

# MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SEMILLAS INCRUSTADAS DE GATTON PANIC

## AUTORES

Ing. Agr. (MSc) Silvina Elizabeth Fiant\* \*\*

Ing. Agr. (MSc) Selva Beatriz Núñez\*

Ing. Agr. (Esp) Marcos Sebastián Pereyra\*

Ing. Agr. (Dra) Cecilia Inés Bruno\*

Ing. Agr. (MSc) Elena Margot Tablada\*

\*Docentes investigadores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba

\*\* Directora técnica del laboratorio de semillas de la Cámara de Cereales y Afines de Córdoba

Fotos: César A. Alonso, Silvina E. Fiant y Josefina Aguad

Manual de buenas prácticas para la evaluación de calidad de semillas incrustadas de Gatton panic / Silvina Elizabeth Fiant... [et al.]. - 1a ed. -: 2018.

72 p.; 14,8 x 21 cm.

ISBN 978-987-42-7597-4

1. Desarrollo Agropecuario. 2. Producción Pecuaria. I. Fiant, Silvina Elizabeth

CDD 338.9



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FCA**  
Facultad de Ciencias  
Agropecuarias



Esta publicación fue financiada con subsidio del  
Gobierno de la Provincia de Córdoba

## INDICE

Qué son las buenas prácticas agrícolas (BPA)	9
Introducción general	11
Particularidades de las semillas forrajeras	14
Dormición en semillas forrajeras	14
Heterogeneidad en lotes de semillas forrajeras	16
Hablemos de calidad de semillas y su evaluación	19
Recomendaciones para verificar calidad antes de la siembra: muestreo, análisis	26
El recubrimiento de semillas	29
Importancia económica del tratamiento de semillas	30
Incrustación	31
Forma de acción de los polímeros	32
Descripción de un proceso de incrustado típico	33
Consideraciones sobre el proceso de incrustado	34
Efecto de la heterogeneidad sobre la valoración de la viabilidad por Tetrazolio en semillas incrustadas	39
La calidad de semillas de Gatton panic recién incrustadas	43
a) Impacto inmediato del proceso de incrustado en la viabilidad por Tetrazolio	43
b) Impacto inmediato del proceso de incrustado sobre la germinación	45

Resumen del comportamiento de un lote de semillas de Gatton panic sometido al proceso de incrustado	47
Una experiencia de almacenamiento de semilla incrustada de Gatton panic en Córdoba, Argentina	49
La calidad de semillas de Gatton panic incrustadas durante el almacenamiento	53
a- Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de semillas incrustadas de Gatton panic	53
b- Efecto del almacenamiento sobre la germinación de semillas incrustadas de Gatton Panic	55
Cambios en el PG durante el almacenamiento (evaluado por metodología ISTA)	57
Cambios en el PG durante el almacenamiento (evaluado por Metodología Alternativa)	60
Resumen final	63
Glosario	65
Bibliografía	71
Anexo	77

## PREFACIO

Las pasturas megatérmicas, junto con los pastizales naturales conforman la cadena forrajera para la producción ganadera en la región extrapampeana argentina. Estas pasturas poseen una elevada capacidad productiva en ambientes con fuertes limitantes edafoclimáticas, reconociéndose a *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton como una de las especies megatérmicas forrajeras subtropicales más importante en superficie implantada. Sobre sus semillas se vienen implementando procesos tecnológicos para asegurar implantación rápida y homogénea, tal es el caso del revestimiento o incrustado, que es una técnica que facilita la siembra entre otros favores. Sin embargo, la adopción de semillas forrajeras megatérmicas recubiertas es aún incipiente entre los ganaderos argentinos, dado que resulta difícil para el productor una acabada comprensión de las particularidades con las que debería gestionar el uso de dichas semillas. Este hecho motivó a los autores a elaborar este material técnico, didáctico, que incluye las particularidades sobre la calidad de semillas incrustadas de *Panicum maximum* Jacq cv. Gatton partiendo de resultados investigaciones previas en la temática. El objetivo es que este Manual de buenas prácticas pueda servir de guía para una correcta toma de decisiones de los productores ganaderos que planifican sus cadenas forrajeras implantando pasturas provenientes de semillas recubiertas.



## AGRADECIMIENTO

A *Olga del Longo*, por los excelentes momentos, su tenaz acompañamiento, y los valiosos y numerosos aportes en la dirección de la investigación de Silvina Fiant, que condujeron a la tesis “Efecto del proceso de incrustado y del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de semillas de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs variedad *máximus* (sin. *Panicum maximun* Jacq.) cv. Gatton (*Poaceae*)”, principal fuente de información utilizada en la presente publicación.

En homenaje a su memoria.





## QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA)

Las BPA consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales para la producción de productos agrícolas inocuos y saludables, procurando viabilidad económica y estabilidad social (FAO, 2004)<sup>1</sup>.

Así, el concepto de “Buenas Prácticas” ha ido introduciéndose de manera paulatina en el panorama socioproductivo nacional. El concepto excede a la simplificación de una práctica profesional considerada como “buena” por su operador. Más bien, el término se acuña para referirse a las formas óptimas de ejecutar un proceso. De una manera más amplia, se aplica a toda experiencia que se guía por principios, objetivos, procedimientos o pautas apropiados que se adecuan a un determinado marco normativo o a un parámetro consensuado.

Con el objetivo de expandir la aplicación de las BPA, el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Córdoba implementó durante 2017 el programa de Buenas Prácticas Agropecuarias de Córdoba (BPAs CBA), definiéndolas como un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas, tendientes a reducir los riesgos físicos, químicos y biológicos en la producción, procesamiento,

almacenamiento y transporte de productos de origen agropecuario, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección del ambiente y del personal que trabaja en la explotación a fin de propender al Desarrollo Sostenible.

Las buenas prácticas agrícolas o BPA pueden ser aplicadas a un amplio espectro de cultivos y a diferentes escalas, abarcando desde los procedimientos hasta la gestión del sistema. Sin lugar a duda, los productores agropecuarios realizan múltiples y muy variadas prácticas agropecuarias en su quehacer cotidiano.

El presente MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SEMILLAS INCRUSTADAS DE GATTON PANIC expone una serie de conocimientos y recomendaciones a implementar para la gestión exitosa de semillas incrustadas de Gatton panic.

## INTRODUCCIÓN GENERAL

El cultivar Gatton panic de la especie *Panicum maximun* Jacq es una de las pasturas que revolucionó los sistemas de producción ganadera del norte de Córdoba y del país<sup>2</sup>, ocupando en 2006 una superficie de 160.000 has de las 567.080 has de pasturas perennes<sup>3</sup>.



