



Centro Internacional de Agricultura Tropical

SEMINARIOS INTERNOS

SE-2-86

21 de marzo, 1986



LA BUSQUEDA DE DIVERSIDAD GENETICA DE PHASEOLUS EN LOS TRES CENTROS AMERICANOS COMO SERVICIO AL FITOMEJORAMIENTO DEL CULTIVO

D. G. Debouck

99768

1. Los Centros de Diversificación

1.1 Definición del Material

Si es cierto que se ha nombrado varias especies de frijol (Phaseolus) en el transcurso de estos 150 últimos años, sólomente desde 1978 se tiene una definición clara y precisa de este género (Maréchal et al, 1978). Estos autores, gracias a un análisis numérico, pudieron demostrar que afortunadamente una docena de caracteres morfológicos sencillos son suficiente para distinguirse el frijol de otras leguminosas afines. Cuando se usa esta definición para los 160 y más materiales que fueron ya definidos (Willis, 1951), y cuando, en base a la variación morfológica presentada por cada entidad biológica, se trata de eliminar los sinónimos, se obtiene un grupo de aproximadamente 50-55 especies (Lackey, 1981, 1983), de las cuales se puede apreciar una lista provisional en el anexo (anexo 1). Ahora es importante señalar que esta lista aún no es definitiva, pues se sigue encontrando materiales nuevos: por ejemplo, en el Centro y Sur del Peru, Ramón Ferreyra encontró materiales poco conocidos.

Los trabajos taxonómicos actuales (comunicaciones personales de Delgado Salinas y de Freytag) tratan de definir cada especie y de determinar una clave para la identificación de ellas,

También se ha contemplado últimamente el interés de reactualizar el concepto de grupos de especies introducido por Piper (1926). Para la delimitación de aquellos grupos nombrados de acuerdo a una especie sobresaliente (p. ej. P. coccineus, P. filiformis, P. metcalfei, P. pedicellatus), se usaban principalmente las características morfológicas y los datos de distribución de las especies. Ahora que se añadieron resultados de trabajos de palinología y de hibridología, (ver por ejemplo el trabajo de Le Marchand & Maréchal, 1977), se ha podido presentar una secuencia evolutiva conforme a las afinidades filogenéticas, y así delimitar los grupos en forma más precisa y natural. Por supuesto, se tendrá que seguir las observaciones hasta el momento limitadas a una docena de especies distintas.

1.2 Distribución actual de las especies

Todas las 50-55 especies revisadas están distribuídas en América, sólomente 3 materiales cultivados P. vulgaris, P. lunatus, y P. coccineus tienen distribución significativa en los demás continentes.

Cuando se estudia la distribución geográfica de las especies de Phaseolus a lo largo de un gradiente norte-sur, se puede observar lo siguiente:

- casi la totalidad de las especies (± 50 sp.) tienen su distribución en una zona (llamada aquí Mesoamérica) que empieza en el suroeste de Estados Unidos, que atraviesa México, Guatemala, y termina en Costa Rica y el occidente de Panamá.
- un grupo de 3 especies (P. polystachyus, P. sinuatus, P. smilacifolius) que se distribuye en el sureste de Estados Unidos, más que todo en y a partir de Florida hacia el Norte y el Oeste (Small, 1903). Su transición con la zona anterior no es aún clara.
- en América del Sur, las especies conocidas se distribuyen más que todo en las vertientes centrales y orientales de los Andes. En estas, desde el Oeste de Venezuela, pasando a través de Colombia y Ecuador

hasta el paralelo 7° de latitud sur en Perú, se encuentra P. flavescens y P. vulgaris silvestre sólomente. En las partes bajas, es frecuente encontrar P. lunatus silvestre.

- cuando se empieza a subir la Sierra peruana a esta latitud aproximadamente, aparentemente se define otra zona donde existen P. augusti, P. lunatus silvestre, P. pachyrrhizoides, y P. vulgaris silvestre. Esta zona termina en San Luis y Córdoba en Argentina.

Ahora es importante aclarar que la distribución de cada especie no es aún bien conocida: por ejemplo, no se tiene ningún dato adicional en cuanto a la distribución de P. amblyosepalus, P. polymorphus y P. sonorensis, fuera de la localidad del ejemplar tipo.

Bajo esta condición, parece posible hacer tres observaciones en cuanto a la distribución geográfica de las especies:

1. El género Phaseolus presenta endemismo, es decir, para algunos materiales, una distribución estrictamente regional en una de las 3 zonas anteriores definidas. Por ejemplo, P. neglectus se ha encontrado sólomente en Nuevo León, México; P. macrolepis se distribuye en la vertiente interior de la Cordillera de los Volcanes de Guatemala.
2. Varias especies tienen distribuciones más amplias, o sea abarcando una zona climática definida: por ejemplo, P. filiformis en el Golfo de California; o sea encontrándose en varias zonas climáticas: por ejemplo, P. anisotrichus quizás una de las especies más distribuídas en Mesoamérica.
3. Muy pocas especies se distribuyen en más que una sola zona; son las formas silvestres de algunas especies cultivadas. Por ejemplo, una vez descartados los casos dudosos (entre ellos las formas regresivas), P. vulgaris silvestre se extiende a lo largo del Eje Volcánico de la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Chiapas en México. También se encuentra en las partes montañosas de Guatemala y de Honduras. No

* Se puede definir una forma regresiva (o weedy type según Baudet, 1977) como un material escapado de cultivo que se vuelve al estado silvestre y que allá puede mantenerse ya sin intervención humana. Desde luego, todavía pertenece al acervo genético primario ("primary gene pool" de Harlan & De Wet, 1971).

se ha aclarado aún si los materiales encontrados más al noroeste (Gentry, 1969; Nabhan, 1985) también pueden ser agrupados con esta forma Mesoamericana. Recientemente, Leroi colectó formas silvestres de P. vulgaris en Cundinamarca, Colombia ampliando las distribuciones mencionadas por Berglund-Brücher & Brücher (1976). Este material puede por el aspecto de sus semillas ser considerado como un poco distinto a la forma aborigineus descubierta por Burkart (1941) en el Noroeste argentino. Por lo tanto, el arco de distribución descrito ya hace tiempo por Burkart & Brücher (1953) puede ser considerado como compuesto de 3 subunidades. Estos mismos autores ya habían considerado la forma mesoamericana ("var hondurensis") como distinta por tener semillas más pequeñas.

