

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO

RECIBIDO
13 DE DICIEMBRE DE 1998
BIBLIOTECA

**CONSERVACION *IN SITU* DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) EN FINCAS
DE AGRICULTORES, PERU: APORTE METODOLOGICO
PARA LA DOCUMENTACION Y EL MONITOREO**

POR

MARTHA LILIANA HURTADO LOZANO



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
(CATIE)

PROGRAMA DE EDUCACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO

RECIBIDO
1998

CONSERVACION *IN SITU* DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) EN FINCAS DE
AGRICULTORES, PERU: APORTE METODOLÓGICO PARA LA
DOCUMENTACIÓN Y EL MONITOREO

Tesis sometida a la consideración del comité técnico de posgrado y capacitación del
programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación del Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

por

MARTHA LILIANA HURTADO LOZANO

TURRIALBA, COSTA RICA

1998

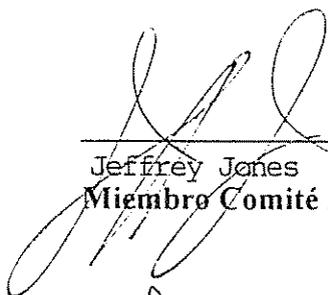
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección de la Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

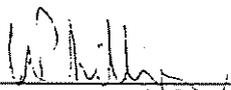
FIRMANTES:



José Arze
Profesor Consejero

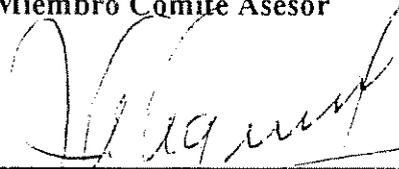


Jeffrey Jones
Miembro Comité Asesor



Wilbert Phillips
Miembro Comité Asesor

Sam Fujisaka
Miembro Comité Asesor



Juan A. Aguirre
Director y Decano de la Escuela de Postgrado

Liliana Hurtado

Martha Liliana Hurtado Lozano
Candidato

AGRADECIMIENTOS

A Jorge, mi mejor amigo, con quien emprendí esta maravillosa empresa y aventura por el conocimiento.

A la Escuela de Posgrado de CATIE.

A Sam Fujisaka, miembro del comité y jefe en CIAT, por su apoyo y confianza.

A los agricultores de Cajamarca, especialmente Don Juan Solis y Doña Manuela Roncal, Don Marcial Solis y Doña Rosa, Demetrio Chávez, Doña Maria Maita y Don Santiago Tello.

A mi consejero Don José Arze y los miembros del Comité, Wilbert Phillips y Jeffrey Jones, por su guía en el desarrollo de la tesis.

A los ingenieros de INIA Elmer Rojas, Toribio Tejada, Miriam Gamarra y el técnico Walter Torres Legoas.

A Don Pablo Sánchez, Presidente de ASPADERUC, y los técnicos de ésta institución, especialmente a Alcides Rosas y Lucinda, por la colaboración que me prestaron mientras estuve en Cajamarca.

A Daniel Debouck, Jefe de la Unidad de Recursos Genéticos de CIAT, por su valiosísima orientación cuando lo consulté.

A Mario Tapia y Miguel Holle, de CIP-CONDESAN, por su prestancia y atención cuando recurrí a ellos.

A Gustavo López y Johnny Pérez, del área de informática y biometría, por la ayuda en el diseño conceptual del sistema de información, el análisis y procesamiento de datos. A Clara Rubiano, Ingeniera de Sistemas y amiga, por su asesoría para mejorar el sistema de información.

A todo el personal de CATIE, que siempre me colaboraron y facilitaron toda gestión administrativa, técnica y académica para mi buen desempeño como estudiante.

A CIAT, a los compañeros de trabajo de CIAT, Yuviza Barona, Herman Usma, Luz Amira Clavijo, Mauricio Rincón, Javier, Elizabeth Barona, Nathalie Beaulieu, Jorge Cardona, Silvia Castaño, quienes de una u otra manera me colaboraron con su habilidad, recursos o trabajo en los momentos que más los necesité.

A todos, todos los compañeros y amigos por que el tiempo compartido es invaluable e inolvidable.

A mi familia porque siempre están.

INDICE

INDICE	IV
SUMMARY	VI
RESUMEN	VII
INDICE DE CUADROS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS	IX
INDICE DE MAPAS	IX
INTRODUCCION	1
I. PARTE: RAZONES DEL AGRICULTOR PARA CONSERVAR MEZCLAS DIVERSAS.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
HIPÓTESIS	5
REVISION DE LITERATURA	6
<i>Importancia del frijol y diversidad genética</i>	<i>6</i>
<i>Perspectivas de investigación en el manejo y conservación de la diversidad genética en frijol.....</i>	<i>9</i>
<i>Conservación de diversidad genética.....</i>	<i>10</i>
<i>Conservación in situ y el papel de los agricultores en el mantenimiento de la diversidad</i>	<i>11</i>
<i>El monitoreo y la documentación en estrategias de conservación in situ de especies cultivadas</i>	<i>12</i>
<i>Iniciativas locales sobre conservación in situ en fincas de agricultores, Cajamarca, Perú</i>	<i>14</i>
<i>Las mezclas de semillas.....</i>	<i>17</i>
METODOLOGÍA	20
<i>Localización</i>	<i>20</i>
<i>Materiales y métodos</i>	<i>21</i>
RESULTADOS	27
<i>Características de los tipos de grano y tipos de semilla de frijol</i>	<i>27</i>
<i>Manejo</i>	<i>29</i>
<i>Evolución en la siembra de mezclas.....</i>	<i>33</i>
DISCUSIÓN	39

II.PARTE: SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE FRIJOL	47
OBJETIVO GENERAL	49
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	49
MARCO CONCEPTUAL	49
<i>Documentación del manejo de recursos genéticos</i>	50
<i>Sistemas de información: Generalidades</i>	51
METODOLOGÍA	52
<i>Evaluación de los objetivos y funcionamiento del sistema</i>	52
<i>Diseño de la nueva estructura y aplicaciones</i>	53
RESULTADOS	54
<i>Objetivos y funcionamiento del sistema</i>	54
<i>Diseño de la nueva estructura y aplicaciones</i>	57
<i>Implementación de las mejoras</i>	59
DISCUSIÓN	60
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS.....	66

Hurtado, M.L. 1998. Beans (*Phaseolus vulgaris*) *in situ* conservation in farms, Peru: documentation and monitoring. Thesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba. Costa Rica.

Key words: germplasm, conservation, plant genetic resources, genetic erosion, genotype mixtures, information systems.

SUMMARY

Activities related to the *in situ* conservation of agrodiversity have been the focus of a variety of institutions in Perú, due to the importance of this country as a diversity center of many agricultural species, like common beans (*Phaseolus vulgaris*). In 1995, CIAT as part of the Bean Project for Andean Zone (PROFIZA), began to coordinate activities with national and non governmental organisations for the maintenance of bean genetic diversity in peasant farms and, in general, to develop agrodiversity *in situ* conservation strategies. In this sense, the present study with an anthropological approach, seeks to support this initiative, continuing the research focus on factors that determine the conservation of bean diversity in farm systems and developing documentation tools for this condition.

Previous studies show that intraespecific bean diversity is related to seed mixture management. The principal reasons for which the farmers conserve bean mixtures were determined, by means of interviews. Half of the farmers still cultivate mixtures and use different types of bean seeds. The farmers recognise agronomic advantages in the mixtures, such as disease resistance, good yields and precocity. However, there is a trend to abandon mixtures in spite of their importance on farm consumption and to reduce risks in an agroecosystem providing a range of biotic and abiotic stress. The higher demand and prices for other bean varieties, which are usually more homogeneous genetically, were the major causes for not growing mixtures. In this manner, the genetic homogenisation in beans is occurring through selection process oriented by consumer criteria related to esthetic characteristics, like white grain colour, and taste.

The study suggests the need to sensitise consumers and other users of the information and germplasm, about their role in the agrodiversity maintenance. The diffusion of knowledge about management and use of seed mixtures could have a positive effect to promote and conserve bean diversity. The report also concludes that the coordination between *ex situ* and *in situ* conservation strategies is necessary.

An information system was presented to the users of the cooperating institution's project to document support *in situ* conservation. This system was developed in 1996 to integrate 1995 data of germplasm coming from farms in Cajamarca. The information system and germplasm are suited for breeders, conservationist researchers, extensionists and in a partial way for merchants. The structure of the data base system was improved with suggestions from those users.

Hurtado, M.L. 1998. Conservación *in situ* de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en fincas de agricultores, Perú: Aporte metodológico para la documentación y el monitoreo. Tesis Mag. Sc. CATIE Turrialba. Costa Rica

Palabras claves: germoplasma, conservación, recursos fitogenéticos, erosión genética, mezclas de semillas, sistemas de información.

RESUMEN

En Perú existen instituciones nacionales y no gubernamentales, que han adelantado acciones enfocadas a la conservación *in situ* de agrobiodiversidad, dada la importancia de este país como centro de diversidad de varias especies de uso agrícola, como es el frijol (*Phaseolus vulgaris*). En 1995, CIAT como parte del Proyecto de Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA), inició un trabajo en conjunto con instituciones nacionales y no gubernamentales para aunar esfuerzos tendientes al mantenimiento de diversidad genética de frijol en fincas de agricultores. Tal iniciativa apunta de manera general al desarrollo de estrategias para la conservación *in situ* de agrobiodiversidad y en este sentido, la presente investigación busca consolidarla, dando continuidad al estudio de los factores que rigen el mantenimiento de diversidad de frijol en sistemas de fincas de agricultores y al desarrollo de herramientas que faciliten la documentación del germoplasma.

A través de encuestas se determinaron las razones por las cuales el productor conserva mezclas de semillas que presentan diversidad intraespecífica. La mitad de los agricultores aún siembran mezclas y utilizan la variedad de cultivares presentes en ellas; también reconocen las ventajas agronómicas de las mezclas, en lo que respecta a mayor resistencia a enfermedades, buen rendimiento y precocidad. Sin embargo, a pesar de su utilidad para autoconsumo y de que se corre menor riesgo de perder la cosecha cuando se siembran mezclas, la mayor demanda y buen precio de otros tipos de grano usualmente más homogéneos genéticamente, influyen para que haya una fuerte tendencia a dejar de sembrarlas. Es así como se favorece la homogenización genética del grano a través de procesos de selección, regidos por criterios que establecidos por los consumidores y referidos principalmente a aspectos de tipo estético, como es el color blanco del grano.

El documento llama la atención sobre la necesidad de iniciar acciones tendientes a sensibilizar a los consumidores y otros usuarios del germoplasma e información, sobre su papel en el mantenimiento de la diversidad. Aprovechar el conocimiento que aún existe sobre el manejo y uso de mezclas de cultivares puede incidir positivamente en su promoción, valoración y en la consecuente conservación de la diversidad presente en ellas. También sugiere la necesidad de coordinar en mayor medida las estrategias de conservación *ex situ* e *in situ*.

Por otro lado, un sistema de información sobre frijol inventariado en 1995, se presentó a los usuarios de las instituciones cooperantes del proyecto, el cual había sido desarrollado en 1996 para integrar datos sobre germoplasma proveniente del área de estudio. Se corroboró la utilidad de la información y del germoplasma para investigadores conservacionistas, fitomejoradores, extensionistas agrícolas y en forma parcial para comerciantes. Con base en sus sugerencias se hicieron cambios en la estructura de la base de datos.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características generales de tipo agrícola por zona en el área de estudio.....	21
Cuadro 2. Estructura de la encuesta sobre mantenimiento de mezclas.....	22
Cuadro 3. Clasificación del grano de frijol.....	23
Cuadro 4. Porcentaje de agricultores según forma de preparar la semilla y promedio de morfotipos por agricultor.....	29
Cuadro 5. Criterios considerados por el agricultor para conformar mezclas.....	31
Cuadro 6. Pruebas de Chi cuadrado, para probar asociación entre diversidad de morfotipos y otras variables.....	72
Cuadro 7. Porcentaje de agricultores que continúan sembrando mezclas y porcentaje de respuesta sobre factores asociados con mantenerlas o descartarlas.....	73
Cuadro 8. Porcentaje de agricultores y aspectos considerados por el agricultor en la elección de tipo de semilla de frijol. Resultados con Mancala.....	74
Cuadro 9. Tipos de cultivares mas difundidos entre los agricultores, características positivas y negativas según apreciación de los agricultores (porcentaje de respuesta), precio en el mercado, calificación de los agricultores sobre cada cultivar.....	75
Cuadro 10. Listado de mejoras sugeridas por los usuarios y correspondiente modificación realizada en la base de datos.....	76
Cuadro 11. Información que se espera obtener del sistema.....	77
Cuadro 12. Estructura actualizada de la base de datos para documentar germoplasma de frijol inventariado en parcelas de agricultores.....	79
Cuadro 13. Datos omitidos o remplazados de la anterior estructura.....	85
Cuadro 14. Características de los cultivares según criterios del productor.....	86
Cuadro 15. Provincias.....	86
Cuadro 16. Especie.....	86
Cuadro 17. Color.....	86
Cuadro 18. Hábito.....	87
Cuadro 19. Tamaño.....	87
Cuadro 20. Brillo.....	87
Cuadro 21. Escala de evaluación de enfermedades.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de cultivo maíz-frijol-chiclayo en Cajamarca, 1998.....	30
Figura 2. Mezcla de semillas, Cajamarca, Perú, 1998.....	30
Figura 3. Evolución en la siembra de mezclas por parte de los agricultores.....	34
Figura 4. Curvas promedio de precipitación mensual de los años 1996, 1997, 1998 comparada con el promedio.....	88
Figura 5. Días de lluvia por mes en 1998 comparado con el promedio.....	88
Figura 6. Diagrama Entidad-Relación.....	89

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta sobre diversidad de frijol que manejan agricultores en Cajamarca.....	90
Anexo 2. Formato de entrevista aplicada a los usuarios del sistema.....	96
Anexo 3. Disquetes sobre el sistema de información (1998) de cultivares inventariados en Cajamarca (1995).....	97

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Distribución de la probabilidad de ocurrencia de frijol silvestre, <i>Phaseolus vulgaris</i>	98
Mapa 2. Ubicación del área de estudio y poblaciones referencia.....	99

INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es importante para muchos agricultores y comunidades de los Andes, como cultivo comercial y de subsistencia. En Perú, centro de origen y domesticación del frijol, esta especie también tiene gran relevancia por que presenta una gran diversidad genética tanto en poblaciones silvestres como cultivadas. A pesar del esquema de desarrollo agrícola actual que tiende a homogenizar la diversidad intraespecífica, aún se encuentran agricultores que manejan variedad de cultivares de esta especie.

Factores de tipo biofísico, tales como sequía, exceso de lluvia, o de tipo socioeconómico, como acceso a nuevas tecnologías y grado de integración al mercado, pueden incidir para que se presente erosión genética. En tal sentido, son muy válidos y necesarios los intentos que se hagan por maximizar la diversidad agrícola en las fincas y apoyar a los agricultores que la conservan.

En Cajamarca - Perú, se están desarrollando estrategias de conservación *in situ* de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con la participación de diferentes organizaciones. Con el ánimo de aunar esfuerzos tendientes al mantenimiento de la agrobiodiversidad, CIAT a través del programa de manejo de la tierra y como parte del Proyecto de Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA), inició en 1995 un trabajo conjunto sobre conservación de frijol, con la Asociación para el Desarrollo Rural de Cajamarca (ASPADERUC), con el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (CONDESAN) y con el Instituto Nacional Agrario de Perú (INIA).

Las actividades realizadas han consistido fundamentalmente en:

- 1) Explicar con un enfoque antropológico la existencia de la diversidad de frijol que manejan los agricultores.

- 2) El desarrollo de un sistema de información que integra datos de germoplasma inventariado en la zona.
- 3) El establecimiento de bancos locales de germoplasma.

Con el presente trabajo se dió continuidad al proyecto en Cajamarca, enfocando la investigación en los puntos uno y dos antes mencionados, los cuales son aspectos básicos para avanzar en la consolidación de las colecciones locales de germoplasma y otras iniciativas a nivel local que apunten al desarrollo de estrategias para la conservación *in situ*. El desarrollo de cada punto constituye las dos partes de las cuales consta el presente documento.

En el desarrollo de estrategias de conservación *in situ* es importante precisar qué motiva al agricultor a mantener la diversidad de materiales que siembra. En investigaciones previas adelantadas en Cajamarca, se había observado que el manejo de diversidad estaba asociado al mantenimiento de mezclas de semillas, y que si bien el agricultor reconocía características positivas de tipo agronómico de los diferentes cultivares, faltaba precisar otros factores que incidían en forma importante en la decisión del agricultor para conservar las mezclas y la diversidad presente en ellas. En consecuencia, en la primera parte de la investigación se profundizó en el conocimiento de tales factores y mediante un ejercicio de monitoreo, se evaluaron cambios en el número de agricultores que mantuvieron mezclas de semillas en los últimos tres años, indagando sobre el porqué de estos cambios.

Finalmente, la segunda sección del presente trabajo, trata sobre el sistema de información diseñado en 1996 para organizar datos sobre el germoplasma que manejan los agricultores en la zona. Existía la necesidad de presentar formalmente este sistema a los usuarios de las instituciones cooperantes, para conocer sus apreciaciones respecto a la utilidad de la información y del germoplasma existente. En tal sentido, el documento reporta por un lado, alcances y limitaciones de la base de datos en función de las necesidades de información que dijeron tener los usuarios, y por otro, las correspondientes mejoras estructurales que se hicieron. El ejercicio de organizar información de cultivares que mantienen los agricultores en sus parcelas, como parte del desarrollo de estrategias de

conservación *in situ*, permitió incursionar en un campo que requiere ser explorado, cual es la documentación para estas condiciones, considerando que, aunque las medidas de documentación de recursos genéticos no es algo nuevo, lo que se ha desarrollado se ajusta principalmente a las necesidades para conservación *ex situ*.

En términos generales, dado que la investigación contempla la observación de cambios relativos al manejo de diversidad y la realización de inventarios de germoplasma efectuados en dos momentos diferentes (1995 y 1998) para las mismas localidades, los resultados obtenidos aportan al desarrollo metodológico de los aspectos de documentación y monitoreo de recursos fitogenéticos en fincas de agricultores. Se espera que la información generada sea de utilidad para las instituciones interesadas en el desarrollo de estrategias para la conservación *in situ* de agrobiodiversidad.

I. Parte: Razones del agricultor para conservar mezclas diversas

El manejo de mezclas puede tener gran importancia alimentaria en comunidades que siembran principalmente para autoconsumo. Su relevancia radica no sólo en que la complejidad genética les confiere mayor resistencia a enfermedades, buen rendimiento y mayor estabilidad en la producción, sino también en que representan ricos bancos de germoplasma que han evolucionado y se han adaptado a condiciones locales específicas. En consecuencia, no es extraño que las mezclas enfrenten de manera exitosa diferentes tipos de estrés ambiental y su siembra implique menor riesgo de perder la cosecha.

En lo que respecta al frijol común, son especiales las comunidades de agricultores (como algunas localizadas en Africa y los Andes en América) que aún siembran mezclas de semillas con alta diversidad intraespecífica, porque esta práctica no es generalizada. En Africa se han realizado investigaciones sobre mezclas de frijol común, relativas a diversidad y evaluaciones agronómicas. Se ha estimado, que en Rwanda existen comunidades de agricultores que manejan un promedio de 20 tipos de semillas por agricultor y 13 en Malawi (Pyndji y Trutmann, 1992) Para el continente americano, son escasos los estudios sobre mezclas de semillas en frijol.

A continuación se presenta el estudio correspondiente al manejo de mezclas en Cajamarca, Perú. en el que se monitorea su uso por parte de los agricultores y principalmente se indaga sobre los factores que están incidiendo para que el agricultor continúe o no sembrándolas.

OBJETIVO GENERAL

Determinar los factores biofísicos y socioeconómicos que inciden para que el agricultor decida mantener o dejar de sembrar mezclas de semillas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar si han habido cambios significativos en el número de agricultores que continúan sembrando mezclas de diferentes morfotipos de frijol.
2. Determinar si existen aspectos en el manejo de la semilla, cosecha y uso de las mezclas que limitan su aprovechamiento.
3. Determinar si las características agronómicas de las mezclas, -tales como buen rendimiento, resistencia a enfermedades y en general mayor adaptación a estrés ambiental-, son suficiente motivo para que el agricultor las conserve.
4. Probar que factores relacionados con la comercialización del grano, -como son mejor precio y mayor aceptación del tipo de grano en el mercado-, están asociados con la conservación de mezclas de semillas y con la diversidad presente en ellas.
5. Probar que en la zona estudiada existe relación entre disponibilidad de riego y mantenimiento de la diversidad.

HIPÓTESIS

1. Existe la tendencia a que los agricultores dejen de sembrar mezclas de semillas.
2. Diferencias en la época de cosecha de los cultivares, en el hábito de crecimiento y en posibles diferencias en características del grano -como tiempo de cocción-, no son impedimento para que las mezclas sean aprovechadas por los productores.

3. Las ventajas agronómicas que presentan las mezclas frente a germoplasma genéticamente homogéneo, son razón suficiente para que el agricultor las conserve.
4. Los agricultores que siembran principalmente para autoconsumo, tienden a conservar en mayor medida las mezclas de semillas y la diversidad presente en ellas.
5. Los agricultores que no disponen de riego en sus parcelas, conservan mayor diversidad de cultivares.

REVISION DE LITERATURA

Importancia del frijol y diversidad genética

El frijol común, es una leguminosa originaria de América siendo cultivo anual de gran importancia a nivel comercial y de subsistencia. En 1997, y en lo que respecta al género *Phaseolus spp.*, la producción mundial fue de 28.215.000 ha sembradas de frijol, con un rendimiento promedio de 672 kg/ha. Una quinta parte del área fue sembrada en América Latina, lo cual refleja la relevancia del cultivo en la región. En Perú se produjo frijol en 73.000 ha, con un rendimiento de 830 kg/ha. (FAO, 1998). Del género *Phaseolus*, el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) que es el más conocido mundialmente, ocupa más del 80% de la superficie sembrada anualmente. (Singh *et al* 1997).

Perú es considerado como uno de los países, centro de origen y domesticación del frijol. Tal como se explica adelante, en esta región se ha encontrado frijol silvestre y frijol cultivado que está relacionado genéticamente.