El incremento de la importancia de esta especie ha llevado a incorporarle nuevas técnicas para asegurar la correcta implantación entre las que se encuentran distintos tipos de recubrimiento como el pildorado o peleteado, el incrustado, y el clásico tratamiento de las semillas (curado) con fungicidas/ insecticidas según la problemática de cada especie y objetivos empresariales del semillero.

No obstante los avances tecnológicos actuales, la idea de recubrir las semillas es bastante antigua, encontrándose las primeras referencias en China para el cultivo de arroz cuyas semillas se recubrían con lodo para evitar que flotarán durante la siembra<sup>4</sup>. Si bien, la primera patente relacionada con el recubrimiento de semillas data de 1868, la aplicación de la tecnología a escala comercial recién se produce hacia el 1940<sup>5</sup>.

Para empezar a diferenciar términos, peleteado no es sinónimo de incrustado. De acuerdo a las Reglas ISTA, el “peleteado” se diferencia del “incrustado” en que en éste último, “la forma de la semilla permanece de manera semejante a la original, mientras que el tamaño y el peso puede estar modificándose en mayor o menor grado con respecto al tamaño y peso original de la semilla”<sup>5</sup>. De acuerdo con las condiciones actuales de procesamiento de la industria semillera, ésta es la definición que mejor caracteriza a los procesos de recubrimiento más comúnmente practicados en Gatton panic en Argentina.

El tamaño pequeño y peso ligero de las semillas de Gatton panic (0,4 gramos cada 1000 semillas) puede ocasionar desuniformidad en la distribución espacial durante la siembra (ver figura N°1). Teniendo en cuenta que se deben sembrar entre 4 y 6 kg/ ha de semillas de Gatton de buena calidad a escasos 1-2 centímetros de

profundidad, y que la distribución de la pastura desde el nacimiento es despareja<sup>6</sup>, el incrustado es una tecnología que facilita la distribución y evita aplicar cantidades de semillas superiores a las necesarias (sobrestimación de la tasa de siembra). Esto se debe al incremento de peso de la semilla que puede alcanzar valores superiores al 100%.



**Figura N°1: Tamaño (en cm) y aspecto de semillas de Gatton panic. Arriba semillas incrustadas con incremento de 100% de peso. Abajo semillas en su estado natural.**

## PARTICULARIDADES DE LAS SEMILLAS FORRAJERAS

Las semillas forrajeras en general presentan **dormición y heterogeneidad** debido a su prolongado y escalonado tiempo de maduración. Estas características son inherentes al menor desarrollo genético que el hombre ha llevado a cabo en estas especies. Ecológicamente, este comportamiento resulta de la adaptación a condiciones ambientales adversas, y tiende a la preservación de las especies. Sin embargo, desde un punto de vista productivo, éstas características dificultan la obtención de semillas de buena calidad fisiológica.

### Dormición en semillas forrajeras

Dado que la dormición de semillas es la incapacidad del embrión para germinar aún en condiciones óptimas, resulta fundamental reconocer la presencia de la misma en *Gatton panic*. La dormición origina dificultades metodológicas para valorar la calidad de la semilla debido a la presencia de distintos tipos de dormición. Al respecto, todos los cultivares conocidos y la mayoría de los domesticados de *Panicum* tienen dificultades para germinar

en laboratorio, ya que la calidad de la semilla es a menudo baja (inferior al 5% de poder germinativo). Esto se debe a la maduración poco uniforme, la pérdida de semillas maduras antes y durante la cosecha, y la presencia de dormición<sup>7</sup>.

Las semillas de Gatton recién cosechadas tienen un bajo porcentaje de germinación, debido a que se encuentran en período de dormición, lo que hace aconsejable sembrar semillas del año anterior. Las semillas recién cosechadas pueden tener de 1 a 2% de poder germinativo, al cuarto mes 9% y a partir de allí se incrementan los valores hasta llegar en semillas de buena calidad a un 25%<sup>6</sup>.

En presencia de dormición, la detección de calidad debe complementar técnicas de medición de poder germinativo estándar con técnicas bioquímicas de viabilidad.

Dado la presencia de dormición en Gatton panic, que origina dificultades metodológicas para valorar la calidad de la semilla, cobra vital importancia entender que el reconocimiento de tal calidad debe complementar técnicas. **Es una buena práctica** utilizar test rápidos para detectar cantidad total de

semillas viables (germinables más dormidas) como el test de Tetrazolio, con técnicas que midan la capacidad de germinar en condiciones ideales de laboratorio como es el Poder Germinativo (PG).

## Heterogeneidad en lotes de semillas forrajeras

Es de larga data el reconocimiento de los problemas de heterogeneidad que pueden presentar los lotes de semillas<sup>8</sup>. La uniformidad de lotes de semillas es una característica dinámica de la calidad que puede cambiar a través del procesamiento y/o almacenamiento<sup>9;10</sup>.

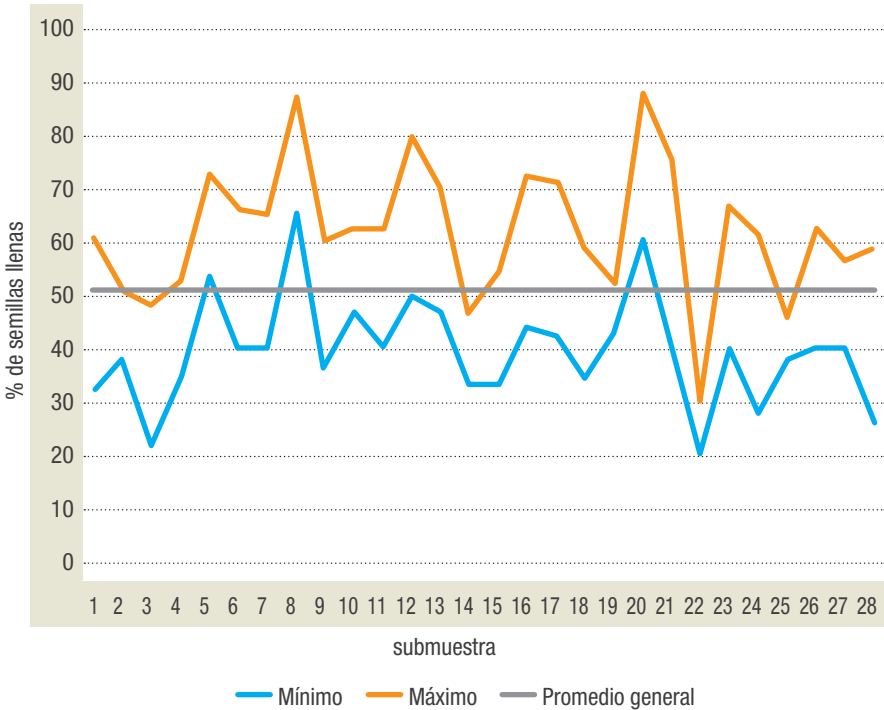
En semillas forrajeras, dicha heterogeneidad se puede aún incrementar durante el procesamiento, ya que las semillas más livianas son recogidas por las corrientes de aire ascendente formadas en el interior de la bolsa durante el proceso de llenado, siendo depositadas dentro de éstas hacia los costados y hacia la parte superior<sup>11</sup>.



