



**LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE
LA CAÑA DE AZÚCAR**



**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
TÉCNICOS PARA ORIENTAR Y REGULAR LA
PRODUCCIÓN Y TRASLADO DE MATERIAL
VEGETATIVO (SEMILLA) DE CAÑA DE AZÚCAR**

**Roberto Alfaro Portuguez
Erick Chavarría Soto
Marco Chaves Solera**

**Grecia, Costa Rica
Mayo, 2007**

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	3
INTRODUCCIÓN	4
A) Objetivo	7
B) Establecimiento de Semilleros Básicos	7
C) Proyección y Programación de Los Semilleros: Ejemplo Práctico	8
D) Tratamiento de Semilla por Hidrotermoterapia	11
E) Pureza Genética:	13
F) Manejo Fitosanitario	14
G) Cosecha de Semilleros	16
H) Registro Nacional de Productores de Semilla	16
I) Producción de Semilla Fiscalizada	16
J) Inspección y Control	17
K) Reclamos	18

PRESENTACIÓN

La semilla representa y constituye incuestionablemente uno de los factores de la producción más importantes y determinantes a considerar en cualquier proyecto o iniciativa de desarrollo agropecuario, virtud de su participación e incidencia sobre la productividad, la rentabilidad, la sostenibilidad y, por ende, del éxito del mismo.

Resulta por tanto fundamental, asegurar que la condición de este factor sea todo lo óptimo deseable y posible para asegurar que otros factores también directa o indirectamente vinculados, manifiesten y expresen de forma integral todo su potencial de mejoramiento. Realmente poco impacto podría esperarse, por ejemplo, de contar con una variedad de caña adaptable y productivamente satisfactoria, incorporar un manejo a la plantación acorde a las exigencias y expectativas, fertilizar y controlar malezas según necesidades, entre otros, si la calidad de la semilla es deficiente y por tanto limitante.

Es cierto y muy válido reconocer que “*EN AGRICULTURA TODO EMPIEZA POR SEMILLA Y TERMINA EN SEMILLA*”, razón suficiente para esmerarse en atender y cumplir los principios y necesidades que aseguren el poder disponer de material reproductivo de la más alta calidad vegetativa y pureza genética.

Para ello, DIECA en el cumplimiento de sus fines, objetivos y obligaciones institucionales propone en esta oportunidad, una iniciativa orientada en esa dirección, la cual se espera pueda corregir en el corto plazo muchos de los problemas de calidad que presenta la semilla de caña de azúcar empleada actualmente por los productores en sus plantaciones comerciales.

Se espera que ajustando, ampliando y fortaleciendo el ***Programa Nacional de Reproducción de Semilla Básica*** operado actualmente en las diferentes regiones cañeras del país, con la participación conjunta y mancomunada de los Productores e Ingenios interesados en integrarse al Plan, puedan establecerse unidades de reproducción de semilla básica de alta calidad, que permitirían suplir el material reproductivo requerido en cada región y localidad productora.

Pretende por tanto el presente documento “*Definir y establecer los lineamientos y orientaciones básicos para la reproducción y el adecuado manejo de las plantaciones de caña de azúcar destinadas a la producción y reproducción de semilla; así como también, dictar las normas y procedimientos que se deben considerar durante la cosecha y el traslado de material reproductivo entre las zonas y localidades productoras de caña en el país*”.

Con la presente iniciativa contribuye DIECA a proponer estrategias viables que contribuyan a la resolución de limitantes verdaderamente trascendentes para la consolidación de una agroindustria azucarera competitiva, rentable y exitosa, por lo cual esperamos que la acogida sea positiva.

Ing. Agr. Marco Chaves Solera, MSc
Director Ejecutivo DIECA

INTRODUCCIÓN

Disponer de semilla o material reproductivo de alta calidad agronómica y pureza genética en el caso particular de la caña de azúcar, como en cualquier otro cultivo agrícola, constituye uno de los componentes tecnológicos más importantes y determinantes para pretender lograr alcanzar el éxito productivo y económico en cualquier plantación comercial.

Es conocido que lamentablemente en el pasado la denominada “*semilla de caña*” empleada por buena parte de los agricultores para realizar sus siembras comerciales, carecía en la mayoría de los casos de las condiciones necesarias y la calidad requerida, al utilizar por lo general material vegetativo obtenido a partir de plantaciones comerciales muchas veces viejas y enfermas, procedente de variedades no deseadas o mezcladas y muchas veces en avanzado estado de desarrollo, induciendo todo esto un fuerte impacto negativo en la calidad de la semilla y, favoreciendo con ello, la diseminación de enfermedades y plagas de importancia económica para el cultivo.

Entre los problemas fitosanitarios más importantes identificados en el país se encuentran la presencia del Carbón (*Ustilago scitaminea syd*), la Roya (*Puccinia melanocephala*), el Virus del Mosaico (SCMV), el Virus de la Hoja Amarilla (SCYLV), el Raquitismo de la Soca (*Leifsonia xyli subsp. xyli*) y la Escaldadura de la Hoja (*Xanthomonas albilineans*), entre otras. Estas enfermedades con excepción de la Roya, se pueden transmitir por medio del empleo durante la siembra de material vegetativo infectado, por lo que la incidencia de estas enfermedades puede incrementarse de manera significativa a través de los ciclos sistemáticos de cosecha y reproducción, provocando con ello el deterioro de las plantaciones comerciales en el corto y mediano plazo.

Adicionalmente a las enfermedades antes mencionadas, también existe el enorme riesgo de transmitir algunas plagas de invertebrados de gran importancia con el material propagativo, cuando éste es de dudosa calidad. El Cuadro 1 cita las principales plagas de la caña de azúcar que se pueden transmitir por semilla, así como una breve descripción de los daños que las mismas provocan en las plantaciones comerciales; hace referencia así mismo el cuadro, a su distribución geográfica en las zonas cañeras del país.

Cuadro 1.
Insectos de importancia económica con potencial de transmisión
por medio de la semilla de caña de azúcar *.