Esta manera de considerar la distribución de la forma silvestre de P. vulgaris fue recientemente confirmada por estudios bioquímicos de las proteínas de la semilla. Gepts (1984) demostró la presencia de diferentes tipos de faseolin entre las formas silvestres originarias respectivamente de Mesoamérica (tipos de faseolin 'S' y 'M'), de Colombia ('B' y 'CH') y de los Andes del Sur ('T'). Esta distribución de los tipos de faseolin se encontró parcialmente en los materiales cultivados de estas mismas tres zonas, sugiriendo en parte una domesticación diferente en ellas.

Es bien conocido que hay cinco materiales cultivados en Phaseolus, principalmente para obtener sus semillas secas: P. vulgaris, P. lunatus, P. coccineus, P. acutifolius, y P. polyanthus. Sólomente en estos últimos 40 años se pudo aclarar cual era el origen preciso de cada uno. Entre las siguientes alternativas para explicar la existencia de una especie cultivada:

- selección sin alteración mayor del genomio a partir de un material silvestre llamado ancestral; este último todavía existe en vegetación natural,
- misma selección, pero el material silvestre ancestral ya desapareció,
- selección con alteración mayor del genomio (mutación mayor, modificación del nivel de ploidía, cruzamiento natural, hibridación artificial, etc.) a partir al mínimo y en parte de un material silvestre aún existente o ya desaparecido,

se pudo comprobar que los cinco materiales cultivados eran concernientes a la primera alternativa.

En forma independiente, Burkart (1941) y McBryde (1945) descubrieron la forma silvestre de P. vulgaris respectivamente en Argentina y Guatemala. La forma silvestre de P. lunatus inicialmente encontrada en Guatemala (Mackie, 1943) tiene una distribución también importante, especialmente en los neotrópicos de altitud baja e intermedia, desde Sinaloa en México hasta Salta en Argentina. Para P. coccineus, se opinó en un momento (Maréchal et al., 1978) que P. obvallatus era su forma ancestral; sin embargo, las colectas hechas en México por Hernández Xolocotzi, Miranda Colin, Debouck y Nabhan cláramente demostraron la existencia de una forma silvestre de P. coccineus. El caso de frijol tepari fue un caso único donde se descubrió la forma silvestre antes de la forma cultivada (Gray, 1850); el asunto se aclaró después (Freeman, 1913; Nabhan & Felger, 1978). Sus dos formas silvestres, var acutifolius y var tenuifolius, se distribuyen más que todo en la parte noroccidental de mesoamérica y no se extienden más allá de Chiapas. Estas dos especies no se distribuyen en América del Sur, aunque se ha reportado P. coccineus en Antioquia, Colombia (como escapado?).

La situación de P. polyanthus era un poco más confusa, pues se trataba de 2 formas escapadas y ocasionalmente cultivadas/cosechadas. La primera forma tiene su distribución en el centro y sur de México, y en Guatemala. Se la consideró como cercana a P. coccineus por varios autores (Hernández et al., 1959; Maréchal et al., 1978; Smartt, 1973). La segunda forma, llamada P. flavescens por Piper (1926), tiene su distribución en el Occidente de Venezuela (Berglund-Brücher & Brücher, 1974) y en Colombia, hasta el Norte del Perú. Varios autores opinan que son un único material (Maréchal et al., 1978), cuya zona de distribución es interrumpida por las zonas bajas de América central. El descubrimiento en Guatemala de una forma silvestre igual a P. polyanthus en 1978 por Freytag y confirmado en 1985 por las exploraciones de Debouck & Soto, hace pensar que ahora si se tiene la forma a partir de la cual se originó P. polyanthus en México y Guatemala, y que después se difundió en el noroeste de América del Sur. A diferencia de las otras especies cultivadas, este P. polyanthus estaría aún en proceso de domesticación, pues

puede sobrevivir por si mismo en el monte.

1.3 Arqueología y domesticación

El colector de plantas tiene interés en saber donde se originaron los materiales cultivados, pues ya los trabajos del grupo de Vavilov (Bukasov, 1930; Ditmer et al, 1937) demostraron que las zonas del antiguo cultivo frecuentemente coinciden con una gran variabilidad fenotípica. También es útil entender el cómo de la domesticación, pues el conocimiento de los mecanismos genéticos implicados permitiría a veces considerar de otra forma el mejoramiento actual del cultivo.

En el caso de Phaseolus tres materiales son especialmente útiles: vainas secas, semillas secas o carbonizadas, granos de polen (poco estudiado). Cabe anotar que las dos primeras clases dan indicación directa del nivel de evolución/domesticación del material. Es muy importante acordarse que sólo pueden mantenerse por larga duración en lugares natural- o artificialmente secos. Por lo tanto, las zonas donde se encontraba material antiguo no necesariamente corresponden con las zonas donde efectivamente se domesticaron y cultivaron los materiales. Por el otro lado, el argumento arqueológico tiene caracter indefinido, es decir es siempre subordinado a un nuevo hallazgo que proporcionaría una fecha anterior.

Todos los sitios arqueológicos donde se encontraron materiales de Phaseolus son americanos. En los Estados Unidos (límite septentrional!), sólo el suroeste presenta fechas antiguas para vulgaris (2000 años antes del presente, A.P.), los demás sitios en el centro y este corresponden más bien a la introducción reciente de la agricultura hacia el noreste (Havard, 1895; Yanovsky, 1936). Las semillas claras - bayos, amarillos - no presentan modificación en el tamaño de la semilla con los tipos actuales (Carter, 1945; Kaplan, 1956). También se tiene fechas antiguas (1000-2000 años A.P.) para P. acutifolius en Arizona y Nuevo México (Carter, 1945; Kaplan, 1956, 1965). P. lunatus entró a Estados Unidos por el suroeste gracias a la cultura Hohokam (Carter, 1945), pero no se extendió, aparentemente después de 1000 de nuestra era. No se conoce P. coccineus ni tampoco P. polyanthus allá en tiempos precolombinos.