Las reglas internacionales vigentes de análisis de semillas ISTA establecen que se deben analizar unidades de semilla pura, que en Gatton panic incluyen espiguillas conteniendo o no cariósipos en su interior. A causa de la heterogénea madurez que presentan las semillas forrajeras, se encuentran importantes diferencias en el porcentaje de semillas llenas en muestras provenientes de un mismo lote, lo que necesariamente incide en la valoración de la calidad dependiendo si se analizan sólo semillas llenas ó semillas totales.

En la tesis de posgrado “Efecto del proceso de incrustado y del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de semillas de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs variedad máximus (sin. *Panicum maximun* Jacq.) cv. Gatton (*Poaceae*)”<sup>13</sup>, se presentaron los resultados de la variabilidad en la proporción de semillas llenas de 28 submuestras de un mismo lote de semillas de Gatton panic en su estado natural. Cada submuestra fue el promedio de 8 repeticiones de 50 semillas. El comportamiento heterogéneo se demuestra en la Figura 2, en la que se observa que un mismo lote puede presentar un porcentaje variable de semillas llenas. Los valores mínimo y máximo absolutos registrados fueron de 22% y 86% respectivamente, los cuales quedan enmascarados en un promedio general de 51%, dejando al descubierto el referido problema de heterogeneidad.

## Variaciones del contenido de semillas llenas en una muestra de Gatton panic



**Figura 2: Valores promedios, mínimos y máximos (%) de semillas llenas expresado en porcentaje en *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton observado de 28 sub muestras de un mismo lote. Cada submuestra es el promedio de 8 repeticiones de 50 semillas.**

La presencia simultánea en el lote de semillas de espiguillas llenas y vanas en el mismo lote, y su natural heterogeneidad al momento del muestreo, es uno de los aspectos que dificultan la valoración de la calidad de semillas de Gatton panic. Ello conduce a la expresión de resultados erróneos o confusos para el productor.

## HABLEMOS DE CALIDAD DE SEMILLAS Y SU EVALUACIÓN

En los sistemas productivos de ganadería a pasto de las zonas extrapampeanas, uno de los momentos de mayor importancia es la planificación forrajera, en donde la incorporación de pasturas perennes de Gatton panic cobra importancia. Dado que en la actualidad, el comercio de semillas recubiertas de esta especie gana cada vez más importancia, conviene repasar los aspectos a tener en cuenta al momento de adquirir la simiente que generará la pastura plurianual necesaria para hacer frente a la alimentación del ganado.

En todo el mundo, se aplican normas internacionales para la

evaluación de semillas con el objetivo de facilitar el comercio y unificar criterios a la hora de valorar la calidad. Tales normas son conocidas como Reglas ISTA (International Rules for Seed Testing). ISTA es una organización internacional que promueve el desarrollo, adopción y publicación de procedimientos estandarizados para muestreo y análisis de semillas. Difunde las metodologías mundialmente acordadas para caracterizar la calidad de un gran volumen de especies vegetales. *Panicum maximum* Jacq (Gatton panic) es una de las especies citadas en los protocolos ISTA para valoración de calidad. En nuestro país, la máxima autoridad que regula el comercio de semillas es el INASE (Instituto Nacional de Semillas), quien entre sus variadas funciones habilita a los laboratorios para el control de calidad de semillas bajo reglas ISTA.

Las reglas ISTA (International Rules for Seed Testing) establecen a nivel mundial las diferentes metodologías estandarizadas para realizar el muestreo y caracterizar la calidad. Las reglas ISTA se aplican en laboratorios de todo el mundo. Nuestro país adhiere a ISTA desde las directivas del INASE (Instituto Nacional de Semillas).

Pero no basta con conocer los protocolos de evaluación de calidad ISTA. Se requiere una amplia experiencia por parte de los profesionales de laboratorios que prestan servicio de análisis de semilla de *Panicum maximum* Jacq para poder ayudar a la valoración de la calidad de estas semillas que poseen características especiales<sup>6; 12; 13</sup>, tal como se desarrollará más adelante.

**Es una buena práctica** adquirir la semilla a un proveedor de confianza y contar con un análisis de calidad de un laboratorio legalmente habilitado por INASE. Esta práctica constituye un aspecto básico para garantizar una adecuada implantación de pasturas. El laboratorio debe poder ayudar al productor a identificar la semilla de mejor calidad. Para ello los profesionales laboratoristas deben trabajar con Reglas ISTA y demostrar experiencia en el manejo de semillas de *Panicum maximum* Jacq, incluyendo al Gatton panic.

Por otro lado, resulta conveniente mencionar la existencia de estándares nacionales de calidad de semillas. En el caso de especies forrajeras, Argentina cuenta con el estándar nacional vigente de la Resolución N° 350/2011 del Ministerio de Agricultura, Ganadería

y Pesca/ Instituto Nacional de Semillas<sup>14</sup>. El mismo señala valores mínimos de germinación (PG) del 15%, semilla pura del 90% y viabilidad por Tetrazolio del 25% específicamente para el cultivar Gatton panic. Cabe destacar, que estas referencias de calidad ya contemplan la problemática que puede presentarse en lotes de semillas con “dormición”, al contar con un valor orientativo de viabilidad por Tetrazolio. También merece ser señalado que en *Panicum maximum* Jacq incluyendo el cultivar Gatton panic se considera “semilla” tanto a los cariopses sueltos (enteros o de tamaño mayor a la mitad) como a la totalidad de espiguillas, independientemente si poseen o no cariopse (embriones) desarrollados en su interior (ver Figura 3). Es decir que para la norma internacional de semillas y para el estándar nacional de calidad de Gatton panic, las semillas son consideradas como tales aún en espiguillas vacías o vanas. Este aspecto será profundizado en las siguientes secciones, dada las particularidades en la interpretación de resultados que trae aparejado el hecho de tratar de medir la calidad en estructuras con nulas posibilidades de germinar, como los son las espiguillas vacías.