NOMBRE COMÚN	ESPECIES**	DAÑOS OCASIONADOS	DISTRIBUCIÓN***
Barrenador Común del Tallo	<i>Diatraea guatemalaella</i>	Perfora y hace túneles, provoca el síntoma de "corazón muerto" en tallos jóvenes; los tallos se quiebran fácilmente. En las galerías se desarrolla la " Pudrición Roja del Tallo " que genera la inversión de sacarosa y favorece el ingreso al tallo de plagas secundarias. Propagación con la semilla se da en estadio de huevos, larvas y crisálida.	0 - 1000 msnm
	<i>Diatraea tabernella</i>		Zonas altas (+ 1000 msnm)
	<i>Diatraea saccharalis</i>		0 - 1000 msnm
Barrenador Mayor del Tallo	<i>Castnia licus</i>	Se aloja en la cepa, produce la muerte del retoño (<i>corazón muerto</i>) al alimentarse del tallo; ocurre volcamiento del tallo. Propagación con la semilla se da en estadio de larva y crisálida.	Valle Central, San Carlos
Barrenador Menor del Tallo	<i>Blastobasis graminea</i>	Galerías en el tercio superior del tallo, pudiendo ocurrir en la parte inferior. Daños en el extremo de la porción apical, la planta puede morir. Galerías irregulares. Nunca más de dos entrenudos. Propagación con la semilla se da en estadio de larva y crisálida.	Valle Central, Región Sur
Salivazo, Baba de Culebra, Palomilla	<i>Aneolamia albofasciata</i>	Se alimentan de la savia provocando la muerte del tejido foliar por obstrucción vascular. Ataques severos en estado joven de la planta pueden provocar su muerte. Es posible que se de la propagación con la semilla del estadio ninfal.	Guanacaste, San Carlos
	<i>Aneolamia postica</i>		Pacífico Central
	<i>Aneolamia reducta</i>		Pacífico Central
	<i>Prosapia bicincta</i>		Regiones altas Valle Central
	<i>Prosapia plagiata</i>		Regiones altas Valle Central
	<i>Prosapia simulans</i>		Guanacaste, Puntarenas, San Carlos
	<i>Zulia vilior</i>	Puntarenas, San Carlos	
Cigarrita Antillana	<i>Saccharosydne saccharivora</i>	Succiona la savia por el envés de la hoja limitando el desarrollo de esta. Indirectamente ocasiona la aparición de " <i>fumagina</i> " lo que interfiere y afecta los procesos fotosintéticos y de transpiración. Propagación con la semilla en los estadios de huevo, ninfa y adulto.	Todo el país
Saltahojas, Chicharrita de la Caña de Azúcar	<i>Perkinsiella saccharicida</i>	Succiona la savia de las hojas. Lesiones son producidas por la oviposición en la nervadura central de la hoja. Favorece la Fumagina. Es transmisor del temible Enfermedad de Fiji . Propagación con la semilla se da en los estadios de huevos, ninfas y adulto.	Regiones con periodos extensos de sequía. San Carlos
Chicharra	<i>Proama invaria</i>	Las ninfas se alimentan del sistema radicular provocando la muerte de la cepa. La hembra oviposita en la nervadura central provocando daños. Propagación con la semilla se da en el estadio de huevo.	San Carlos

NOMBRE COMÚN	ESPECIES**	DAÑOS OCASIONADOS	DISTRIBUCIÓN***
Escama Harinosa Rosada de la Caña de Azúcar	<i>Saccharicoccus sacchari</i>	En la planta no se presentan síntomas visibles de daño. Se alimentan del Floema y producen exudados. Se observa una capa harinosa blanca recubriendo los individuos que viven de manera gregaria, ubicados en los nudos del tallo debajo de las "yaguas" de las hojas. Asociado con la presencia de hormigas. Propagación de estadios juveniles y adultos con la semilla.	Todo el país
Escarabajo de la Caña	<i>Euetheola humilis rugiceps</i>	Larvas y adultos barrenan y cortan los tallos y brotes jóvenes un poco por debajo de la superficie del suelo. Se da retraso en el crecimiento. Pueden dañar la semilla recién sembrada. La propagación con la semilla se da en los estadios de larva, pupa y adulto.	Regiones con condiciones de sequía y suelos pobres (Santa Eulalia, Los Chiles)
Picudo de la Caña	<i>Metamasius hemipterus</i>	Se alimenta de los esquejes de la semilla afectando su germinación. Afecta tallos molederos. Las larvas hacen galerías por las que penetran hongos que causan pudrición e inversión de azúcares. Propagación con la semilla se da en los estadios de huevo, larva, pupa y adulto.	Todo el país
Chinche de Encaje	<i>Leptodictya tabida</i>	Las colonias viven en el envés de las hojas de la parte media del tallo hacia abajo. Se alimentan de la savia y con sus piquetes causan manchas irregulares de colores amarillo cenizo, café rojizo y negras. Los síntomas son más claros durante la época de sequía. Propagación con la semilla se da en los estadios de huevo, ninfa y adulto.	Guanacaste. Con potencial en el rango de 0 a 1300 msnm

*Se reportan las plagas de la caña de azúcar en Costa Rica que pueden tener algún potencial de transmisión o propagación entre localidades o regiones, por la presencia de algún estadio de vida en material utilizado como semilla asexual.

**Algunos de los insectos tienen poca importancia económica por sus efectos al cultivo.

***Regiones reportadas. En algunos casos condiciones donde podría presentarse con algún nivel de importancia.

El uso de semilla de baja calidad como material reproductivo exige una frecuente renovación de los campos, situación que se podría evitar mediante el empleo de materiales de alta calidad, pureza genética y libre de patógenos; bien sea con variedades comerciales tradicionales o con nuevas variedades provenientes siempre de semilleros o campos de multiplicación, ubicados en la misma región o fuera de esta y sometidos a un estricto monitoreo y control fitosanitario.

Para obtener semilla sana y de buena calidad se deben establecer plantaciones dedicadas exclusivamente para ese fin, manejadas con prácticas específicas y adecuadas que garanticen semilla de alta pureza varietal, fitosanidad y una edad de cosecha adecuada (nunca superior a 7-9 meses) que aseguren al productor una rápida y equilibrada germinación, un crecimiento vigoroso, un desarrollo uniforme, una maduración estable y una mayor vida útil de sus plantaciones.