Dentro de los frijoles cultivados y silvestres se han identificado mediante uso de isoenzimas (Singh *et al*, 1991b) y RFLPs (Becerra y Gepts, 1994) dos grupos de germoplasma: el Andino y el Mesoamericano. En cada uno de los grupos de frijoles cultivados existen tres razas: Chile, Nueva granada y Perú que corresponden con el grupo

Andino; y Durango, Jalisco y Mesoamérica en el Mesoamericano. Cada raza presenta características contrastantes a nivel morfológico, agronómico y bioquímico. (Singh *et al*, 1991b).

Posteriormente, utilizando AFLP se identificaron otros dos posibles acervos genéticos mayores de frijol silvestre localizados en Colombia y en una región que comprende parte de Ecuador y Norte de Perú. (Tohme *et al*, 1996). Este resultado se obtuvo después de observaciones relativas a la existencia de frijol silvestre proveniente del norte peruano y Ecuador que presentaba características intermedias entre los dos acervos genéticos mayores -Andino y Mesoamericano-. Esto sugería: 1) la existencia de otro acervo genético, incluso del cual gradualmente divergieron los dos grupos genéticos enunciados; y 2) posible hibridación entre los dos grupos genéticos. (Debouck *et al*, 1993). La última opción era factible por las evidencias de intercambio de frijol entre América Central y regiones Andinas realizado por nativos precolombinos después de que la domesticación se inició (Singh *et al*, 1991a) y posible cruzamiento entre los diferentes tipos de frijol.

La existencia de cultivares con características intermedias entre razas o acervos genéticos diferentes, tiene un importante significado en mejoramiento genético. Existen características propias de miembros de cada raza de frijol, que no se encuentran en otras pero que eventualmente podrían ser introducidas. Por ejemplo, fuentes de resistencia en razas Mesoamericanas de frijol común pueden ofrecer protección a un amplio rango de poblaciones patógenas de frijol Andino, y viceversa. (Com. Pers. Jara, C., 1998).

Por lo anteriormente expuesto, la posibilidad de que haya un natural flujo genético en la zona -que en parte corresponde al departamento de Cajamarca, Perú-, es de interés para investigadores conservacionistas y fitomejoradores. A pesar de que el frijol es considerado planta autógama, hay referencias y observaciones que afirman la existencia de polinización cruzada. (Martin y Adams, 1987b; Tucker y Harding, 1975; Wells *et al*, 1988).

En lo que respecta a la domesticación del frijol común, se han sugerido al menos tres áreas; una de ellas localizada en América central y dos en Suramérica, ubicadas al sur

de los Andes en Perú y Argentina y la otra al Norte de los Andes en Colombia (Singh, 1989).

Dentro de este contexto biogeográfico se encuentra la zona donde se desarrolló el presente estudio y la cual podría catalogarse como centro de diversificación secundaria, por que la variabilidad de frijol cultivado existente esta relacionado con germoplasma silvestre foráneo (Com. Pers. con Debouck, 1998), En consecuencia, el frijol que cultivan los agricultores en esta zona proviene de otras regiones, adquirido a través de intercambio de productos y comercialización. El Mapa 1 elaborado por CIAT (Com. Pers., Clavijo L.A., CIAT, 1998), forma parte del estudio realizado por Jones *et al* (1997) mediante el cual se definieron zonas con climas favorables para encontrar frijol silvestre, considerando la proveniencia geográfica de accesiones presentes en la colección de germoplasma, con base en las cual se calculó la probabilidad de hallar frijol silvestre en términos de valores medios mensuales de precipitación, temperatura y rango de temperatura diurna. El Mapa 1 muestra que la zona estudiada se encuentra en un área de baja ocurrencia de frijol silvestre.

En frijol pueden observarse altos niveles de diversidad morfológica y fisiológica, que refleja la amplia distribución en ambientes ecológicos y humanos en que el cultivo ha evolucionado. Genotipos similares fenotípicamente pueden no estar muy relacionados genéticamente y lo contrario, cultivares con diferentes características morfológicas pueden estar muy relacionados genéticamente o cercanos evolutivamente. Se recomienda integrar evaluaciones morfológicas, agronómicas, bioquímicas y moleculares que provean información complementaria (Singh. *et al*, 1991b).

Cabe señalar sin embargo, que para la clasificación y descripción de cultivares de frijol, investigadores como Leakey (1988) resaltan la importancia de usar descriptores fenotípicos presentes en la planta -y específicamente en la semilla-. Tales descriptores son marcadores genéticos de herencia simple, que pueden también ser de utilidad para los mejoradores.

En el grano existen características fácilmente diferenciables como tonalidad, distribución de color, tamaño, brillo y forma, algunas de ellas asociadas a calidad de consumo, morfología y comportamiento agronómico de la planta. Tales características manifiestas en la semilla, han incidido de alguna manera en el proceso de selección y domesticación, porque en el cultivo de frijol lo que se cosecha y consume es el grano. Para el caso del color del grano, tal característica está regida por genes promotores de pigmentos como flavonoides y antocianinas, así como de enzimas requeridas para su síntesis. Los genes que controlan los flavonoides, por ejemplo, son de herencia simple y están también asociados con calidad nutricional relativa a la digestibilidad, así como a resistencia a enfermedades. Uno de los genes asociado a brillo y color que rodea el hilum, tiene también efecto sobre las características de almacenamiento de la semilla y digestibilidad. (Leakey, 1988).

Criterios de variabilidad tales como color y tipo de grano -junto con el contexto biológico asociado al hábito de crecimiento, y consumo-, han sido aplicados para inventariar germoplasma y son considerados útiles porque refieren características que tiene en cuenta el agricultor cuando busca nuevos tipos de frijol, son estables a través del espacio y tiempo, y son de fácil observación y manejo. (Debouck, sf., Trip Report 1985-1986).

En consecuencia, las características morfológicas antes expuestas dan una idea parcial del genotipo, pero reflejan importantes aspectos genéticos estrechamente relacionados con calidad de consumo del grano, prácticas de cultivo -como el asocio, y diversidad existente.

Perspectivas de investigación en el manejo y conservación de la diversidad genética en frijol

Los estudios sobre diversidad de frijol han buscado aprovechar mejor el recurso genético. Este conocimiento se ha aplicado para el desarrollo de variedades mejoradas a

través de hibridación inter e intraespecífica y para orientar las acciones de conservación *ex situ* e *in situ*.

En lo que respecta al mejoramiento, se ve la necesidad de ampliar la base genética del frijol común utilizando genes de diferentes orígenes evolucionarios dentro de la misma raza y clase comercial, entre razas del mismo acervo genético, entre acervos genéticos, a través de cruzamientos con frijol silvestre y por último mediante hibridación interespecífica (Singh *et al*, 1997).

Hay evidencias de que el frijol cultivado ha perdido diversidad en el proceso de domesticación frente a sus parientes silvestres, y más aún con el desarrollo de variedades mejoradas. En ese sentido, se ha enfatizado sobre la importancia de conservar los ancestros silvestres del frijol por métodos *in situ* o *ex situ* porque además hay evidencias de que su hábitat está severamente amenazado. (Sonnante *et al.*, 1994).

CIAT es la organización responsable a nivel mundial de la conservación del recurso genético del frijol. En el banco *ex situ* de tal institución y en otros de diferentes partes del mundo, se mantienen más de 35000 accesiones de *Phaseolus*. El CIAT ha participado en el desarrollo de variedades mejoradas de frijol, ha establecido una colección núcleo (Tohme *et al*, 1995) y en general se ha ocupado de mejorar en la colección la representación del frijol silvestre y cultivado, mediante el uso de métodos que permiten la búsqueda sistemática.

Conservación de diversidad genética

Las instancias relativas a conservación de recursos fitogenéticos son tres: 1) los bancos de germoplasma como forma más eficiente para conservar recursos genéticos en programas formales de mejoramiento; 2) reservas y áreas protegidas para proteger los recursos de parientes silvestres de cultivos; y 3) sistemas de fincas tradicionales, como parte del sistema total de conservación de biodiversidad agrícola. (Eyzaguirre e Iwanaga,

1996). La primera instancia se refiere a conservación *ex situ* y las dos últimas se desarrollan mediante acciones de conservación *in situ*, término que se profundizará a continuación.

Conservación *in situ* y el papel de los agricultores en el mantenimiento de la diversidad

La conservación *in situ* es una estrategia complementaria a los métodos *ex situ* para la conservación de biodiversidad. De acuerdo con la Convención de la Diversidad Biológica, la conservación *in situ* está referida a “la conservación de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento y restauración de poblaciones viables de especies en su entorno natural, y en el caso de especies domesticadas o cultivadas, en el entorno donde ellas han desarrollado sus propiedades distintivas” (Glowka *et al*, 1996).

Los métodos *in situ* se han enfocado principalmente a conservar hábitats, ecosistemas y especies forestales, desarrollados principalmente a través de reservas forestales. Muy pocas acciones se han implementado para conservar cultivos y sus recursos genéticos relacionados. Es probable que esta situación cambie dramáticamente en los próximos años, debido al creciente reconocimiento de la contribución que puede hacer la conservación *in situ*, por su complementariedad con la *ex situ*, por conservar los procesos de evolución del cultivo y por el gran número de personas que pueden involucrarse en el esfuerzo de conservación. Por otro lado, el mantenimiento de variedades y cultivares *in situ* puede ser también componente esencial de un desarrollo agrícola, alternativo a sistemas de finca de altos insumos. (Iwanaga, 1995).

En su estrategia “Diversidad para el Desarrollo”, IPGRI reconoce que una importante parte de la diversidad genética de plantas útiles puede ser conservada *in situ* y resalta la necesidad de incrementar la investigación y otras actividades *in situ* a nivel de finca y comunidad. La estrategia también reconoce la gran relevancia y particular significado de las dimensiones socioeconómicas y culturales para este tipo de conservación. (Iwanaga, 1995).

Los sistemas de finca que conservan altos niveles de diversidad genética están sujetos a presión y cambio, donde los procesos de erosión genética se presentan como una amenaza. Diferentes factores de tipo biofísico y socioeconómico están involucrados con la pérdida paulatina de diversidad. En ese sentido, la conservación puede llevarse a cabo en agroecosistemas donde la protección de la diversidad se apoye a través de programas de mercado o el desarrollo de sistemas de intercambio de semillas, o ajustando los programas de mejoramiento para incorporar más diversidad en cultivos modernos. El apoyo institucional debería focalizarse en el desarrollo de estrategias locales y regionales, para orientar las políticas y ayudar a los agricultores y comunidades interesadas a participar en la conservación. (Iwanaga, 1995).

Algunos consideran que una manera de apoyar a los agricultores que cultivan en sistemas de bajos insumos, es enriqueciendo los recursos genéticos de los cultivos con más diversidad genética como cultivares provenientes de un amplio rango de fuentes. Este germoplasma tendrá que haber pasado por procesos de investigación, caracterización y evaluación de bancos genéticos regionales y nacionales. El acceso a tal germoplasma tiene el potencial de mejorar rendimientos en ambientes marginales y variables. (Eyzaguirre, P.; Iwanaga, M., 1996).

El monitoreo y la documentación en estrategias de conservación *in situ* de especies cultivadas

Debouck (1995) sugiere que dentro de las metodologías de conservación *in situ* de recursos fitogenéticos silvestres y cultivados, una vez elegido el material objetivo, es necesario precisar: 1) la selección del área, 2) el diseño e instalación del área, y finalmente 3) el monitoreo. En el caso de materiales cultivados, la fase de monitoreo implica realizar dos tipos de estudios estrechamente relacionados: uno de tipo socioeconómicos para documentar posibles cambios tecnológicos realizados por los agricultores, enfocados a entender el factor humano involucrado en la iniciativa de conservación, y el otro

relacionado con cambios genéticos sufridos por los materiales. El papel de la documentación juega un papel de suma importancia en las diferentes etapas mencionadas, porque contar con datos organizados y el fácil acceso a ellos se considera como elemento determinante en todo el proceso de conservación *in situ*.

Bellón (1996), resalta la importancia de entender los procesos que rigen el mantenimiento o pérdida de diversidad de germoplasma en sistemas de fincas de agricultores, para lo cual provee un marco de trabajo para analizar las decisiones de los agricultores relativas a mantener, incorporar o descartar variedades en cada cultivo. Sugiere que para el desarrollo de estrategias y programas de conservación *in situ*, se requiere entender cómo es el proceso de toma de decisiones del agricultor en relación con los cambios que ocurren en el conjunto de cultivares que utiliza.

Holle (1998), describe una metodología para desarrollar estrategias de conservación *in situ* de agrobiodiversidad, para lo cual sugiere observar las formas de conservación campesina y plantea que antes de influenciar el sistema es preciso conocer su funcionamiento. La mayoría de estudios realizados hasta el momento están en su tercer o cuarto año de ejecución y lo que se ha observado es que hay pocos indicios de patrones predecibles de la dinámica de diversidad de los cultivos. Se anota que ha sido limitada la intervención para modificar las formas de manejo de las plantas y su variación, ya sea a través de introducción de semilla limpia, variedades nuevas, ofrecer crédito para insumos, favorecer mercados especializados, etc. Como parte de la metodología se debe tener una idea comparativa del nivel de variabilidad intraespecífica de la zona si es posible mediante: georeferenciación de la agrobiodiversidad existente; caracterización inicial e individual de las especies; selección de agricultores conservacionistas (que son personas que tienen el gusto por coleccionar y habilidad para cultivar diversos tipos de plantas con variabilidad); y como siguiente paso, selección en la comunidad de casos individuales para monitorearlos en el tiempo.

Iniciativas locales sobre conservación *in situ* en fincas de agricultores, Cajamarca, Perú

En la zona de estudio trabajan organizaciones, tales como ASPADERUC-CONDESAN, interesadas en apoyar a los agricultores en la conservación de agrobiodiversidad, mediante la realización de ferias de las semillas en las cuales los productores reciben premios por presentar alta diversidad de variedades nativas de diferentes cultivos; y mediante la conformación de bancos locales de germoplasma. Se enfatiza en concientizar al agricultor del valor que tiene la diversidad que mantiene en su parcela y a la vez se rescata conocimiento y germoplasma presente en la región. Tales iniciativas están enmarcadas dentro de proyectos de "Conservación de germoplasma para el Desarrollo".

Desde 1995, el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, con el apoyo del Proyecto de Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA), inició un trabajo en conjunto con la Asociación para el Desarrollo Rural de Cajamarca (ASPADERUC), y con el Instituto Nacional Agrario de Perú (INIA), para aunar esfuerzos tendientes a la conservación *in situ* de la diversidad de frijol, *Phaseolus vulgaris*.

Mediante el proyecto se han coordinado las siguientes actividades con las cuales se busca entender y conservar la diversidad de frijol (*Phaseolus vulgaris*) existente en fincas de agricultores.: a) aplicación de encuestas para investigar causas de la agrobiodiversidad existente y evaluar pérdida de materiales; b) colección de muestras de frijol en fincas de agricultores; c) siembra de muestras en la estación experimental de INIA para hacer la caracterización fenotípica y morfoagronómica de los cultivares; d) desarrollo de una base de datos que reúne los datos pasaporte, evaluaciones de campo y fotografías de la colecta inicial; e) conformación de una colección núcleo con 200 introducciones; f) establecimiento de tres grupos de agricultores interesados en mantener la colección y sembrarla. (Fujisaka y Hurtado, 1996 sin publicar).

Tal como se indicó, se han investigado las razones por las que se conserva la diversidad de frijol presente en las parcelas de los productores, de las pérdidas de cultivares, e implicaciones para la conservación de germoplasma. A este respecto, en 1995,

se aplicó un cuestionario corto desarrollado después de una visita preliminar, con el cual se encuestaron 63 agricultores de las comunidades de Namora y Matara, (en los caseríos de Ojo de Agua, Chilacate, Bellavista, Gigón, Sulluscocha, Caucau, San Juan, Pampalarga) y algunos en un mercado local de Cajabamba. Adicionalmente, se entrevistaron 18 agricultores en ferias de semillas promovidas por una ONGD local en las comunidades de Encañada, Namora y Sorochuco (Mapa 2). Adicionalmente, se colectaron de 1 a 20 semillas (cuando fue posible) de cultivares de cada informante, que sumaron 1088 y las cuales fueron clasificadas en CIAT con base en color, tamaño y forma.

Con el estudio se determinó que los agricultores en Cajamarca, siembran maíz, frijol, papa, trigo y cebada; mantienen ovejas, cabras, y ganado vacuno en zonas no cultivadas. El asocio maíz y frijol voluble (que se enreda en el maíz) fue universal. Unos pocos (<3%) informantes (y solo para Sorochuco y Caucau) también sembraron frijol arbustivo como monocultivo. Para 1996, en las localidades de Bellavista y Sorochuco los agricultores cultivaron en condiciones de secano, mientras que entre el 17% al 50% de los agricultores de las otras comunidades sembraron frijol bajo irrigación.

Muchos de los agricultores reportaron sembrar dos tipos de frijol: el “blanco” y “*pintado*” (también llamado común, del indio, mezclado, colorado) -que consiste en una mezcla de cultivares y es utilizado principalmente para autoconsumo-. El 52% identificaron primero los *pintados* como pertenecientes a un solo tipo; de este 52% se encontró que un 46% sembraba los *pintados* en mezcla y un 6% plantaba cada cultivar en forma separada. Por otra parte, un 19%, inicialmente distinguió cada uno de los cultivares como cultivares distintos. Todos los que inicialmente identificaron los frijoles coloreados como de un solo tipo, también dieron nombre a algunas variedades separadas (mas no a todas). Los agricultores distinguieron variedades introducidas y/o mejoradas (Gloriabamba, Puebla, Panamito), a pesar de que menos del 20% las cultivaban.

Se encontró que los agricultores sembraron en promedio de 8 kg de frijol, un promedio de 12 tipos de frijol en fincas con un rango de 1 a 30, con un total de 267 cultivares identificados por los investigadores. Específicamente para la zona de Namora y

Matara el promedio fue de 14 cultivares, encontrando mayor número promedio de cultivares en Caucau y Bellavista (con un promedio de 16 y 17 cultivares, respectivamente), que en Matara (con un promedio de 6). Los agricultores entrevistados en las ferias agrícolas expusieron un promedio de 17 cultivares por encuestado, con promedios que van de 11 en la Encañada hasta 27 en Sorochuco.

Al preguntar de dónde provenía la semilla, la respuesta mas común (45%) fue de los padres o abuelos o a través de compra (20%). En otros casos la semilla se adquirió con amigos o parientes (6%) o a través de los niños que obtienen semilla mediante juegos en la escuela (5%).

Los cultivadores sembraron diferentes mezclas de frijol. De 267 cultivares, el 90% fueron sembrados por menos del 10% de los entrevistados. Diez cultivares (<4%) fueron sembrados por al menos 15% de los agricultores.

En relación con cultivares, las características más importantes fueron buena calidad de consumo, alto rendimiento, buena apariencia del grano, buen precio en el mercado y resistencia a enfermedades. Los frijoles más comunes (sembrados por 15% a un máximo de 55%) corresponden a cinco tipos blancos, tres cremas, un amarillo, una Ñuña. Las características negativas que nombraron fueron falta de resistencia a enfermedades y bajo precio.

La mitad de los encuestados reportaron haber perdido en el pasado por lo menos un cultivar de frijol o toda la semilla de “*pintados*” por sequía, exceso de humedad y otros tipos de estrés. Hubo agricultores que pudieron dar solo unas muy pocas semillas de algunos de los cultivares encontrados, quizá debido a la muy baja producción de algunos tipos durante la pasada campaña.

Los informantes dieron nombre a unos pocos de sus frijoles, y a nivel de comunidad, se encontraron nombres distintos para los mismos cultivares. La diversidad

estaba asociada al mantenimiento de mezclas de semillas y los agricultores parecieron manejar mas mezclas de semillas, que cultivares.

Relativo al mantenimiento de la diversidad de frijol presente en las mezclas de semillas, un 18% las sembraban por “costumbre” , porque producen mas (17%), por la mayor resistencia a enfermedades (rancho) cuando se siembra en mezcla, y porque “en cada siembra algunos (tipos de frijol) tendrán una producción baja mientras otros tendrán una producción alta y se compensarán las pérdidas”. Un 15% informó que el frijol de colores aparecía naturalmente, se quisiera o no.

En esta primera investigación, en la cual se dio énfasis a la observación de cultivares individuales, se observó que la conservación de diversidad estaba asociada a la presencia de mezclas y en ese sentido, surgieron preguntas relativas a su manejo, conformación, tipos, uso y sobre todo a los factores asociados con su mantenimiento.

Las mezclas de semillas

El buen rendimiento y resistencia a enfermedades de la siembra de mezcla de semillas, son ventajas reconocidas por los productores que las conservan. En la investigación realizada en Cajamarca (1995) fue común escuchar el comentario de los agricultores respecto a las mezclas: “si no se siembra en mezcla ya no rinde”, “el *pintado* rinde más”, “el *pintado* no se hace de rogar” .

Hay datos disponibles que sugieren que las mezclas proporcionan a los agricultores rendimientos mas confiables bajo condiciones de estrés patológico y ambiental (Lenné y Teverson, 1993). Estudios realizados en regiones de Africa, donde los sistemas de producción se caracterizan por el uso de mezclas varietales, ilustran que es normal encontrar mezclas que rindan mas que la media de sus componentes y que a veces sobrepasen el componente de mayor rendimiento. De otra parte, hay evidencias de que las

enfermedades se reducen en la medida que la complejidad de la mezcla se incrementa (Trutmann, 1992).

Se han realizado investigaciones sobre control de enfermedades importantes en el cultivo de frijol, como son antracnosis causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Ntahimpera *et al.*, 1996), mancha angular causada por *Phaeoisariopsis griseola* (Pyndji y Trutmann, 1992) y roya originada por *Uromyces appendiculatus* (Habtu *et al.*, 1995). Los resultados demuestran que la incidencia o severidad de las enfermedades disminuyeron en forma significativa con la introducción de material resistente en mezclas locales, en proporciones que variaron entre 25 y 50%, prescindiendo del uso de fungicidas. El control de enfermedades como efecto de la suplementación, también puede significar incremento en los rendimientos de las mezclas (Trutmann y Pyndji, 1994).