**Figura 3: Imagen compuesta. Pastura de Gatton panic (izquierda) con detalle en inflorescencia mostrando espiguillas vanas y/o llenas (derecha).**

**Es una buena práctica** conocer los parámetros que definen la calidad de semillas de Gatton panic. El estándar argentino de calidad en semillas de Gatton panic expuesto en la Resolución N° 350/2011 del Ministerio de Agricultura, muestra requisitos de germinación (PG) del 15%; semilla pura del 90% y viabilidad por Tetrazolio del 25%. Estos valores deben observarse como mínimos y se cuantifican sobre

semillas puras, las que incluyen a cariopses sueltos, enteros o partidos de tamaño mayor a la mitad, como a la totalidad de espiguillas, independientemente si poseen o no cariopse desarrollados en su interior.

Otro aspecto fundamental para la valoración de calidad de la semilla, es la información que debe acompañar a cada muestra que se analiza en laboratorio. Dado que la semilla es un ser vivo, los procesos de envejecimiento son naturales e irreversibles. La magnitud de este envejecimiento depende de cada lote de semilla y de la historia de su planta madre, así como las condiciones de postcosecha, entre las que se incluyen las técnicas de recubrimiento que pudieran aplicarse. Resulta importante mencionar aquí un aspecto a desarrollar con mayor profundidad en las siguientes secciones, y que tiene que ver con comportamientos típicos de esta especie, relacionados a incapacidades temporarias para germinar, debido a fenómenos de dormición. Una baja germinación por envejecimiento puede ser a menudo confundida por dormición si se desconoce la fecha de cosecha de la semilla.



**Es una buena práctica** hacer llegar al laboratorio habilitado las muestras debidamente identificadas, acompañadas de información de fecha y lugar de cosecha; fecha de recubrimiento de la semilla y condiciones de almacenamiento. Conocer estos detalles, permitirán al profesional laboratorista experimentado ayudar al usuario a dilucidar la verdadera calidad de un lote de semillas recubiertas de Gatton panic, distinguiendo situaciones de dormición de semillas de aquella propias de envejecimiento o deterioro natural o el causado por el recubrimiento. Envases adecuados (preferentemente de papel) y muestras protegidas de la luz solar directa y del calor intenso, ayudarán a reducir la pérdida de viabilidad de las semillas. El envío al laboratorio deberá hacerse tan pronto como sea posible.

## Recomendaciones para verificar calidad antes de la siembra: muestreo y análisis

Un análisis de semillas intenta reflejar la calidad de un lote a partir de una muestra. Por ello deben tomarse los recaudos para que dicha muestra sea adecuada en tamaño y representatividad. El momento de muestreo es uno de los aspectos más importantes, tanto para semilla natural como para semilla recubierta. Deben hacerse todos los esfuerzos posibles para lograr la representatividad de la muestra, tomando pequeñas submuestras de tamaño uniforme pero proveniente de diferentes alturas y profundidades de las bolsas y/o del granel según sea el caso. Debido a la dificultad de movimiento de las semillas de Gatton panic, una buena práctica será el muestreo manual, aplicando el “método de puño”.

Existen prescripciones concretas en las reglas internacionales de semillas respecto del tamaño máximo sugerido de un lote y del tamaño mínimo de la muestra compuesta que se remita al laboratorio. Sabiendo que a partir de la observación de un mínimo de cuatrocientas semillas se caracteriza la germinación en laboratorio, y recordando el pequeño tamaño (Figura 1) y peso del Gatton panic (longitud cercana a los dos milímetros y peso de 1000 semillas de 0,400 gramos), las reglas ISTA señalan que el tamaño máximo del lote de semillas sin incrustar es de diez mil kilogramos, y que la

muestra a remitir tendrá como mínimo un peso de veinte gramos. Estos valores son exclusivos a muestras sin recubrimiento alguno. Cuando la semilla está recubierta, las cantidades mínimas se ajustan a un número de estructuras recubiertas definido en mil millones de unidades (equivalentes como máximo a un peso de cuarenta mil kilos contando al material de recubrimiento), y la muestra a remitir será equivalente a veinticinco mil unidades de semillas recubiertas. El sentido de tal prescripción de la norma internacional de semillas en especies recubiertas radica en la variabilidad en el incremento de peso que cada proceso de recubrimiento puede aplicar.

Finalmente, la muestra compuesta deberá acondicionarse en envases adecuados (preferentemente papel) y protegidos de la luz solar directa y del calor intenso, factores que son responsables de la pérdida de viabilidad de las semillas. El envío al laboratorio deberá hacerse tan pronto como sea posible.

La muestra a remitir al laboratorio para la determinación de calidad debe ser adecuada en tamaño y representatividad. **Es una buena práctica** tomar pequeñas submuestras de tamaño uniforme provenientes de diferentes alturas y profundidades

de las bolsas y/o del granel según sea el caso. Esta práctica contribuye a un buen muestreo, el que puede realizarse de manera manual, aplicando el “método de puño”.

**Es una buena práctica** respetar el tamaño máximo de lote y tamaño mínimo de la muestra a analizar. Las reglas ISTA señalan que un análisis de semillas será representativo si el tamaño máximo del lote de semillas sin incrustar es de diez mil kilogramos, en cuyo caso la muestra compuesta a remitir al laboratorio pesará como mínimo veinte gramos. Cuando la semilla está recubierta, el tamaño del lote se ajusta a un número de estructuras recubiertas definido en 1 000 000 000 unidades o su equivalente hasta un máximo de cuarenta mil kilos incluyendo el material de recubrimiento. En semillas recubiertas, la cantidad de muestra a remitir al laboratorio será como mínimo de 25.000 unidades de semillas recubiertas.