Para procurar corregir los problemas de calidad de la semilla de caña de azúcar empleada por los agricultores, DIECA propone fortalecer el **Programa Nacional de Reproducción de Semilla Básica**, para que conjuntamente con los Productores e Ingenios de cada región cañera interesados, se establezcan unidades de reproducción de semilla básica de alta calidad, con el

objeto de suplir el material reproductivo necesario para el sector azucarero en cada región y localidad productora.

A) Objetivo

El objetivo fundamental del presente documento, es el de definir y establecer los lineamientos y orientaciones básicos para la reproducción y el adecuado manejo de las plantaciones de caña de azúcar destinadas a la producción y reproducción de semilla; así como también, dictar las normas y procedimientos que se deben considerar durante la cosecha y el traslado de material reproductivo entre las zonas y localidades productoras de caña en el país.

Las normas y procedimientos señalados en este manual no deben ser tomados de ninguna manera como una imposición técnica, sino por el contrario, ser considerados como una sana y necesaria guía práctica básica, destinada a garantizar la calidad de la semilla y a reducir el riesgo de trasladar plagas o enfermedades entre regiones productoras. Por tal motivo, el éxito de alcanzar satisfacer este objetivo, dependerá de su aplicación conciente y voluntaria por parte de todo el sector involucrado, quien al final será el más beneficiado con los logros que se alcancen con este programa.

B) Establecimiento de Semilleros Básicos

Las épocas de siembra de las plantaciones comerciales de cada región y localidad productora de caña de azúcar, definirán y determinarán el momento más oportuno para realizar el establecimiento de los semilleros básicos. El área de estos deberá ser como norma, aproximadamente la décima parte del área que se planea renovar cada año en las plantaciones comerciales.

En el plan de renovación anual de plantaciones y con la debida y prudente anticipación, se deberá considerar el establecimiento de tres tipos de semilleros por cada variedad reproducida y cuyo orden secuencial es el siguiente: **Básico, Semicomercial y Comercial.**

El **Semillero Básico** será la fuente del material vegetativo inicial empleado para realizar la posterior siembra de los **Semilleros Semicomerciales**, los que a su vez proporcionarán el material necesario y suficiente para efectuar la siembra de los **Semilleros Comerciales**, a partir de donde se obtendrá la semilla necesaria para las siembras finales.

El Semillero Básico inicialmente estará constituido con material proveniente de plántulas reproducidas mediante la Técnica de Cultivo de Tejidos *in vitro*, y una vez sembrados en el campo, serán manejados técnicamente y tratados por medio de Hidrotermoterapia (THT) antes de suplir la semilla necesaria para establecer los Semilleros Semicomerciales.

En la Figura 1 adjunta se muestra el esquema general básico que describe la metodología general sugerida para efectuar el establecimiento y operación de un programa de producción de semilla, con el objetivo de lograr obtener material de alta pureza genética con una edad de cosecha de entre 7 y 9 meses de edad.

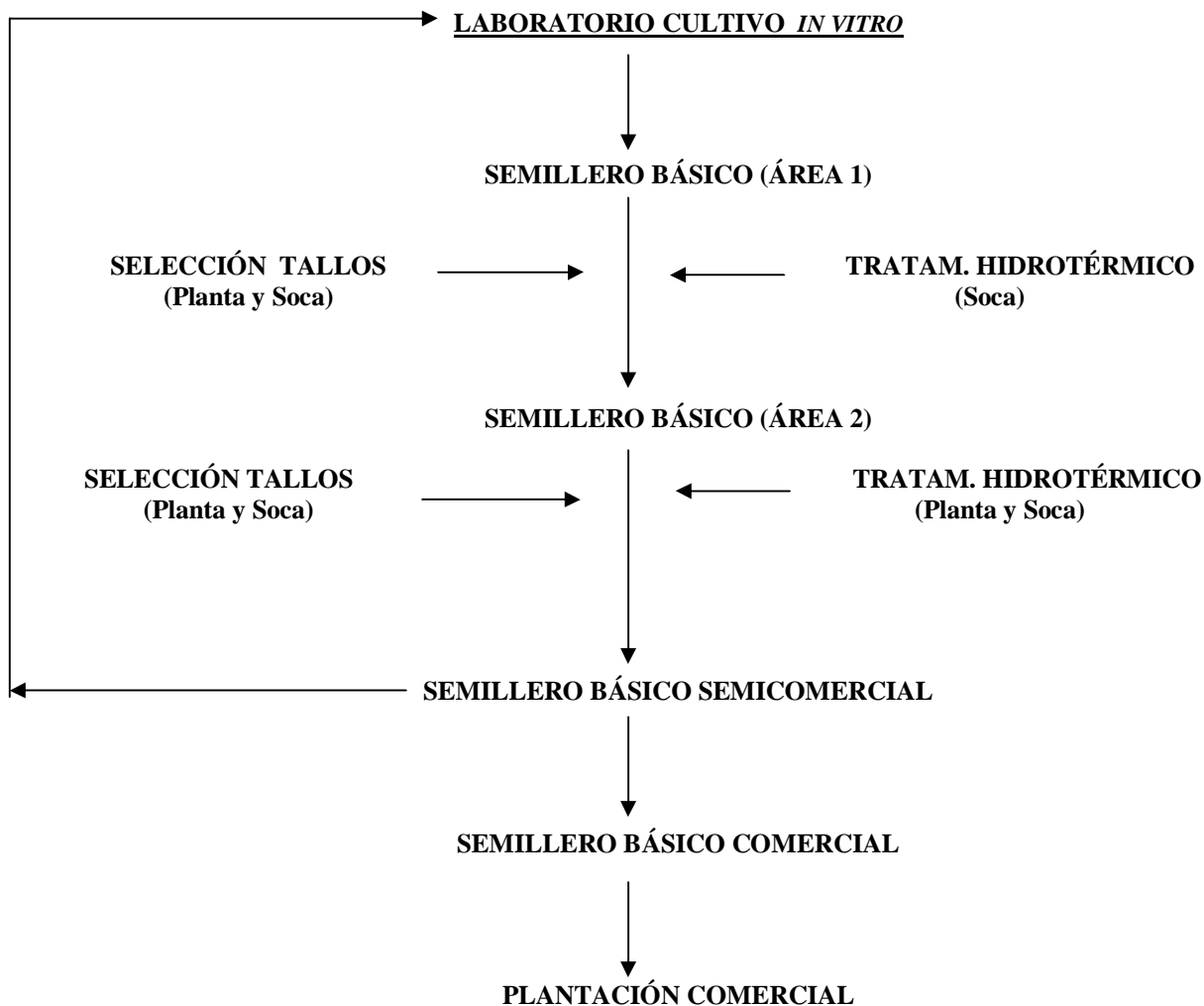


Figura 1. Esquema general básico para establecer y operar un programa de reproducción de semilla de caña de azúcar en Costa Rica.