Cabe mencionar, que las anteriores observaciones han motivado a los investigadores a desarrollar un nuevo enfoque en el mejoramiento tendiente a conformar multilíneas para el control de enfermedades en sistemas donde predominan mezclas varietales. Con tales estrategias se busca la suplementación de mezclas locales, mas bien que su total remplazo, evitando desplazar la diversidad genética existente. Se considera sin embargo, que tal estrategia de suplementación utilizada en forma discriminada puede también contribuir a erosión genética de las mezclas de semillas. (Davis y Panse, 1992).

Según evaluaciones agronómicas de los cultivares colectados en la zona realizadas por investigadores de INIA, se ha identificado germoplasma con resistencia a enfermedades comunes en la zona. Estos materiales podrían estar confiriendo a las mezclas un buen comportamiento ante los ataques por patógenos.

En Perú se han realizado algunos estudios relacionados con mezclas de semillas, en cultivos diferentes al frijol. Valdivia *et al* (1996) estudiaron mezclas (que es donde usualmente puede observarse la diversidad intraespecífica en las parcelas de los agricultores) y presentaron un ejemplo de monitoreo en germoplasma de papa y oxalis, cuya implementación consideró la descripción de las mezclas que siembran los productores

y el análisis de su dinámica. El seguimiento ha requerido la definición de una unidad de conservación (la familia) y de muestreo en la parcela del agricultor, así como el momento en que deben tomarse los datos, cada cuánto y por cuánto tiempo. En el monitoreo se caracterizan inicialmente los cultivares, y luego se va registrando en relación con la mezcla: el número de diferentes cultivares que siembra el agricultor cada periodo de observación, los rendimientos alcanzados por el total, la presencia o ausencia de la variedades, la proporción en peso de cada variedad, y también se realizan observaciones sobre calidad de la semilla - lo cual se hizo a través del tamaño del tubérculo-.

Como se ha expuesto, existen estudios provenientes de Africa relativos a mezclas de frijol en los que se demuestra su importancia agronómica. En Malawi, mediante el uso de marcadores morfológicos, fenológicos y agronómicos, también se confirmó la gran diversidad genética existente en las mezclas locales cultivadas por los agricultores y se ha investigado que tal diversidad es producto de fuerzas que generan variabilidad como es el cruzamiento natural, y de selección ejercida por el ambiente y el hombre. (Martin y Adams, 1987a, 1987b).

Martin y Adams, (1987a) consideran que las mezclas constituyen un gran y posiblemente único banco de variabilidad, mantenido bajo una larga y continua selección humana y ambiental. Sugieren la necesidad de evaluar los beneficios que podría ofrecer este germoplasma para programas de mejoramiento orientados a agricultores de subsistencia, considerando que en algunas ocasiones (como es el caso de germoplasma adaptado a condiciones locales en Africa) dicho material no esta bien representado en los bancos *ex situ*. Se resalta por otro lado, la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso del germoplasma almacenado en las colecciones *ex situ*; se ha estimado que menos del 5% del germoplasma de *Phaseolus*, es utilizado en mejora genética (Singh, 1992).

METODOLOGÍA

Localización

El reconocimiento de las mezclas se realizó en Perú, Cajamarca, entre 2680 y 3040 m.s.n.m., en el Distrito de Namora en los caseríos de Ojo de agua, Chilacate, Bellavista, Gigón, Sulluscocha, Caucau y en el distrito de Matara en los caseríos de Pampalarga y San Juan. Las coordenadas del área están entre 78 15' y 78 23' O, 7 10' y 7 14' S. La localidad de Namora, que se encuentra entre Sulluscocha y San Juan -caseríos extremos de la zona de estudios- dista 35 km. de Cajamarca y 15 km. de Matara aproximadamente.

Se seleccionó el área de trabajo en caseríos de los distritos de Namora y Matara (Mapa 2), porque allí se están realizando acciones conjuntas entre las instituciones cooperantes INIA, ASPADERUC y CIAT tendientes a desarrollar estrategias de conservación *in situ* de frijol. Por otro lado, existía información sobre agricultores localizados en esta zona (Fujisaka y Hurtado, 1996, sin publicar) lo que facilitaba hacer comparaciones en tiempo, en relación con el manejo de diversidad.

La precipitación es de 720 mm/año, de los cuales el 96%, distribuidos entre septiembre y mayo, determinan las épocas de siembra. Los agricultores de Cajamarca siembran maíz junto con frijol, y otros cultivos como papa, trigo, lenteja, alverja y cebada; pastorean cabras, ovejas y ganado en áreas no cultivadas.

En el área de estudio se pueden diferenciar 4 zonas dependiendo del tamaño promedio del tamaño de las parcelas, área irrigada y producción agrícola, como se observa en el Cuadro 1 (Fujisaka y Hurtado, 1995). La primera que agrupa los caseríos de San Juan y Pampalarga cercanos a la población de **Matara**, la siguiente comprende el área de **Caucau**, la tercera en las cercanías de la localidad de **Namora** que consiste de los caseríos

cercanos de Ojo de Agua y Chilacate, y por último el grupo de caseríos Bellavista, Sulluscocha y Gigón, -que se enunciará como **Bellavista**.

Cuadro 1. Características generales de tipo agrícola por zona en el área de estudio. (Fuente: Fujisaka y Hurtado, 1996)

	Matara	Caucau	Namora	Bellavista
Tamaño promedio de las parcelas (Ha)	2.4	3.2	1.4	3.2
% de área irrigada	38	56	45	14
% del área ocupada en cultivo maíz-frijol	68	23	55	65
% de familias con ganado vacuno	41	75	28	83
Número promedio de g/vacuno	2	4	2	3
% de familias con ganado ovino	27	25	17	50
Número promedio de g/ovino	3	5	2	8

Materiales y métodos

Encuesta. Para el cumplimiento de los objetivos, se utilizó la encuesta como herramienta para definir los factores que están determinando que el agricultor decida mantener o descartar las mezclas (Anexo 1). Se aplicaron encuestas a 53 agricultores de la zona de Namora, en los caseríos de Caucau, Bellavista y poblaciones de Ojo de Agua y Chilacate muy cercanas a Namora; y Matara, en los caseríos de San Juan y Pampalarga. El tamaño de la muestra dependió de: el número de agricultores que ya habían sido entrevistados en 1995, los costos del muestreo y la selección de un tamaño de muestra grande, mayor de 30. Un 70% de los encuestados ya habían sido visitados en 1995.

La encuesta constó de cinco puntos. El Cuadro 2 temas abordados por la encuesta y el correspondiente numeral. En primera instancia, en la introducción se identificó el encuestado y se localizó la parcela utilizando un GPS (Global positioning System), previendo que posteriormente fuera necesario regresar a los lugares visitados y también para documentar la ubicación de los diferentes cultivares. En segundo término, se

caracterizaron los tipos de semilla que sembró el agricultor y se determinó si cultivaba mezclas. Como tercer aspecto, se hizo una caracterización general de las mezclas y sus componentes, con el ánimo de analizarlas e investigar aspectos que pudieran condicionar su mantenimiento y conservación.

Cuadro 2. Estructura de la encuesta sobre mantenimiento de mezclas.

Objetivos e información requerida	Parte o numeral
1. Identificar el encuestado y localizar la parcela	Introducción
2. Diferenciar y caracterizar los tipos de semilla que sembró el agricultor	1,2a,2b,2e,2f,2g, 2h
3. Caracterizar las mezclas de semillas, identificar factores relativos al uso y manejo que puedan estar incidiendo en la conservación o no de las mezclas	11 - 28
4. Determinar si el agricultor continúa o no sembrando mezclas de semillas.	6,8,9,10
5. Definir los factores biofísicos y socioeconómicos que inciden en el mantenimiento de la diversidad (mezclas); conocer las condiciones en que fue sembrado cada tipo de semilla en términos de riego y fertilidad de suelo.	2c,2d,3,5-10

La observación de las mezclas de frijol se realizó a finales de mayo y el mes de junio durante las encuestas a los agricultores, mediante la caracterización de los diferentes cultivares que se encontraban en mezclas cosechadas en 1998. Se anotaron características más sobresalientes de los granos que identificaban los agricultores, el nombre vulgar e incluso las proporciones en que se hallaba el grano en las mezclas. También se indagó sobre la forma de alistar la semilla al momento de la siembra, si el agricultor conservaba todos los cultivares o seleccionaba algunos y porqué.

Para distinguir los morfotipos, se utilizaron como criterios de diversidad: 1) hábito, diferenciando si el tipo de frijol era arbustivo o voluble; 2) tipo de grano y 3) uso, dependiendo si era frijol o Ñuña -tipo de frijol que revienta al tostar-.

En relación con tipo de grano se tomaron en cuenta descriptores de color, tamaño, forma y distribución del color. Las categorías o valores se definieron con base en lo

recomendado por CIAT (1987), también teniendo en cuenta la forma como describen los agricultores el grano, y con base en algunas recomendaciones de personas que han trabajado con fitomejoramiento (Com. Pers. Valladolid A.; Teherán H., 1998). En algunos casos se detalló el brillo y el color que rodea el hilum. En el siguiente cuadro se presentan los criterios y categorías/valores utilizados sobre tipo de grano:

Cuadro 3. Clasificación del grano de frijol.

Variable	Categorías o valores
Color primario y secundario	Blanco, crema, amarillo, marrón, rojo, morado y azul, negro, verde
Tamaño (peso de 100 semillas)	Grande es mayor de 40 gr., medio entre 25 y 40 gr., pequeño es menor de 25 gr.
Forma	Redondo, aovado, arriñonado, otro (elíptico, cuadrado, romboide)
Distribución de color	Entero, rayado, pinto - jaspeado, distribución de color propia de vaquitas, de rucas, presencia de lengua

En cuarta instancia se evaluó en qué medida los agricultores continuaron sembrando mezclas a través del tiempo, preguntando si aún las mantenían o en caso contrario, hacia cuánto dejaron de sembrarlas.

Como quinto tema, se determinó la influencia de aspectos biofísicos y socioeconómicos que inciden en el mantenimiento de las mezclas. Durante la encuesta este punto se abordó de 4 formas:

- a) Al momento de preguntar si continuaba sembrando mezclas, se indagó porqué continuaba o no haciéndolo.
- b) En el punto 7 de la encuesta se utilizó la técnica de Mancala. Tal herramienta se aplicó para analizar el proceso de toma de decisiones y selección frente a diferentes opciones.

La dinámica consiste en presentar al entrevistado un juego de opciones para que responda alguna pregunta que se formula y se solicita que vaya descartando las opciones que menos importancia tienen, especificando porqué (Montoya, 1993; Barker, 1979). En este caso, se preguntó a los agricultores por el tipo de semilla que preferían y las opciones que se presentaron a los agricultores fueron: siempre mezcla, frijol blanco, y adicionalmente los tipos de semilla que usualmente sembraban.

- c) En el punto 17 de la encuesta, al momento de reconocer los diferentes cultivares, se solicitó a los agricultores que calificaran los morfotipos de grano que mantenían con la escala de excelente, bueno, regular o indiferente y malo, -a lo cual se asignó una calificación de 20, 15, 10 y 5 respectivamente-, y que dijeran porqué. Mediante este mecanismo se conocieron las características de los componentes de la mezcla que interesaban a los agricultores, los cuales podrían estar asociados con factores que inciden en procesos de selección, y también la calificación que tendría cada morfotipo en la mezcla.
- d) Por otro lado, al momento de diferenciar los tipos de semilla que sembró el productor a finales de 1997, se tomó información específica sobre los factores: 1) suministro de riego (disposición de riego en la parcela para el cultivo) y 2) la oportunidad de vender algún tipo de grano (sembrar para autoconsumo exclusivo o vender parte de la producción).

Visita a mercados. Entre la última semana de mayo y las dos primeras semanas de junio se visitaron mercados frecuentados por los agricultores, a fin de sondear precios y tipos de frijol que se ofrecían. Se entrevistaron comerciantes de granos en tres mercados de Cajamarca (Central, Modelo y en la calle) y Matara, donde se reconoció el morfotipo, precio y origen del grano.

Información climática. Con el ánimo de fundamentar la información suministrada por los agricultores respecto a la condición climática en la cual se desarrollaron los cultivos en

los últimos tres años, se obtuvo información meteorológica de estaciones próximas al área de estudio. Se analizaron datos relativos a precipitación total por mes de los años 1996, 97 y 98, como también número de días lluvia mensual para el 98, correspondientes a la Estación La Collpa, ubicada en Lat 6.22 S, Lon 78.27O (Fuente: ADEFOR). Los datos sobre promedio que corresponden a la Estación Cajamarca, ubicada en Lat 7.13 S, Lon 78.46 O, consideraron datos de 37 años para calcular la precipitación mensual y aproximadamente 10 años para días de lluvia al mes (Fuente: CIAT, consulta de base de datos climática con apoyo de H. Becerra, 1998).

Procesamiento de datos. De la misma manera que en 1995, las encuestas fueron tabuladas y analizadas en términos de estadística descriptiva .

Se hicieron pruebas de Chi cuadrado para analizar preguntas que habían surgido del estudio inicial en torno a la relación entre diversidad y factores de tipo biofísicos -como, disponibilidad de riego- y socioeconómicos -como oportunidad de vender o no frijol-. La variable diversidad se expresó de dos formas: sembrar *pintados* (mezcla) como expresión de alta diversidad, o no sembrar mezclas expresando baja diversidad; y número promedio de morfotipos, considerando como un alto nivel de diversidad los casos en que el agricultor tuviese un número mayor de cultivares que el promedio ponderado por zona, el cual fue de 15. En relación con destino de la producción se consideraron dos categorías: autoconsumo exclusivo y de otro lado venta, en caso que el productor usualmente destinara por lo menos alguna parte de la producción para vender. Sobre el factor riego, se consideró si el agricultor disponía o no de riego en su parcela, y también tomando en cuenta el lote donde sembró frijol de manera específica. Resumiendo lo anterior, se hicieron las siguientes pruebas de Chi cuadrado para evaluar la asociación entre variables de diversidad y factores de tipo socioeconómico y biofísico, con sus correspondientes resultados esperados.

a. Manejo de la semilla en mezcla y número de morfotipos

Número de agricultores	Con <15 morfotipos (baja diversidad)	Con >15 morfotipos (alta diversidad)
Con mezcla (alta diversidad)	Bajo	Alto
Sin mezcla (baja diversidad)	Alto	Bajo

b. Manejo de mezclas y destino de la producción

Número de agricultores	Autoconsumo	Vende parte de la producción
Con mezcla (alta diversidad)	Alto	Bajo
Sin mezcla (baja diversidad)	Bajo	Alto

c. Número de morfotipos y destino de la producción

Número de agricultores	Autoconsumo	Vende parte de la producción
Con > 15 morfotipos (alta diversidad)	Alto	Bajo
Con < 15 morfotipos (baja diversidad)	Bajo	Alto

d. Manejo de semilla y disponibilidad de riego en las parcelas

Número de agricultores	Con riego	Sin riego
Con mezcla (alta diversidad)	Bajo	Alto
Sin mezcla (baja diversidad)	Alto	Bajo

e. Número de morfotipos y disponibilidad de riego en las parcelas

Número de agricultores	Con riego	Sin riego
Con>15 morfotipos (alta diversidad)	Bajo	Alto
Con<15 morfotipos (baja diversidad)	Alto	Bajo

Se utilizó la técnica de McNemar, la cual sirve para observar dos veces un determinado atributo en los mismos individuos y evaluar si ha habido cambios significativos (Sokal y Rohlf, 1995). En el presente estudio, interesaba evaluar si había habido un cambio significativo en el número de individuos que sembraban mezclas en los últimos 3 años. Se aplicó la técnica para el 70% de los agricultores entrevistados en 1998, los cuales ya habían sido entrevistados en 1995, y también para el 100% de encuestados en 1998. Los resultados esperados se muestran a continuación:

f. Evaluación del cambio en el número de agricultores que siembran mezclas

Número de agricultores	Sembraron mezcla en 1997	No sembraron mezcla en 1997
Sembraron mezcla en 1994	Bajo	Alto
No sembraron mezcla en 1994	Alto	Bajo

Como parte de los resultados, posteriormente las seis pruebas descritas se presentan en el Cuadro 6.

RESULTADOS

Características de los tipos de grano y tipos de semilla de frijol

Se tomaron 514 muestras clasificadas en 223 diferentes morfotipos. El promedio de cultivares encontrados para 1998 en las parcelas de los agricultores, fue 15, con un rango entre 1 y 39, sin considerar los que no tuvieron semilla al momento de la encuesta, ya fuera porque la habían perdido o porque no sembraron frijol en la campaña pasada.

Tipos de grano. Los tipos de grano encontrados pertenecen en su mayoría a la especie *Phaseolus vulgaris*. Se identificaron también, aunque mínima proporción, semillas de *P. lunatus* e incluso de otros géneros como el haba (*Vicia faba*).

Las muestras corresponden en su mayoría a semillas de frijol voluble, que se siembra asociado con maíz, y en algunas ocasiones también con chiclayo (*Cucurbita ficifolia*), o quinoa (*Chenopodium quinoa*). El maíz es cultivo principal en este tipo de asocio y existen diferentes tipos (blanco, morocho, paccho, negro) que son todos sembrados dentro de un mismo lote en tablones o en lotes aparte. (Figura 1).

Un 8% de los agricultores sembraron también frijol arbustivo. Estos tipos de frijol se siembran mezclados con los volubles o también aparte y pueden estar constituidos por un tipo de semilla o máximo cuatro.

Se encontraron Ñuñas -del tipo Pava y Caguita de Conejo principalmente-, que son un tipo de frijol que revienta cuando se tuesta y que incluso puede comerse cocido en verde o seco. Se observó que la Ñuña Pava estaba mas difundida que hace 3 años y hay mas interés por parte de los agricultores en adquirir este tipo de semilla, quizá por su precio en el mercado que en algunas ocasiones es comparable al del frijol blanco.

De las 514 muestras tomadas de los diferentes morfotipos de grano que conservan los agricultores, un 25% presentan color primario blanco, 25% crema, 16% morado, y el 34% restante se distribuye en color rojo, amarillo, negro, rosado, marrón, verde y gris, en porcentajes menores de 9. Respecto al tamaño, el 74% de las muestras fueron granos grandes (peso mayor de 40 gr./100 granos), 23% medianos (peso entre 25 y 40 gr./100 granos) y solo un 3% fue frijol pequeño (peso menor de 25 gr./100 granos).

Los morfotipos reconocidos, en general presenta características morfológicas propias del tipo de germoplasma Andino, perteneciente al grupo de cultivares Perú. Tal como lo describe Singh, *et al* (1991a), este grupo exhibe en el aspecto morfológico, hábitos de crecimiento volubles IV, grano grande y están localizados en zonas por encima de 2000 m.s.n.m.

Tipo de semilla. Dependiendo del manejo, se observaron tres clases de semilla de frijol: 1) seleccionada, totalmente pura con un morfotipo blanco; 2) seleccionada, con

mayor proporción de uno y/o 3 tipos de grano comercial (Ej: Blanco, Bayo, Canario y Ñuña pava), o no comercial (Ej: Rayado, Panamito rojo), pero que presenta diversidad de morfotipos, aunque el agricultor la considere pura 3) los *pintados*, que es semilla no seleccionada, sembrada generalmente en mezcla (Figura 2).

Manejo

Cerca de la mitad de los encuestados (48%) seleccionan la semilla, favoreciendo granos que usualmente son de interés comercial, como son los de tipos Blanco-Caballero, Pilon; frijoles para tostar como la Ñuña Pava; el Gloriabamba, que es una variedad introducida y mejorada, Plomo o Bayo y también para consumo como el Huicapa. Los demás granos que no corresponden con el seleccionado se apartan y se destinan para consumo. Cuando la semilla seleccionada es insuficiente, los agricultores completan la cantidad de grano con el frijol *pintado* que han apartado. La quinta parte (20%) de los agricultores mantienen dos tipos de semilla: una seleccionada y otra que corresponde con los *pintados*. Finalmente, un 28% no hace ninguna selección a la mezcla -en términos de morfotipos-, la cual siembra tal como la cosecha. Una pequeña proporción (2,2%) siembra los *pintados* en forma separada, pero sin desfavorecer ningún tipo. (Cuadro 4)

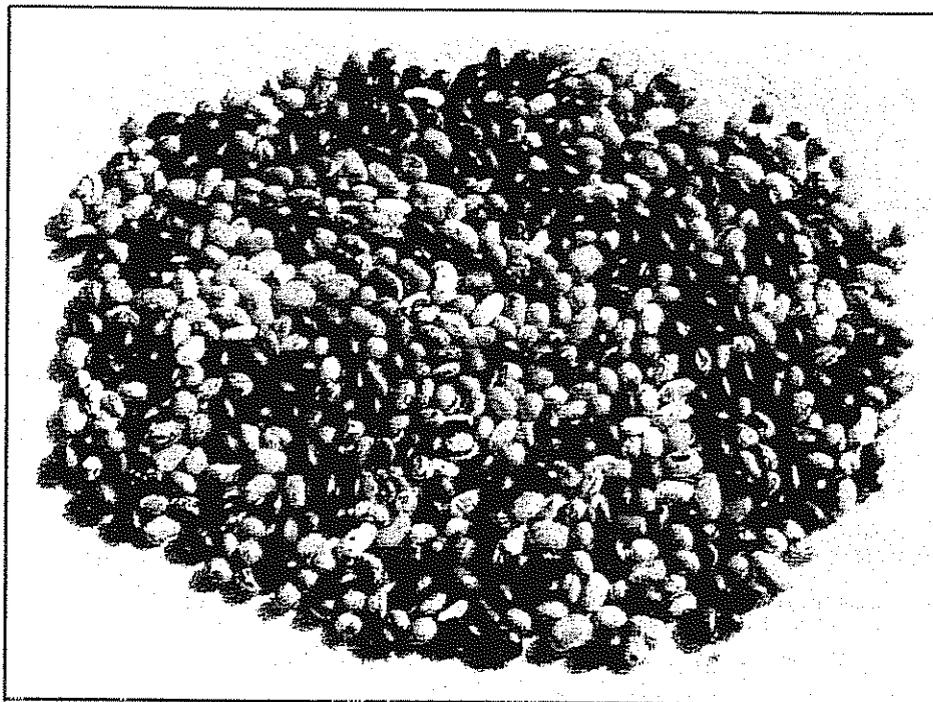
Cuadro 4. Porcentaje de agricultores según forma de preparar la semilla y promedio de morfotipos por agricultor.

