

# LOS BANCOS DE GERMOPLASMA: UNA ESTRATEGIA PARA EL FUTURO

Hoy día la gran mayoría de la simiente utilizada en nuestros campos está constituida por nuevas variedades obtenidas mediante hibridaciones, retrocruzamientos, selecciones, etc., indudablemente más productivas y mejor adaptadas a las actuales exigencias del mercado que las variedades tradicionales. Son el resultado de la aplicación de la Ciencia Genética al campo de la producción vegetal, como respuesta al aumento constante en la demanda de alimentos.

Este cambio, aconsejable, junto con las modernas técnicas de cultivo y abonado, ha aumentado considerablemente las producciones agrícolas que, por ejemplo, en cereales se han duplicado en España en los últimos 20 años.

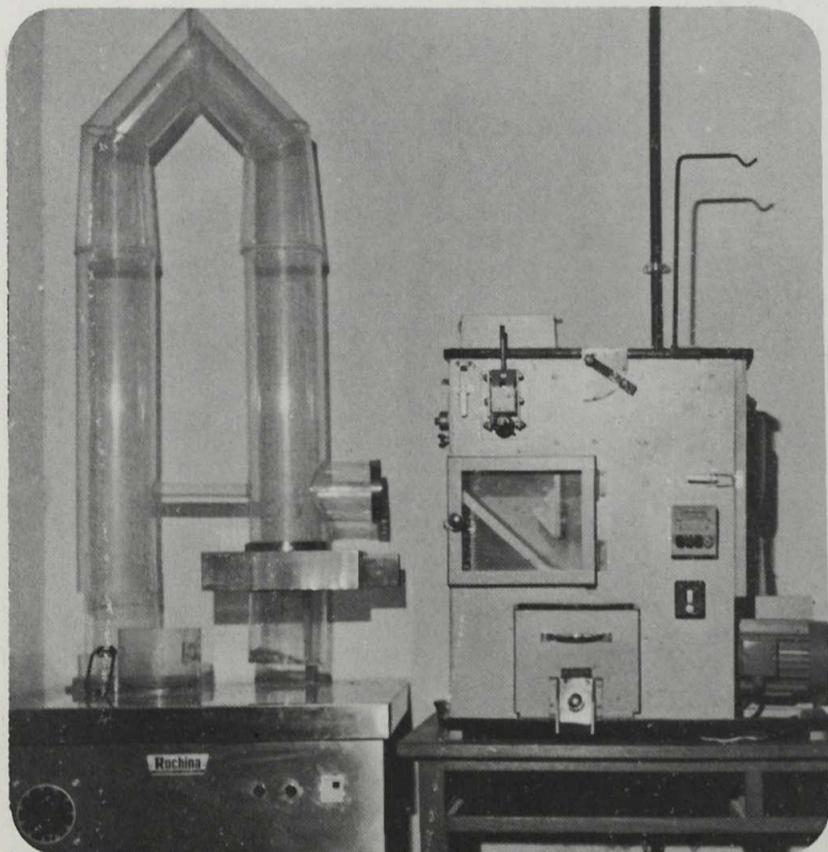
Pero esta mejora indudable en los rendimientos tiene una contrapartida grave, pues la base genética de estos cultivos ha disminuido peligrosamente. Las colecciones manejadas por genetistas

de todo el mundo están basadas en unas pocas líneas, las variedades mejoradas son peligrosamente homogéneas, se están abandonando las variedades locales más ricas en variabilidad y mejor adaptadas a cada ambiente, aunque indudablemente menos productivas. Esto entraña dos riesgos: 1) Mayor vulnerabilidad de la producción a los factores adversos que de forma esporádica se presentan algunos años, como es el caso del ataque de roya amarilla del trigo sufrido en gran parte de España en el año 1978, y 2) reducción de patrimonio genético, esencial para los programas de mejora. Es este segundo punto del que vamos a tratar.

## IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS GENETICOS

A lo largo de siglos, las poblaciones vegetales han estado sometidas a un proceso evolutivo en el que mediante diferentes mecanismos han ido variando su acervo genético. Tales variaciones se producen mediante mutaciones, migraciones, recombinaciones, deriva genética y selección natural. Desde principios del siglo XIX, con el nacimiento de la Genética, el hombre ha aprendido estas técnicas de la naturaleza y puede dirigir la evolución en su provecho. De esta forma los procesos que duraban milenios de años se han acortado a unos pocos y variedades con mejores características están desplazando a las tradicionales en nuestros mercados.

La materia prima que precisa el genetista para producir nuevas y mejores variedades tiene que ser típicamente rica en variación genética. Se la designa colectivamente con el nombre de *recursos genéticos* y comprende las variedades primitivas genéticamente heterogéneas o variedades autóctonas, que el hombre cultivó antes del advenimiento de la genética vegetal científica, así como poblaciones espontáneas afines a las plantas cultivadas y las importantes combinaciones de genes creados artificialmente mediante los procesos de mejora.