La situación en México es aún heterogénea (sitios con fechas antiguas, otros con fechas recientes, zonas aún por explorar). En el Valle de Tehuacan en Puebla, Kaplan (1967) encontró vainas de P. vulgaris de 6000 años A.P., en épocas de agricultura incipiente y recolección de plantas silvestres. Los tipos encontrados son cultivados, sus semillas son de tamaño y forma iguales a los granos actuales. Otro material muy antiguo acá es P. acutifolius (5000 años A.P.), y ya completamente domesticado en esta fecha (Kaplan, 1965). P. lunatus de tipo sieva es más reciente (1000 años A.P.); P. coccineus (no P. polyanthus) está presente al principio de la era cristiana con sus semillas de tamaño definitivo (Kaplan, 1965). En Ocampo, Tamaulipas, se encontró P. vulgaris aparentemente ya completamente cultivado unos 5000 años A.P.; las vainas de un P. coccineus no cultivado eran aún más antiguas (8000 años A.P.), mientras que el material de lunatus (sieva) era más reciente (\pm 1000 años A.P.). No se reportó material de P. acutifolius ni tampoco de P. polyanthus (Kaplan & McNeish, 1960).

En América del Sur hasta la presente fecha, solo se ha reportado materiales del Perú y de Chile, donde la Costa Pacífica ofrece buenas condiciones de conservación. Engel (1966) rescató partes de pallar en Chilca con fecha de 5000 años A.P. Los materiales de Guitarrero, únicamente de P. vulgaris y de P. lunatus, eran aún más antiguos (Kaplan, 1980; Lynch *et al.*, 1985), y nuevamente no se encontró nada de transición en el tamaño de la semilla.

En conclusión, algunas hipótesis en cuanto a la domesticación de las cinco especies cultivadas podrían ser las siguientes:

-- la domesticación - pasó del estado silvestre al estado cultivado caracterizado por el aumento del tamaño de la semilla - empezó muy temprano (10.000-15.000 años A.P.). En estas fechas, hay un problema en cuanto a la gente: son colectores de plantas y cazadores itinerantes.

-- no se puede descartar la posibilidad que la transformación de los tipos silvestres hacia los cultivados ocurrió en un tiempo relativamente corto (1000 años o menos). Pero asumiendo esta hipótesis, es difícil entender la estabilidad que mostraron después estos mismos tipos

cultivados, aún más en estos 50 últimos años de mejoramiento genético.

-- en Phaseolus, la domesticación se hizo a partir de formas ancestrales silvestres, confirmando la hipótesis de Purseglove (1968), sin que haya necesidad de pensar en hibridaciones naturales (Hernández et al, 1959). Estas formas y sus derivados cultivados pertenecen al "primary gene pool" según Harlan & De Wet (1971), y la permeabilidad genética es completa (por ejemplo, en P. vulgaris, los cruzamientos entre variedades comerciales y aborigineus, Weiseth, 1954).

-- para P. vulgaris, la situación fue revisada por Kaplan (1981). La hipótesis de una domesticación al mínimo en tres lugares distintos (Eje Volcánico en México, Cordillera Oriental en Colombia, Valles interandinos en el Perú) recibió más soporte por los análisis bioquímicos de Gepts (1984).

-- para P. lunatus, la domesticación empezó muy temprano en el Perú a partir de una forma silvestre que aún no se ha podido localizar con precisión allá. De esta domesticación independiente se originaron los Gran Lima, las semillas más grandes del género. La domesticación parece ser más reciente en Mesoamérica (2000 años A.P.), pues tampoco se ha reportado en una zona prehistórica potencial, la península de Yucatán (Turner & Miksicek, 1984). Así que no sabemos donde y cuando se originaron los tipos Sieva y Papa, los dos otros cultigrupos de esta especie (Baudet, 1977).

-- para P. coccineus, es probable que la domesticación ocurrió al mínimo en parte en las partes altas del Centro y Sur de México. Se puede considerar una extensión durante nuestra era hacia el Norte y hacia el Sureste de Mesoamérica.

-- para P. acutifolius, no se puede descartar la posibilidad de una domesticación temprana (para tener un frijol precoz?!) en las partes secas del Centro y Sur de México, con una difusión ulterior hacia el Noroeste y en menor escala hacia el sureste.

-- para P. polyanthus, no se ha reportado aún ningún dato arqueológico, quizás por que su distribución en estado silvestre y en estado cultivado no coincide con zonas favorables para conservación. Se puede considerar por el momento una domesticación en Guatemala con una difusión ulterior hacia el Noreste en Mesoamerica, y hacia la parte noroccidental de América del Sur.

1.4 Conclusiones

1. Phaseolus tiene definitivamente su origen en América donde se extiende principalmente en las regiones intertropicales en altitudes intermedias.
2. De un total de unas 50-55 especies, cinco fueron domesticadas a partir de formas silvestres todas aún existentes.
3. En base a argumentos botánicos, ecológicos, arqueológicos, morfológicos y últimamente bioquímicos, se ha podido definir 3 centros de diversificación primaria (palabra preferida a centros de origen según Vavilov, 1949): Centro Mesoamericano, Centro Andino Norteño, Centro Andino Sureño.
4. El Centro Mesoamericano es el más rico en especies (± 50), seguido por el Centro Andino Sureño (± 6) y después en Centro Andino Norteño (± 4). En estos dos últimos predominan las especies cultivadas con sus relativos ancestrales.
5. La domesticación puede haber sido anterior en el Centro Andino Sureño que en el Centro Mesoamericano. Pero en ambas zonas produjeron los mismos resultados y siguieron los mismos procesos, concirnió las mismas especies teniendo en cuenta lo siguiente:
Centro Mesoamericano: P. vulgaris, P. lunatus, P. coccineus, P. acutifolius, P. polyanthus
Centro Andino Norte: P. vulgaris, P. lunatus, P. polyanthus,
P. coccineus (?)
Centro Andino Sur: P. vulgaris, P. lunatus
No se puede descartar la posibilidad de contactos tempranos (la

presencia de P. polyanthus en el Centro Andino Norte) entre el Centro Mesoamericano y los demás Centros, sin que estos modificaron mucho el proceso de domesticación en curso, pues ellos eran principalmente acondicionados por el potencial existente en las formas ancestrales.