C) Proyección y Programación de Los Semilleros: Ejemplo Práctico

Considerando que el esquema anterior deber ser necesariamente adaptado y ejecutado en función de las diversas condiciones de manejo existentes en las diferentes regiones, localidades y fincas interesadas en reproducir material vegetativo de alta calidad y pureza genética, se sugiere seguir como ejemplo práctico el esquema de reproducción seguidamente desarrollado, para poder así cuantificar áreas de siembra necesarias, estimar el tiempo requerido y cuantificar con mejor criterio la cantidad de semilla reproducida.

Se toma como ejemplo teórico para explicar el procedimiento secuencial y sistemático sugerido anteriormente, el caso supuesto de una finca que requiere renovar parte de sus plantaciones comerciales tradicionales sembrando un área nueva de caña comercial con 3 variedades promisorias diferentes, partiendo de material vegetativo obtenido por la Técnica de Cultivo de Tejidos *in vitro*, para lo cual necesita disponer con la mayor rapidez posible de semilla comercial de muy alta calidad de c/u de ellas. Surge de inmediato la inquietud ¿Cuanto es el área necesaria y el tiempo implicado para disponer de la semilla requerida?

Se parte como principio fundamental de la calidad, disponer de material vegetativo que me asegure lograr y asegurar la misma; razón por la cual, el semillero básico inicial estará conformado bajo este supuesto por un lote de 3.000 plántulas de origen *in vitro* sembradas en un área de 1.600 m², con un porcentaje estimado de selección de tallos de un 70% y un rendimiento agrícola de 50 TM de semilla/ha, el cual deberá producir aproximadamente 6 TM de semilla.

La semilla producida debe ser cortada en esquejes de tres yemas y sometida a **Tratamiento Hidrotérmico (THT)**, a una temperatura estable de 51°C durante una hora, antes de ser sembrada en el campo colocándola en pares de esquejes de tres yemas en los surcos de siembra, permitiendo con ello establecer aproximadamente hasta 1 hectárea de semillero.

La semilla producida luego de 8 meses en este nuevo semillero (aproximadamente 50 TM) deber ser seleccionada y tratada también hidrotérmicamente, para posteriormente ser sembrada en igual forma que el semillero anterior, en un área próxima a las 5 hectáreas 8 meses después (16 meses totales); las cuales, se sugiere con fines prácticos dividir en dos lotes de 1 ha cada uno y otro de 3 has. Esto permitiría el poder aplicar a la semilla proveniente de los dos lotes de 1 ha en la próxima reproducción, otro tratamiento hidrotérmico. De lo contrario por la cantidad de semilla vinculada y la limitada capacidad del equipo tratador con que se cuenta actualmente, sería en la práctica difícil de poder cumplir.

Continuando con el esquema propuesto, la plantación de 3 has produciría suficiente semilla semicomercial (cerca de 150 TM) para cultivar, con una densidad de 10 TM/ha, unas 15 has de semillero comercial. A partir de esas 15 has de semillero se producirían a la vez aproximadamente 750 TM de semilla que haría posible la siembra de una plantación comercial de 75 has. Caso se decida emplear el retoño del semillero inicial (3 has) se adicionarían otras 150 TM de semilla para sembrar 15 has más de terreno para un total de 90 has de plantación comercial; eso reiteramos, caso se decida emplear el material vegetativo del primer retoño.

Los semilleros de 1 ha después de ser tratados hidrotérmicamente, estarían en capacidad de producir cada uno suficiente semilla (50 TM c/u) para sembrar semilleros comerciales de 5 has, los cuales a la vez, 8 meses después, producirían cada uno de ellos semilla (250 TM) suficiente para cultivar 25 has nuevas. Si se emplea en este caso la semilla de los retoños de las dos plantaciones de 1 ha (50 TM/semillero = 100 TM de semilla totales) se adicionarían 50 has más de plantación comercial.

En total y sin disponer y aprovechar los ciclos de soca (retoño) procurando siempre obtener la mayor calidad del material cosechado, esta propuesta de reproducción estaría en capacidad de generar al final el establecimiento de un área nueva total de 125 has de plantación comercial en

un tiempo de 32 meses (2 años y 8 meses) después de sembrado el primer semillero básico de apenas 1.600 m². En este caso son necesarias **31 hectáreas de semillero** lo que significaría disponer al final de **156 has comerciales**. Si se emplean los retoños se incorporan adicionalmente 65 has más de área comercial, para un gran total de **190 has** a las cuales hay que sumar también el área de los semilleros (31 has), lo que incrementaría el área sembrada en **221 has comerciales**.

Lo anterior es válido para cada semillero básico de cada variedad proveniente del cultivo de 3.000 plántulas obtenidas mediante la Técnica de Cultivo *in vitro* que se establezca en el campo.

La propuesta del ejemplo anterior se describe en forma secuencial en el esquema expuesto en la Figura 2.