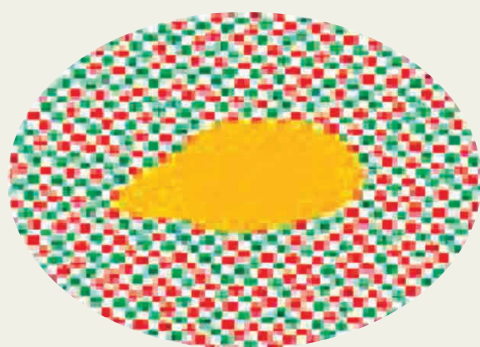
## EL RECUBRIMIENTO DE SEMILLAS

La “pildoración” consiste en recubrir con capas sucesivas de materiales apropiados una semilla, aumentando el tamaño, el peso o modificando la forma de las mismas de manera que puedan fluir más fácilmente en una sembradora de precisión<sup>14</sup>. No existe ninguna semejanza de forma entre esta píldora y la semilla natural<sup>15</sup> (ver figura 4). De acuerdo a las Reglas ISTA, tal proceso es denominado “peleteado” y se diferencia del término “incrustado” ya que en éste último, “la forma de la semilla permanece de manera semejante a la original, mientras que el tamaño y peso puede estar modificado en mayor o menor grado”<sup>16</sup>. De acuerdo con las condiciones de procesamiento actual de la industria semillera, ésta es la definición que mejor caracteriza a los procesos de recubrimiento más comúnmente practicados en Gatton panic.

La siembra de semillas de tamaño pequeño y peso ligero puede producir una mala distribución espacial que implica una sobreestimación en la cantidad necesaria de semillas para obtener un adecuado stand de plantas en el lote. De allí se desprende el interés comercial utilizar la tecnología arriba mencionada para facilitar la distribución de las semillas. Con tal finalidad, el incrustado comenzó a generalizarse en gramíneas forrajeras<sup>17</sup>, en el sector hortícola intensivo<sup>33</sup> así como en la actividad forestal para siembra directa de eucaliptos<sup>19</sup>.

En algunos casos, el recubrimiento, no sólo mejora la siembra de

precisión, sino que resulta imprescindible para poder realizarla<sup>20;21</sup>. En resumen, esta metodología no sólo facilita la siembra y mejora la distribución de las semillas, sino que además las protege frente a los daños mecánicos y mejora la llegada de las semillas al suelo en siembras aéreas, permitiendo individualizarlas fácilmente en el terreno<sup>22</sup>.



- Adhesivo
- Material Inerte
- Semilla

**Figura 4: Esquema representativo de una semilla recubierta.**

## Importancia económica del tratamiento de semillas

El mercado global de semillas tratadas fue valuado en más de cinco mil millones de dólares en 2017. Los bio tratamientos de semillas basados en adición de hongos, bacterias u otros organismos, serán los dominantes futuros del mercado. Geográficamente, norte América y Europa son los dos mayores consumidores y entre ambos

comparten el 66% del mercado mundial de semillas tratadas. No obstante, en países menos desarrollados, los productores hacen un inferior uso de semillas tratadas debido al desconocimiento de las ventajas y el mayor costo que tienen las semillas tratadas. Los tratamientos químicos sobre semillas se han incrementado desde más de cinco mil toneladas de ingredientes activos en 2008 a nueve mil seiscientas toneladas en 2013. Este gran incremento, obedece en parte a las crecientes restricciones para la aplicación de pesticidas sobre las explotaciones agrícolas, lo que hace a los productores considerar como opción la siembra de semillas tratadas<sup>23</sup>.

## Incrustación

El proceso de incrustado consiste en la adición sucesiva de capas de material inerte (usualmente carbonato de calcio o dolomita) fijado a la semilla y a las siguientes capas mediante un polímero adhesivo desarrollado en forma industrial.

El uso de polímeros en semillas forrajeras se realiza hace relativamente pocos años con técnicas provenientes del sector de semillas de hortalizas. En general, los polímeros son semejantes al plástico, poseen baja afinidad por el agua, lo cual confiere a las semillas tratadas características altamente deseables para el almacenamiento pre siembra.

Teniendo en cuenta que se deben sembrar entre 4 y 6 kg/ ha de semillas de Gatton de buena calidad, a escasos 1-2 centímetros de profundidad y que la distribución de la pastura desde el nacimiento es despareja<sup>6</sup>, el incrustado se señala como tecnología que ayuda a solucionar en gran parte este inconveniente.

## Forma de acción de los polímeros

Si bien existen en los polímeros una gran variedad en la composición y características físico químicas específicas, la baja afinidad por el agua que demuestran en general determinan que la semillas recubiertas germinen sólo cuando existe buena disponibilidad de agua en el suelo. El polímero depositado con el material de incrustado forma una pequeña película alrededor de la semilla evitando que germine. Pese a que las semillas forrajeras y el Gatton en particular están adaptadas a la producción en ambientes áridos, es indispensable reconocer que debe contarse con adecuada disponibilidad de agua en el suelo para garantizar la germinación de semillas incrustadas. Cuando existe exceso de agua y el suelo queda encharcado, las semillas tratadas no se pudren porque la película de polímero que las recubre controla el ingreso de agua<sup>24</sup>.



## DESCRIPCION DE UN PROCESO DE INCRUSTADO TIPICO

El proceso de incrustado desarrollado durante la investigación de la tesis de posgrado de Fiant S<sup>25</sup>., consistió en el recubrimiento de semillas mediante adición sucesiva de capas de un material inerte (carbonato de calcio) fijado a las siguientes capas mediante un polímero adhesivo industrial. (Fig.5)



**Figura 5: Vista general de equipamiento utilizado para peletear y/ o incrustar semillas. A: Tolva de inicio del circuito. B: Tanque con polímero adherente. C: Recipiente giratorio (Bach) para integrar los componentes del incrustado a las semillas. D: Salida hacia secadora.**

## CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO DE INCRUSTADO

Además de incorporar sustancias inertes, adhesivos y colorantes, el proceso de incrustado lleva implícito el mojado de las semillas con la solución del polímero, los que se mezclan en un tanque con el resto de los componentes. Pasado un tiempo de mezcla, prosigue una etapa de secado, de duración y temperatura variable según el proceso particular aplicado en cada industria.

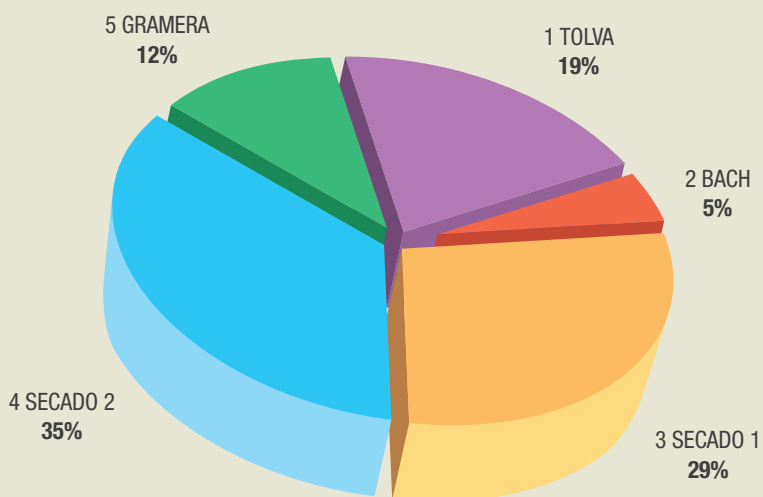
Secuencia y duración de pasos de un proceso de incrustado (Fig. 6 y 7).