*Trilladora de rodillos y limpiadora utilizadas para preparar las muestras de algunas semillas.*

A medida que la agricultura se va modernizando y que nuevas variedades reemplazan a las antiguas, existe el riesgo de que ciertos recursos genéticos se hagan cada vez más raros o se pierdan. Sólo si se hace un esfuerzo decidido por localizarlos, reunirlos y conservarlos, se podrá garantizar el éxito de la mejora vegetal en el futuro.

En los países con una avanzada tecnología agrícola, las variedades locales son ya prácticamente inexistentes en el medio rural y se encuentran, casi exclusivamente, en las colecciones de trabajo de los mejoradores, colecciones que por razones obvias no pueden ser todo lo extensas que se necesitaría. En los países en proceso de desarrollo como España, cuyas agriculturas están sufriendo un rápido e irreversible cambio orientado a su industrialización, la tarea de salvaguardar los recursos genéticos es inaplazable.

### **RECURSOS GENETICOS VEGETALES**

Los recursos genéticos vegetales o germoplasma considerados en un sentido amplio, pueden agruparse como sigue:

#### **Cultivares avanzados o variedades comerciales**

Son las variedades resultantes de un proceso intensivo de mejora genética con unos objetivos determinados. La mayoría de estas variedades se caracterizan por una mayor productividad y una uniformidad que les confiere vulnerabilidad.

#### **Cultivares primitivos o variedades locales tradicionales**

Son cultivares que han evolucionado a lo largo de los siglos y en los que han influido de forma decisiva las migraciones y la selección natural junto con una mínima selección por parte del hombre. Existe una gran variedad genética entre y dentro de estas variedades, ya que están adaptadas a sobrevivir a las condiciones ambientales más diversas y a las enfermedades y plagas típicas de cada hábitat.

#### **Poblaciones de especies silvestres afines a las especies cultivadas**

Son poblaciones del mismo o de un género muy cercano al de las plantas cultivadas. Esta afinidad confiere la posibilidad de enriquecer, mediante cruzamiento, la dotación genética de las plantas cultivadas, con la aportación genética de las silvestres. La necesidad de estas poblaciones

se hace cada vez más patente en los futuros programas de mejora.

#### **Poblaciones de especies silvestres de uso potencial y líneas de mejora genética**

Es parte del material vegetal que usa el mejorador en sus programas de mejora.

### **CONSERVACION DE LOS RECURSOS GENETICOS**

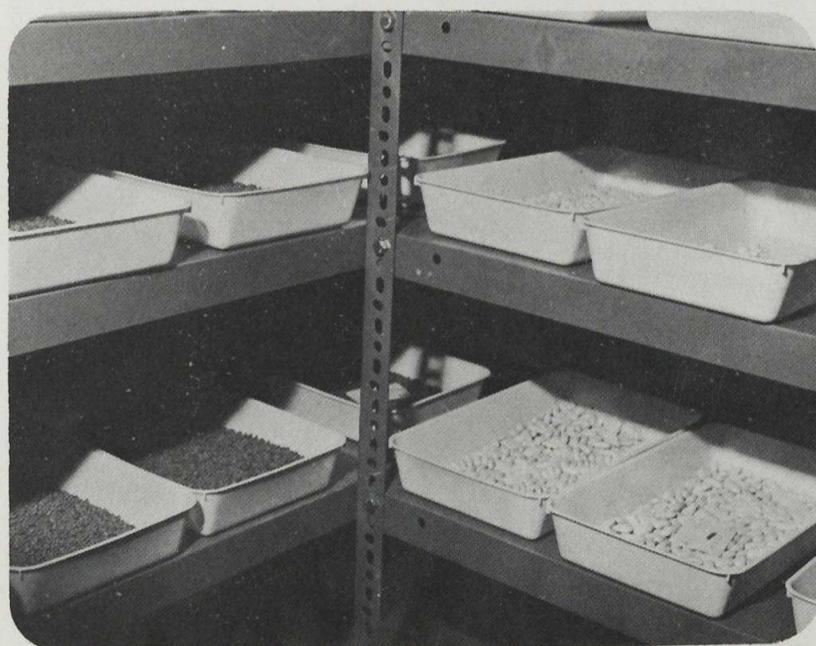
Esencialmente la conservación puede realizarse de dos maneras: en su hábitat original o fuera de él.

El primer caso supone la creación de reservas naturales donde las plantas sigan su evolución, dejando que la naturaleza actúe como lo ha hecho durante milenios.

Esta solución, que a primera vista parece la más adecuada, entraña dificultades de todo orden, y si bien es la solución más idónea para las especies silvestres y leñosas, no lo es para las plantas cultivadas incapaces, muchas de ellas, de sobrevivir sin la intervención del hombre que las ha domesticado.

Fuera de su hábitat original las plantas se conservan en colecciones, bien de plantas propiamente dichas (Jardines Botánicos), o bien de parte de ellas capaces de reproducir el total del individuo, que son los bancos de semillas, de polen y de tejidos.