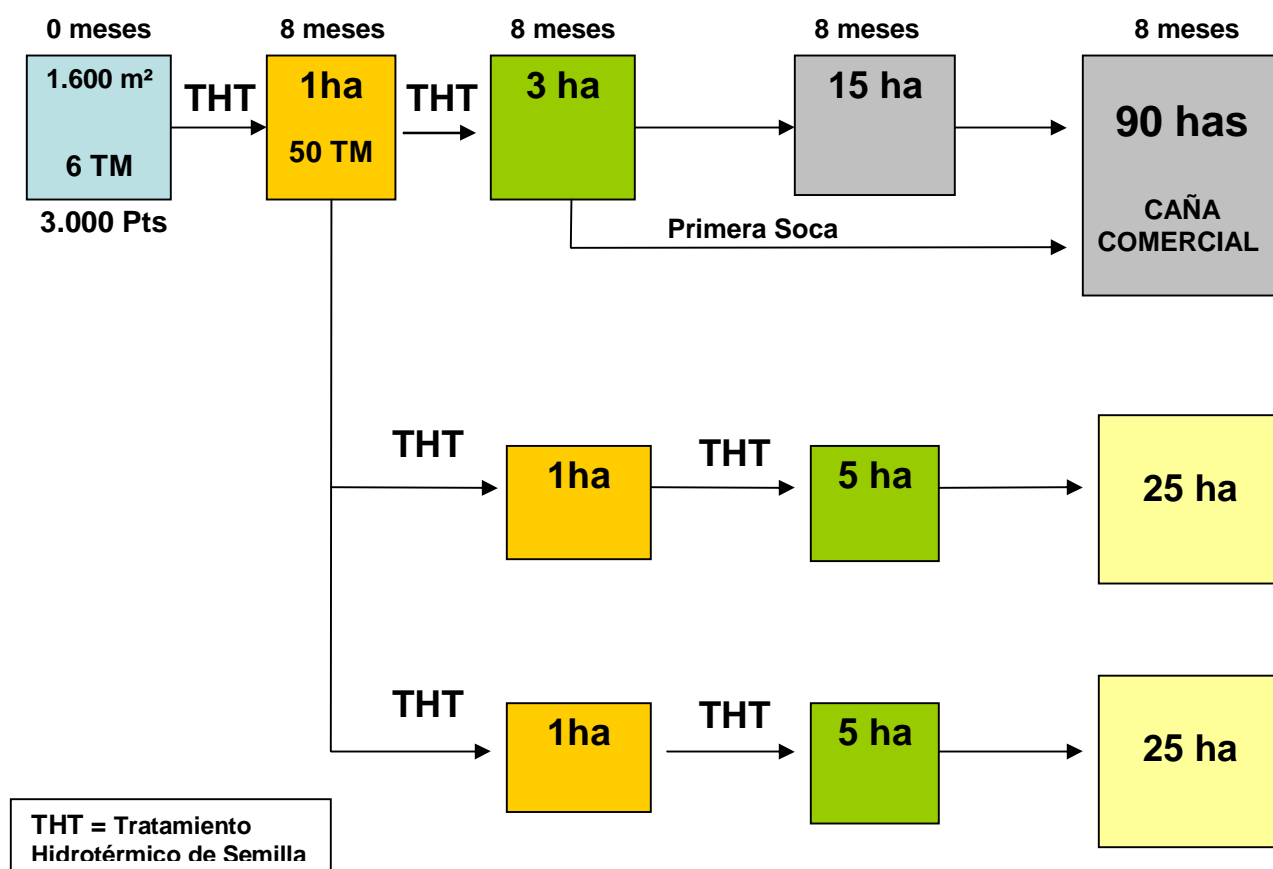


Figura 2. Desarrollo de un ejemplo práctico de reproducción de semilla de caña de azúcar.

Como corolario final y resumen del presente ejemplo, es claro que siguiendo la premisa inicial de que la finca reproducirá 3 nuevas variedades comerciales de caña diferentes, se tendrían entonces que establecer simultáneamente 3 semilleros diferentes y obtener a partir de las 3.000 plántulas *in vitro* (sembradas en 1.600 m²) la semilla comercial de más alta calidad agronómica y pureza genética posible. Si se espera un rendimiento agrícola de 50 TM de semilla/ ha, el cual es muy

conservador pues la experiencia de campo dicta que en la realidad es de aproximadamente 60 TM/ha, se estaría en capacidad de disponer a partir de 31 has de plantaciones de semillero luego de 32 meses, de semilla comercial de muy alta calidad para sembrar cerca de 1.105 has de cultivo comercial si se emplean los retoños y 780 has (29,4% menos) en el supuesto contrario (no se emplean); esto es cierto para cada una de las variedades reproducidas.

Para garantizar un flujo permanente de semilla todos los semilleros deben ser sustituidos por otros similares 8 meses después caso que no se aprovechen los retoños, o 16 meses después si estos son utilizados, situación que permitiría disponer todos los años de la misma cantidad de semilla.

Se concluye que partiendo de un área de 4.800 m² de semillero donde se cultivan inicialmente 9.000 plántulas de caña de azúcar obtenidas mediante la Técnica de Cultivo de Tejidos *in vitro* de tres variedades de caña diferentes, es posible luego de 32 meses (2 años y 8 meses) durante los cuales se utilizan 93 has como área de multiplicación y reproducción vegetativa (semillero), sembrar un total de 3.315 has de plantación comercial con variedades nuevas; esto si se utilizan las plantaciones de retoño de los semilleros, o en su caso, 2.340 has si se siembra sólo la semilla obtenida a partir del ciclo planta.

Es un hecho demostrado como se mencionó anteriormente, que la planificación y la programación de acuerdo a las necesidades reales de semilla por variedad, deben imperar en todo momento para evitar producir lo que no se requiere o desea; además, como se evidencia el sistema puede generar una mayor cantidad de semilla de lo programado en este ejemplo, por lo que siempre puede ser necesario enviar a la fábrica alguna cantidad de semilla o idealmente, proceder a su venta y captar recursos extraordinarios.

Los semilleros semicomerciales deben ser establecidos en cada una de las fincas donde se requiere disponer la semilla para las siembras finales, con el objeto de evitar el posible daño y el traslado masivo e innecesario de semilla. Una vez que la plantación haya cumplido su objetivo como semillero podrá ser utilizado como plantación comercial, de la cual es esperable una producción muy satisfactoria virtud de sus condiciones.

D) Tratamiento de Semilla por Hidrotermoterapia

El tratamiento por Hidrotermoterapia también conocido como Tratamiento Hidrotérmico (THT) consiste en la aplicación de calor a la semilla de caña de azúcar, mediante la inmersión de los esquejes en agua caliente a una temperatura específica que normalmente es de 51°C, durante un periodo de tiempo también definido que usualmente es de 60 minutos (una hora).

El THT permite la reducción o eliminación mediante calor, del inóculo de algunos patógenos que podrían eventualmente encontrarse presentes en la semilla, reduciendo así las probabilidades de infecciones iniciales durante la etapa de germinación de las plántulas en el campo.