A continuación, se describe el proceso de incrustado desarrollado en la tesis de Fiant<sup>25</sup>

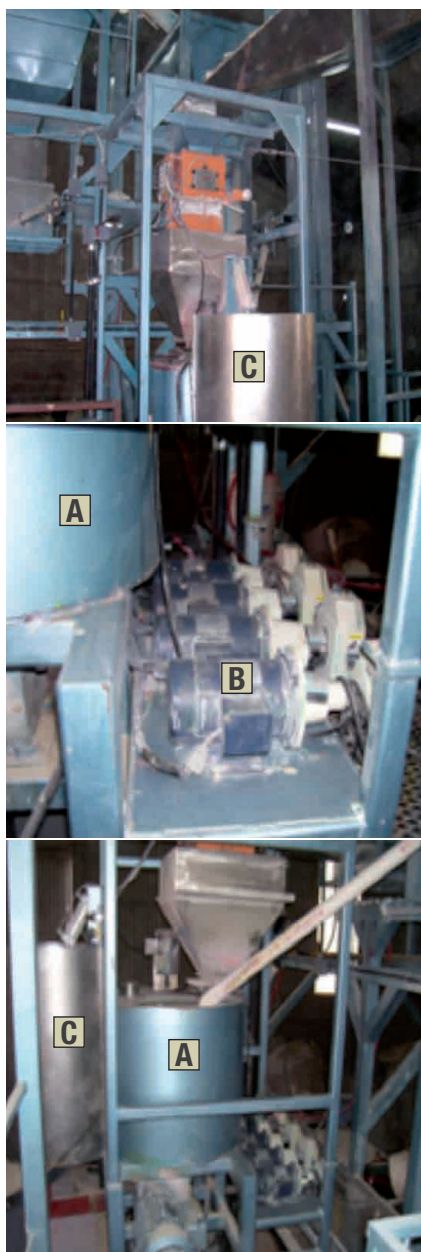
1. Ingreso de la semilla limpia al proceso (Tolva)
2. Incorporación de capas sucesivas de un polímero adhesivo y material inerte carbonato de calcio (Bach). Mezcla hasta completa homogenización.
3. Primer ciclo de secado a temperaturas aproximadas de 45° C.
4. Segundo ciclo de secado a temperaturas aproximadas de 45° C.
5. Separación por zarandas de las semillas incrustadas (Gramera).  
Fin del proceso con embolsado de las semillas.

Los tiempos de cada etapa del proceso de incrustado no tienen una duración uniforme. Tal como se evidencia en la figura N° 6, de los 67 minutos que insume el proceso completo de incrustado, la mayor parte corresponde a la etapa de secado (64% de la duración total).

**Participación de cada etapa del incrustado. Duración total del proceso: 67 minutos.**



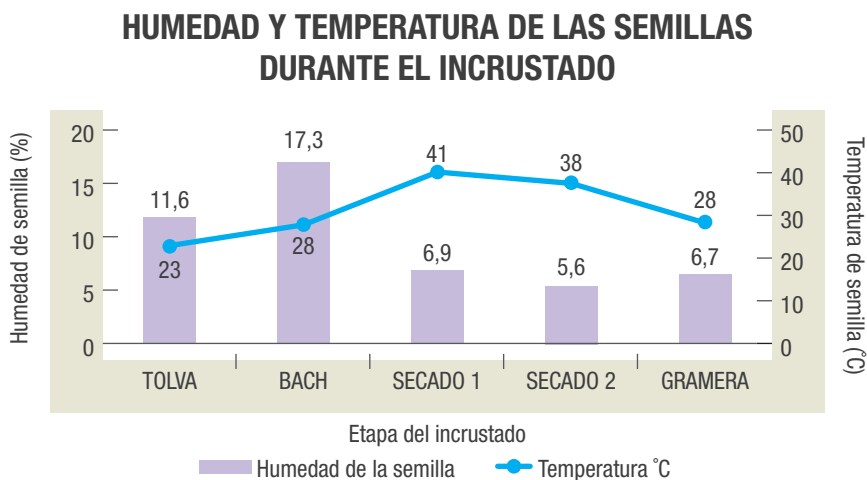
**Figura 6: Duración relativa (%) de cada etapa de un proceso de incrustado de semillas de *Panicum maximum* Jacq cv. Gatton con dos etapas de secado.**



**Figura 7: Detalle de los componentes del sistema de peleteado/ incrustado. Vista lateral. A: Tanque con polímero adherente. B: Sistemas de bombas dosificadoras de componentes líquidos o viscosos. C: Recipiente giratorio (Bach) para integrar los componentes del incrustado a las semillas.**

El proceso de humedecimiento y secado que tiene lugar durante el recubrimiento, es uno de los puntos cruciales en la calidad resultante del lote de semillas, que puede ser condicionante tanto de la calidad inmediata como la del posterior almacenamiento de las semillas incrustadas.

Entre los cambios que se registran en un proceso de incrustado, hay variaciones en la humedad y temperatura de la masa de semillas (ver figura 8), lo que junto al tiempo de secado determinarán la calidad resultante de la semilla incrustada.



**Figura 8: Humedad (%) y temperatura (°C) de las semillas de *Panicum maximum* Jacq cv. Gatton durante las diferentes etapas del incrustado.**

El secado luego de la adición de capas polímero-inerte se realiza a temperaturas cercanas a los 45° C durante tiempos que pueden oscilar los 15-30 minutos. Esta práctica tiene innegables consecuencias sobre la fisiología de las semillas resultantes de este proceso, algunas buenas como la ruptura de dormición y otras más riesgosas como las que genera el secado excesivo o el deterioro por altas temperaturas.

La presentación final de un lote de semillas incrustadas puede ser muy variable, en función de la cantidad de material inerte agregado así como los colorantes utilizados en el recubrimiento, tal se observa en la figuras N° 1 y 9.