La conservación del individuo completo es necesaria en las plantas de multiplicación sexual, pero tiene el inconveniente de que las necesidades de terreno no permiten que las colecciones



*Semillas sometidas a desecación en la cámara correspondiente.*

sean tan amplias como sería de desear. En la actualidad está muy avanzada la investigación en torno a los bancos de tejidos que, en muy poco espacio y con gastos reducidos, permitirían conservar este tipo de plantas, pero no se ha logrado vencer todavía alguna de las dificultades que la conservación de este tipo de bancos entraña, aunque las perspectivas para el futuro son optimistas.

Por último, la conservación en bancos de semillas es hoy la solución más práctica y económica. Es aplicable a las plantas que se reproducen por semilla y cuyas semillas pueden someterse a procesos de conservación a largo plazo. Entre estas se encuentra una gran mayoría de plantas herbáceas cultivadas y sus afines.

### **BANCOS DE SEMILLAS O BANCOS DE GERMOPLASMA VEGETAL**

Un Banco de germoplasma vegetal podría parecer a primera vista un almacén de semillas, y realmente lo es, pero es mucho más que un simple lugar donde se almacenan en condiciones adecuadas unas semillas. Su objetivo primordial es la conservación de la variabilidad genética, objetivo que se logra a través de la conservación de las semillas donde esta variabilidad está presente.

Pero esta conservación ha de ser dinámica, y por tal entendemos que no se ha de limitar a conservar, sino que ha de asegurar el aprovechamiento de los recursos que el Banco encierra, para lo cual se pondrá a disposición de los investigadores el material en él depositado, y además, se mantendrá la potencialidad genética existente en la flora actual para satisfacer las necesidades de los investigadores del futuro si esta flora llegara a desaparecer (lo que está sucediendo a ritmo creciente en la actualidad). En pocas palabras, ha de preservar la diversidad genética con objeto de asegurar su utilización hoy y en el futuro.

El aprovechamiento práctico de este material exige conocer al máximo la potencialidad genética de cada muestra, para lo que es preciso una evaluación de las mismas lo más completa posible. Esta evaluación se inicia con los datos de recogida: clase de muestra, origen, suelo, comunidad de plantas, etc., y se va completando progresivamente.

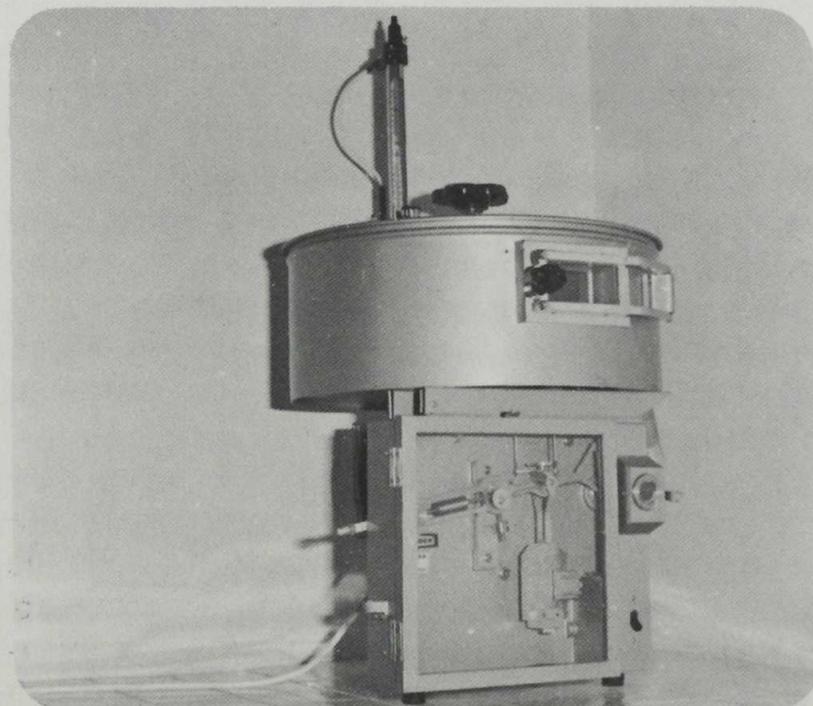
Paralelamente a las semillas, ha de conservarse toda la información concerniente a ellas. Esta información estará ordenada y archivada, de tal forma que sea fácil en cualquier momento saber lo que se conserva, en qué condiciones está y su

posible utilidad para el mejorador. «No es sólo importante conservar las áreas, comunidades, poblaciones o individuos, es también importante que la información relativa a ellos sea adecuadamente registrada, salvaguardada y hecha accesible» (Frankel, 1970). De todo lo anteriormente expuesto se deduce la complejidad del trabajo de un Banco de Germoplasma que, para llevar a buen fin su misión, ha de conocer la riqueza genética de las especies que pretende salvaguardar, dónde se encuentran, cuándo y cómo puede obtenerlas, recogerlas, conservarlas, multiplicarlas, evaluarlas y ponerlas a disposición de los mejoradores.