6. Al respecto, es indicativo que P. vulgaris encontró el mayor éxito en la domesticación y en la difusión ulterior. La forma silvestre mesoamericana se encuentra en nichos ecológicos que están en contacto con el clima templado, el clima tropical y el clima desértico, pero sin pertenecer exclusivamente a alguno de ellos. Además presentaba morfología favorable (número de óvulos/vaina, tipo de vaina, tamaño de semilla, ausencia de camote, tendencia hacia el anualismo).
7. La mayor diversidad genética se encuentra no solamente en estos 3 centros, sino también se debe tener en cuenta las zonas donde se introdujo el cultivo (P. vulgaris, P. lunatus, y P. coccineus en orden de importancia) después de 1500 de nuestra era. Aquí se puede mencionar la zona mediterránea, partes del Medio Oriente, de la India, de Birmania, de China y en Filipinas. También el frijol se difundió y quizás empezó nueva diversificación en las zonas del Sahel y en una zona que se extiende de Etiopía hasta Zambia.

2. Las Técnicas de Recolección

2.1 Los antecedentes

En tiempos de erosión genética creciente (debido a, entre otros factores, la modificación de las técnicas de cultivo, modificación de la vida rural, alteración de la vegetación natural), se ve la necesidad de reunir para su conservación ex situ (que también permite un uso más accesible) los materiales más variables y más amenazados. La definición de prioridades por materiales y por zonas, necesaria para el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, no puede hacerse sin una compilación detenida de los antecedentes.

Como decía Hernández (1970), "siempre hay antecedentes". Para la

preparación de un viaje de recolección, que en este contexto será enfocado en la variabilidad genética de Phaseolus en un sentido extenso, tres elementos pueden tomarse en cuenta:

- 1) el material ya colectado en comparación al material potencial,
- 2) la zona de trabajo y su pasado,
- 3) la gente.

Variabilidad en un sentido extenso, pues se trata más que todo de complementar lo que ya existe en bancos de germoplasma (en estado de semilla viable). Aunque otros conceptos pueden ser igualmente válidos, se ha visto el interés de llevar a cabo la recolección por zona y a nivel del género entero, pues los ciclos de vida de los materiales cultivados y silvestres frecuentemente concuerdan. Sin mucho costo adicional, un viaje enfocado en complementar las colecciones de variedades criollas puede así convertirse en una exploración con carácter más sistemático para un grupo mayor de plantas, todas aquellas de interés para el banco, a corto o mediano plazo.

2.2 La recolección de los materiales cultivados

Se trata más que todo de reunir y estudiar las variedades nativas y materiales criollos mantenidos durante generaciones en un ambiente agro-ecológico particular, sin distinción de especie.

Los antecedentes lo constituyen las colecciones existentes y viables de los bancos de germoplasma nacionales e internacionales, así como las demás colecciones de material vegetal mantenidas por universidades, jardines botánicos, servicios de fitomejoramiento, empresas de semilla, etc. Una vez elegida la zona de trabajo en base a criterios de diversidad ecológica, humana, etc., o de falta de representación en bancos de germoplasma, se hace inventarios de los materiales ya existentes de dicha zona.

Otra fuente de documentación básica la constituyen las exploraciones etnobotánicas anteriores (inventarios, listas descriptivas, informes), los catálogos oficiales de variedades, algunas estadísticas agrícolas

relacionadas con el negocio de semillas, etc. Cabe mencionar el interés de consultar la literatura especializada (p.ej. Jarvis, 1908; Ramos, 1950; Voysest, 1983), así como las entregas de germoplasma ("germplasm release") al circuito de producción - comercialización.

La síntesis puede hacerse a través de mapas topográficos detallados y/o archivadores de semilla con relación a la zona elegida. También es útil informarse en cuanto a los sinónimos de las variedades comunes, y en cuanto a los sistemas de cultivo y los tipos implicados.

Varias visitas a la zona elegida son recomendables, aunque no siempre posibles. Mercados locales también son útiles pero solo como fuente de información, ya que en la presente fecha debido al alto grado de comunicación no se tiene allá seguridad en cuanto al origen de la semilla.

La recolección de semilla con fines de germoplasma se hace en las labores y chacras de y junto con los agricultores, o si no es posible en sus casas donde guardan la semilla. Esto con el fin de asegurarse de la fuente de la semilla (y no sólo del tipo) así como para una documentación adecuada de la colecta. Para aumentar la heterogeneidad de la muestra (especialmente para los caracteres que tienen un control genético cuantitativo) así como para asegurarse del carácter criollo de un genotipo, es muy recomendable multiplicar los muestreos y junto con ellos las entrevistas. Esto también permitirá encontrar los genotipos que tienen menor frecuencia en la región visitada. En la situación - frecuente - de mezcla de genotipos, es preferible coleccionarlos aparte pero documentando las mezclas, es decir anotando cuales son los tipos que la constituyen y sus frecuencias. Consecuentemente, la constitución de la muestra de un solo genotipo se hará a través de varias fuentes dentro condiciones semejantes, sin que sea siempre posible llegar a las normas cuantitativas recomendadas por los autores (p. ej. 2500 semillas en el caso de *P. vulgaris*, Hawkes, 1980). Cuando de pasa a otro ambiente (p. ej. a través de una diferencia en altitud de 500 m.), se sabe que algunas variedades pueden comportarse como plásticas o rígidas. En el primer caso, es posible que un mismo genotipo da en diferentes altitudes, lo que no se verificará en el segundo caso donde se trata de genotipos

distintos. El colector no dispone generalmente de la información suficiente durante la recolección para decidir. Por lo tanto, cuando se pasa a sitios ecológicamente (clima + suelo) distintos, se registran las colectas por separado, indicando las posibles correspondencias para los genotipos similares. Después, en el banco de gemoplasma, a través de ensayos plurilocales y de análisis bioquímicos (p. ej. electroforesis de proteínas), se podrá con bases firmes mantener por separado los tipos distintos y fusionar aquellos que no lo son.