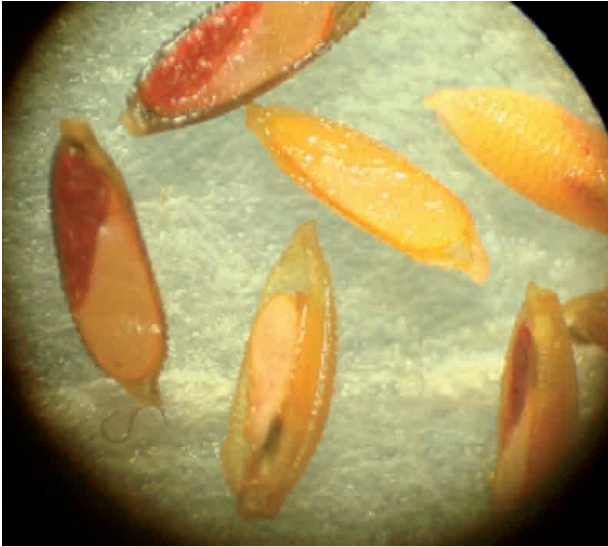


**Figura 9: Aspecto de semillas de Gatton panic en su estado natural (A y B) contrastadas con idénticas semillas incrustadas (C).**

Es necesario comprender que existe posibilidad de obtener variados resultados de un proceso de incrustado en función de los polímeros, granulometrías del inerte aplicado y temperaturas y tiempos de secado aplicados durante el proceso. La cantidad de material inerte aplicado también puede originar diferencias en la performance de germinación de las semillas.

## Efecto de la heterogeneidad sobre la valoración de la viabilidad por Tetrazolio en semillas incrustadas

Para demostrar el impacto que la heterogeneidad produce sobre la valoración de la calidad de semillas, se compara el resultado de viabilidad por Tetrazolio entre las semillas llenas (es decir las espiguillas con cariopse desarrollado en su interior) y semillas totales (es decir incluyendo a las espiguillas vanas y las llenas tal como indica la norma internacional de semillas, ISTA). Ejemplo del aspecto de las semillas llenas en un análisis de viabilidad por Tetrazolio se observa en la figura N° 10.

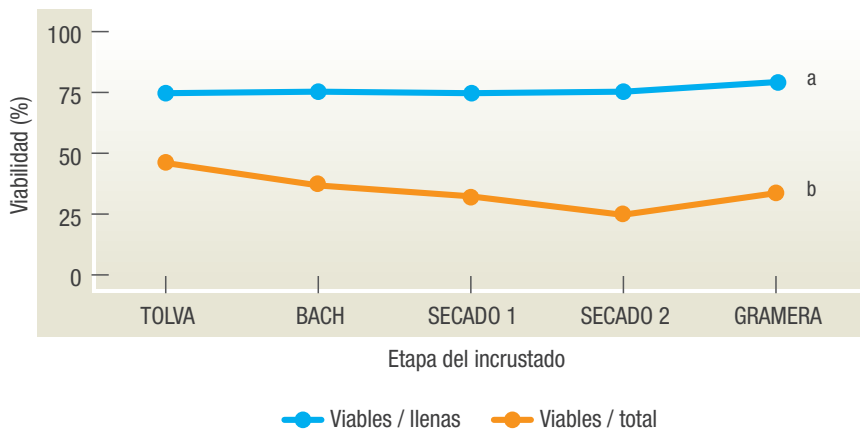


**Figura 10: Semillas llenas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton en corte longitudinal, teñidas y sin teñir con solución de Tetrazolio para el análisis de Viabilidad.**

En lotes comerciales, la viabilidad por Tetrazolio expresada sobre semillas llenas puede ubicarse en un amplio rango de valores que van del 30 a 80 %, mientras que si se incluyen semillas con estructuras con nulas posibilidades de mostrar viabilidad (espiguillas vanas), el valor podría oscilar entre 5 a 40%. Un ejemplo de la diferencia entre las magnitudes de esta variable según se analicen semillas llenas o semillas vanas más llenas, puede verse en la figura a continuación, proveniente de la investigación de tesis de posgrado de Fiant<sup>25</sup>



sobre el impacto del incrustado en la calidad de semillas de Gatton panic (Fig. 11).



**Figura 11: Viabilidad /Semillas llenas y /Semillas totales en *Panicum maximun* Jacq. cv. Gatton durante las diferentes etapas del proceso de incrustado. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.5$ ).**

Existen diferencias entre la expresión de resultados de viabilidad por Tetrazolio sobre semillas llenas versus sobre semillas totales. Dichas diferencias se explican por la alta cantidad de espiguillas con nulas posibilidades de germinación (vanas) que pueden encontrarse en un lote comercial de semilla de Gatton panic. Según los procesos de clasificación de semillas que se apliquen en la industria semillera, puede observarse entre 20 a 70% de semillas llenas.

Dado que existen diferencias según la manera en la que se expresen los resultados de viabilidad por Tetrazolio en semillas de Gatton panic (sobre semillas llenas versus sobre semillas totales), **es una buena práctica** conocer la proporción de semillas vanas y llenas que están incluidas en cada lote.

Existen diferencias en los valores de viabilidad por Tetrazolio, según si se calcula sobre la fracción de semillas llenas o sobre el total de espiguillas y cariopses.

A menor proporción de semillas llenas, le corresponde una mayor diferencia en los resultados informados de viabilidad por Tetrazolio.

## LA CALIDAD DE SEMILLAS DE GATTON PANIC RECIÉN INCRUSTADAS

Manteniendo presente los aspectos comentados sobre la dormición y la heterogeneidad natural existentes en Gatton panic, presentaremos los resultados de la tesis antes mencionada, referidos a la calidad obtenida luego del incrustado. Para ello se presentan los cambios que ocurren con la viabilidad por Tetrazolio y la germinación sobre un lote de Gatton panic recién incrustado.