### **EL BANCO DE GERMOPLASMA VEGETAL DE «EL ENCIN» (INIA)**

El problema que entraña el aumento de la vulnerabilidad de los cultivos alimenticios mundiales debido a la uniformidad genética, llevó a diversos organismos internacionales a prestarle la debida atención. En 1972, la Conferencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano propuso, entre otras recomendaciones, la de recomendar que los gobiernos, en cooperación con la Secretaría general y FAO, tomasen la determinación de: «Desarrollar un programa internacional para preservar los recursos genéticos en el mundo... Colaborar para establecer una red global de centros dedicados a la conservación de recursos genéticos con acuerdo para la disponibilidad del material y la información».

Ya de antiguo los mejoradores españoles habían sentido esta necesidad, e incluso hubo varios intentos de creación de un centro de conservación de recursos fitogenéticos. Pero no fue hasta fina-



*Estufa-balanza empleada para determinar la humedad de las semillas.*

les de 1977, tras la colaboración de varios investigadores del INIA en una expedición internacional para la recogida de trigo en el Sur y Este de España, cuando se iniciaron conversaciones con FAO y, con la colaboración financiera de este organismo, se puso en marcha el proyecto y construcción de un Banco de Germoplasma Vegetal en «El Encín» (Alcalá de Henares), del CRI-DRA-06 del INIA. Desde el inicio, el Banco colabora con el International Board Plant Genetic Resources (IBPGR) y de acuerdo con éste asumió la responsabilidad de conservar el material genético autóctono del área mediterránea en el sector agrícola y, especialmente, de leguminosas de grano.

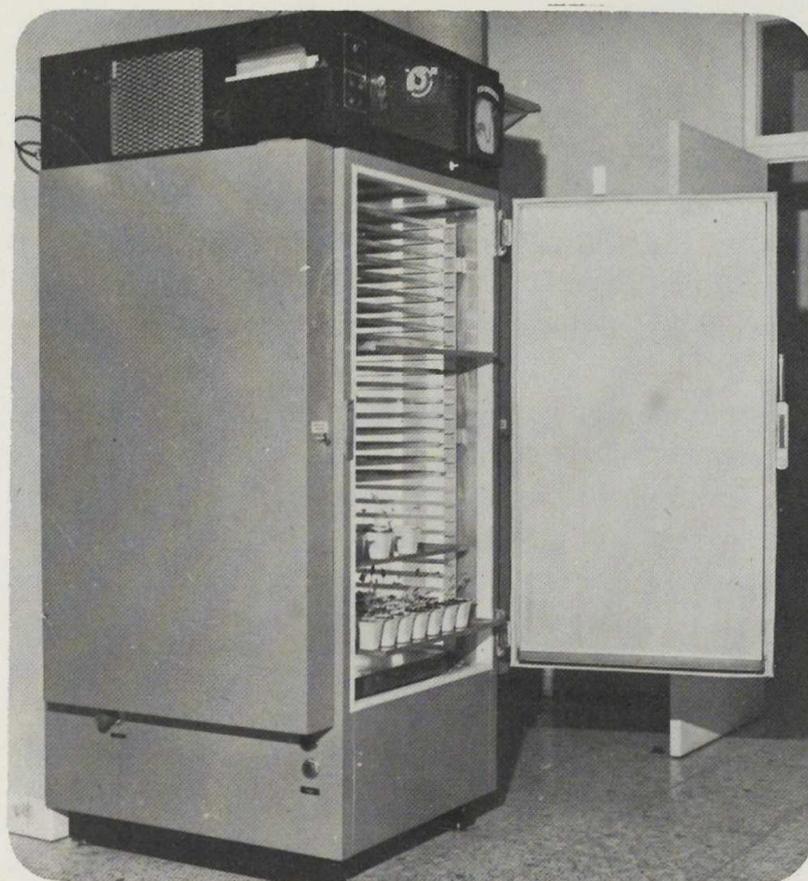
Como se expuso en párrafos anteriores, el trabajo del Banco se desarrolla en varios campos estrechamente relacionados, todos ellos necesarios para llegar al fin propuesto, que es la utilización por los mejoradores de la riqueza genética existente, para que el agricultor reciba unas semillas de mejor calidad y mejor adaptadas a su medio ambiente.

### Prospección

Aunque se deberían conservar todas aquellas plantas que están en peligro de extinción, factores de tipo económico lo impiden y obligan a seleccionar los objetivos. Si no podemos proteger todo, debe hacerse un estudio de posibilidades y prioridades, y según éste hay que seleccionar dónde va a aplicarse lo poco o mucho que estemos capacitados para hacer. Teniendo en cuenta los conocimientos actuales sobre centros de origen, diversificación, introgresión, etc., ¿qué especies es interesante recoger en España?. De éstas ¿cuáles son susceptibles de conservarse en un Banco de semillas?