	Agricultores (%)	No. promedio de morfotipos
No hace selección: siembra diversidad de morfotipos	28	18
Selecciona 1 a 4 morfotipos y el resto lo siembra mezclado	20	20
Hace selección	48	13
Otro: no ha decidido, no informó	4	

Figura 1. Sistema de cultivo maíz-frijol-chiclayo, Cajamarca, 1998



Figura 2 Mezcla de semillas de frijol, Cajamarca, 1998.



Cuatro agricultores (11%) dijeron conformar 4 diferentes tipos de mezclas referidas en el siguiente cuadro, con algunos morfotipos (menor o igual a 4). El arreglo consiste en seleccionar los mejores granos, es decir semillas grandes y sanas de los morfotipos preferidos, sin atender las proporciones.

Cuadro 5. Criterios considerados por el agricultor para conformar mezclas

Nombre de los cultivares de la mezcla	Criterio para selección
1. Blanco y Bayo	Venta en grano verde
2. Nuñas Pava, amarilla y coneja	Aptitud para tostar
3. Dos morfotipo tipo Guanchaco	Consumo, grano grande fácil de pelar
4. Tres panamitos	Hábito arbustivo

Cosecha y uso. Las diferencias en duración que pueden existir en el ciclo productivo de los morfotipos es considerado mas bien como una ventaja por los productores, porque pueden aprovechar para autoconsumo el grano verde y seco por más tiempo. De otro lado, el que algunos se cosechen más pronto hace que el agricultor considere los *pintados* como un tipo de semilla más precoz que otros frijoles que el siembra. De acuerdo a las respuestas, para el productor es importante que el frijol se coseche al mismo tiempo con el maíz, es decir, que pueda aprovecharse a más tardar a los 7 u 8 meses de sembrado. Esto se debe a que los terrenos necesitan prepararse para la siembra del siguiente cultivo, que usualmente es papa, o para que los animales coman el pasto tierno que va creciendo en el rastrojo y/o restos de cosecha del maíz.

Sólo la cuarta parte de los productores (26%) prefirieron no utilizar frijol verde. Cuando el productor prevé que habrá buena producción aprovechará parte del grano verde; si por el contrario estima que habrá bajo rendimiento, esperará cosechar hasta que el grano esté seco para asegurar la semilla. Cosechar el grano seco también significa tener la opción de almacenarlo, o enviarlo con más facilidad a familiares que viven en otra zona, o de utilizarlo para pagar el trabajo de trabajadores. Es variable el tiempo que las familias

disponen de frijol cosechado, pues pueden disponer del grano desde sólo algunos meses, hasta más de un año.

Los que aprovechan parte de la cosecha en verde (74%) lo destinan para consumo, pero también para venta porque puede resultar mas ventajoso que ofrecerlo seco. Tal como informaron comerciantes en Matara (1998), si el frijol *pintado* verde en vaina tuvo en junio un precio de 6 S./@, mientras el frijol *pintado* seco 15 S./@, asumiendo que 1 kg de grano seco trillado equivale a 4 kg de grano verde sin desgranar, una misma arroba de frijol *pintado* cosechado puede venderse verde en 6 soles o en grano seco desgranado a 3,75 soles.

La decisión de cosechar el grano verde o seco estuvo condicionada por la disponibilidad de semilla para la próxima campaña y en algunos casos por precios favorables en el mercado.

Todos los encuestados consumen el frijol que siembran, de los cuales el 70% dijeron sembrar el grano para autoconsumo exclusivo y el 30% restante destina usualmente parte de la producción para la venta. No se encontró relación entre destino de la producción y diversidad, es decir, que los agricultores que siembran para autoconsumo no necesariamente conservan mayor diversidad (Cuadro 6, prueba 2 y 3).

Existen diferentes opciones de consumo para utilizar las mezclas de frijol:

1. Frijol verde o seco, entero (es decir, con testa), cocido: después de hervirlo, lo lavan hasta que el agua salga sin mancha, es decir, transparente. Luego dejan que espese.
2. Frijol verde o seco, pelado (es decir, sin testa), cocido: al cual le quitan la testa pelándolo con la mano o con lejía (ceniza producida en la quema de leña). Posteriormente lo cocinan.

3. Frijol tostado: el grano seco se tuesta, se muele y se cierne como se hace con cualquier otra harina, para preparar sopa. También se tuesta el frijol para el aprovechamiento de las Ñuñas.
4. Vainas tiernas. No son habichuelas o vainitas, sino vainas de cualquier cultivar de frijol que esté en la fase de llenado de vaina. Sólo se observó un caso.

Gran parte de las familias que consumen mezclas, lavan o pelan este tipo de grano para que no tiña la comida. Esta práctica está asociada a razones de tipo estético, como se explica más adelante, pero también puede tener relación con aspectos nutricionales. Algunos tipos de grano poseen testas con taninos, los cuales son compuestos de gran reactividad química, con la capacidad de formar complejos con las proteínas o minerales como el hierro, haciéndolos no disponibles para el organismo. Cabe notar que genotipos con el mismo color de grano pueden presentar diferentes cantidades de tanino en la testa, los taninos están relacionados con los pigmentos de color. (Beebe, 1997). De otro lado, al parecer importa más la afinidad del tanino que su concentración; en el caso de frijol blanco no se presentan taninos que inhiban el hierro (Cons. Pers. Fabio Pedraza, CIAT, 1998).

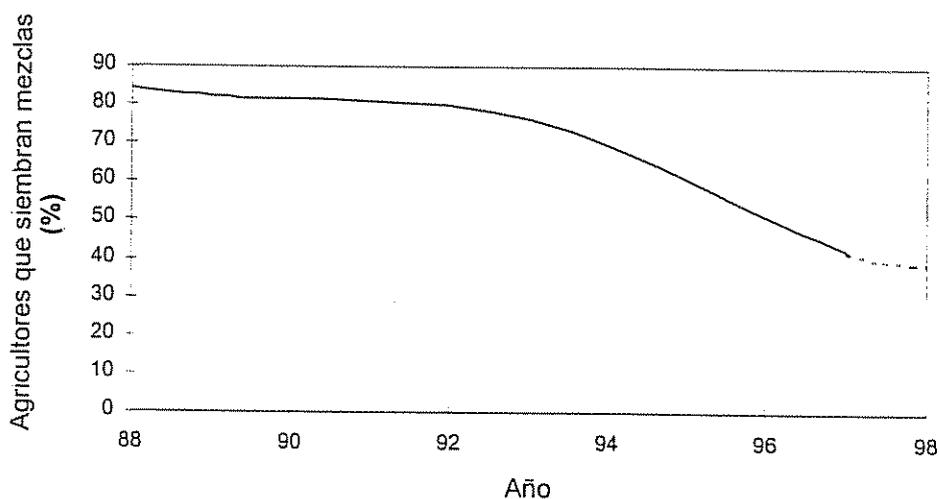
Evolución en la siembra de mezclas

Tendencias en el mantenimiento de la variabilidad. En 1998, se encontró un promedio de 15 morfotipos de frijol por agricultor, lo cual es similar a 14 que fue lo registrado para esa misma zona hace tres años. No obstante, hay que considerar que este año una tercera parte de los agricultores perdió la semilla.

En los últimos tres años, el 40% de los productores (n = 52) mantuvo semilla no seleccionada; un 34% no sembró mezclas en este lapso de tiempo. Un 21% dejó de sembrar *pintados*, ya fuera porque consiguieron una semilla nueva homogénea o porque empezaron a seleccionar las mezclas; y por otro lado, y de manera contrastante solo un 3% que no las sembraban, volvieron a hacerlo. (Cuadro 7)

Los agricultores han dejado de sembrar *pintados* (a una tasa de 5% anual). La Figura 3 muestra la evolución en la siembra de mezclas o *pintados*, representada por el porcentaje de agricultores que en los últimos 10 años se han mantenido sembrándolas, y en la que se observa la tendencia de los agricultores a abandonar la siembra de mezclas. La información se obtuvo en la encuesta, precisando con los productores que ya no sembraban mezclas, hacía cuánto dejaron de hacerlo. (Anexo. 1, pregunta 8).

Figura 3. Evolución en la siembra de mezclas por parte de los agricultores. (n = 51)



* El segmento punteado de la línea correspondiente al año 97 - 98, representa un 16% de agricultores que no han decidido si continuar o no con la siembra de mezclas; se asumió, conforme a la tendencia que no lo harán.

De otro lado, al aplicar la prueba de McNemar se observó que en los últimos tres años hubo un cambio y disminución significativa en el número de productores que siembran mezcla (Cuadro 6, prueba 6).

En la campaña estudiada, la cual fue sembrada en el segundo semestre de 1997, más de la mitad de los encuestados (55%) sembraron frijol seleccionado, un 43% manejó mezclas y solo un agricultor (2%) dejó de sembrar frijol. (Cuadro 7).

Este año, un 32% de los agricultores encuestados ($n = 52$) no lograron recuperar la semilla de frijol sembrada a finales del 97, debido principalmente a pérdida total de la cosecha por exceso de precipitación. Un 20% no continuarán sembrando mezclas por que no disponen de semilla, ya sea porque la perdieron este año o en 1997 debido a sequía o granizada.

Para la próxima campaña en 1998, un poco menos de la mitad (45%) de los productores sembrarán frijol seleccionado; un 39% utilizará mezclas y el 16% restante aún no ha decidido. Su determinación en parte dependerá de la disponibilidad de semilla para continuar con la siembra de este tipo de grano, tal como lo refirieron los encuestados.

Las causas que expusieron los productores sobre pérdida de la semilla concuerda con los datos climáticos representados en las figuras 4 y 5. Durante el ciclo de cultivo o campaña comprendida entre octubre de 1997 y junio de 1998 hubo exceso de lluvia desde noviembre a marzo. Por otro lado, durante la campaña anterior, comprendida entre octubre de 1996 y junio de 1997, hubo exceso de lluvia en febrero y sequía en Diciembre y marzo. Demasiada lluvia durante el ciclo de cultivo puede afectar el frijol negativamente por la proliferación de enfermedades, las cuales se ven favorecidas por la humedad tanto a nivel foliar como radical. Por otro lado, si la sequía coincide con épocas de floración puede incidir negativamente en la producción.

Los factores que influyen para que los agricultores conserven o no las mezclas se resumen en el Cuadro 7, que se presentan como económicos, agronómicos, disponibilidad

de semilla y calidad de consumo. Las razones y factores asociados a cada situación se detallan y analizan a continuación.

Factores que inciden para mantener la mezcla o recuperarla. Los productores que continuarán sembrando mezclas (40% aproximadamente) las consideran importantes porque son útiles para autoconsumo, gustan de su calidad y en segundo término porque aprecian sus características agronómicas, tales como buen rendimiento, resistencia a enfermedades (factor que puede estar asociado al primero) y mayor precocidad que el tipo de frijol blanco y Ñuña. Por otro lado, una sexta parte (16%) mantuvo la semilla porque no disponían de otro tipo

Los que recuperaron semilla de mezcla de *pintados* fueron dos encuestados (3%) que la consiguieron comprada con vecinos y familiares, en uno de los casos a 6 soles/4 kg, es decir 1.5 soles/kg (1US\$ equivale a 1.7 soles), que es el precio aproximado del grano de *pintado* en el mercado. La semilla que consiguieron los dos productores corresponde a semilla de frijol Rayado, que es un grano grande, crema con rayas negras, de forma arriñonada, que venía mezclado con otros granos en menor proporción.

El segundo agricultor se mostró también interesado en la colección de semillas de los bancos que ofreció INIA y la sembró el año pasado. Comentó que había sembrado la colección porque quería tener otros tipos de semilla y posteriormente a la cosecha dió un buen concepto del material, diciendo que a pesar del exceso de lluvia, este tipo de frijol había logrado producir.

Factores que inciden para dejar de sembrar mezclas. Dejar de sembrar mezclas significa sembrar tipos de semilla homogénea o empezar a seleccionar la semilla de las mezclas favoreciendo uno o a lo sumo 4 tipos de grano. Considerando los productores que dijeron no tener *pintados* en 1995 ni en 1997 que suman un 34%, un 15 % del total comentaron no haberlos sembrado nunca y un 19% haber dejado de sembrar hace más de tres años. Las razones que desmotivan al agricultor a conservar este tipo de semilla están

referidas en primera medida a su bajo precio (71%), menor calidad de consumo comparada con el frijol de tipo blanco (21%), bajo rendimiento (7%), y otras razones como no disponer de semilla o no conocerla (Cuadro 7).

Analizando las respuestas relativas a calidad de consumo, los encuestados precisaron las desventajas del frijol *pintado* al compararlo con el tipo blanco. En ese sentido, un 72% hizo referencia a que el frijol *pintado* “mancha” la comida y no es tan presentable su apariencia como lo es el del frijol blanco, el cual es preferido por habitantes de la Costa, región donde los intermediarios venden el grano. Un 47% mencionó el gusto más agradable “harinoso” (o arenoso) del frijol blanco, su rápida cocción (18%), y la ventaja de que hincha durante el cocimiento (12%).

Una quinta parte de los encuestados (21% de 53) dejaron de sembrar mezclas en el 97, debido al bajo precio y/o difícil venta de este tipo de frijol (55% de 11) y como razón igualmente importante, no volvieron a sembrar mezclas debido a falta de semilla (55%), aspecto que se analiza mas adelante. Otros factores enunciados fueron baja calidad de consumo (18%) y bajo rendimiento (9%). (Cuadro 7).

Resultados obtenidos mediante la técnica de Mancala. Con esta herramienta se observó la decisión que toman los agricultores al elegir entre diferentes tipos de semilla. Resultó que un 87% de los productores descartaron las mezclas. Como parte de este grupo un 68% prefirió otro tipo de frijol, debido principalmente a su bajo precio y/o difícil venta, un 61% prefirió otra calidad de consumo, y una menor proporción de informantes hizo referencia a bajo rendimiento o no conocer la semilla de *pintados*. De otro lado, un 13% de los productores, prefirieron mezclas (no las descartaron). Un 67% de este tipo de agricultor aprecia los *pintados* por sus características morfoagronómicas, utilidad y deseable calidad para autoconsumo, y también un 50% dijo que la sembraba por que era la semilla de la cual disponían. (Cuadro 8).

Preferencias sobre los morfotipos componentes de las mezclas. Se encontró que once son los tipos de grano más comunes, difundidos entre el 15 y 55% de agricultores ya sea en mezclas o semilla homogénea. Dos de ellos son blancos, 1 Ñuña, 5 cremas, 2 morados y uno rojo. De acuerdo con el Cuadro 9, el tipo de frijol 1, que es el más difundido (grano grande, blanco y aovado/redondo, llamado Blanco Pílon, Huevo de Paloma, Caballero) es el que tiene mejor precio en el mercado, 3,8 a 4,7 S./, así como los tipos Ñuña pava (3), Pílon crema (5), Blanco largo (6) y Mantequilla (8). Todos los anteriores poseen buenas características para consumo y los agricultores los calificaron como preferidos.

Dentro de los tipos más difundidos se presentaron también los tipos 4, 7 y 11, que aunque no tienen buen precio son preferidos por los agricultores principalmente por cualidades del grano para autoconsumo y por características agronómicas. Por otro lado, se encontraron morfotipos que no son preferidos por el agricultor pero se presentan con alta frecuencia. En esta modalidad se encuentran los tipos 2, 9 y 10, los cuales no tienen buen precio y no se reportaron características de consumo o agronómicas sobresalientes. Cabe notar que el tipo 2, es el segundo morfotipo más popular, pero recibió una calificación muy baja, no tienen buen precio en el mercado ni características sobresalientes para consumo. (Cuadro 9).

Sondeo de mercado. Los agricultores encuestados venden frijol verde y seco en los mercados de Cajamarca y Matara principalmente, y en menor escala en Namora. En los caseríos de Caucau, Pampalarga y San Juan, algunos productores reportaron que los intermediarios llegaban hasta las parcelas a comprar el grano.

En el mercado de Cajamarca se registraron 16 tipos de frijol, que corresponden a granos de color Blanco, crema y amarillo principalmente. El precio promedio al público, de los diferentes tipos de frijol fue de 3,6 Soles/kg, presentando el mayor precio el frijol Blanco Caballero grande con 4,7 S./, comparado con el Pinto que tuvo un precio promedio de 2,2 S./. Estos datos coinciden con una visita hecha en el mes de Agosto de 1996 donde se observó que el frijol *pintado* presentó el precio mas bajo y los granos tipo Blanco y Ñuña, el más alto.

En el mercado de Matara se sondearon intermediarios que compran frijol a los agricultores. Los productores venden el frijol *pintado* seco a 15 S./@, lo cual corresponde a la mitad de precio del frijol Blanco Caballero, Bayo, Mantequilla que pueden valer mas de 30 S./@. De otro lado, el frijol *pintado* verde vale menos que el blanco en vaina (7 comparado con 9 S./@), y según comentarios de los agricultores, usualmente es rechazado por los intermediarios.

Análisis de la relación de factores específicos: riego y venta. Con las pruebas de chi cuadrado no se encontró relación entre diversidad y destino de la producción, ni entre diversidad y disponibilidad de riego (Cuadro 6, pruebas 4 y 5), lo cual difiere de los resultados encontrados en la investigación realizada en 1995.

Discusión

Los agricultores del área de estudio localizada en Cajamarca, manejan diversidad de cultivares, lo cual está relacionado con el manejo de mezclas. El promedio de 15 morfotipos conservados en mezcla por agricultor encontrados en Cajamarca, es similar a referencias sobre mezclas que manejan productores en Africa, las cuales oscilan entre 13 y 20 cultivares. La importancia de tal diversidad de cultivares de frijol, radica no sólo en el uso actual (autoconsumo), sino también en el gran valor de uso potencial. En ese sentido, es importante resaltar la relevancia de la región estudiada, por la existencia de comunidades que aún siembran mezclas de semillas con diversidad intraespecífica, y por ser un centro de diversidad.

La siembra de frijol está difundida en la área de estudio y el grano es utilizado principalmente para autoconsumo. Por el uso que se da al frijol en la alimentación, es muy importante el rol que desempeña el agricultor en el mantenimiento y conservación del germoplasma. La labor del productor en el mantenimiento de tal diversidad comienza desde

elegir el tipo de semilla que siembra, el lugar donde la consigue, labores culturales, cosecha, almacenamiento del frijol y el uso.

El nivel de diversidad del frijol que conserva el productor, depende en gran medida de la forma como prepara la semilla en cada campaña y del tipo de grano que decide sembrar. Existen al menos dos tipos de agricultor según la forma como alistan la semilla para la siembra. Por un lado, el no conservacionista que selecciona el grano homogenizándolo y por otro, los conservacionistas, de los cuales hubo dos modalidades, uno siembra el frijol tal como lo cosecha, y el otro mantiene un tipo de grano homogéneo seleccionado y a la vez mezclas aparte constituidas por variedad de morfotipos. Actualmente, aproximadamente la mitad de los productores tienden a conservar la diversidad de morfotipos, y la otra mitad a homogenizar el germoplasma.

Para aquellos que mantienen mezclas, su calidad y la utilidad para autoconsumo son razones importantes para continuar sembrando *pintados* y en segundo término las buenas características agronómicas.

A pesar de que sembrar y mantener las mezclas, requiere un determinado manejo para la siembra, cosecha y utilización (el cual difiere del de germoplasma homogéneo), no se encontró que el manejo de la semilla, o diferencias en la duración del ciclo productivo de los diferentes cultivares y otras características como el tiempo de cocción, sean necesariamente limitantes para que el grano se aproveche en mezcla.

La mayoría de agricultores que conservan mezclas, siembran la semilla tal como la cosechan, o como la consiguen. De hecho, se encontraron muy pocos productores que construyen o conforman mezclas y para esto atienden más la selección de algunos tipos de granos y semillas sanas, que las proporciones. Para la conformación de tales mezclas se reportaron cuatro diferentes criterios: hábito, venta, uso de grano para cocer (autoconsumo) y uso de grano para tostar.

En consecuencia, generalmente el mantenimiento de la semilla de los *pintados* no exige del agricultor un trabajo adicional para seleccionar los cultivares que conformarán la mezclas al momento de preparar la semilla, y corresponde quizá con la manera más sencilla de alistar el grano que será sembrado. En estos casos, el ambiente es el que ejercería la mayor selección sobre la semilla, favoreciendo sólo cultivares que logran adaptarse. Pareciera que de esa manera los componentes (cultivares de la mezcla) más competitivos y sus proporciones, se van adecuando a las inesperadas y riesgosas condiciones que se presenten.

Atendiendo la revisión de literatura respecto a las características agronómicas de las mezclas, lo anterior podría explicar porqué los agricultores reconocen que el frijol *pintado* o mezcla de cultivares, es más resistente a las enfermedades y produce mejor rendimiento ante diferentes tipos de estrés. De los 17 agricultores que perdieron la semilla este año, las dos terceras partes correspondieron con un tipo de manejo de semilla selectivo, lo cual podría ser un indicativo de la mejor adaptación de las mezclas a los diferentes tipos de estrés ambiental que se presentaron en los últimos años. Sin embargo, se requiere de un análisis más detallado para probar las conclusiones derivadas de esta observación.

Cabe notar que, aunque solo en baja proporción (3 de 53), hubo agricultores que refirieron el bajo rendimiento de las mezclas. Según lo observado, tales comentarios pueden deberse a que: 1) los productores tienden a sembrar este tipo de semilla en los suelos más pobres, 2) en los dos últimos años han habido condiciones muy limitantes para la producción, tanto por sequía como por exceso de humedad, en los que muchos cultivos se han visto perjudicados 3) semilla de mezclas que no provienen de la misma zona pueden requerir tiempo para adaptarse a la nueva condición, 4) efectivamente las mezclas son susceptibles de mejorar su rendimiento en forma significativa.

A pesar de que varios agricultores reconocen las ventajas agronómicas de las mezclas constituidas por diversidad de cultivares, y de que aún existe el conocimiento para manejarlas y utilizarlas, fue evidente la creciente preferencia del agricultor por germoplasma con aceptación en el mercado, usualmente más homogéneo genéticamente. Al

lado de aspectos agronómicos, hay factores que inciden en mayor medida para que el agricultor decida mantener o descartar los *pintados*, los cuales están referidos principalmente a aspectos de tipo económico, calidad de consumo y disponibilidad de semilla diversa.