A medida que crece el banco de germoplasma, se ha visto la necesidad de aumentar la calidad y la cantidad de información relacionada a cada colecta, sea para el manejo ulterior de la variabilidad colectada (p.ej. el sitio más apropiado para el incremento) o para su orientación hacia viveros y pruebas agronómicas (p. ej. gracias a indicaciones de resistencia/susceptibilidad). Puesto que el número de horas con luz es finalmente el gran limitante en el trabajo de campo, hay que salir del dilema "más material o más información" (Hawkes, 1976) gracias al uso de una fórmula estandarizada para reunir los datos pertinentes. Muchos colectores recomiendan el uso de un formato de recolección, que también se puede diseñar para evitar errores y ahorrar tiempo en los pasos ulteriores (vease anexo 2). Sin embargo, en numerosos casos, el formato no es suficiente y/o cómodo para anotar toda la información que sería colocada en el libro de campo.

Otros datos pertinentes en cuanto a la metodología, el muestreo y la información a reunir fueron presentados por: Bogyo et al (1980); Hernández et al (1979); Marshall & Brown (1975).

2.3 La recolección de los materiales silvestres

Se trata de dos clases de materiales: la formas ancestrales de las especies cultivadas y las especies silvestres. Es ahora distinción formal, pues ambos materiales crecen libremente en vegetaciones naturales. Así en Durango, México, es posible encontrar juntos: anisotrichus, acutifolius var acutifolius (el ancestro del tepari) y brevicalyx. Por lo tanto, los pasos de preparación y las técnicas de búsqueda en el campo

serán comunes.

Los antecedentes mayores lo constituyen las colecciones existentes en bancos de germoplasma (p. ej. CIAT, Gembloux, Pullman, Chapingo) y los materiales de herbarios.

El examen de las colecciones permite darse cuenta de lo que existe realmente como variabilidad genética. Nuevamente, se va a hacer hincapie en la correspondencia de sinónimos, pues es frecuente que una especie poco conocida y/o escasa en colección pasa de banco en banco recibiendo cada vez otra identificación y numeración, como lo señaló Harlan (1976). Para la síntesis, se reportará las accesiones existentes en mapas topográficos detallados.

El material de herbario puede servir de base para familiarizarse con las especies, apreciar su variación, estudiar su distribución, tomar en cuenta su fenología. También permite reconstituir rutas de previas exploraciones. Para la síntesis, especialmente cuando se tiene varios datos, se prepara acetatos con la distribución potencial de cada especie.

Otras fuentes útiles de información lo constituyen: mapas topográficos, mapas de suelos, mapas climáticos (temperatura, pluviometría, etc.), mapas de vegetación, floras. La compilación de estos documentos permite darse mejor idea de la distribución potencial y de la posición de ecotipos extremos.

La comparación entre ambas síntesis (materiales existentes y zonas de distribución potencial indica generalmente el proceso que se va a seguir durante la exploración en el campo. Actualmente, son pocos los casos para los cuales la recolección se hará por puntos aislados, pues las áreas de distribución de las especies son aún poco exploradas (una excepción la constituye la forma silvestre de P. vulgaris en México ya ampliamente colectada por Gentry, 1969 y Miranda Colin, 1967). Por lo tanto, se tiene frecuentemente áreas de distribución con pocos sitios ya colectados y grandes extensiones libres. Por el otro lado, las colectas existentes frecuentemente carecen de variabilidad a consecuencia de un muestreo y/o ciclos de incremento inadecuados. Consecuentemente, se

prepara una lista de los materiales ya colectados (con suficiente variación) indicando las altitudes y haciendo la correspondencia en el mapa de síntesis. Para las zonas libres de colecta, se usará según la topografía la técnica de la doble malla o el de los transectos. En forma general, se puede pensar en hacer paradas de muestreo cada 250-300 m en altitud y cada 250-300 km en latitud. Empezando con mallas grandes, se pasará a mallas más pequeñas según la variabilidad que se va a observar en el campo. Aún más que en el caso de los materiales cultivados, pues la variación local puede ser grande sobre distancias muy pequeñas, se tendrá que aumentar al máximo el número de paradas y el número de plantas colectadas, por sitio, y así la heterogeneidad de la muestra.

2.4 Conclusiones

El propósito principal de la recolección de germoplasma es de proveer a los utilizadores del presente y futuros con suficiente variabilidad fenotípica (ojalá que se represente también en los genes!), y con documentación adecuada. Quizás la enseñanza de estos últimos años fue:

- No es siempre fácil hacer la síntesis de los trabajos anteriores (en algunos casos, cuando no se tienen los 4 datos básicos: nombre común del material, número y nombre del colector, fecha, lugar preciso y original de la colecta, se puede preguntar si vale la pena tomar los materiales en cuenta) y a veces no se dedica lo necesario para hacerla.
- No se ha tomado suficientemente en cuenta la variabilidad cuantitativa (no solamente al nivel de la recolección sino también para mantenerla en los pasos siguientes), pues el esfuerzo fue esencialmente enfocado en reunir la más grande diversidad cualitativa casi siempre evaluada en base a los caracteres de semilla. Estos últimos caracteres son más performantes en frijol que en ningún otro cultivo, pero no sabemos si pueden constituir un indicador suficiente de la variabilidad total.
- Ampliar el objetivo de la recolección buscando más materiales y materiales más diversos, dentro de lo posible, es aconsejable, pues

las necesidades futuras son imprevisibles y siempre se concretizan más temprano. El hecho de haber encontrado una tolerancia a un factor adverso en un material de color de grano no deseable puede incitar a buscar en otros colores de grano de la misma zona.