Teniendo presente estas premisas, el Banco de Germoplasma Vegetal de El Encín (INIA), decidió dedicar su atención preferentemente a las leguminosas de grano por varias razones: grandes extensiones de la España seca son muy adecuadas para su producción, España es deficitaria en proteínas de pienso y existe una gran variabilidad genética en muchas leguminosas de grano en nuestro país.

El trabajo de prospección se inició, previa consulta de la bibliografía existente, mediante una encuesta a las Agencias de Extensión Agraria de todo el territorio nacional sobre la situación del cultivo de leguminosas, solicitándose expresamente datos sobre si se cultivan actualmente o si han sido cultivadas con anterioridad, así como sobre la presencia de especies silvestres afines a las cul-



*Estufa de germinación dotada de diversas bandejas en las que se colocan las semillas a germinar.*

tivadas. El resultado de esta encuesta sentó las bases para el desarrollo progresivo de sucesivas expediciones de recogida de diferente material vegetal. Hemos establecido así una primera guía de recolección.

Cada expedición se planifica con una especie vegetal como objetivo primordial. Será preciso conocer perfectamente el ciclo de la planta, sus fases de desarrollo y épocas de floración y maduración. En base a esto se pueden buscar similitudes de ciclo con otras especies que figuren en la guía de recolección y recoger más de una especie en cada expedición, pero no es aconsejable diversificar mucho las especies a recoger. La experiencia demuestra que el resultado final no es satisfactorio cuando se quiere recoger «todo» al mismo tiempo.

Es conveniente, aunque no siempre puede hacerse, que previamente a la realización de una expedición se recorra la zona prevista cuando las plantas se encuentran en una fase de su desarrollo en que se pueda observar la variabilidad dentro de las poblaciones; el momento ideal suele ser la floración. Con ello se logra conocer mejor lo que se va a recoger y se fija el itinerario más idóneo para la recogida del material.

### Exploración y recolección

Aunque el material vegetal puede llegar al Banco por otras vías, como son el intercambio, en-

vío por parte de investigadores, etc., una de las actividades más importantes de un Banco de Germoplasma consiste en la recolección directa sobre el terreno del material en peligro de extinción. El criterio a seguir en la recolección es el de recolectar el máximo de variabilidad, sin entrar en juicios de valor sobre la utilidad a corto plazo del material, criterio que probablemente prevalecería en un recolector-mejorador.

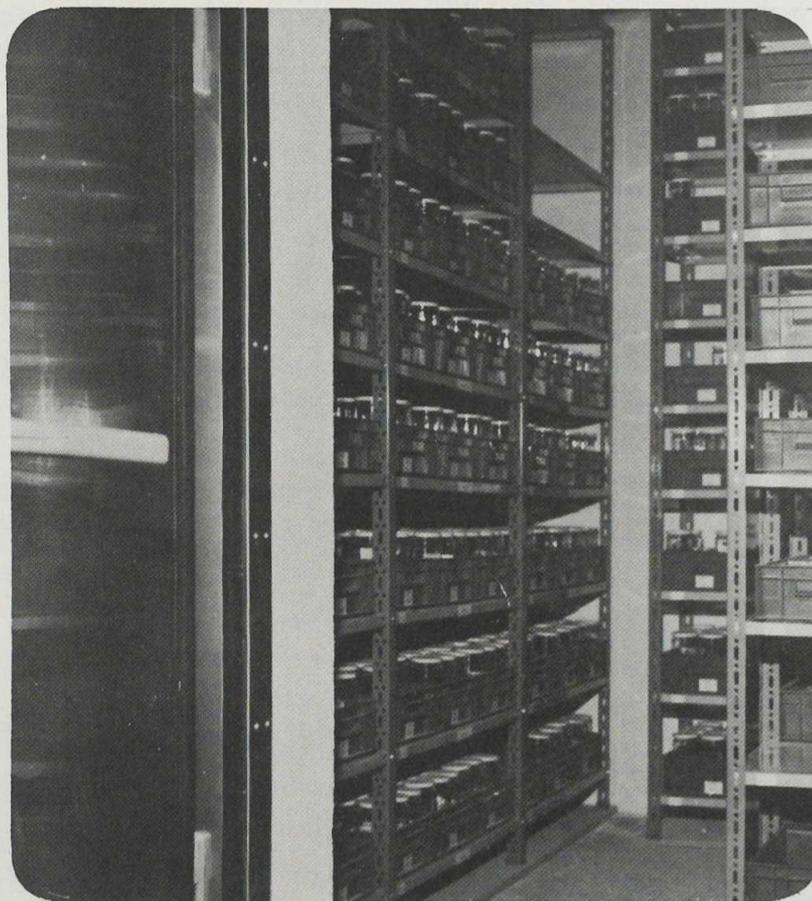
El grupo recolector suele estar formado por 2 a 4 personas con preparación botánica y agronómica adecuada. Es conveniente que, al menos, uno de los componentes de la misión conozca perfectamente la especie objeto de la recolección, para poder analizar, con conocimiento de causa, la variabilidad existente. Es conveniente también conocer las posibles plagas y enfermedades que puedan afectar a esa especie en la región a recorrer. El contacto con técnicos locales es esencial por razones obvias. El tiempo de recolección adecuado es cuando las plantas están en estado de madurez. Se recolectarán las formas silvestres y las especies afines a la especie objeto de recolección.