Al monitorear la evolución de la siembra de mezclas, se observó la dinámica de conservación de la diversidad de frijol que manejan los productores y se tuvo una idea aproximada y cuantificada del proceso de erosión genética que puede estar ocurriendo en la zona. Aunque la investigación no contempla análisis de tipo molecular o bioquímico para precisar el nivel de diversidad presente en las fincas de los agricultores, las diferencias morfológicas del grano y de la planta, dieron una idea de la variedad de morfotipos existentes en el área., lo cual refleja de alguna manera la tolerancia del agricultor por mantener heterogeneidad de granos. Se comprobó que el tipo de manejo de la semilla está asociado con la riqueza de morfotipos, de manera que los productores que siembran mezclas, conservan en forma significativa, un mayor número de cultivares. Habría una mayor probabilidad de encontrar diversidad en semillas que no se someten a procesos selectivos por parte del agricultor, que aquellas que son seleccionadas en cada cosecha (Com. Pers. J. Tohme, 1998).

El seguimiento al manejo de las mezclas, se realizó mediante una observación directa en el campo en el lapso de tiempo comprendido en tres años, entre 1995 y 1998, y a través de las encuestas también se tuvo una idea de lo que ocurrió en un periodo de 10 años, desde 1988 a 1998. Mediante estas dos observaciones, se determinó que existe la fuerte tendencia a dejar de sembrar mezclas y a iniciar procesos de selección que homogenizan el germoplasma, donde se favorecen generalmente uno o máximo cuatro cultivares de interés comercial. La demanda y buen precio en el mercado parecen determinar en mayor medida esta tendencia, incidiendo incluso en aquellos productores que siembran principalmente para autoconsumo.

Sin embargo, vale tener en cuenta, que según las observaciones en campo y los comentarios de los agricultores, la homogenización de la semilla requiere tiempo, pues a

pesar de que en cada campaña se seleccionan los granos, aparecen tipos no esperados por el agricultor. Solo 3 encuestados localizados en Bellavista y Sulluscocha mantuvieron semilla totalmente pura, mientras que varios productores que seleccionan el frijol, ubicados cerca a Matara, refirieron que la semilla se "daña", es decir que a pesar de que la seleccionen aparecen *pintados*. Algunas explicaciones apuntan a existencia de cruzamiento (Com. Personal Debouck, 1998; Martin y Adams, 1987b) y a permanencia de la semilla en el suelo de una campaña a otra.

Los productores que hacen selección de la semilla, favorecen la presencia de granos de interés comercial por su buen precio en el mercado o facilidad para comercializar, como ocurre con los granos, Blanco Caballero, Ñuña Pava, Canario, Plomo y Gloriabamba. En menor escala, también se hace selección de granos para consumo, como el Huicapa rayado, y otros tipos blancos -chusco, largo, criollo, chiquito-, donde las características que le interesan a l productor, son buen sabor, rápida cocción, buen rendimiento, precocidad, y para el caso de *pintados* (como el Huicapa), grano grande que facilite quitar su cáscara.

El agricultor prefiere sembrar tipos de frijol que tengan mayor demanda en el mercado, mayor precio y/o facilidad en la comercialización del grano. La incidencia del factor económico se manifiesta en la frecuencia de cultivares más difundidos entre los agricultores, lo cual puede ser resultado de procesos de selección de la semilla. Se encontró que los tipos más comunes de frijol, como el frijol Blanco (Pilón, Caballero, Huevo de Paloma), la Ñuña Pava y el Mantequilla presentan los mejores precios en el mercado.

Vale notar que dentro de los once tipos de frijol más difundidos, se presentaron algunos que no son preferidos por los productores, puesto que no tienen un precio atractivo, ni características agronómicas y de consumo interesantes. Pareciera que existen cultivares muy bien adaptados y establecidos en el agroecosistema, que subsisten aún bajo la presión de selección del agricultor.

La gran proporción de cultivares -que podrían llamarse raros, o poco frecuentes- sembrados por bajos porcentajes de agricultores, que en 1995 parecía indicar pérdidas

constantes de cultivares debido a situaciones ambientales, puede también ahora explicarse por la constante selección que ejercen los productores sobre las semillas.

Mediante la técnica de Mancala se observó que la mayoría de productores descartaron la mezcla. Con la pérdida de cosechas en las últimas campañas y la baja disponibilidad de semilla, los agricultores se verán en la necesidad de elegir el tipo de grano que continuarán sembrando. Se podría prever que una buena parte de productores optarán por los tipos de semilla de mayor aceptación en el mercado y mejor precio, tal como ocurrió con varios productores que perdieron la semilla en 1997. El bajo precio y difícil mercado del frijol *pintado* desmotiva incluso a los agricultores que siembran para autoconsumo e incide en que se tienda a descartar las mezclas y granos *pintados*, a pesar de sus ventajas agronómicas con las que se asegura la producción y alimentación ante riesgos ambientales. De otro lado, agricultores que tienen la oportunidad de vender parte de su producción, pueden conservar alta variabilidad de cultivares.

En ese orden de ideas, no se encontró relación entre disponibilidad de riego y diversidad. Agricultores que enfrentan mayores riesgos como es la sequía, quizá están más interesados en mantener granos que puedan vender, que aquellos que se adaptan mejor a la condición ambiental de sus parcelas. Así mismo, agricultores que disponen de riego pueden también mantener alta diversidad.

En la observación realizada en 1995 se encontró relación entre disponibilidad de riego y riqueza de cultivares por comunidad. Es posible que tales resultados se hayan obtenido porque se estudio una población mayor y en el análisis se incluyeron otras zonas, como es el caso de Sorocho y Encañada.

Otro factor que influye para que el agricultor deje de sembrar mezclas es la calidad de consumo. Las preferencias de consumo de los agricultores responden de alguna manera a la demanda en el mercado, primer factor expuesto, y obedecen mayormente a aspectos estéticos. A pesar de que en esta parte de la Sierra se ha acostumbrado la utilización de mezclas, es posible que el patrón de consumo de las familias cambie conforme al patrón de

los consumidores-compradores de frijol de la Costa del país (Perú) hacia tipos de grano blanco y crema. Este aspecto incide en la selección de granos de color claro en la preparación de semillas.

De otro lado, la disponibilidad de semilla también es un factor determinante para la conservación de variedad de cultivares, pues muchos productores están sujetos a sembrar la semilla que logren conseguir. Una causa por la cual varios agricultores no continuaron sembrando mezclas en 1997, fue la baja disponibilidad de semilla. Cabe notar sin embargo, que otros sembraron mezclas al no conseguir otro tipo de semilla para sembrar.

A pesar de que algunos agricultores que pierden las mezclas, recurren a los mercados o a los vecinos para recuperarlas, en la medida que pasa el tiempo, este tipo de grano se vuelve cada vez mas escaso y no siempre se consigue semilla de buena calidad adaptada a las condiciones locales. Actualmente se adelantan acciones por parte de las instituciones cooperantes, tendientes a mejorar la disponibilidad de semilla diversa. En tal sentido, CIAT a través del programa de manejo de la tierra, en conjunto con INIA, han establecido bancos de germoplasma de frijol en fincas de agricultores. Es importante considerar, que con el desarrollo de estas colecciones *in situ* de frijol, el INIA que antes sólo promovía la siembra de variedades mejoradas, está animando en forma paralela la siembra de una gran variedad de cultivares. Por otra parte, ASPADERUC, a partir de este año promoverá durante las Ferias de las Semillas, el intercambio de productos y semillas.

Con base en las observación de las experiencias mencionadas, se constató una de las ventajas de la estrategia de conservación *in situ*, cual es el acceso más directo que pueden las comunidades al germoplasma, y otras instancias locales de índole nacional y no gubernamental de desarrollo. Así mismo, se confirmó la necesidad de coordinar estas actividades con las de conservación *ex situ*, como medida para prevenir la pérdida de germoplasma ante riesgos ambientales, como los que ocasionó en esta oportunidad el fenómeno del niño.

Hay un gran interés por continuar la iniciativa de conservación en frijol por parte de las organizaciones cooperantes del proyecto (y también de los agricultores directamente involucrados a través del establecimiento de bancos locales de germoplasma), a pesar de que en los últimos dos años, su acción en el área de estudio, se ha limitado debido a cambios operativos en las institucionales. Con base en los resultados de la presente investigación, se ve la urgencia de continuar el proyecto, considerando la fuerte tendencia que existe hacia la homogenización del germoplasma y la importancia que tiene la zona en términos de diversidad genética.

El proyecto en Cajamarca, está en fases iniciales y hasta la fecha las actividades han apuntado al desarrollo de estrategias de conservación *in situ* en fincas de agricultores, realizando acciones colaborativas con otras instituciones interesadas en el asunto de conservación. En ese sentido, se han definido directrices generales que orientan el proyecto, animando más que la conservación de cultivares individuales, la totalidad de la diversidad existente. De otro lado, en vez de promocionar comercialmente las variedades nativas se ha enfatizado el uso de otros medios que principalmente motiven al agricultor en la conservación, como puede ser concientizarlo sobre la importancia y utilidad del germoplasma. A este respecto, llaman la atención de manera especial las ferias de las semillas y el establecimiento de bancos locales de germoplasma.

Es importante entapizar que para muchos agricultores no son nuevos los conceptos acerca de las ventajas de mantener diversidad de cultivares para disminuir riesgos en la producción y así asegurar en mayor grado la cosecha. Si bien, es necesario reafirmar este concepto en los productores y limitar acciones que apoyen la homogenización de germoplasma, es preciso tener en cuenta las actuales motivaciones de los agricultores para conservar el germoplasma. Tales motivaciones apuntan a lograr beneficios que signifiquen por lo menos una mejora en el sistema de producción, lo cual puede repercutir positivamente en el mantenimiento de la agrobiodiversidad. En forma compatibles con lo antes expuesto, algunos programas de CONDESAN están apoyando proyectos de conservación relacionados con desarrollo económico para las comunidades y que signifiquen mejoras en la calidad de vida de los productores conservacionistas. En este sentido, es muy válido

promover el uso de la diversidad de cultivares y de mezclas, rescatando el conocimiento asociado a su manejo, a fin de valorar el recurso y buscar alternativas que sensibilicen tanto a productores como a consumidores sobre su incidencia en la conservación de diversidad.

II. Parte: Sistema de información sobre frijol

La documentación sobre las variedades silvestres afines de los cultivos y los recursos genéticos cultivados en fincas *in situ* es especialmente pobre. Esta falta de información es una razón que impide la óptima utilización, acceso y conservación de dichos recursos. En consecuencia, en este ámbito se ha priorizado la creación de sistemas amplios de información sobre recursos fitogenéticos para la agricultura. (FAO, 1996).

La carencia de información sobre recursos genéticos bajo las condiciones mencionadas, está aunada al muy incipiente desarrollo de sistemas de información que se ajusten a los requerimientos del método de conservación *in situ*. Los sistemas de documentación existentes sobre manejo de recursos genéticos, corresponden con los requerimientos de datos registrados durante la evaluación y el mantenimiento del material conservado *ex situ*, por lo cual es preciso considerar las particulares características de la estrategia de conservación *in situ*, al momento de construir los sistemas de información respectivos (Brockhaus y Oetmann, 1996).

En ese orden de ideas, a continuación se hará referencia al sistema de información implementado hace dos años (Sistema de Información sobre conservación *in situ* de frijol 1996- SIF96), como parte de la iniciativa de conservación de frijol en fincas de agricultores en Cajamarca, analizando sus alcances, limitaciones y mejoras que se hicieron en 1998, con base en las necesidades de información de los potenciales y mas inmediatos usuarios. Con base en lo anterior, se clarificaron los objetivos del sistema y se diseñó un modelo conceptual para estructurar la versión mejorada de SIF 96 , correspondiente a SIF 98

(Sistema de Información sobre conservación *in situ* de frijol 1998, SIF98, Disquetes adjuntos).

Aunque el ejercicio realizado consistió concretamente en mejorar un sistema de información, el siguiente reporte enfatiza en analizar la utilidad de la información y el germoplasma respectivo conservado *in situ*. Lo anterior es básico para lograr que los esfuerzos realizados en la conservación y correspondiente documentación, se manifiesten de manera eficiente y efectiva en beneficios directos para los productores, consumidores y otros usuarios del germoplasma. Ampliar las posibilidades en el uso de la información y del germoplasma, son condiciones fundamentales para valorar el recurso y facilitar los esfuerzos en la conservación de diversidad genética.

Antecedentes. En relación con el trabajo realizado en Cajamarca, a finales de 1996 se desarrolló una base de datos (CIAT *et al*, 1996 sin publicar), con el ánimo de sistematizar los datos referentes a la caracterización de semillas de frijol colectadas. A manera de ensayo y previendo que los agricultores y técnicos fueran usuarios de los datos, se diseñó un Sistema de Información (en adelante referido como SIF 96) sobre el germoplasma de frijol inventariado en las parcelas de los agricultores. Durante el diseño se consideró que el sistema fuera amigable al usuario, y de fácil acceso, consulta, impresión e instalación. Los datos y el programa -que opera con un ejecutable-, pueden copiarse en computadoras de por lo menos 8 Mb RAM.

Posteriormente, se vió la necesidad de presentar el sistema a los usuarios para poner a disposición los datos, conocer su concepto sobre esta herramienta, así como, sobre la utilidad de la información. Los usuarios son integrantes de las instituciones cooperantes en el proyecto, algunos de los cuales trabajan directamente con agricultores en el área de estudio.

Objetivo general

Mejorar el sistema de información en la estructura de la base de datos y aplicaciones

Objetivos específicos

1. Evaluar los objetivos y funcionamiento del sistema
2. Diseñar el nuevo modelo conceptual, lógico y físico de la base de datos, si los resultados de la evaluación lo ameritan.
3. Implementar los cambios de la estructura de la base de datos y aplicaciones del sistema

Marco Conceptual

El manejo de recursos fitogenéticos ha involucrado 5 etapas generales: exploración y colección, caracterización y evaluación, conservación, intercambio y utilización, y documentación (Sapra, 1991). Dependiendo del tipo de material y estrategia de conservación, el manejo del material en un banco de germoplasma implica una serie de actividades que requieren ser registradas y generan información.

En la documentación de recursos fitogenéticos, IBPGR (Rincón, 1991) sugiere tener en cuenta los datos de: a) Pasaporte: Identificación de la accesión e información registrada por los recolectores; b) Caracterización: Registro de caracteres altamente heredables, visibles y expresados en todos los ambientes; c) Evaluación preliminar: Registro de caracteres adicionales y deseables según el consenso de los usuarios del cultivo en particular. d) Evaluación posterior: Registro de caracteres adicionales que son deseables en el mejoramiento de las plantas. e) Manejo: Información necesaria para accesiones almacenadas a mediano y largo plazo, así como para la multiplicación y regeneración.

Documentación del manejo de recursos genéticos

Los sistemas de información desarrollados en el ámbito de los recursos fitogenéticos están enfocados a documentar y manejar de manera eficiente tales recursos a través de conceptos relacionados con utilización de base de datos (Konopka y Hanson, 1985).

Los actuales sistemas de bases de datos computarizadas en los programas de recursos genéticos, permiten: integrar en forma ordenada archivos correspondientes con diferentes actividades; introducir y actualizar la información; facilitar el acceso a información de pasaporte, caracterización y evaluación; informar sobre el inventario del material disponible; y seleccionar el material que interesa al usuario. Es ideal que el sistema de documentación permita elaborar libros de campo para la toma de datos y que la información pueda ser manipulada para la conducción de análisis estadísticos. También es recomendable producir un manual de usuario y capacitar el personal que se encargará de la documentación. (Rincón, 1991).

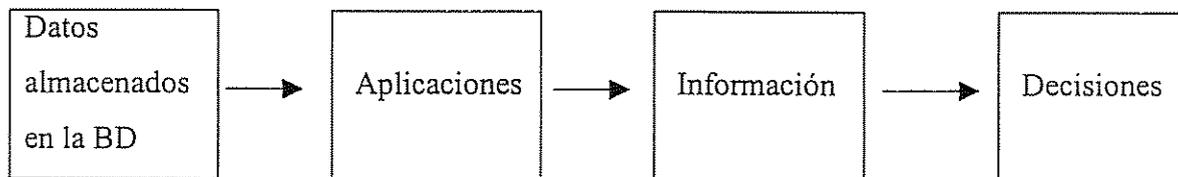
Un Sistema de Manejo de Bases de Datos (SMBD) se define como un "software" que controla las tareas relativas a creación, acceso y manejo de registros de bases de datos. Los programas en SMBD establecen una interfaces entre la base de datos misma y el usuario. Se pueden identificar dos tipos de sistemas de manejo de bases de datos: el jerárquico y el relacional. El segundo ha mostrado ser más apropiado para el manejo de información en bancos genéticos y en él, los datos son representados en forma bidimensional y las relaciones pueden ser establecidas entre cuadros. La información contenida en uno o más archivos separados (por ejemplo, uno para datos pasaporte y otro para evaluaciones) pueden ligarse si los cuadros o archivos tienen campos o descriptores comunes. Existen en el mercado múltiples paquetes de SMBD dentro de los cuales dBASE III PLUS o dBASE IV son una apropiada selección para el manejo de bases de datos pequeñas a medianas, y ORACLE para el manejo de bases de datos grandes. (Sapra, 1991).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, le ha sido delegada la responsabilidad mundial para los frijoles de campo (*Phaseolus spp.*) y mantiene una colección *ex situ* cuyo manejo se apoya en un sistema de información estructurado con el programa ORACLE.

Sistemas de información: Generalidades

Según Rob y Coronel (1996), existen conceptos comunes para todo sistema de información, que pueden ser aplicados independiente del tamaño, tipo y complejidad de la base de datos implementada. En tal sentido, los datos se consideran como hechos que pueden ser almacenados en bases de datos (BD) y es factible convertirlos en información cuando se transforman mediante algún proceso que los organiza. La transformación de datos consiste, por ejemplo, en la tabulación, producción de reportes y despliegue de gráficos, con lo cual se genera información que facilita la toma de decisiones.

Esquema explicativo



Un sistema de información prevé la colección de datos, almacenamiento y recuperación; también facilita la transformación de datos en información y el manejo de datos e información. Está **compuesto por:** gente, "hardware", "software", BD, programas de aplicación, y procedimientos. Dentro del marco del desarrollo del sistema, las aplicaciones (datos e instrucciones de programa) transforman los datos en información.

El funcionamiento de un sistema de información depende de:

1. Diseño e implementación de la BD.
2. Diseño e implementación de las aplicaciones, y
3. Procedimientos administrativos.

El desarrollo de la base de datos hace referencia al proceso de diseño e implementación. El principal objetivo en el diseño de la BD es crear, completar y normalizar un modelo de BD conceptual, lógico y físico completamente integrado y no redundante. La fase de implementación incluye la creación de la estructura de almacenamiento de la BD, la alimentación de los datos requeridos por los usuarios y condiciones para el manejo de datos.

METODOLOGÍA

La mejora del sistema se llevó a cabo:

1. Haciendo una revisión general del sistema, en la cual se identificaron aspectos que requerían ser modificados, relativos por ejemplo, a cambiar la resolución de la presentación, ampliación de algunas ventanas al momento de abrir interfaces, etc., y en los cuales no se profundizará.
2. Evaluando los objetivos y funcionamiento del sistema, dándolo a conocer a los usuarios para precisar sus necesidades de información y sugerencias.

Con base en la evaluación del sistema se diseñó el nuevo modelo conceptual, lógico y físico. La implementación de las mejoras en la estructura de la base de datos y aplicaciones se hicieron con la asesoría de un ingeniero de sistemas. El procedimiento utilizado se describe en las siguientes secciones.

Evaluación de los objetivos y funcionamiento del sistema

El diseño de la base de datos y modelo conceptual se fundamenta en los objetivos del sistema de información, cuya definición depende de los objetivos del proyecto, como también de las necesidades de información y decisiones que requieren tomar los usuarios al momento de consultar la base de datos. La evaluación de los objetivos del sistema, se hizo

comparando los objetivos iniciales con aquellos definidos con base en la utilidad actual y potencial que tiene el sistema para los usuarios. Tales usuarios fueron consultados a través de encuentros grupales y personalizados.

Exposiciones grupales y entrevistas personales. Se realizaron dos exposiciones grupales, una en CIP-CONDESAN en Lima - Perú, con 5 personas, y otra en INIA - Cajamarca, con una concurrencia de 14 asistentes tanto técnicos como profesionales. Se tomó nota de las observaciones de los asistentes durante la ponencia.

Por otro lado, se entrevistaron personalmente 16 usuarios, de los cuales 6 fueron investigadores fitomejoradores, 8 investigadores conservacionistas, y 3 extensionistas agrícolas. En el Anexo 2 se muestra el formato que se utilizó para guiar la entrevista.

Diseño de la nueva estructura y aplicaciones

Atendiendo las necesidades de información de los usuarios se redefinieron los objetivos del sistema y se modificó la estructura de la base de datos.

Diagrama Entidad - Relación. El modelo conceptual de la base de datos se representa mediante el diagrama Entidad - Relación (E-R) el cual está conformado por tres componentes: entidades, atributos y relaciones. Las entidades son objetos en el mundo real y corresponden a cuadros en la base de datos; los atributos son características de la entidad, con sus respectivos posibles valores numéricos o caracteres (dominios); y por último las relaciones que son las asociaciones entre variables (Rob y Coronel, 1996).

Considerando los objetivos, necesidades de información y datos requeridos, se listaron los atributos, comparando los datos de la estructura anterior y la nueva, para evaluar redundancias y datos faltantes.

Consulta a expertos. Para el diseño del modelo lógico y físico, se evaluó el "software" que se estaba utilizando y los requerimientos del "hardware", consultando el Ingeniero de Sistemas que asistió el mejoramiento del sistema.

También se consultó personal relacionado con documentación, diseño y manejo de bases de datos de germoplasma de IBPGR, CIAT y CATIE, para conocer su concepto sobre la documentación de germoplasma conservado *in situ*, posibles requerimientos y alcances.

Compatibilidad del sistema de información *ex situ* e *in situ*. Mediante el uso de descriptores de color primario, color secundario, tamaño y hábito, coincidentes en el sistema de información de la base de datos *in situ* SIF 96 y *ex situ* de CIAT, se compararon 500 muestras del germoplasma proveniente del área de estudio en Cajamarca colectadas en 1998, con semillas provenientes de este mismo departamento almacenadas en la colección *ex situ* CIAT (instalaciones de la Unidad de Recursos Genéticos), lo cual permitió en parte ensayar la compatibilidad de los sistemas.