- Fijar los límites de una colecta es a veces arduo y el colector puede preferir, dentro de ciertos límites, separar submuestras o aumentar la importancia de un genotipo particular, tomando en cuenta el hecho, quizás frecuentemente verificado de la pérdida de variabilidad en los pasos ulteriores del manejo del germoplasma (ver p. ej. Harlan, 1984).

3. La Valorización del Germoplasma Colectado

Apenas se está entrando en la parte del uso de la gran variabilidad ya reunida en los bancos de germoplasma. La intensidad del uso, los resultados concretos que se pueden esperar serán proporcionales al conocimiento del material. Un mejor conocimiento podría lograrse a través de, entre varios: evaluaciones estandarizadas a factores adversos "desarticulados" (referirse al concepto de Dinooor, 1975, al respecto), estudios finos de la heredibilidad de los caracteres morfológicos, fisiológicos, patológicos, etc. y establecimiento de una carta cromosómica completa, ubicación geográfica de genes particulares una vez establecida la correspondencia fenotípica. La integración de estos tres tipos de resultados mediante algunos métodos estadísticos (Ghaderi et al, 1982, Vanderborght, 1986) podría permitir otro aprovechamiento de la variabilidad reunida.

Cabe señalar aquí:

- La selección de materiales parentales para introducir un gen deseable sea a partir del mismo cultigrupo o de otro, o para aprovechar alguna aptitud combinatoria.
- La predicción de ciertos tipos para algunas condiciones ambientales particulares. Esta es facilitada por la fusión de información de dos bancos de datos: germoplasma y ecoclimatología.

- La identificación de recombinantes que indican cuáles caracteres pueden o no recombinarse, indicando la probabilidad de éxito de algunas estrategias en mejoramiento.

4. Citas Bibliográficas

- Baudet, J.C. 1977. Origine et classification des espèces cultivées du genre Phaseolus. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 110:65-76.
- Berglund-Brücher, O. & Brücher, H. 1974. Murutungo, eine semi-domestizierte Wildbohne (Phaseolus flavescens Piper) aus den tropischen Gebirgen Südamerikas. Angew. Bot. 48(3-4):209-220.
- Berglund-Brücher, O. & Brücher, H. 1976. The South american wild bean (Phaseolus aborigineus Burk.) as ancestor of the common bean. Econ. Bot. 30:257-272.
- Bogyo, T.P., Porceddu, E. & Perrino, P. 1980. Analysis of sampling strategies for collecting genetic material. Econ. Bot. 34(2): 160-174.
- Bukasov, S. M. 1930. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. Bull. Appl. Bot. Genet. Pb. Breed. (Leningrad) Supplem. 47: 553 pp.
- Burkart, A. 1941. Sobre la existencia de razas silvestres de "Phaseolus vulgaris" y "Phaseolus lunatus" en el Norte argentino. Resoluc. y Resúmenes Botánica, Primera Reunión Argentina de Agronomía, Buenos Aires: 52 pp.
- Burkart, A. & Brücher, H. 1953. Phaseolus aborigineus Burkart, die mutbäbliche andine Stammform der Kultur Bohne. Der Züchter 23(3):65-72.
- Carter, G. F. 1945. Plant geography and culture history in the American Southwest. Viking Fund Publications in Anthropology 5: 1-140.
- Ditmer, E.E., Ivanov, N.R., & Popova, G.M. 1937. Phaseolus. Kultur Naya Flora USSR 4:457-620.
- Freeman, G.F. 1913. The Tepary, a new cultivated legume from the southwest. Bot. Gaz. 56:395-417.
- Gentry, H.S. 1969. Origin of the common bean, Phaseolus vulgaris. Econ. Bot. 23(1):55-69.
- Gepts, P.L. 1984. Nutritional and evolutionary implications of phaseolin seed protein variability in common bean (Phaseolus vulgaris L.). Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, Madison, U.S.A. 203 p.

- Ghaderi, A., Adams, M.W. & Saettler, A.W. 1982. Environmental response patterns in commercial classes of common bean (Phaseolus vulgaris L.). Theor. Appl. Genet. 63:17-22.
- Gray, A. 1850. Plantae Wrightianae Texano-Neo-Mexicanae. Part 1. Smithsonian Contributions to Knowledge, 3(5):1-146.
- Harlan, J.R. 1976. Genetic Resources in wild relatives of crops. Crop Sci. 16:329-333.
- Harlan, J.R. 1984. Evaluation of wild relatives of crop plants. In "Crop Genetic Resources: conservation and evaluation". Ed. J.H.W. Holden & J. T. Williams, London, George Allen & Unwin, p 212-222.
- Harlan, J.R. & J.M.J. De Wet. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants. Taxon 20(4):509-514.
- Havard, V. 1895. Food plants of the Worth American Indians. Bull. Torrey Bot. Club. 22(3):98-123.
- Hawkes, J.G. 1976. Sampling gene pools. In: "Conservation of threatened plants". Simmons J.B., Beyer, R.I., Brandhan, P.E., Lucas, G.L. & Parry, V.T.H. eds. Nato Conference series 1 Ecology Plenum Press, p. 145-154.
- Hawkes, J.G. 1980. Crop Genetic Resources Field Collection Manual. International Board for Plant Genetic Resources & European Association for Research on Plant Breeding (Eucarpia), IBPGR Secretariat, Rome, Italy, 37 pp.
- Hernández X., E. 1970. Apuntes sobre la exploración etnobotánica y su metodología. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, SAG, Chapingo, México, 69 pp.
- Hernández X., E., Miranda C., S., & Prywer, C. 1959. El origen de Phaseolus coccineus L. darwinianus HDZ X & Miranda C. sub-species nova. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 20(1-4):99-121.
- Hernández X., Ramos, E.A., & Martínez, M.A. 1979. Etnobotánica. In: "Contribuciones al conocimiento del frijol Phaseolus en México". Engleman, E.M. (ed.), Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. p. 113-138.
- Jarvis, C.D. 1908. American varieties of beans. Cornell Univ. College Agric. Bull. 260:1-255.
- Kaplan, L. 1956. The cultivated beans of the Prehistoric southwest. Ann. Mo. Bot. Gard. 43:189-251.
- Kaplan, L. 1965. Archeology and domestication in American Phaseolus (beans). Econ. Bot. 19:358-368.
- Kaplan, L. 1967. Archeological Phaseolus from Tehuacan. Chap. 10. In: D.S. Byers, gen ed. vol. 1 Environment and Subsistence. The Prehistory of the Tehuacan Valley. Univ. Texas Press, Austin.