Es preciso llevar una guía de campo donde se tome nota, individualmente para cada muestra, de todos los datos que contribuyan a la identificación de la misma, tales como, lugar de recogida, altitud, tipo de suelo, topografía, medio ambiente, comunidad de plantas, etc.

Dentro de cada especie la variabilidad es casi infinita: toda colección no es más que una muestra de esta variabilidad. Naturalmente, cuanto mayor sea la muestra recogida y mayor el número de muestras, mejor representada estará la variabilidad total. En todo caso será preciso conjugar criterios de eficacia y recoger el máximo de variabilidad con un mínimo de muestras.

Es difícil determinar cuántas muestras se tomarán en cada área, intervalos espaciales entre las mismas, etc. Dependerá en cada caso de multitud de factores, de la especie a recolectar, de la uniformidad o no del terreno, del clima, de la altitud, etc. La intensidad del muestreo se decidirá en base a los cambios de vegetación y factores de medio ambiente, intensificándolo en aquellas zonas donde se sabe o presume que hay una mayor variabilidad.

A este respecto FAO recomienda que cuando el área recorrida parece uniforme en cuanto a clima, tipo de suelo, prácticas de cultivo y altitud, los intervalos de recogida sean relativamente amplios, de unos 20 a 50 km. Si el cambio de altitud es rápido, recomienda tomar muestras mu-



*Cámara de conservación a  $-2^{\circ}$  C, en la que se aprecian los recipientes cerrados herméticamente que contienen las semillas.*

cho más frecuentemente, cada 100 m en diferencia de altitud, aproximadamente. Pero será siempre el recolector el que al observar los cambios de vegetación, prácticas de cultivo y otros factores ambientales decida la intensidad del muestreo.

En cuanto al sistema de muestreo, será siempre al azar, procurando que la muestra sea representativa de la población que se recoge. Aunque cada especie y cada área tiene su problemática específica, que habrá que tener en cuenta, como regla general se suele recomendar recoger, para plantas alógamas, 100 semillas de 50 plantas diferentes. Esta cantidad será mayor para plantas autóгамas (100 a 200 plantas) y menor para las apomícticas.

En las expediciones realizadas por el Banco de Germoplasma de El Encín ha sido de inestimable valor la colaboración de los servicios de extensión agraria que han tenido un papel de protagonista tanto en la prospección como en la propia realización de las expediciones.

Seleccionada la zona a recorrer, en colaboración con los responsables adecuados del SEA, se elaboró en cada caso el itinerario más adecuado para recoger el máximo de variabilidad en base a la situación de los cultivos, introducción de semillas foráneas, tipos de suelo, climas, etc. El conocimiento profundo del campo, su cercanía al mismo, así como la vocación de los técnicos del SEA hizo fácil la tarea.