El proceso es bastante sencillo, sin embargo, requiere de la utilización de equipos especializados diseñados para mantener el tratamiento de la semilla a una temperatura constante durante el

tiempo que dure el mismo. La eficiencia del tratamiento dependerá de esto, así como de la cantidad y el tamaño del material propagativo empleado. Necesita además del cuidado permanente durante el proceso para no sobre exponer la semilla a periodos de tiempo más prolongados del necesario, con efectos detrimentales sobre el material, incluyendo la muerte de las yemas. Temperaturas superiores podrían desnaturalizar la proteína y provocar la muerte del tejido; recordemos que las yemas como estructuras de crecimiento poseen tejidos muy sensibles.

Para realizar el THT la semilla debe primeramente seleccionarse y prepararse cuidadosamente preferiblemente, por razones hormonales ligadas directamente a la capacidad de germinación, en esquejes de tres yemas. Cuando la cantidad de semilla es poca o se necesita promover un efecto más eficiente del THT, se puede trabajar con esquejes de una sola yema o con yemas individuales para el establecimiento de semilleros o almácigos en áreas muy pequeñas; no obstante, está suficientemente demostrado que el tamaño ideal para trabajar con volúmenes moderados de material vegetal es el de esquejes de tres yemas.

La selección debe hacerse de manera muy técnica escogiendo esquejes de tamaños y preferiblemente secciones del tallo (primero y segundo tercio del tallo) uniformes, descartando aquellos que tengan las siguientes condiciones:

1. Esquejes provenientes de tallos que no concuerden con las características fenotípicas y tipificantes de la variedad reproducida, para lo cual debe existir una excelente identificación previa del material genético previsto multiplicar.
2. Esquejes con yemas muy viejas (tercio inferior del tallo) o por el contrario muy joven (tercio superior).
3. Esquejes con yemas dañadas.
4. Esquejes con faltante de yemas (incompletas).
5. Esquejes con yemas estimuladas o germinadas (lalas).
6. Esquejes con presencia de raíz aérea.
7. Evidencia de daños mecánicos o heridas que no sean las del corte del tallo.
8. Presencia de insectos o daños causados por insectos.
9. Evidencia de pudriciones causadas por hongos o bacterias.
10. Esquejes deshidratados o provenientes de tallos que han sido quemados.
11. Esquejes muy delgados (diámetros inferiores al la media de la variedad).

Es importante anotar que cuando la semilla es sumergida en el agua la temperatura desciende por lo general de 3 a 4 °C, por lo que el tiempo efectivo de tratamiento se debe tomar a partir del momento en que la temperatura alcance los 51 °C una vez sumergida y estabilizada la semilla. Durante el proceso la temperatura no debe subir más de 52 °C ya que dañará a la semilla de forma permanente. Asimismo, la temperatura no debe descender a menos de 50 °C pues ocasionará que el tratamiento no sea efectivo.

Hay que tomar en cuenta que algunas variedades de caña son más sensibles que otras a tolerar la temperatura, razón por la cual resulta prudente realizar pruebas preliminares para determinar el efecto del calor sobre la germinación de la yema, en caso de que no exista información y antecedentes al respecto sobre alguna variedad en particular.

Luego del THT se realiza de manera inmediata un tratamiento químico aplicado en frío (TQF), que consiste en la inmersión de la semilla tratada en una solución de algún funguicida adecuado a temperatura ambiente, con el fin de curar y sellar las heridas o cortes que hay en la semilla para evitar el posible ingreso de patógenos al colocarse esta en el suelo.

Dentro de los productos más recomendados para realizar el TQF se encuentran las siguientes alternativas comerciales:

1. Carboxin + Captan: en presentación comercial de Polvo Mojable (WP) a una dosis de 1,5 g i.a./l/TM de semilla tratada, dependiendo de la formulación del producto comercial empleado.
2. Captan: en presentación de Polvo Mojable (WP) y ajustar la dosis de 1g i.a./l/TM de semilla tratada dependiendo de la formulación del producto comercial utilizado.
3. Ferbam: en presentación de Polvo Mojable (WP) y ajustar la dosis a 1g i.a./l/TM de semilla tratada dependiendo de la formulación del producto comercial empleado.

Una vez realizado el TQF se deja la semilla reposar al ambiente pero sin exposición al sol por espacio de 8 a 24 horas, antes de proceder con la siembra en el campo.

La siembra en el campo se realiza de manera normal siguiendo las recomendaciones técnicas conocidas y aplicadas en dicha labor, para lo cual es necesario hacer una distribución de la semilla con una densidad de 12 yemas por metro lineal de surco, lo que equivale a aproximadamente 2 esquejes/metro.

La semilla comercial que no recibe THT puede ser sumergida o mojada con agua antes de realizar la siembra, pues está comprobado que dicho tratamiento mejora la germinación y el desarrollo futuro de los brotes emergentes.

E) Pureza Genética:

Para efectos de garantizar la pureza genética y la debida identidad del material de reproducción, los lotes de semilla, en todas sus fases, deberán de mostrar fehacientemente las características morfológicas y agronómicas tipificantes de la variedad o variedades reproducidas. De igual manera, deberán de estar libres de la presencia de plantas o cepas voluntarias pertenecientes a otras variedades no deseadas que afecten la pureza del semillero.

Las plantas o cepas voluntarias deberán identificarse en el campo y erradicarse de los lotes de semilleros, para lo cual se recomienda realizar monitoreos permanentes en las plantaciones básicas.

* i.a.: ingrediente activo.

F) Manejo Fitosanitario

El estado fitosanitario de los semilleros se debe necesariamente ajustar a los criterios que se indican en el Cuadro 2. Para ello, es necesario cumplir con los siguientes requisitos: a) libre de daños mecánicos ocasionados por insectos u por otro tipo de causas sean naturales o inducidas; b) debe estar libre de plagas; c) sin evidencia de presencia de enfermedades importantes; d) sin afección por toxicidad de plaguicidas y e) sin presencia de plantas diferentes a la variedad en reproducción, entre otras.

Cuadro 2.
Requisitos fitosanitarios de los materiales usados en los programas de producción de semilla.