- Kaplan, L. 1980. Variation in the cultivated beans. In: "Guitarrero Cave. Early man in the Andes", Chap. 7, Academic Press, New York, p. 145-148.
- Kaplan, L. 1981. What is the origin of the common bean? *Econ. Bot.* 35(2):240-254.
- Kaplan, L. & MacNeish, R.S. 1960. Prehistoric bean remains from caves in the Ocampo region of Tamaulipas, Mexico. *Bot. Mus. Leafl. Harvard, Univ.* 19(2):33-56.
- Lackey, J.A. 1981. Phaseoleae. *Advances in Legume Systematics*, Ed. R.M. Polhill, P.H. Rowen, 1981, Royal Botanic Gardens, Kew, England, p. 301-327.
- Lackey, J.A. 1983. A review of genetic concepts in american Phaseolinae (Fabaceae, Faboideae). *Iselya* 2(2):21-64.
- Le Marchand, G. & Maréchal, R. 1977. Chromosome pairing in interspecific hybrids reveals the value of pollen morphology for deducing phylogenetic affinities in the genus Phaseolus. In: "Interspecific Hybridization in Plant Breeding" Proc. 8th Congress of Eucarpia, Madrid, p.335-33
- Lynch, T.F., Gillepsie, R., Gowlett, J.A.J. & Hedges, R.E.M. 1985. Chronology of Guitarrero Cave, Peru. *Science* 229:864-867.
- McBryde, F.W. 1945. Cultural and Historical Geography of Southwest Guatemala. Smithsonian Inst. Publ. 4: 184 pp.
- Mackie, W.W. 1943. Origin, dispersal, and variability of the lima bean, Phaseolus lunatus. *Hilgardia* 15(1):1-24.
- Maréchal, R., Mascherpa, J.M. & Stainier, F. 1978. Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres Phaseolus et Vigna (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. *Boissiera* 28: 273 pp.
- Marshall, D.R. & Brown, A.H.D. 1975. Optimum sampling strategies in genetic conservation. In: "Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow", eds. O.H. Frankel, J.G. Hawkes, Cambridge University press, Cambridge, United Kingdom, p. 53-80.
- Miranda Colin, S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. (Frijol común) *Agrociencia* 1(2):99-109.
- Nabhan, G.P. 1985. Native Crop Diversity in Arido america: Conservation of Regional Gene Pools. *Econ. Bot.* 39(4):387-399.
- Nabhan, G.P. & Felger, R.S. 1978. Teparies in Southwestern North America - A biogeographical and Ethnohistorical study of Phaseolus acutifolius. *Econ. Bot.* 32(1):2-19.
- Piper, C.V. 1926. Studies in American Phaseolinae. *Contr. US. Nat. Herb.* 22(9):663-701.

- Ramos Nuñez, G. 1950. Apuntes sobre el frijol en Colombia. Agric. Trop. 8:1-29.
- Small, J.K. 1903. Flora of the Southeastern United States. New York.
- Smartt, J. 1973. The possible status of Phaseolus coccineus L. ssp. darwinianus Hdz X & Miranda C. as a distinct species and cultigen of the genus Phaseolus. Euphytica 22:424-426.
- Turner, B.L. & Miksicek, Ch. H. 1984. Economic plant species associated with prehistoric agriculture in the Maya lowlands. Econ. Bot. 38(2):179-193.
- Vanderborght, T. 1986. L'étude de la variabilité chez le haricot commun (Phaseolus vulgaris L.) par l'utilisation de méthodes statistiques multivariées appliquées à une banque de données. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat, Gembloux, Belgique, 229 p.
- Vavilov, N.I. 1949. Phytogeographic basis of Plant Breeding. Chron. Bot. 13(1-6):13-54. (1949/1950).
- Voysest, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 87 p.
- Weiseth, G. 1954. Una variedad silvestre del poroto común (Phaseolus vulgaris) autóctona del Noroeste argentino y su relación genética con variedades cultivadas. Rev. Agron. Noroeste Argentino 1(2):71-81.
- Willis, J.C. 1951. Dictionary of the flowering plant and forms. Cambridge University Press, 6th ed. rev., Cambridge.
- Yanovski, E. 1936. Food plants of the North American Indians. US Dept. Agric. Miscell. Publ. 237:1-69. Washington, D.C.

Annex 1 - List of Phaseolus sensu stricto species (including the three sections Phaseolus, Alepidocalyx and Minkelersia)* .

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| <u>P.acutifolius</u> | <u>P.ovatifolius</u> |
| <u>P.amabilis</u> | <u>P.pachyrrhizoides</u> |
| <u>P.amblyosepalus</u> | <u>P.parvulus</u> |
| <u>P.anquistissimus</u> | <u>P.pauciflorus</u> |
| <u>P.anisotrichus</u> | <u>P.pauper</u> |
| <u>P.augusti</u> | <u>P.pedicellatus</u> |
| <u>P.brevicalyx</u> | <u>P.plagiocylix</u> |
| <u>P.chiapasanus</u> | <u>P.pluriflorus</u> |
| <u>P.coccineus</u> | <u>P.polyanthus</u> |
| <u>P.esperanzae</u> | <u>P.polymorphus</u> |
| <u>P.falciformis</u> | <u>P.polystachyus</u> |
| <u>P.filiformis</u> | <u>P.purpurascens</u> |
| <u>P.floribundus</u> | <u>P.ritensis</u> |
| <u>P.galactoides</u> | <u>P.salicifolius</u> |
| <u>P.glabellus</u> | <u>P.scabrellus</u> |
| <u>P.grayanus</u> | <u>P.schaffneri</u> |
| <u>P.griseus</u> | <u>P.sempervirens</u> |
| <u>P.jaliscanus</u> | <u>P.sinuatus</u> |
| <u>P.leiosepalus</u> | <u>P.smilacifolius</u> |
| <u>P.lunatus</u> | <u>P.sonorensis</u> |
| <u>P.macrolepis</u> | <u>P.striatus</u> |
| <u>P.metcalfei</u> | <u>P.tuerckheimii</u> |
| <u>P.micranthus</u> | <u>P.venosus</u> |
| <u>P.microcarpus</u> | <u>P.vulcanicus</u> |
| <u>P.neglectus</u> | <u>P.vulgaris</u> |
| <u>P.nelsonii</u> | <u>P.wrightii</u> |
| <u>P.oaxacanus</u> | <u>P.xanthotrichus</u> |
| <u>P.oliqospermus</u> | <u>P.zonqolicensis</u> |