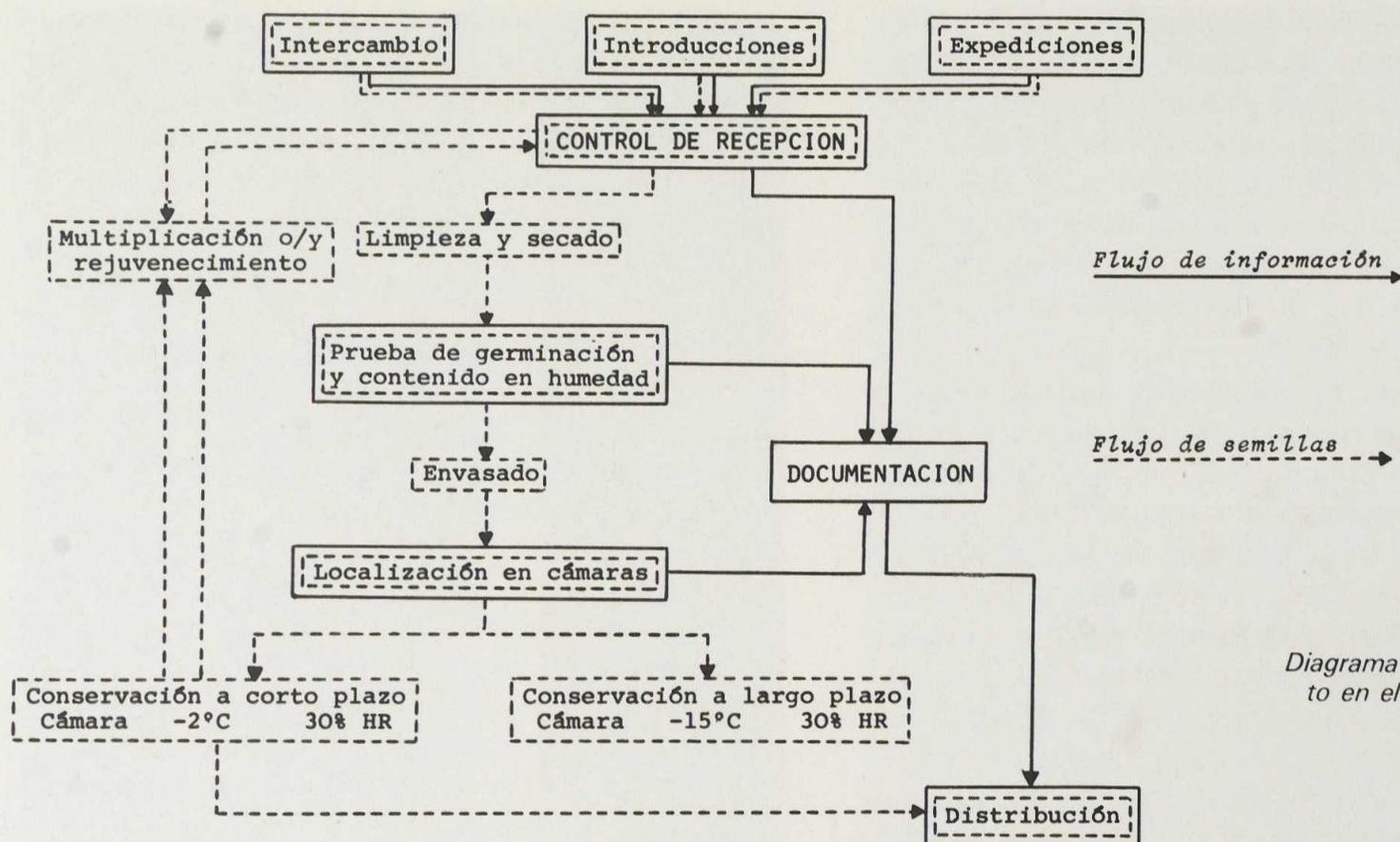


Diagrama del funcionamiento en el B.G.V. del INIA.

En la propia realización material de las expediciones se contó también con su ayuda. Los Agentes Comarcales informaron, acompañaron y sirvieron de enlace con los agricultores. No es exagerado afirmar que el éxito de las expediciones estuvo en gran parte condicionado a la ayuda recibida del SEA.

Hasta el momento se han realizado las siguientes expediciones:

1977.—Recogida de material autóctono de cereales y leguminosas-grano por el Sur y Este de España. Realizada por el Banco de Germoplasma Vegetal de El Encín, España (BGVE), en colaboración con el Banco de Germoplasma de Bari (Italia) y el de Leningrado (URSS). Financiada por INIA, FAO e IBPGR.

1978.—a) Recogida de material autóctono de *Vicia sativa*, *Vicia ervilia* y *Lens culinaris* por las provincias de Cuenca, Guadalajara, Albacete, Toledo, Ciudad Real y Madrid. Realizada por el BGVE. Financiada por el INIA (España) y la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica de Presidencia de Gobierno (España).

b) Recogida de material autóctono de *Lupinus sp.*, *Vicia faba* y *Pisum sativum* por las provincias de Cádiz, Sevilla, Huelva, Badajoz y Cáceres. Realizada por el BGVE en colaboración con el Banco de Germoplasma de Gatersleben (R.D.A.). Subvencionada por el INIA (España), FAO e IBPGR.

1979.—Recogida de material autóctono de *Triticum sp.*, por las provincias de Oviedo y León. Realizada por el BGVE con la participación del

Banco de Germoplasma de Bari (Italia) y Japón. Financiada por el INIA (España), FAO e IBPGR.

1980.—a) Recogida de material autóctono de *Lupinus sp.*, *Secale cereale*, *Phaseolus vulgaris* y *Pisum sativum*, por las provincias de Orense, Pontevedra, Salamanca y León. Realizada por el BGVE con la participación del Banco de Germoplasma de Portugal y la Universidad de Cuzco (Perú). Financiada por el INIA (España), FAO e IBPGR.

b) Recogida de material autóctono de *Lupinus sp.*, *Secale cereale* y *Vicia faba* por el Suroeste de Portugal, parte oriental del Alentejo y Beira y el Algarve. Realizado por el INIA de Portugal con la participación del BGVE. Financiada por el INIA (Portugal), FAO e IBPGR.

1981.—a) Recogida de material autóctono de *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Lupinus sp.* y *Secale cereale*, por las provincias de Lugo, La Coruña y Oviedo. Realizada por el BGVE con la participación del INIA de Portugal. Subvencionada por el INIA (España), FAO e IBPGR.

b) Recogida de material autóctono de *Lupinus sp.*, *Secale cereale* por las provincias de Algarbe, Alentejo, Extremadura y Beira. Realizada por el INIA de Portugal con la participación del BGVE. Subvencionada por el INIA de Portugal, FAO e IBPGR.