Enfermedad	Incidencia Máxima Permitida		
	Semilla Básica	Semilla Semicomercial	Semilla Comercial
Carbón (<i>Ustilago scitaminea</i>)	0	0	5%
*Raquitismo de las Socas (<i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>Xyli</i>)	0	5%	10%
Escaldadura Foliar (<i>Xanthomonas albilineans</i>)	0	0	5%
SCMV	0	0	0
SCYLV	0	0	0

***Nota importante a tomar en cuenta:** *El diagnóstico para Raquitismo de las Socas tiene dificultades que hay que tomar en cuenta, ya que para la evaluación de semilleros es necesario obtener resultados precisos considerando que las tolerancias son muy bajas. En este sentido se ha detectado que los análisis por Microscopía de Autofluorescencia produce inconsistencias importantes debido a que la técnica no es lo suficientemente precisa. En este sentido lo ideal sería contar con un método de evaluación más confiable y preciso como es el caso de las Pruebas Serológicas de Tissue Blot o ELISA, o las Moleculares del tipo de Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR). Las Pruebas Serológicas tienen la dificultad de que a nivel comercial no se cuenta con los anticuerpos necesarios para llevarlas a cabo. En esta materia en DIECA se están realizando esfuerzos para procurar desarrollar anticuerpos específicos a partir de aislamientos puros de la bacteria; sin embargo, hasta el momento han resultado infructuosos por la dificultad de obtener colonias puras en medio de cultivo in vitro. La otra alternativa es el PCR que no tiene la limitante de depender de anticuerpos específicos para recurrir al análisis; además de que es cerca del 97% más confiable que las pruebas de Tissue Blot o ELISA, tiene la ventaja de que el análisis de las muestras es más barato que con las pruebas Serológicas. Sin embargo, tiene la gran desventaja de que la inversión inicial en la adquisición del equipo para la implementación es bastante costosa; no obstante, es importante considerar este punto en la medida del nivel de compromiso que se vaya a adquirir en lo referente a las evaluaciones de la calidad de la semilla.*

Cuadro 3.

Otras enfermedades de importancia económica que pueden tener efecto negativo en la producción de semilla de calidad y en el traslado de material reproductivo entre regiones.

NOMBRE COMÚN	ESPECIES	DAÑOS	DISTRIBUCIÓN
Roya	<i>Puccinia melanocephala</i>	Necrosis del tejido foliar con producción de esporas sobre las lesiones, con potencial de ser trasladadas de una región a otra en restos de hojas. Su impacto dependerá en gran medida de la variedad.	Ampliamente distribuida con mayor impacto en regiones ventosas, con periodos secos prolongados y sin disponibilidad de riego.
Pokkah Boeng o Cogollo Retorcido	<i>Fusarium moniliforme</i>	Clorosis y deformaciones en las hojas, muerte del cogollo, deformaciones importantes en el tallo, y pudriciones internas en el mismo.	Zonas húmedas por debajo de los 600 msnm.
Mal de Piña	<i>Ceratocystis paradoxa</i>	Pudrición húmeda del tallo, brote de yemas laterales.	Zonas húmedas especialmente en las regiones cañeras de San Carlos y Turrialba.
Pudrición Roja del Tallo	<i>Colletotrichum falcatum</i>	Pudrición húmeda del tallo con coloraciones rojizas. Aparece con más frecuencia en plantas con daños mecánicos o causadas por insectos, y también en estados post-cosecha de la semilla. Es un claro síntoma de posible deterioro de la misma, por efecto del tiempo transcurrido desde la corta del tallo.	Ampliamente distribuida en todo el país.
Raya Roja	<i>Pseudomonas rubrilineans</i>	Lesiones foliares iniciales de forma alargada y de coloración rojiza. También se observan pudriciones húmedas de las hojas y muerte del cogollo, acompañado de exudados bacteriales de olor fétido en los tejidos afectados.	Se observa con más frecuencia en la región de San Carlos. Sin embargo, se puede presentar también en otras regiones en periodos posteriores a inundaciones o altas precipitaciones por tiempo prolongado.

En las plantaciones de semillero se deben efectuar al menos tres evaluaciones fitosanitarias: la primera en los primeros 22 días posteriores a la germinación con el objeto de determinar la presencia de posibles síntomas de escaldadura foliar. La segunda a los 4 meses de edad para determinar la posible presencia de carbón, roya y/o mosaico, principalmente; y la tercera, inmediatamente antes de realizar el corte de la semilla, momento en el cual se toman al azar muestras de 20 tallos por cada 3 hectáreas de semillero con el fin de determinar la incidencia del raquitismo de la soca y la escaldadura de foliar. Estas evaluaciones las realizará un técnico de DIECA mediante análisis de laboratorio, como parte del servicio técnico de rutina que la Dirección presta a los productores.

Resulta importante tener presente que existe un criterio técnico establecido por DIECA y vigente en materia de evaluación fitosanitaria, el cual se encuentra descrito en el documento titulado “*Escalas Descriptivas para la Evaluación de Enfermedades de la Caña de Azúcar*”¹, el cual esta disponible para consulta de los interesados en el tema.

¹ CHAVARRÍA, E. 2006. *Escalas Descriptivas para la Evaluación de Enfermedades de la Caña de Azúcar*. LAICA-DIECA. San José, Costa Rica. Septiembre. 46 p.

G) Cosecha de Semilleros

La programación de la cosecha de los semilleros se realizará de acuerdo con las necesidades de semilla que mantengan los planes de expansión y renovación de las plantaciones comerciales previstas realizar. Debe tenerse previsto que la edad óptima y recomendada de corte del material vegetativo para reproducción variará entre 7 y 9 meses, no más de eso.

Para evitar la diseminación y reinfección de algunas enfermedades importantes como el raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja, la herramienta (cuchillo, machete) empleada para realizar el corte manual se debe obligadamente desinfectar antes y en forma periódica durante la labor, sumergiéndola en una solución de VANODINE ® al 0,5%, alcohol al 80% preferiblemente, u otro desinfectante efectivo disponible en el comercio, como la FORMALINA o el CLORO comercial al 3%. Esta práctica es recomendable e indispensable cuando los cortadores proceden de frentes de corta de lotes comerciales potencialmente infectados.