* Tentative list as by November 10, 1985. Some taxa will be ranked as subspecies in the definitive (!) revision of the genus.



7. TIPO DE MATERIAL:

- 1 = cultivado criollo
- 2 = cultivado mejorado
- 3 = rescapes
- 4 = silvestre

19. TOPOGRAFIA:

- 1 = Montaña
- 2 = Collado
- 3 = Plano
- 4 = Ondulado
- 5 = Colinas
- 6 = Montañas

20. EXPOSICION:

- 1 = en el sol
- 2 = en la sombra
- 3 = intermedia

21. TEXTURA DEL SUELO:

- 1 = Arenoso
- 2 = Franco
- 3 = Arcilloso
- 4 = Organico
- 5 = Pedregoso
- 6 = Diferente

22. DRENAJE:

- 1 = Normal
- 2 = Bolo
- 3 = Excesivo

23. SALINIDAD EN EL SUELO:

- 1 = Ausencia
- 2 = Presencia
- 3 = Desconocido

29. PROCEDENCIA INT:

- 1 = Campo abierto
- 2 = Campo cultivado
- 3 = Casa del agricultor
- 4 = Tienda
- 5 = Mercado local

32. PRODUCTIVIDAD:

- 1 = cultivado, < 400 KG/HA
- 2 = cultivado, 400-800 KG/HA
- 3 = cultivado, 800-1200 KG/HA
- 4 = cultivado, > 1200 KG/HA
- 5 = silvestre, baja
- 6 = silvestre, mediana
- 7 = silvestre, alta

33. DENSIDAD:

- 1 = cultivado, < 1 pl/m²
- 2 = cultivado, 1-4 pl/m²
- 3 = cultivado, 4-8 pl/m²
- 4 = cultivado, 8-12 pl/m²
- 5 = cultivado, 12 pl/m²
- 6 = silvestre, aislado
- 7 = silvestre, en grupo

34. FENOLOGIA AL ENCONTRAR:

- 1 = vegetativo
- 2 = en floracion
- 3 = en maduro

35. SISTEMAS DE PRODUCCION:

- 1 = monocultivo
- 2 = asociado con cañe
- 3 = asociado con otro
- 4 = multicultivo

40. DESHIERBA:

- 1 = Manual
- 2 = Mecanica
- 3 = Quimica
- 4 = Ninguna



Unidad de Recursos Genéticos / IBPGR

FORMATO PARA RECOLECCION - FRIJOL

1. NU STOCK: 2. NOMBRE Y NUMERO DEL COLECTOR: 3. INSTITUCION: 4. LUGAR DEL PRIMER DEPOSITO: 5. ESPECIE: 6. NOMBRE LOCAL: 7.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

LUGAR DE RECOLECCION:

8. PAIS: 9. ESTADO: 10. DISTRITO: 11. SITIO: 12. PROXIMO PUEBLO:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

13. DISTANCIA AL PUEBLO: KM: 14. LADO DE LA CARRETERA: 15. FECHA (DIA/MES/AÑO): 16. ALTITUD: M: 17. LONGITUD: GRADOS MIN O/E GRAD MIN N/S: 18. LATITUD: GRADOS MIN O/E GRAD MIN N/S: 19. TOPOGRAFIA: 20. EXPOSICION: 21. TEXTURA DEL SUELO: 22. DRENAJE: 23. SALINIDAD: 24. NUMERO HERBARIO: 25. TRANSPARENCIA: 26. RHIZOBIUM: 27. MUESTRA INSECTOS: 28. BIRA MUESTRA: 29. PROCEDENCIA INMEDIATA: 30. CANTIDAD: 31. SALINIDAD EN EL SUELO: 32. PROCEDENCIA INT:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

DATOS AGRONOMICOS:

32. PRODUCTIVIDAD: 33. DENSIDAD: 34. FENOLOGIA AL ENCONTRAR: 35. SISTEMAS DE PRODUCCION: 36. RIEGO: 37. FERTILIZANTE: 38. INSECTICIDA: 39. FORGICIDA: 40. DESHIERBA: 41. HABITO DE CRECIMIENTO: 42. ENFERMEDADES: 43. PLAGAS:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

44. USO: 45. CUIDADO ESPECIAL: 46. RAZONES POR COLECTAR: 47. NOTAS ADICIONALES:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

Codigos para ENFERMEDADES y PLAGAS:

42. ENFERMEDADES:

Fungi: ALS, ALT, ASC, ANT, BOT, BRR, CCR, DAP, ERY, MAC, PHY, R, RR, VBR, VHM.
 Bacteria: BB, BBS, BV, NBL.
 Virus: BCIV, BCLAV, BGMV, BMV, BSAV, BSDV, BTAV, CVV, CTV.

43. PLAGAS:

APH, APV, BRU, CRT, EMP, HCL, HYL, MAR, RDD, AIT, KEM, THR, WFL.

47. NOTAS ADICIONALES:

41. HABITO DE CRECIMIENTO:

- 1 = Determinado arbustivo
- 2 = Indeterminado arbustivo
- 3 = Indeterminado pastado
- 4 = Indeterminado trepador
- 5 = Otro