Resultados

Objetivos y funcionamiento del sistema

La información que actualmente ofrece el sistema puede ser utilizada principalmente por investigadores, sean estos fitomejoradores o conservacionistas, y también por extensionistas. Sin embargo, el sistema considera información adicional, en vista de que algunos entrevistados sugirieron la conveniencia de integrar los diferentes intereses de información de investigadores, extensionistas y personal relacionado con comercialización de granos de las instituciones cooperantes. Los usuarios vieron como ventajas del sistema: la fácil instalación y consulta de la base de datos. Algunos señalaron la aplicabilidad de esta iniciativa para la organización de información en otros cultivos, atendiendo las características de diseño.

En el Cuadro 10 se listan sugerencias de los usuarios respecto a las mejoras del sistema y cómo fueron tenidas en cuenta en el rediseño de la base de datos

Las decisiones que requieren tomar los usuarios al consultar el sistema están relacionadas con: 1) mejoramiento genético de variedades, 2) conservación de diversidad, 3) promoción de cultivares para autoconsumo y finalmente, 4) comercialización. El conjunto de datos correspondientes con la información necesaria para los usuarios en la toma de decisiones, se presenta en el Cuadro 11.

Respecto al primer aspecto, las decisiones giran en torno a la utilización de cultivares en el desarrollo de variedades adaptadas a condiciones agroecológicas determinadas y también en la conformación de mezclas. El germoplasma documentado es también de interés para los fitomejoradores que estén utilizando líneas criollas como último receptor parental de líneas mejoradas; se ha observado que este procedimiento permite la mejor adaptación de variedades mejoradas a condiciones locales (Consulta H. Teherán, investigador de CIAT, 1998).

En segundo término, los usuarios que apoyan proyectos de conservación de agrobiodiversidad se mostraron interesados en utilizar el sistema como herramienta para documentación y monitoreo. Para tal efecto, se requiere información que permita caracterizar la variabilidad en espacio y tiempo.

Con la documentación de cultivares mantenidos por los agricultores se puede establecer una base de información que contribuya a la protección de derechos de las comunidades respecto al germoplasma. Para este propósito se necesitaría integrar al sistema la identificación genética de los cultivares, precisar el origen de los genes y conocer la permanencia de los cultivares en espacio y tiempo. (Com. Pers. D.G. Debouck, 1998).

Desde el punto de vista conservacionista, otras aplicaciones del sistema se refirieron a confirmar que los cultivares registrados en observaciones de campo pasadas o tomadas en ferias de las semillas son efectivamente cultivados por agricultores; reconocer localidades

con alta diversidad de morfotipos; suministrar semillas en zonas donde se haya observado pérdida de semillas o diversidad a fin de que los agricultores que lo requieran las recuperen.

El tercer aspecto, está relacionado con la promoción de cultivares para autoconsumo, lo cual sería de interés para los extensionistas quienes tendrían que seleccionar cultivares bien adaptados a determinadas condiciones ambientales, que llamen la atención por sus características agronómicas y uso.

Por último, el cuarto punto hace referencia a comercializar o mediar en la promoción de cultivares con aceptación en el mercado -local, nacional o extranjero-, exige que los usuarios decidan sobre los tipos de cultivares que les interesa comprar o de aquellos que requieren conseguir semilla para multiplicar y luego vender. Requieren información no sólo sobre características del grano sino también volumen, estacionalidad y distribución de la producción. Este aspecto es abordado de manera tangencial por el sistema y se necesitaría de otro diseño para satisfacer plenamente las expectativas de comerciantes de granos y algunos extensionistas en relación con la información.

Los datos requeridos por los usuarios para satisfacer las necesidades de información pueden agruparse de la siguiente manera:

Datos pasaporte y morfoagronómicos: información sobre colecta, nombre vulgar; peso de 100 semillas, forma, color y brillo del grano; periodo vegetativo, días a floración, días a madurez, reacción a plagas y enfermedades; hábito y rendimiento. Varios señalaron la importancia de haber integrado la foto del grano porque da una idea clara de la distribución del color y forma.

Agroecológicos: referidos a sistema de cultivo -es decir, tipo de asocio- y ubicación ecológica en que se encuentra cada cultivar, describiendo si se siembra en mezcla y en qué proporción se encuentra; épocas de siembra, cosecha; tipos de cultivares que se adaptan mejor a determinadas zonas agroecológicas definidas al menos por altitud, disponibilidad de riego y sistema de cultivo, considerando su tolerancia a suelos infértiles y reacción a

plagas y enfermedades; referencia geográfica relativa al Valle o Cuenca de río en que se encuentra el cultivar. nivel de variabilidad por zona (caserío, departamento).

Económicos. Utilidad del cultivar para el agricultor; aptitud para cosecha en verde y seco; tipos de frijol que pueden ser comercializados, localidad donde se producen los diferentes cultivares, volumen de producción.

El objetivo inicial de la base de datos que consistió en sistematizar la información sobre frijol difiere del objetivo que se planteó finalmente con base en las observaciones de los usuarios. Con base en lo anterior se determinó, que el principal objetivo del sistema está orientado a satisfacer las necesidades de tales usuarios y consiste en documentar los cultivares que se encuentran en las parcelas de los agricultores tomando en cuenta sus características genéticas, morfoagronómicas y datos etnobotánicos. Dependiendo del usuario, la información puede ser utilizada en el desarrollo de variedades mejoradas y conformación de mezclas; promoción de cultivares a consumo principalmente a nivel local y monitoreo.

Diseño de la nueva estructura y aplicaciones

Modelo conceptual. La Figura 6 ilustra el diagrama Entidad - Relación, a través del cual se representa el modelo conceptual del sistema. La base de datos se estructuró basándose en 4 entidades: colector, agricultor, semilla, evaluación y caracterización morfoagronómica, con sus respectivos atributos, los cuales se referencian en el Cuadro 12 también de los Cuadros 14 a 21. Los resultados de la comparación entre los datos requeridos por el nuevo sistema SIF 98 y los del sistema anterior SIF 96, también se muestran en el Cuadro 12. En el Cuadro 13 se exponen los campos de SIF 96 que fueron eliminados.

Las aplicaciones del sistema son búsquedas y clasificación, las cuales facilitan la identificación de cultivares en función de criterios predefinidos. Hay dos tipos de búsqueda:

la primera que se refiere a la identificación y categorización de morfotipos según localidad, hábito, color, tamaño del grano, y reacción a enfermedades; y con la segunda búsqueda se pueden identificar tipos de grano localizados en condiciones agroecológicas definidas según piso altitudinal, riego y tipo de asocio.

La aplicación referida a clasificación ordena en orden alfabético o numérico los atributos relativos a nombre vulgar del frijol, color primario, nombre del agricultor y tipo.

Modelo lógico y físico. Se continuará utilizando el programa Visual Dbase, por la sencillez en la programación, porque se puede instalar el programa con un ejecutable, por la facilidad en el manejo de imágenes y por la mayor compatibilidad con otros paquetes de bases de datos (Com. Pers. Rubiano, C., Ing. Sistemas, 1998).

Se constató que el SIF96 funciona en los equipos disponibles en las instituciones cooperantes, al instalarlo en computadoras de ASPADERUC, en una oficina del Ministerio de Agricultura en Estación Experimental Vista Florida en Chiclayo y en la Estación Experimental Baños del Inca en Cajamarca de INLA, en el programa de mejoramiento de frijol de CIAT; en CIP-CONDESAN ya había sido instalado. En todos los casos los equipos tuvieron una capacidad igual o mayor de 8 Mb-Ram, y versiones superiores a Windows 3.x, que son los requerimientos mínimos del sistema.

De otro lado, en 1998 se consideró la posibilidad de utilizar el sistema estandarizado y recomendado por IPGRI para documentar colecciones *ex situ*, llamado "Personal Computer - Germplasm Resources International Network (pc GRIN)" para adaptarlo a las necesidades locales y condiciones de conservación *in situ*. Sin embargo, no fue posible evaluar directamente esta opción y en forma comparativa con SIF 96, porque durante la realización de este trabajo, el sistema pc GRIN estaba hasta ahora siendo validado. Se tomó en cuenta entonces, la apreciación de Williams, D., IBPGR (1998), quien considera apropiado y recomendable continuar manejando sistemas menos complejos, para la documentación de colecciones ubicadas en fincas de agricultores.

Compatibilidad con otros sistemas. La compatibilidad entre sistemas de bancos *in situ* y *ex situ* es condición para hacer comparaciones con semilla conservada en las colecciones. El sistema de información SIF 96 y 98 fue diseñado atendiendo el modelo actual de la base de datos de germoplasma de CIAT en relación con atributos y dominios. Se observó que hay compatibilidad entre los sistemas, al hacer el ejercicio de comparar germoplasma caracterizado con descriptores utilizados por la base de datos del SIF 96 y la de CIAT. Fue posible identificar morfotipos de grano similares en la colección *ex situ*, utilizando cuatro descriptores: color primario, color secundario, tamaño y hábito. Es ideal contar con datos adicionales tales como uso, nombre vulgar y reacción a enfermedades, para lograr una mejor identificación de las semillas. En caso de que los morfotipos de grano comparados sean similares -el colectado en fincas de agricultores y lo que existe en la colección *ex situ*-, los datos adicionales concuerden, las muestras provengan de zonas cercanas y hayan sido colectadas en un lapso de tiempo incluso hasta de cuarenta años, podría asumirse que se trata del mismo cultivar. (Com. Pers., D.G. Debouck, 1998).

Sin embargo, dado que el germoplasma mantenido *in situ*, evoluciona y no hay total certeza de que lo colectado en un determinado tiempo (y sitio) sea lo mismo que aquello colectado en otra ocasión, así parezca el mismo morfotipo, puede tratarse de otro cultivar. Para ser más precisos en la identificación y referenciación del germoplasma conservado *in situ* respecto a lo que se encuentra *ex situ*, sería conveniente que existieran copias en la colección *ex situ* de las muestras de semillas conservadas *in situ*. (Com. Pers. D. Williams, 1998).

De otro lado, algunos usuarios sugirieron la conveniencias de que los descriptores y la estructura del sistema SIF 98 fuera compatible con otras bases de datos de documentación de germoplasma, tal como el sistema SINGER, lo cual es una tarea pendiente.

Implementación de las mejoras

La implementación del sistema se presenta en siete disquetes anexos, de los cuales consta el sistema. (ver disquetes, Anexo3).

DISCUSIÓN

En el ejercicio de presentar la base de datos sobre el germoplasma de frijol presente en fincas de agricultores en Cajamarca, se determinó que además de los fitomejoradores, existen otros usuarios potenciales del germoplasma y de la información, tales como investigadores conservacionistas, y extensionistas. Los datos del sistema son parcialmente útiles para comerciantes, porque aunque se puede dar una idea de los cultivares mas apreciados en el mercado local, épocas de cosecha y parcelas donde se inventarió, se requiere otro diseño para determinar volúmenes de producción de cada cultivar, localización y estacionalidad en la producción o siembra.

Considerando que las directrices del diseño del sistema de información se fundamentan en los objetivos del proyecto y en las necesidades de los usuarios para la toma de decisiones, las modificaciones hechas al sistema atendieron las sugerencias de los usuarios, tomando en cuenta integrar las diferentes necesidades de información, tal como algunos lo propusieron.

Aunque queda pendiente presentar el sistema a los agricultores, sus necesidades de información fueron identificadas mediante las encuestas y se consideraron en el diseño de la estructura. Los datos respectivos a la información necesaria están referidos a mercado del grano (precio y demanda), sabor, facilidad de cocción, tamaño del grano, rendimiento, resistencia a enfermedades, adaptación a suelo pobre y precocidad. Aunque los productores no poseen los medios para acceder a una base de datos computarizada, si podrían tener acceso a los datos en forma impresa. Con base en charlas con agricultores, se observó que se interesan por conocer los nombres de cultivares que ignoran, formas de preparación, rendimiento, resistencia a enfermedades, cultivares con mejor mercado, así como en la consecución de semillas.

Dentro del enfoque de conservación *in situ*, el sistema de información es también útil como herramienta de monitoreo para hacer seguimiento periódico a los cultivares presentes en el campo de los agricultores. En forma comparativa, esto corresponde con las tareas relativas a evaluación de viabilidad de semillas realizadas en una colección *ex situ* para confirmar la existencia y disponibilidad del grano en el banco. Por otro lado, documentar datos etnobotánicos y genéticos sobre cultivares manejados por comunidades rurales que han participado en el proceso de domesticación por generaciones, podría ser básico para el reconocimiento de los derechos que tienen los agricultores sobre el germoplasma.

Dentro del manejo de recursos, el sistema permite organizar información en lo que respecta a colección, caracterización, evaluación, y monitoreo. El sistema no abarca las etapas de utilización y distribución de germoplasma. Sin embargo, se observó que ya existen usuarios interesados en semillas de cultivares, bien sea porque las requieren en programas de mejoramiento, para comercialización o para la promoción de algunos tipos dentro de las comunidades. Está por definir como se deben manejar estos aspectos del proyecto.

Los descriptores utilizados en la base de datos son compatibles con los del sistema de información de CIAT, siendo factible identificar morfotipos de granos similares provenientes del campo con los que se encuentran en la colección. Aunque falta evaluar la afinidad del sistema con SINGER y pc GRIN, fue un paso importante confirmar que el sistema sea compatible en los descriptores de pasaporte y datos morfoagronómicos del sistema de CIAT, lo cual facilita en caso de necesitarlo, transferir información de un sistema a otro, o identificar morfotipos de granos similares.

CONCLUSIONES

1. En los últimos 3 años, hubo una disminución significativa en el número de agricultores que conservaron mezclas de semillas y se observó la tendencia a homogeneizar genéticamente el germoplasma, mediante procesos de selección en los cuales se favorecen principalmente tipos de grano de interés comercial. Puesto que el manejo de mezclas de semillas está asociado con riqueza de morfotipos, de manera que los agricultores que conservan mezclas mantienen mayor número promedio de morfotipos, la evidencia de una disminución significativa de agricultores que mantienen los *pintados*, puede dar una idea de la magnitud de los procesos de erosión genética al hacer el monitoreo en fincas de productores.
2. Las condiciones para preparar la semilla, prácticas de cosecha de cultivares con diferente duración en el ciclo de cultivo y aprovechamiento de granos provenientes de diferentes cultivares, no representan mayores inconvenientes para que las mezclas sean mantenidas y utilizadas.
3. En relación con el mantenimiento de las mezclas, al parecer no es suficiente que los agricultores reconozcan ventajas agronómicas en las *pintados* respecto a su mayor resistencia a plagas y enfermedades, mejor rendimiento, "precocidad", mayor adaptación al medio y estabilidad en la producción ante riesgos ambientales determinantes, como puede ser sequía y baja fertilidad de suelos. Existen otros factores tales como: mejor demanda y/o mejor precio en el mercado y calidad de consumo, que determinan en mayor medida la preferencia del productor por granos de interés comercial, usualmente homogéneos genéticamente, como el Caballero, Pílon y huevo de Paloma, de tipo blanco.
4. Los agricultores que siembran para autoconsumo no necesariamente manejan mayor diversidad de morfotipos.

- 5 En las comunidades observadas, no hay evidencia que la baja disponibilidad de riego, que pudiera representar un mayor riesgo para perder la cosecha ante la sequía, esté asociado con mayor diversidad de morfotipos que maneja el agricultor.

Sobre la información para el manejo de recursos genéticos.

1. El objetivo del sistema de información fue redefinido con base en las necesidades de información de los usuarios inmediatos de la base de datos, pertenecientes a las instituciones cooperantes. Se planteó que el nuevo objetivo es documentar los cultivares que se encuentran en las parcelas de los agricultores tomando en cuenta sus características genéticas, morfoagronómicas y datos etnobotánicos. Dependiendo del usuario, ya sea investigador fitomejorador, investigador conservacionista, extensionista agrícola (o comerciante agrícola), la información puede ser utilizada en el desarrollo de variedades mejoradas y construcción de mezclas; monitoreo y promoción de cultivares para consumo, principalmente a nivel local.
2. El sistema fue mejorado en el diseño de la estructura de la base de datos y de las aplicaciones. El funcionamiento del sistema fue modificado, con base en la redefinición del objetivo.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones están referidas sólo al área de estudio.

1. Son necesarias las actuales acciones institucionales dirigidas a concientizar al productor sobre la importancia de la agrobiodiversidad que mantiene en sus fincas y a mejorar la disponibilidad de semilla diversa en las comunidades, por ejemplo, mediante la promoción de ferias de semillas y el establecimiento de bancos de germoplasma. Sin embargo, teniendo en cuenta los intereses de los agricultores y que la importancia por conservar la agrobiodiversidad tienen una connotación a nivel mundial, se requiere desarrollar estrategias complementarias que incentiven y posibiliten a los productores en el largo plazo para realizar esta tarea, considerando:
 - a) La retribución económica de su labor, de manera que la conservación también signifique mejoras por lo menos en las condiciones de producción.
 - b) Acciones tendientes a sensibilizar a los consumidores y otros usuarios del germoplasma, sobre la importancia de su papel en la conservación de la diversidad en fincas de agricultores.
2. Es necesario rescatar el conocimiento que aún queda sobre el manejo y uso de mezclas, así como de los diferentes cultivares, pues con esto se podría favorecer su conservación, incentivando en primer término el consumo a nivel local. En el ámbito internacional ya se ha iniciado la promoción de productos diversos (visitar home page <http://www.indianharvest.com>), opción que podría considerarse.
3. Sería pertinente continuar investigando sobre cómo hacer más eficiente el uso y acceso al germoplasma que se conserva, así como a la información derivada de su manejo.

Sobre el sistema de información. En el presente trabajo se avanzó en la modificación de la estructura, y los datos disponibles corresponden a lo sistematizado en 1996. Por tanto, resta complementar la información morfoagronómica con datos que INIA ha ido generando, y de ser factible con análisis de tipo genético para afinar la identificación de cultivares. De las instituciones participantes, CIAT es la organización que cuenta con medios para hacer análisis moleculares y bioquímicos para caracterización genética, información que sería de gran utilidad para integrar al sistema.

Como parte de la fase de implementación, falta diseñar un plan de manejo y administración del sistema que favorezca el acceso a la información y al germoplasma a los usuarios

Sobre el trabajo en Cajamarca. Se requiere una revisión de objetivos de las acciones que se están realizando en la zona de estudio, que parta de la experiencia adquirida hasta el momento y considere los intereses de los agricultores, de los potenciales usuarios de la información y el germoplasma, y también los de instituciones cooperantes. También es necesario coordinar las iniciativas de conservación *in situ* y *ex situ*, para que dentro de esta perspectiva integral, se atienda lo que exige la tarea de conservación.

Referencias

- Barker, D. 1979 Appropriate methodology: an example using a traditional african board game to measure farmers' attitudes and environmental images. *IDS Bulletin* 10(2)37-40
- Becerra, V.L.; Gepts, P. 1994. RFLP diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in its centres of origin. *Genome* 37:256-263
- Beebe, S. 1997. Mejoramiento de calidad culinaria y nutricional del frijol: Posibilidades y perspectiva. *In* (Trabajos presentados) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, CIAT. P. 249-256
- Bellon, M.R. 1996. The dynamics of crop infraespecific diversity: a conceptual framework at the farmer level. *Economic botany* 50:1:26-39.
- Brockhaus, R.; Oetmann, A. 1996. Aspects of the documentation of *in situ* conservation measures of genetic resources. *Plant genetic resources newsletter* 108:1-16
- CIAT, ASPADERUC, CONDESAN, INIA. 1996. Conservación *in situ*: Sistema de información de germoplasma de frijol. Cuatro disquetes. Sin publicar.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Shoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56 p
- Davis, J.H.C.; Panse, A. 1992 Epidemiology in pure stands and varietal mixtures: varietal mixtures for rust control. African bean pathology workshop (1987, Kigali, Rwanda). Proceedings. Dar es Salaam, Tanzania, Centro Internacional de agricultura Tropical. CIAT African workshop series:20:62-66

- Debouck, D G. 1995. Conservación *in situ* de recursos fitogenéticos y documentación. *In* Curso internacional sobre la documentación en Recursos Fitogenéticos (1995, Palmira, Colombia). Resúmenes, Palmira, Colombia. 16 p.
- Debouck, D.G.; Toro, O.; Paredes, O.M.; Johnson, W.C.; Gepts, P. 1993. Genetic diversity and ecological distribution of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in northwestern South America. *Economic botany* 47(4):408-423.
- Debouck, D.G. sf . Trip report: Phaseolus germplasm collection in Cajamarca and Amazonas, Perú. May 9 -June20, 1985; July 29-August 26, 1986. 38 p.
- Eyzaguirre, P.; Iwanaga, M. 1996. Farmers' contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. *In*: Eyzaguirre, P.; Iwanaga, M. eds. Workshop on participatory plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). IPGRI, Roma, Italia. P 9-18.
- FAO. 1998. Year book : Production 1997. Rome, FAO statistics series 51(142):95-96
- FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, y la declaración de Leipzig (aprobados por la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, Leipzig, Alemania 17-23 de Junio de 1996). P 49-61.
- Fujisaka, S.; Hurtado, L. 1995. Hacia un trabajo participativo en conservación de suelos y agua en Inca, Ecuador. *In* V Encuentro Nacional sobre leguminosas de grano de la Zona Andina - RELEZA V (Junio 6-9, 1995, Ibarra, Ecuador). Resúmenes. Ibarra, Ecuador.
- Fujisaka, S.; Hurtado, L. 1996. Understanding and conserving farmers' bean diversity: Cajamarca - Perú. Sin publicar.