H) Registro Nacional de Productores de Semilla

Ante la ausencia en estos momentos de una normativa legal que regule y garantice la producción, el traslado y la comercialización de ese importante insumo básico, con las características de calidad y fitosanidad necesarias y señaladas en el presente documento, la *Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)* propone crear un *Registro Nacional de Productores de Semilla de Caña de Azúcar*, en el cual se inscriban con carácter voluntario pero vinculante y bajo compromiso técnico y moral los productores, empresas e ingenios interesados en establecer programas de producción de semilla, siguiendo y respetando los requisitos técnicos señalados en este manual.

La incorporación de los reproductores o semilleristas deberá contar con la asesoría de un Profesional en Ciencias Agrícolas, el cual será el responsable técnico permanente que recomendará, ejecutará o hará cumplir la normativa técnica sugerida para tal efecto en este documento.

I) Producción de Semilla Fiscalizada

La **Semilla Fiscalizada** es aquella que ha cumplido satisfactoriamente con el proceso de reproducción y evaluación sugeridas anteriormente en el presente documento; lo que no debe de ninguna manera confundirse con **Semilla Certificada**, ya que carece del respaldo de un organismo certificador que verifique oficialmente la aplicación dichas normas, como podría ser en el presente caso la Oficina Nacional de Semillas (ONS).

La semilla obtenida bajo este sistema deberá responder obligadamente a las normas técnicas sugeridas protocolariamente por DIECA, y corresponderá a sus técnicos regionalizados realizar el seguimiento, control y verificación de la semilla obtenida bajo este sistema de reproducción, por lo que al respecto se aplicarán las recomendaciones técnicas establecidas para la producción, comercialización y transporte de semilla comercial, previa verificación del cumplimiento de los requisitos establecidos y acordados para tal efecto.

Con el objeto de mantener un registro de los reproductores y de llevar un historial de la semilla producida, se solicitarían los datos que a continuación se citan:

- a) Productor, domicilio, razón social.
- b) Variedad (es) reproducidas.
- c) Área sembrada (hectáreas) y fechas de siembra.
- d) Ubicación, identificación y caracterización del lote (es) (ubicación por GPS).
- e) Labores y prácticas de manejo realizadas.
- f) Inspecciones, monitoreos y valoraciones agronómicas realizadas.
- g) Número de cosechas ejecutadas.
- h) Tratamientos aplicados.
- i) Cantidad de semilla cosechada (TM).
- j) Edad de cosecha (meses) del material recolectado.
- k) Problemas verificados.

J) Inspección y Control

Para el cumplimiento de los fines de la presente normativa de aseguramiento de la calidad de la semilla, los funcionarios técnicos de DIECA destacados en cada región cañera debidamente acreditados, estarán facultados para:

- a) Inspeccionar los campos de producción de semilla en el momento que lo estimen prudente, oportuno y conveniente, de manera que se verifique que se encuentren de conformidad a lo que establecen las normas técnicas y el Protocolo de Producción de Semilla Fiscalizada.
- b) Inspeccionar y/o extraer muestras de material vegetal de los semilleros cuando se considere necesario, con el fin de realizar los análisis o pruebas que se estimen convenientes con el fin de asegurar su sanidad y calidad.
- c) Participar como facilitadores, fiscalizadores y asesores en cualquier diferendo que pudiera surgir en torno a la producción de semilla o calidad de la misma; esto en el tanto las partes en disputa así lo consideren.

Se recomienda y solicita que los interesados en trasladar semilla de caña de azúcar a otras regiones productoras, ya sea mediante venta o donación, consulten a DIECA con la debida antelación a efecto de verificar la identidad, condición vegetativa, fitosanidad y calidad del material trasladado; así como el debido cumplimiento de las medidas de seguridad protocolarias vigentes, con el fin de obtener su correspondiente aval, asegurando con ello que la semilla se encuentre registrada como tal pero sobre todo que no se trasladarán innecesariamente problemas fitosanitarios a otras localidades.

Es necesario hacer conciencia de que acciones imprudentes o carentes del debido y necesario cuidado y criterio técnico, pueden provocar un problema de consecuencias económicas muy significativas, al trasladar patógenos ausentes o presentes en grados de afección no perjudiciales, que podrían incrementar los niveles de infestación en algunas zonas o localidades donde se

cultive caña de azúcar. La comprensión y solidaridad de toda la agroindustria es necesaria en esta materia para lograr mantener la condición favorable que actualmente mantenemos en materia fitosanitaria a nivel nacional.

Se aconseja que la semilla disponible y dispuesta para la venta al público o entregada a terceras personas, provenga de un sistema de reproducción de Semilla Fiscalizada, así como estar debidamente identificada y registrada ante DIECA con el fin de determinar el historial del material.

La semilla que cumpla con los requisitos anteriores estará en condiciones de ser homologada por DIECA brindando el correspondiente aval para su comercialización, lo que certificará su calidad vegetativa.

K) Reclamos

Es normal que surjan inconformidades y desacuerdos en torno a la semilla, razón por la cual resulta prudente tener y disponer de algún mecanismo de resolución de conflictos, para lo cual se sugiere muy respetuosamente lo siguiente:

- ❖ En consideración de que la semilla de caña de azúcar es objeto en el presente caso de una certificación voluntaria, esta intensión deberá necesariamente reflejarse de forma clara en un acuerdo amistoso previo y donde DIECA emitirá su criterio técnico cuando así se le requiera.
- ❖ De ser necesario, las partes en conflicto podrán autorizar a DIECA conformar una Comisión Técnica de alto nivel, la cual actuará como Tribunal Arbitral para procurar alcanzar solución a los conflictos que pudieran existir en torno al tema. Los fallos que dicte dicha Comisión no son necesariamente vinculantes, aunque sí un criterio de incuestionable valor técnico.
- ❖ Los reclamos por presunta causa de ausencia de autenticidad varietal, sanidad, capacidad de germinación y pureza genética, deberán plantearse y realizarse por escrito ante DIECA.
- ❖ Cualquier reclamo vinculado con la capacidad de germinación de la semilla deberá efectuarse necesariamente en el momento oportuno y cuando hay aún posibilidad y capacidad de verificación en el campo; esto dentro de un máximo de 60 días tras la llegada de la semilla a su destino.

Queda claro que cualquier participación de DIECA en estas materias se hace con el único fin de procurar encontrar la verdad y contribuir a la resolución de los conflictos y disputas que pudieran surgir en torno al tema.