pennington, T. D. y Sarukhán, J.** 1998. Árboles tropicales de México. 2ª. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 521 pp.
- Piñero, D. & L. Eguiarte.** 1988. The origin and biosystematic status of *Phaseolus coccineus* ssp. *polyanthus*: electrphoretic evidence. Euphytica 37: 199-203.
- Piper, C.** 1926. Studies in American Phaseolineae. Contributions from the United States National Herbarium. 22(9): 663-701.
- Pratt, R. & G. Nabhan.** 1988. Evolution and diversity of *Phaseolus acutifolius* genetic resources. In: P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holland. pp. 409-440
- Pueyo, J. y A. Delgado.** 1997. Presence of α -amylase inhibitor in some members of the subtribe Phaseolinae (Phaseolaceae: Fabaceae). American Journal of Botany 84(1): 79-84.
- Puig, H.** 1991. Vegetación de la Huasteca, México. ORSTROM, Instituto de Ecología A. C., CEMCA. México, D. F. 627 pp.
- Purseglove, J.** 1968. Tropical crops. Dicotyledons. Longman. London. xv+719 pp.
- Ramírez, R.** 1991. Taxonomía, distribución y ecología del género *Phaseolus* en los municipios de Tlajomulco de Zuñiga y Jocotepec, Jalisco. Tesis profesional. Facultad de agronomía, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 127 pp.-
- Rzedowski, J.** 1978. Vegetación de México. De. Limusa. México, D. F. 432 pp.
- Rzedowsky, J. y G. C. de Rzedowski.** 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. V. I. 403 pp.
- Sahagún, B.** 1989. Historia general de las cosas de la Nueva España. Introducción, paleografía, glosario y notas por A. López Austin y Josefina García Quintana. 2ª. Ed. CNCA, México, D. F. Tomo II. 923 pp.
- Schmit, V. & D. Debouck.** 1991. Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus* Greenman. Econ Bot 45(3): 345-364.

- Schwanitz, F.** 1966. The origin of cultivated plants. Harvard University Press. Massachusetts, USA. 175 pp.
- Segerstrom, K.** 1959. Geología general y rocas volcánicas del área entre México D. F. y Huaquichinago, Puebla. XX Congreso Geológico Internacional. México. Libreto guía de las excursiones A-10 y C-13. 109 pp.
- Smartt, J.** 1969. Evolution of american *Phaseolus* under domestication. In: P. Ucko & G. W. Dimbleby (eds.) The domestication and exploitation of plants and animals. Duckworth, London.
- Smartt, J.** 1973. The possible status of *Phaseolus coccineus* L. ssp. *darwiniannus* Hdz. X. et Miranda C. as a distinct species and cultigen of the genus *Phaseolus*. Euphytica 22: 424-426.
- Smartt, J.** 1976. Tropical pulses. Longman. London. ix + 348 pp.
- Smartt, J.** 1988. Morphological, physiological and biochemical changes in *Phaseolus* beans under domestication. In: P. Gepts (ed.) Genetic resources of *Phaseolus* beans. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holland. pp. 143-161.
- Solorzano, R.** 1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. 70 pp.
- Sousa-Peña, M.** 1992. Polinización del complejo *Phaseolus coccineus* L. (Fabaceae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 68 pp.
- Sousa Peña, M., A. Wong & A. Delgado.** 1996. Pollination dynamics and evolution in the *Phaseolus coccineus* L. complex. In: B. Pickersgill & J. M. Lock (eds.). Advances in Legume Systematic 8: Legumes of Economic Botany. pp 75-81. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Torres, B.** 1985. Las plantas útiles en el México antiguo según las fuentes del siglo XVI. En: T. Rojas & W. Sanders (eds.) Historia de la agricultura. Epoca prehispánica siglo XVI. Tomo I. INAH. México, D. F. pp. 53-128.
- Uvalle, A.** 1978. Evaluación nutricional de 7 frijoles comestibles del estado de Chiapas. Tesis profesional. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. 105 pp.
- Vázquez, H.** 1990. El conocimiento ecológico de las prácticas agrícolas tradicionales entre los totonacos de una comunidad de la Sierra Norte de Puebla. Tesis profesional. Colegio de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 176 pp.
- Verdcourt, B.** 1970. Studies in the leguminosae-Papilionoideae for the Flora of Tropical East Africa. IV. The problem of the distinction between *Phaseolus* L. and *Vigna* Savi. Kew Bulletin 24: 507-519.
- Villa, A.** 1991. Las plantas utilizadas en forma tradicional en la alimentación en una comunidad nahua del este del estado de Hidalgo. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 152 pp.

Villaseñor, R. 1988. Etnobotánica de plantas comestibles en dos comunidades: San Pablito y Xolotla en la Sierra Norte de Puebla. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 109 pp.