- Glowka, L.; Burhenne-Guilmin, F.; Synge H. 1996. Guía del convenio sobre la diversidad biológica. Gland y Cambridge, UICN.
- Habtu. A.; Van der Bosh, F.; Zadocs, J.C. 1995. Focus expansion of bean rust in cultivar mixtures. *Plant pathology*:44:503-509
- Holle, M. 1998. Pasos hacia una conservación de la agrobiodiversidad. Taller electrónico sobre experiencias en la gestión de las Reservas de la Biosfera -1998. A.ponce@cgnet.com.
- Iwanaga, Masa. 1995. IPGRI strategy for *in situ* conservation of agricultural biodiversity. In: Engels, J.M.M. ed. *In situ* conservation and sustainable use of plant genetic resources for food and agriculture in developing countries. Seminario de DSE/ ATSAF/IPGRI (Mayo 2-4 de 1995, Bonn-Rottgen, Alemania). Reporte. Roma, Italia, IPGRI; Feldafing, Alemania, DSE. P 13-26.
- Jones, P.G.; Beebe, S.E.; Tohme, J.; Galwey, N.W. 1997. The use of geographical information systems in biodiversity exploration and conservation. *Biodiversity and conservation* 6:7:947-958.
- Konopka, J.; Hanson, J. 1985. Management data in a genebank. In: Konopka, J.; Hanson, J. eds. *Documentation of genetic resources: Information handling systems for genebank management*. Roma, IBPGR. P 21-28.
- Leakey, C.L.A. 1988. Genotypic and phenotypic markers in common bean. Genetic resources of *Phaseolus* beans. In: Paul Gepts. Ed. Dordrecht, Holland. Kluwer Academic Publishers. P 245-327
- Lenné, J.M.; Teverson, D.M. 1993. Functional diversity of phaseolus bean mixtures in East Africa: disease control in bean mixtures. Pan-African bean pathology working group meeting (1992: Thika, Kenya). Proceedings. Butare, Rwanda, Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT African workshop series 23:77-84.

- Martin, G.B; Adams, W. 1987a. Landraces of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in northern Malawi. I. Regional variation 41(2):190-203
- Martin, G.B; Adams, W. 1987b. Landraces of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in northern Malawi. II. Generation and maintenance of variability. Economic botany 41(2):204-215
- Montoya, G.C. 1993. Proceso de toma de decisiones y su racionalidad en la adopción de prácticas de conservación de suelos, Puriscal, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 170 p.
- Muñoz, Guillermo; Giraldo, Guillermo; Fernández Soto, José. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia: CIAT. (Publicación CIAT: 177). P 51-86.
- Ntahimpera, N.; Dillard, H.R.; Cobb, A.C.; Seem, R.C. 1996. Antracnose development in mixtures of resistant and susceptible dry bean cultivars. Phytopathology 86(6):668-673
- Pyndji, M.M.; Trutmann, P. 1992. Managing angular leaf spot on common bean in Africa by supplementing farmer mixtures with resistant varieties. Plant disease 76(11):1144-1147
- Rincón, Froilán. 1991. Documentación y utilización de los recursos fitogenéticos: El papel del IBPGR. In: Castillo, R.; Estrella, J.; Tapia, C. eds. Técnicas para el manejo y uso de los recursos fitogenéticos. Quito, Ecuador. Empresa editorial Porvenir. p 174-181.
- Rob, P.; Coronel, C. 1996. Database systems: design, implementation, and management. Belmont, California. Wadsworth Publishing Company. P 232-272.
- Sapra, R.L. 1991. Documentation of plant genetic resources. In: Paroda, R.S.; Arora, R.K. Plant genetic resources: Conservation and management. p. 314-328.

- Singh, S.P.; Roca, W.M.; Debouck, D.G. 1997. Ampliación de la base genética de los cultivares de frijol: hibridación intraespecífica en *Phaseolus* especies. In (Trabajos presentados) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. CIAT. P. 9-19
- Singh, S.P. 1992. Common bean improvement in the tropics. *Plant Breeding Review* 10:199-269
- Singh, S.P.; Gepts, P.; Debouck, D. 1991a. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany* 45(3):379-396
- Singh, S.P.; Gutiérrez, J.A.; Molina, A.; Urrea, C.; Gepts, P. 1991b. Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Science* 31(23):23-29
- Singh, S.P. 1989. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany* 43(1):39-57
- Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York, U.S.A. W. H. Freeman and company. 778-787 p.
- Sonnante, G.; Stockton, T.; Nodari, R.O.; Becerra, V.L.; Gepts, P. 1994. Evolution of genetic diversity during the domestication of common-bean (*Phaseolus vulgaris*). *Theoretical and applied genetics* 89:629-635
- Tohme, J.; Jones, P.; Beebe, S.; Iwanaga, M. 1995. The combined use of agroecological and characterisation data to establish the CIAT *Phaseolus vulgaris* core collection. In Hodgkin T.; Brown, A.H.D.; Van Hintum, Th.J.L.; Morales, E.A.V. *Core collections of plant genetic resources*. Chichester, U.K. J. Wiley & Sons. P 95-107.

- Trutmann, P.; Pyndji, M.M. 1994. Partial replacement of local common bean mixtures by high yielding angular leaf spot resistant varieties to conserve local genetic diversity while increasing yield. *Annals of applied biology* 125(1):45-52
- Trutmann, P. 1992. Epidemiology in pure stands and varietal mixtures: overview. African bean pathology workshop (1987, Kigali, Rwanda). Proceedings. Dar es Salaam, Tanzania, Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT African workshop series 20:59-62.
- Tucker, C.L.; Harding, J. 1975. Outcrossing in common bean *Phaseolus vulgaris* L. *American Society Horticultural Science* 100(3):283-285
- Valdivia, R.; Huallpa, E.; Choquehuanca, V.; Holle, M. 1996. Monitoring potato and oxalis varieties in mixture grown on farm family fields in the Titicaca Lake basin, Perú, 1990-95. In: Eyzaguirre, P.; Iwanaga, M. eds. Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding. (1995, Wageningen, The Netherlands). IPGRI, Roma, Italia. P 144-150.
- Wells, W.C.; Isom, W.H.; Waines, J.G. 1988. Outcrossing rates of six common bean lines. *Crop Science* 28:177-178

Cuadro 6. Pruebas de Chi cuadrado, para probar asociación entre diversidad de morfotipos y otras variables.

Prueba No.	1. Variable	2. Variable	P>X2c	Observaciones
1	Diversidad: Mantiene mezcla: Si / No	Diversidad: Nivel en número de morfotipos: alto (>15) / bajo (<= 15)	0.023	Hay relación entre manejo de la mezcla y nivel de diversidad
2	Diversidad: Mantiene la mezcla: Si / No	Destino de la producción: venta/solo autoconsumo	0.47	No se prueba relación entre mantener la mezcla y destino de la producción: los agricultores que siembran para autoconsumo no necesariamente mantienen las mezclas
3	Nivel en número de morfotipos	Destino de la producción: venta/solo autoconsumo	0.41	No se prueba la relación entre nivel de diversidad y destino de la producción: los agricultores que siembran para autoconsumo no necesariamente mantienen altos niveles de diversidad
4	Mantiene la mezcla: Si / No	Disponibilidad de riego por parcela: S/N	0.694	No se prueba relación entre mantener la mezcla y disponibilidad de riego: los agricultores que no disponen de riego no necesariamente mantienen mezclas
5	Nivel en número de morfotipos: alto(>15)/ bajo (<= 15)	Disponibilidad de riego por parcela: S/N	0.364	No se prueba relación entre nivel de diversidad y disponibilidad de riego: los agricultores que no disponen de riego no necesariamente mantienen altos niveles de diversidad.
6	Sembrar mezcla en 1994	Sembrar mezcla en 1997	0.01	Prueba de McNemar: Hubo cambio y disminución significativa en el número de agricultores que sembraron mezclas en 1997 comparado con los que sembraron 1994.

Cuadro 7. Porcentaje de agricultores que continúan sembrando mezclas y porcentaje de respuesta sobre factores asociados con mantenerlas o descartarlas, (n = 53, las diferentes opciones de respuesta son no excluyentes)

Situación	Agricultor (%)	Económico	Calidad y uso	Disponibilidad de semilla	Agronómico	Otros
Mantiene las mezclas*	40		84	16	42	-Apoyo institucional -Para ensayar
Volvió a sembrar en el 97	3			50	50	-Apoyo institucional
No sembró (95-97)	34	71	21	4	7	-Falta terreno -No conoce este tipo de semilla
Dejó de sembrar el 1997	21	55	18	55	9	Costumbre Falta de terreno
No sembró frijol	2					
Total	100					

* Ejemplo de interpretación: el 40% de los agricultores ha mantenido mezclas de semillas y continúa sembrándolas. Sobre factores que inciden en continuar sembrando mezclas, un 84% de respuesta tuvo relación con aspectos de calidad y uso, un 16% con disponibilidad de semilla y un 42% estuvo asociado a factores agronómicos.

Cuadro 8. Porcentaje de agricultores y aspectos considerados por el agricultor en la elección de tipo de semilla de frijol. Resultados con Mancala (n = 47, las diferentes opciones de respuesta son no excluyentes)

	Agricultor (%)	Económico	Calidad y uso	Disponibilidad de semilla	Agronómico	Otros
Prefiere los <i>pintados</i>	13			50	67	-
Descarta los <i>pintados*</i>	87	68	61	55	20	No conoce esta semilla (2%)
Total	100					

- Ejemplo de interpretación: el 87 % de los agricultores descarta los *pintados* debido a diferentes razones. Un 68% de respuesta tuvo relación con factores económicos, un 61% de respuesta con calidad y uso, un 55% con disponibilidad de semilla y un 20% con factores agronómicos.

Cuadro 9. Cultivares más difundidos entre los agricultores con su respectivo precio en el mercado, calificación promedio según agricultor, características positivas y negativas de los cultivares según apreciación del productor (porcentaje de respuestas, no excluyentes)

Cultivar*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Precio de grano seco en el mercado de Cajamarca, mayo/98 (Soles)	3,8 a 4,7	2	3,7		3,5			4		2	
Calificación promedio según agricultor	19	8	19	17	15	19	9	17	12	13	13
% de agricultores que siembran	54	40	37	29	25	23	19	17	17	15	15
Buen precio / mercado	74	0	47	0	38	50	0	11	0	0	0
Buen sabor	67	0	37	20	46	42	10	33	0	0	13
Rápida cocción	26	0	16	7	0	33	0	11	0	0	0
Grano grande	7	0	11	20	8	17	0	11	0	0	13
Hincha cuando se cocina	0	0	0	7	8	0	10	0	11	13	0
Buen rendimiento	15	10	26	33	0	8	0	22	22	13	13
Vaina grande	0	0	5	27	8	0	0	11	11	0	0
Resistencia a enfermedades	7	0	5	0	8	0	0	11	0	0	0
Adaptación a suelo pobre	0	0	0	7	0	0	10	0	11	13	0
Precocidad	4	0	0	13	0	8	0	0	0	0	0
No tiene buen sabor	0	5	5	0	0	8	0	0	0	0	0
Lenta cocción	0	14	0	13	0	0	10	0	11	13	13
Susceptible a enfermedades	7	0	5	0	0	8	0	0	0	0	0
Bajo precio en el mercado	4	29	0	0	0	8	10	11	11	13	13
No se adapta a suelos pobres	7	0	5	7	0	8	0	0	0	0	0
No es precoz	7	0	11	0	0	8	0	0	0	0	0
Bajo rendimiento	7	5	0	7	0	8	0	0	0	13	0

* Nombre de los cultivares más difundidos (en negrilla nombre mas común):

1. Blanco grande redondo: **Pilón** /Blanco Pilón, Caballero, Huevo de Paloma, Blanco, Blanco Chiquito, Blanco Redondo; 2. Crema con estrias negras o moradas, grande; 3. Ñuña, grande, blanca con negro: **Ñuña pava**; 4. Crema rayado con negro, grande, arriñonado: **Huicapa grande**, Huicapa crema, **Rayado**; 5. Crema, grande, aovado: **Paco pilón**, Pilón, Pardo, Plomo, Chusco; 6. Blanco, grande, alargado o arriñonado: **Huicapa Blanco**, Blanco Largo, Blanco Pilón; 7. Morado con crema, grande; 8. Crema rayado con negro, grande, aovado; Pinto, Guanchaco, Rayadito, Mantequilla; 9. Morado con crema rayado, grande; 10. Crema, mediano; 11. Rojo con crema, aovado, pinto o jaspeado

Cuadro 10. Listado de mejoras sugeridas por los usuarios y correspondiente modificación realizada en la base de datos

Mejoras necesarias	Modificación a la estructura
1. Ofrecer a través de la base de datos un mecanismo que permita clasificar y/o categorizar los diferentes tipos de frijol.	Se categorizó cada muestra por hábito, color primario, color secundario, tamaño, en el campo "tipo".
2. Establecer mecanismos que permitan georeferenciar los tipos de frijol que se adaptan a diferentes zonas agroecológicas	Se crearon campos para referenciar las coordenadas, lo que permite establecer relación con sistemas de información geográfica, en caso de requerir visualizar la localización de parcelas o distribución de tipos de frijol.
3. Elaborar un glosario de términos o manual de usuario.	Se creó una ayuda al usuario
4. Dar la opción de que el sistema pueda ser expuesto en internet, una vez se mejore, para la promoción comercial de los cultivares.	
5. En relación con los descriptores, se recomendó entapizar aquellos utilizados por los agricultores porque ayudan a diferenciar de manera efectiva y rápida los diferentes cultivares.	La estructura inicial consideraba descriptores enunciados por los agricultores tales como color del grano, tamaño, nombre vulgar.

Cuadro 11. Información que se espera obtener del sistema

Decisión	Información necesaria	Aplicación	Datos requeridos sobre el germoplasma	Utilidad
1. Mejorar variedades adaptadas a determinadas condiciones agroecológicas utilizando cultivares o características de cultivares	Listado de cultivares por zona agroecológica Listado de cultivares con determinadas características morfoagronómicas y etnobotánicas Listado de localidades donde se encuentra un determinado cultivar	Búsqueda de cultivares por zonas agroecológicas Búsqueda de cultivares con determinadas características morfoagronómicas	. Datos pasaporte . Evaluación morfoagronómica . Información etnobotánica . Características agroecológicas del sistema de cultivo donde el cultivar donde fue sembrado Morfotipos que le gustan a los agricultores.	. Desarrollo de variedades resistentes a enfermedades, con las cuales se puede asegurar rendimiento satisfactorio ante estrés ambiental . Uso de variedades criollas en el proceso de mejoramiento para que el material final esté mejor adaptado a las condiciones locales . Promoción del uso de mezclas
2. Comercializar o mediar en la promoción de cultivares con aceptación en el mercado -local, nacional o extranjero-	Listado de localidades donde se produce determinado frijol Listado de morfotipos con buen precio o mejor aceptación en el mercado local, nacional o extranjero Volumen de producción y época de cosecha de cada morfotipo	Clasificación por morfotipo de frijol	. Aceptación en el mercado para comercializar el grano en verde o seco . Localidad donde se produce un determinado cultivar . Épocas de cosecha y siembra . Volumen de producción por cultivar	Posibles beneficios económicos para los agricultores
Seleccionara cultivares de interés comercial				

Cont. Cuadro 11.

<p>3. Promoción de cultivos con aceptación para consumo, en familias de productores Selección para consumo de interés para los productores</p>	<p>Listado de cultivos con determinadas características morfoagronómicas y etnobotánicas determinadas</p>	<p>Búsqueda de cultivos con determinadas características morfoagronómicas y etnobotánicas</p>	<p>Grado de aceptación para el agricultor Uso Características agronómicas</p>	<p>Promoción de cultivos Contribución en el mejoramiento de la dieta de la familia campesina</p>
<p>4. Suministro de determinada semilla *Tomar medidas para conservar el germoplasma</p>	<p>Variabilidad de morfotipos por localidad</p>		<p>Número de morfotipos por agricultor Localización del agricultor por caserio, distrito</p>	<p>* Mantener la diversidad * Recuperar morfotipos de interés para el agricultor</p>
<p>5.</p>	<p>Morfotipos en los que la comunidad, o el agricultor ha intervenido en su desarrollo y domesticación</p>		<p>Inventario de morfotipos en diferentes años Información genética Proveniencia de los cultivos registrados en las parcelas de agricultores Información etnobotánica que demuestra el conocimiento que tiene el agricultor del cultivar</p>	

Cuadro 12. Estructura actualizada de la base de datos para documentar germoplasma de frijol inventariado en parcelas de agricultores

* Datos básicos presentes en la estructura de los sistemas de información en 1996 y 1998
 ** Término para sistematizar información: c carácter en letras o letras y números, n numérico
 *** Número de otros cuadros de codificación relacionados que se presentan en páginas siguientes

Num por estructura	Num de estructura	Nombre de columna	Datos Básicos*	En interfase	Observaciones	Término*	Long. del término	Cuadro ***	Descripción del campo y correspondientes dominios
I. Colector									
1	1	Colector	X			c	30		Persona que colectó o inventar la semilla; consecutivo de la muestra según registros del colector
2. Agricultor / Cooperante									
1	2	Agricultor	X X	X					Código del nombre del agricultor, grupo de productores o institución que donó o recibió semillas de frijol local
2	2	Provincia	X X	X				15	Provincia de departamento de Cajamarca
3	2	Distrito	X X	X					Distrito
4	2	Casario	X X	X					Casario
5	2	Riq_95	X						Número de morfotipos totales contabilizados en 1995, por el colector y el agricultor. El número es igual o mayor al número de diferentes tipos que se encuentran en el campo "Tipo_f" pertenecientes a cada agricultor
6	2	Mez_95	X			n	1		Sembró mezclas de cultivares en 1995 (pmitados): 0. No, 1. Si
7	2	Riq_98	X						Número de morfotipos totales contabilizados en 1995, por el colector y el agricultor. El número es igual o mayor al número de diferentes tipos que se encuentran en el campo "Tipo_f" pertenecientes a cada agricultor
8	2	Mez_98	X			n	1		Sembró mezcla de cultivares en 1998 (pmitados): 0. No, 1. Si
9	2	Riq	X						Dejar el campo para monitorear en otro año
10	2	Mez	X						Dejar campo para monitorear otro año

Cont. Cuadro 12.

3. Semilla colectada o inventariada												
1	3	Numero	X	X	X							Número consecutivo de muestras inventariadas en el sistema (ver fila "Código").
2	3	Lote		X								Número del lote de semillas al que pertenece la muestra. Se refiere a tipos de semillas constituidas por 1 o mas morfotipos.
3	3	Muestra	X	X								Número de muestra de frijol que donó el agricultor
4	3	Mezcla		X					n	1		Siembra en mezcla con otros cultivos: 0. No, 1. Si
5	3	Altitud	X	X								En vez de ser un dato por muestra de frijol, el dato corresponde con agricultores y se coloca en la de agricultor; quizá no se afecte la estructura que ya habíamos hecho
6	3	Latitud		X					n	5,2		Altura sobre el nivel del mar (m)
7	3	Longitud		X					n	5,2		Latitud de la coordenada para georeferenciación
8	3	Día	X	X								Longitud de la coordenadas para georeferenciación
9	3	Mes	X	X								Día de colecta
10	3	Año	X	X								Mes de colecta
11	3	Fuente	X	X								Año de colecta
12	3	Epo_cose		X					c	10		Sitio donde se colectó la semilla: finca, feria, mercado, estación experimental
13	3	Epo_siemb		X					c	10		Meses (1= Enero a 12= Diciembre, separados por comas si es mas de un mes) en que usualmente se cosecha
												Mes (1= Enero a 12= Diciembre) en que usualmente se siembra

Cont. Cuadro 12.

14	3	Grup1				X							Características de color primario, color secundario y tamaño observado durante la colecta. Puede incluir otros descriptores del morfotipo como brillo, color que rodea el hilum, hábito, etc. Si la semilla no puede ser sembrada, los descriptores de este campo provisionalmente se sistematizan en los campos respectivos correspondientes a la de caracterización morfoagnómica hasta que tales datos sean corroborados con la siembra; en tales casos no aparece fecha de actualización de caracterización. Para las colectas realizadas en 1996 aparecerá un código que corresponde con el de la foto.
15	3	Especie	X	X		X						16	Código de la especie del género Phaseolus
16	3	Nombre	X	X		X							Nombre vulgar del frijol
17	3	Obs2		X		X							Utilización del grano
18	3	Asocio		X		X							Nombre del cultivo con el cual se asocia
19	3	Riego		X		X							Sembrado con riego: 0. No, 1. Si
20	3	Observacio	X	X		X						8	Observaciones, características generales del agricultor:
4. Semilla caracterizada y evaluada													
1	4	Numero_m	X	X		X							Número consecutivo de muestra que ha sido colectadas una vez sembradas, para multiplicación o caracterización. Corresponde con fila "Código". Correspondería con el "numero g" en el banco <i>ex situ</i> de CIAT.
2	4	Subnumero	X	X		X							Parte del código de la fila "Número", que indica tipos de muestra que resultan cuando la muestra es sembrada para caracterizaron. (ver fila "Código")
3	4	Fechaactua	X	X		X							Fecha en que se transcripción de la información tomada en la última caracterización morfoagnómica
4	4	Dia_flor		X		X			n			3	Días a floración (CIAT, 1991)
5	4	Color_flor		X		X			n			2	Color de la flor
6	4	Día_madu		X		X			n			3	Días a madurez fisiológica (CIAT, 1993; p 67)

Cont. Cuadro 12

7	4	Colo_vaina		X			n	1		Color que toma la vaina durante el periodo de madurez fisiológica (CIAT, 1993; p 68)
8	4	Carga		X			n	4		Número de vainas/planta (CIAT, 1991)
9	4	Rendim		X			n	5		Peso (gr.) de semilla cosechada/planta
10	4	Habito	X	X				18		Hábito de crecimiento (CIAT, 1993):
11	4	Color_prim	X	X				17		Color primario del grano
12	4	Prim_espec		X						Especificación del color primario con base en de colores (CIAT, 1993)
13	4	Color_secu	X	X				17		Color secundario del grano
14	4	Sec_espec								Especificación del color primario con base en de colores (CIAT, 1993)
15	4	Gramos	X	X				19		Tamaño según peso en gramos de 100 granos
16	4	Brillo		X			n	20		Brillo
17	4	Roya	X	X				21		Escala de evaluación para roya, Uromyces appendiculatus var. appendiculatus
18	4	Ascoquia	X	X				21		Escala de evaluación para ascochita

Cont. Cuadro 12.