### Multiplicación

Al objeto de cubrir las funciones del Banco de Germoplasma, conservación y utilización del material en él depositado, la muestra a conservar no

puede ser muy pequeña. Según la homogeneidad genética del material se recomienda una muestra de 5.000 a 20.000 semillas en la colección básica y otro tanto en la colección de trabajo; además, las semillas deben estar en condiciones óptimas en el momento de su introducción en las cámaras, de lo que se hablará en el apartado «Conservación». Por estas razones, en la mayoría de los casos es preciso multiplicar la muestra llegada al Banco hasta obtener la cantidad y calidad de semilla deseada.

La multiplicación se hace de forma que se conserve el máximo de variabilidad genética de la muestra original. Para ello, es preciso cultivarla en condiciones adecuadas, aislando poblaciones para que no se produzcan cruzamientos entre ellas y facilitando la fecundación cruzada dentro de las poblaciones alógamas.

### **Evaluación**

Comienza en el momento de la recogida, con la toma de datos ecológicos sobre el terreno de muestreo. Progresivamente se irá ampliando con sucesivas evaluaciones: morfológica, agronómica, genética, bioquímica etc.

### **Conservación**

Para asegurar una larga vida a las semillas, son esenciales los factores de temperatura y humedad durante su almacenaje. Una gran mayoría de semillas de plantas cultivadas pueden aumentar su longevidad almacenándolas a bajas temperaturas si han sido previamente desecadas. La relación entre viabilidad, temperatura y humedad la expresó Harrington (1973) de la siguiente manera:

a) Cada reducción de 1 por 100 en el contenido de humedad de la semilla, dobla la vida de la semilla.

b) Cada reducción de 5° C en la temperatura de almacenaje, dobla la vida de la semilla.

Respecto al contenido de humedad, para una óptima conservación, el IBPGR y FAO recomiendan los niveles de 5-7%. A niveles superiores, con presencia de oxígeno, la semilla envejece rápidamente y el peligro de ataque de hongos es obvio. En niveles inferiores pueden producirse alteraciones cromosómicas o se puede llegar a un estado de letargo irreversible.

En cambio, no hay problemas en cuanto a las bajas temperaturas, pero con temperaturas por debajo de -20° C, el aumento de viabilidad es mínimo, mientras que el gasto de energía sube considerablemente. Por tanto, por razones prácticas, no se recomiendan temperaturas inferiores,

aunque éstas nunca son dañosas si las semillas están adecuadamente desecadas.

Frente a una gran mayoría de semillas para las que las afirmaciones anteriores son válidas, hay algunas especies de interés económico que no toleran una disminución de su contenido de humedad interna por debajo del 15 por 100, pues pierden su capacidad germinativa rápidamente y no es posible su conservación. A las primeras las llamó Roberts (1973), «ortodoxas» y a las segundas «recalcitrantes». Las semillas conservadas en el Banco de Germoplasma Vegetal de El Encín (INIA), pertenecen al grupo de las «ortodoxas».

El proceso de conservación seguido en el Banco de Germoplasma Vegetal es como sigue:

La primera operación es la desecación. Se realiza en una cámara con temperatura y humedad relativa regulables. La temperatura no debe sobrepasar los 35° C, pues las temperaturas superiores pueden afectar negativamente la longevidad de las semillas. La humedad relativa se regula sobre un 10-20 por 100. En condiciones de 30° C y 15 por 100 de humedad relativa se consigue la desecación deseada (5-7 por 100 de contenido de agua) en cinco-siete días para cereales y siete-diez días para leguminosas, aproximadamente. No es conveniente que la desecación sea más rápida, pues afectaría negativamente a la longevidad de la semilla.

Alcanzado el grado de secado deseado, las semillas se introducen en recipientes herméticamente cerrados que se almacenan en dos tipos de cámaras: la colección básica en cámara a -15° C y 30 por 100 de humedad relativa y la colección de trabajo en cámara a -2° C y 30 por 100 de humedad relativa.

En estas condiciones, el poder germinativo de las semillas se conserva por más de cien años, teóricamente. Pero son organismos vivos con reacciones complejas: cada especie, cada variedad e incluso cada semilla dentro de una misma población, responde de distinta manera a la conservación. Por ello, es preciso hacer controles periódicos del poder germinativo de las muestras conservadas, y en el caso de que éste disminuya por debajo de ciertos límites proceder al rejuvenecimiento de la muestra mediante su siembra y multiplicación.

**M. A. Bueno (1)**

**M. C. Alamán (2)**

(1) Dra. Ciencias Biológicas. Coordinadora del Programa Nacional del INIA. «Banco de Germoplasma».

(2) Perito Agrícola. Banco de Germoplasma Vegetal. INIA. CRIDA-06.