19	4	Antracnosi	X	X	X	En la interfaces, cambiar el termino 'resistente' por 'sin sintomas' y 'susceptible' por 'con sintomas'	21	Escala de evaluación para antracnosis, Colletotrichum lindemuthianum
	4	Virus	X	X	X	En la interfaces, cambiar el termino 'resistente' por 'sin sintomas' y 'susceptible' por 'con sintomas'	21	Escala de evaluación para virus
21	4	Bacterias	X	X	X	En la interfaces, cambiar el termino 'resistente' por 'sin sintomas' y 'susceptible' por 'con sintomas'	21	Escala de evaluación para Xanthomonas campestris pv. phaseoli
22	4	Mancha		X		En la interfaces, colocar el termino 'resistente' por 'sin sintomas' y 'susceptible' por 'con sintomas'	21	Escala de evaluación para Isariopsis griseola
23	4	Mustia		X		En la interfaces, colocar el termino 'resistente' por 'sin sintomas' y 'susceptible' por 'con sintomas'	21	Escala de evaluación para Mustia hilachosa
24	4	Otras		X		En la interfaces colocar el termino 'resistente' por 'sin sintomas' y 'susceptible' por 'con sintomas'	21	Referir otras enfermedades
25	4	Dispon		X			n	Disponibilidad de la semilla o existencia: 0. No está siendo monitoreada o conservada; otro número: código del cooperante

Cont. Cuadro 12.

26	4	Ex_situ		X			nc	8		Número de accesión conservada en banco <i>ex situ</i> (ej:CIAT, Número G) que posiblemente corresponde con el tipo de cultivar identificado o número de la copia que fue depositada en la colección <i>ex situ</i> .
27	4	Tipo_f	X	X	Quita r de la interf aces	Basta con la búsqueda relacionada con tipo de frijol	n	15		Tipo de frijol según caracterización final. Corresponde con Tipo1 y Tipo 2
	4	Codigofoto	X	X						Código de la foto con que se ilustró la muestra caracterizada. Las fotos inicialmente correspondían con los códigos de las filas "Tam1" y "Cod". Enlace con al foto.
29	4	Genética		X						Información genética

Cuadro 13. Datos omitidos o remplazados de la anterior estructura

Nombre de la columna	Observaciones	Término	Longitud	Descripción
Tipo1				Número de clasificación final
Tipo2				Letra que acompaña el anterior número (Tipo1) para diferenciar cultivares
Tam1				Parte de la codificación y clasificación inicial (ver fila grup1) que indica el tamaño de la muestra inicial, con la cual se dió nombre a las fotos
Cod				Parte de la codificación y clasificación inicial (ver fila grup1) que indica el color de la muestra inicial y un número consecutivo, con la cual se dió nombre a las fotos
Fo	Es la misma información de código foto			Parte del código de la foto con que se ilustró la muestra caracterizada
To	Es la misma información de código foto			Parte del código de la foto con que se ilustró la muestra caracterizada
Código				Corresponde con las filas "Numero"y "Subnumero". Con esto se facilitaba la referenciación de los registros en la base de datos.

Cuadro 14. Características de los cultivares según criterios del productor

Criterios del agricultor	Nombre Del campo	Código - Dominio
Precio/Mercado	Precio	1. Bueno 2. Malo
Calidad de consumo	Cali_cons	1. Bueno 2. Malo
Rendimiento	Rendimient	1. Alto 2. Bajo
Resistencia a enfermedades	Resis_enfe	1. Si 2. No
Adaptación a suelos pobres	Adap_suelo	1. Alta 2. Baja
Apariencia del grano	Apariencia	1. Buena 2. Mala
Tamaño de la vaina	Tama_vaina	1. Grande 2. Pequeño
Cocimiento	Cocimiento	1. Rápido 2. Lento
Resistencia a sequía	Resis_sequia	1. Si 2. No
Opciones para venta	Opci_venta	1. Grano verde, 2. Grano seco, 3. Ñuña

Cuadro 15. Provincias

Código	Provincia
1	Cajamarca
2...	Celendín

Cuadro 16. Especie

Código	Especie
1	Vulgaris
2	Lunatus
3	Coccineus

Cuadro 17. Color (CIAT, 1987)

Código	Color	Código	Color
1	Blanco	6	Rosado
2	Crema	7	Morado
3	Amarillo	8	Negro
4	Marrón		Otros: 9. Verde, 10. Gris,
5	Rojo		11..Azul

Cuadro 18. Hábito (Muñoz, *et al*, 1993)

Código	Hábitos
1	Arbustivo determinado
2	Arbustivo indeterminado: 2a con guía corta 2b con guía mas o menos larga
3	Postrado indeterminado 3a con guía no trepadora 3b con guía trepadora
4	Trepador indeterminado: 4a con carga a lo largo de la planta 4b con carga en los nudos superiores

Cuadro 19. Tamaño (CIAT, 1987)

Código	Gramos
1	< 25
2	25 a 40
3	> 40

Cuadro 20. Brillo (CIAT, 1987)

Código	Brillo
1	Opaco
2	Intermedio
3	Brillante

Cuadro 21. Escala de evaluación de enfermedades (CIAT, 1987)

Código	Categoría
1, 2, 3	Resistente
4, 5, 6	Intermedio
7, 8, 9	Susceptible

Figura 4. Curvas promedio de precipitación mensual de los años 1996, 1997, 1998 comparada con el promedio (Fuente: ADEFOR, CIAT)

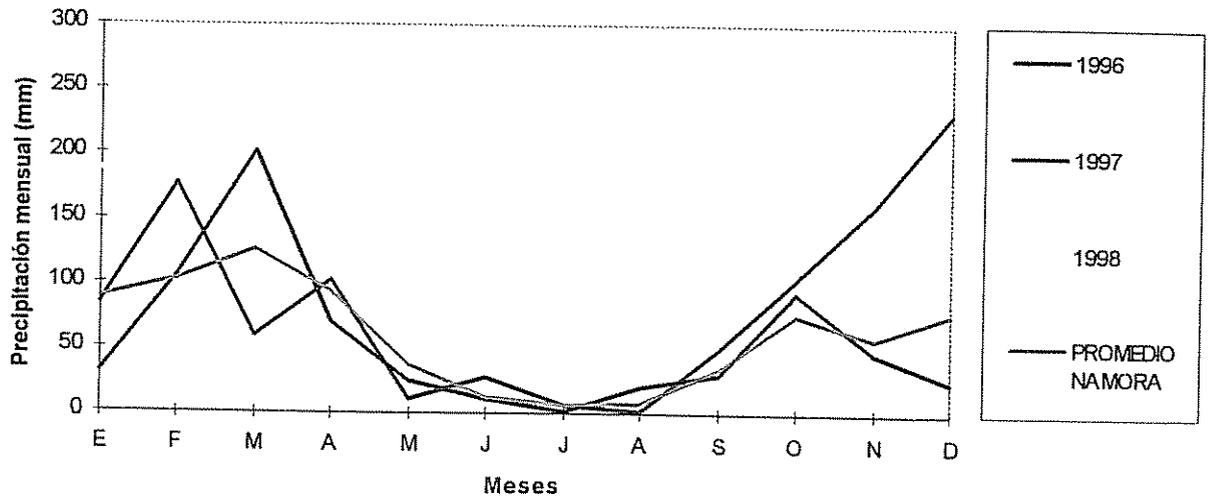


Figura 5. Días de lluvia por mes en 1998 comparado con el promedio (Fuente: ADEFOR, CIAT)

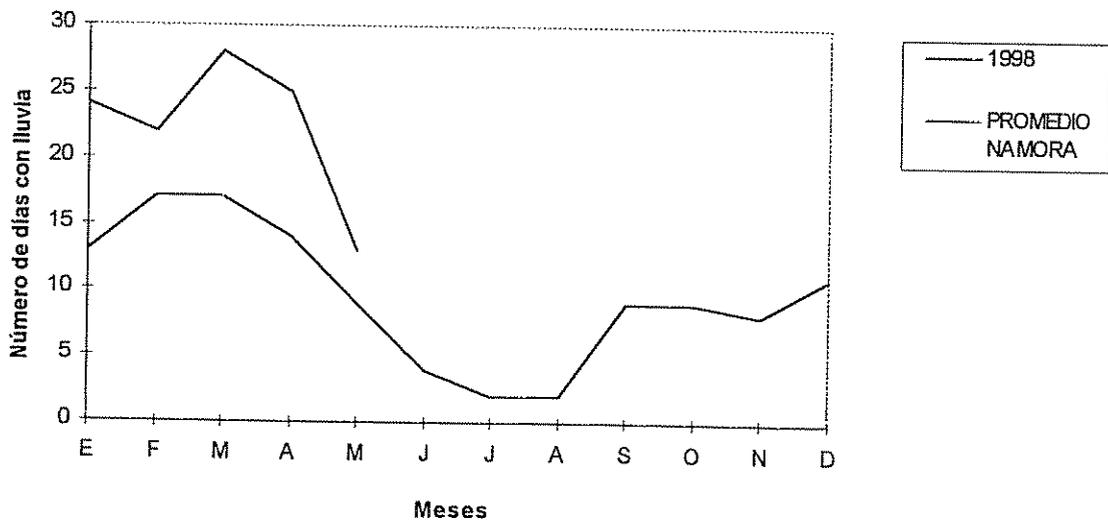
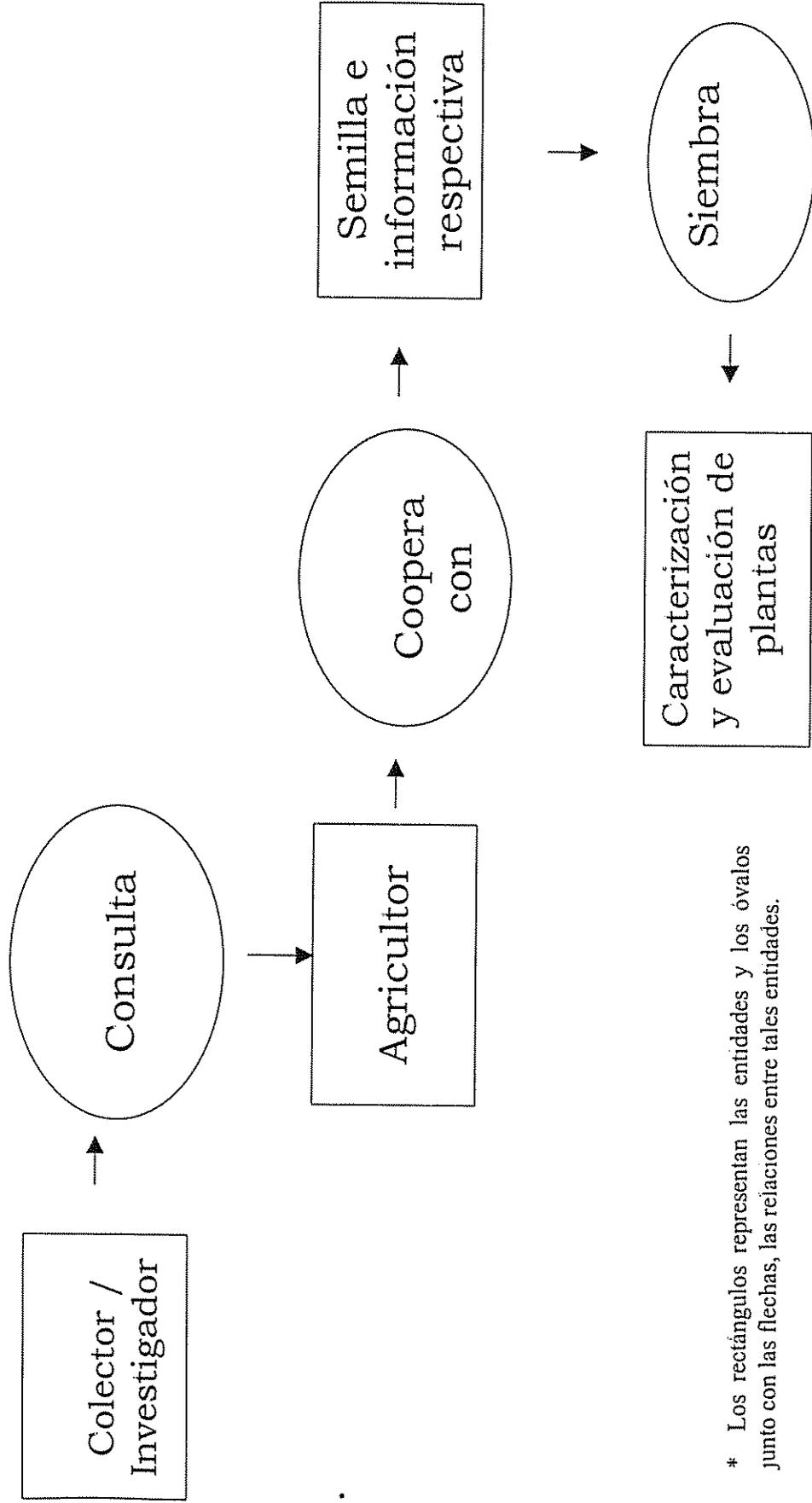


Figura.6. Diagrama Entidad - Relación de la base de datos *



* Los rectángulos representan las entidades y los óvalos junto con las flechas, las relaciones entre tales entidades.

Anexo 1. Encuesta sobre diversidad de frijol que manejan agricultores en Cajamarca.

Número provisorio	Número definitivo	Fecha
Encuestado		Código
Coordenada		Altitud

Todo está referido a la última campaña, cuya siembra se hizo a finales de 1997 y será cosechada en mayo - junio de 1998.

1. En cuántos lotes sembró frijol? _____

2. Por lote caracterizar los tipos de semilla que sembró con la siguiente cuadro:

a. Nombre vulgar	b. (@) Cantidad sembrada/ Cosechada	c. (S/N) Riego	d. (+/-) Fertilidad del suelo*	e. Qué asocio? Especificar tipo de maíz	f. (%) Venta en seco	g. (S/N) Venta en verde	h. Mes siembra/ verde/ cosecha

* Fertilidad según percepción del agricultor: a.alta, b.baja.

** 0. Nada, 1. menos de la mitad, 2. Mas de la mitad, 3. Todo

3. Siembra frijol para autoconsumo principalmente? (S/N) _____

4. Si vende frijol, dónde lo vende? (lugar, mercado) _____

5. Cuánto tiempo demora en sacarlo hasta el sitio donde lo compran?

horas: _____

medio: _____

6. Determinar qué tipo de agricultor es, en términos de si continua o no sembrando mezclas de semillas (marcar con X):

Tipo	95	97	En el 98 sembrará mezcla?	Porqué (para todos los casos)
	Si sembró mezcla	Si sembró mezcla		
	No	No		
	Si	No		
	No	Si		

7. Aplicar Mancala para comparar la mezcla (sea que la siembre o no el agricultor) con los otros tipos de frijol que cultiva. Señalar con una equis lo que va descartando y anotar porqué lo descarta:

Mezcla	1	2	3	4	Porqué la descarta?

Ha participado en ferias de las semillas? (S/N) _____ Explicar si conoce el evento y le gustaría participar.

Para los que no sembraron mezclas:

8. Hace cuánto dejó de sembrar mezclas de semillas? _____

9. porqué?

10. Volvería a sembrar mezclas? (S / N) _____ Porqué?

Para los que siembran mezclas:

Caracterización de la mezcla:

11. Hace cuánto lleva sembrando la semilla de esa mezcla? _____ (campañas) .

En caso de ya haber preguntado especificar si ha sembrado esa semilla por mas de tres campañas.

Para semilla con menos de 3 campañas: dónde y cómo la consiguió?

12. En esta campaña perdió la semilla de *pintado*? (S/N) _____

13. Es fácil conseguir buena semilla de *pintados*? (S/N) _____

14. Dónde y cómo? _____

15. Siembra diferentes tipos de mezclas? (S / N) _____ En caso afirmativo,

16. En qué se diferencian las mezclas?

Diferencia	Mezcla 1	Mezcla 2

17. Tomar una muestra de la mezcla cosechada, separar los diferentes tipos de frijol utilizando el papel periódico. Pegar dos granos en cada de la cuadro 1 y contarlos. Sacar la segunda muestra y contar los granos.

Definir mezcla ideal

a. Escoja los frijoles que le parecen buenos. Porqué los seleccionó? Señalar con una B en la cuadro.

b. De allí seleccione los que prefiere, o son excelentes. Porqué los escogió? Señalar con E.

c. Los que no seleccionó, porqué?

d. Cuál son los que menos le gustan y porqué? Señalar con X.

18. Llenar la cuadro del final y anotar con un mas los que tengan mejor precio y otras características si menciona.

Solicitar la semilla que sembrará en la próxima campaña. Si es posible caracterizar esta mezcla como en el caso anterior (llenar cuadro).

19. Anotar la persona (tipo de miembro en la familia) que se encarga de alistar la semilla de la mezcla que se siembra

20. Será la misma que cosechó? (S/N) _____

A manera de conclusión del encuestador anotar y explicar, si se hace alguna preparación o selección de semilla

Referida a estado fitosanitario? (S/N) _____ Referida a selección de cultivares? (S/N) _____

Hábito y precocidad

21. Prefiere producir frijol para cosecharlo en verde, seco o ambos? _____

22. Los frijoles de la mezcla avanzan al mismo tiempo y se maduran al mismo tiempo? (S/N) _____

23. Es ventajoso (o bueno) que avancen en forma desigual y se maduren a diferente tiempo?
(S/N) _____ Porqué?

24. Todos guían? (S/N) _____

Uso

25. Cuando cocina frijol *pintado*, lo come todo mezclado o lo selecciona? _____

26. Al cocinar los frijoles de la mezcla juntos, quedan unos más cocidos que otros? (S/N) _____

27. Esto es inconveniente (preferiría que todos se cocieran al mismo tiempo)? (S/N) _____

28. Cómo utiliza los frijoles *pintados*?

a. Cocido: grano seco

d. Tostado para harina en sopa

b. Cocido: grano verde

e. Vaina

c. Alguno para cancha

Anexo 2. Formato de entrevista aplicada a los usuarios del sistema

PRESENTACION DEL SISTEMA DE INFORMACION A POTENCIALES USUARIOS

Fecha : _____
Nombre del encuestado : _____
Institución : _____

1 Desempeño del encuestado

a Investigador - fitomejorador

d. Productor agrícola

b Investigador - conservacionista

e. Comerciante agrícola

c Extensionista agrícola

f. Otro (especificar)

2. Plantee la información que esperaría obtener del sistema al momento de consultarlo

3. Es factible obtener tal información con la actual estructura y datos?

S/N _____

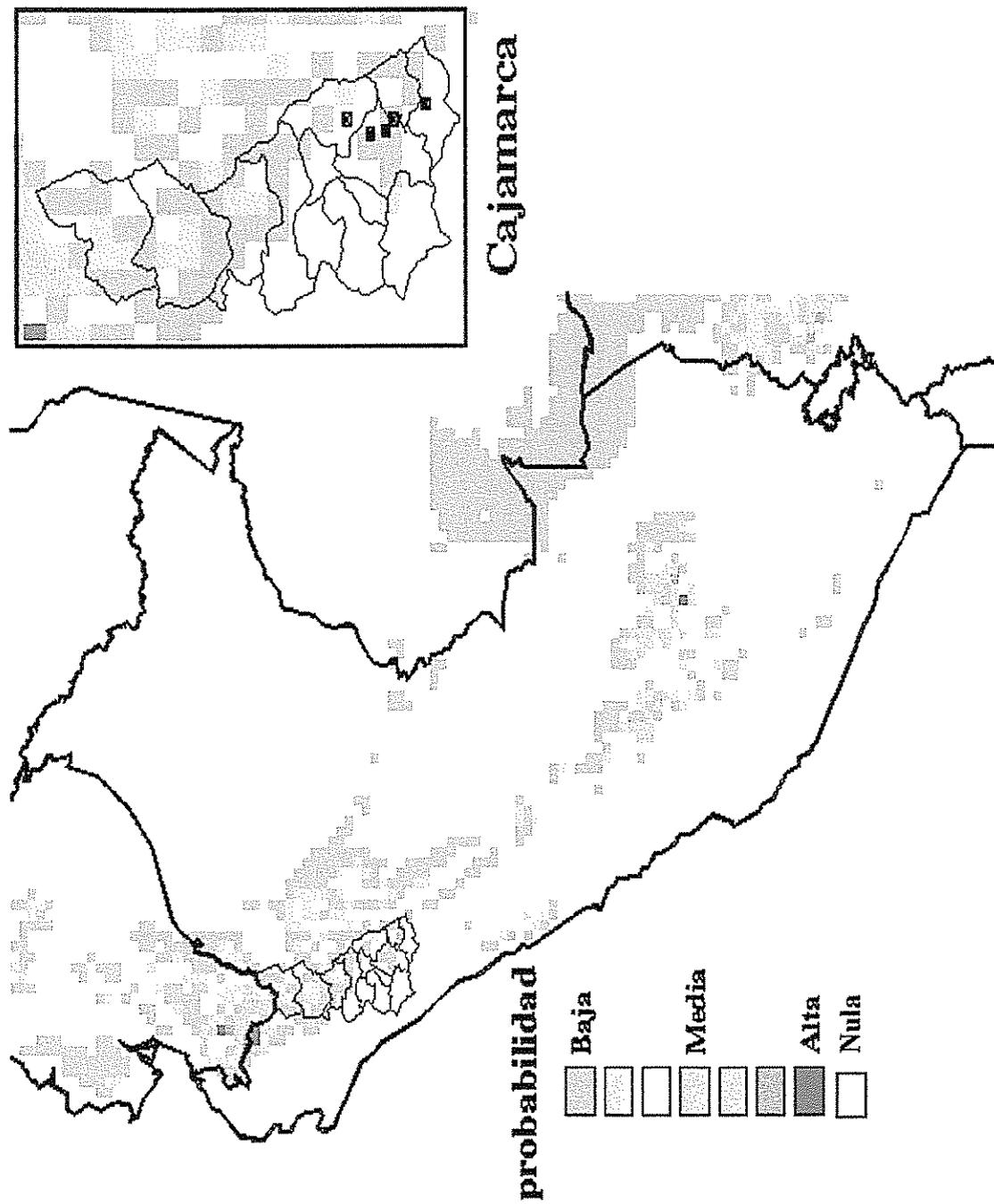
4. Qué hace falta?

5. Cuál es la mayor utilidad del sistema?

Anexo 3. Disquetes sobre el sistema de información (1998) de cultivares inventariados en Cajamarca (1995).

Anexo 3. Disquetes sobre el sistema de información (1998) de cultivos inventariados en Cajamarca (1995).

Mapa 1. Distribución de la probabilidad de ocurrencia de frijol silvestre, *Phaseolus vulgaris* (Consulta CIAT, 1998)



Mapa 2. Ubicación del área de estudio y poblaciones referencia