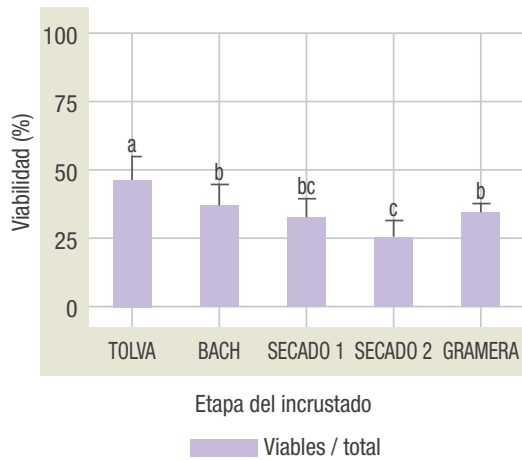
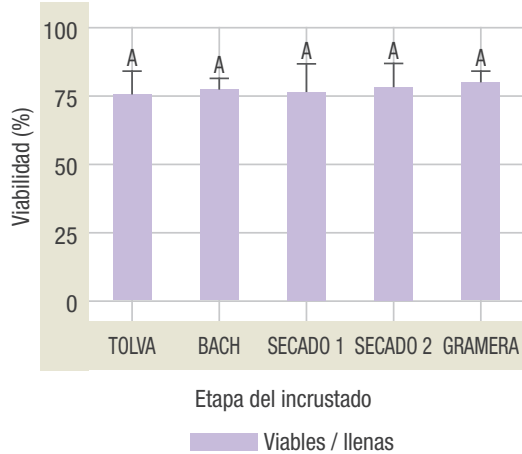
### **a) Impacto inmediato del proceso de incrustado en la viabilidad por Tetrazolio**

Aunque durante el proceso de incrustado se producen condiciones que conducen al deterioro de semillas, como daño mecánico (transporte por la noria, movimiento giratorio del bach y el zarandeo de la gramera) o fisiológico (elevada humedad en el bach y alta temperatura durante el secado)<sup>26</sup>, los resultados evidencian en la figura 12 que dichas condiciones no fueron lo suficientemente agresivas como para afectar a las semillas vivas.

**Figura 12:**  
**Viabilidad (%)**  
**en semillas de**  
***Panicum maximum***  
**Jacq. cv. Gatton**  
**durante las**  
**diferentes etapas**  
**del incrustado.**

**Arriba:**  
**Viabilidad**  
**expresada sobre**  
**semillas llenas.**

**Abajo:**  
**Viabilidad**  
**expresada sobre**  
**semillas totales.**



Un aspecto positivo que revelan las investigaciones es que las diferentes etapas de un proceso de incrustado no producen disminuciones significativas de la viabilidad por Tetrazolio en el lote recién incrustado.

Cabe destacar la necesidad de tener en cuenta que esta afirmación queda condicionada a las variantes que pueda tener un proceso de incrustado que signifiquen mayor grado de agresión a la semilla durante el proceso de incrustado.

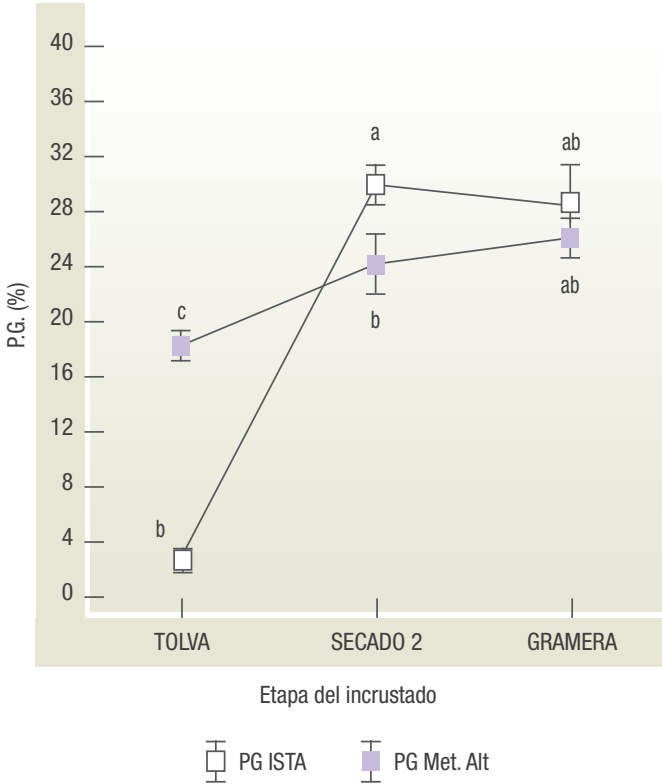
### **b) Impacto inmediato del proceso de incrustado sobre la germinación**

Al analizar la respuesta de la germinación mediante el ensayo de poder germinativo estándar se descubre más información sobre la calidad de las semillas incrustadas.

Dada la problemática sobre la presencia de semillas vanas antes comentada, es posible valorar la germinación con dos metodologías: ISTA (vigente en la legislación nacional e internacional y que considera semilla a cariopses y espiguillas independientemente de su grado de llenado) y Metodología alternativa que considera sólo las semillas llenas.

La figura 13 fue extraída de la tesis “Efecto del proceso de incrustado y del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de semillas de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs variedad máximus (sin. *Panicum maximun* Jacq.) cv. Gatton

(*Poaceae*)”, y demuestra el comportamiento en la capacidad de germinación de un mismo lote antes (tolva) y después del incrustado (gramera) evaluado según metodología ISTA y Metodología Alternativa.



**Figura 13: Porcentaje de germinación (PG %) de semillas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton evaluado en laboratorio de acuerdo a metodología oficial ISTA (2011) (símbolos vacíos) y Metodología Alternativa (Met. Alt) (símbolos llenos) durante las diferentes etapas del incrustado.**

En esta experiencia, la germinación se incrementó entre el momento inicial y el final del proceso de incrustado. Estos cambios en la capacidad de germinar pueden deberse a condiciones estimulantes que el proceso de incrustado produce sobre el embrión, relacionadas a un incremento moderado de humedad y temperatura que podrían estar actuando como agentes de ruptura de dormición.

Además, la figura demuestra similar tendencia de comportamiento de la germinación, independientemente de la metodología empleada.

## Resumen del comportamiento de un lote de semillas de Gatton panic recién incrustado

Las investigaciones señalan un cambio positivo en el comportamiento de la germinación de Gatton panic al momento del incrustado pese a incluir ciclos de humedecimiento y secado, condiciones relacionadas con el deterioro de semillas (pérdida de calidad fisiológica).

Los resultados indican un efecto favorable del proceso de incrustado sobre la germinación evaluada en laboratorio aún con diferentes metodologías inmediatamente después del proceso, atribuido a la posible ruptura de dormición provocada por la temperatura de secado.

El poder germinativo al final del incrustado oscila entre el 25 y 28 % según la metodología aplicada.

El proceso de incrustado, realizado bajo las condiciones descritas en la tesis e investigación de referencia, NO perjudica a la Viabilidad evaluada por el Tetrazolio, la que se mantiene en torno al 40% sobre semilla pura.



## UNA EXPERIENCIA DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLA INCRUSTADA DE GATTON PANIC EN CORDOBA, ARGENTINA

Es sabido que las semillas de especies cultivadas alcanzan los mayores valores de Viabilidad y Germinación en planta madre, durante la madurez fisiológica y a partir de ese momento van perdiendo paulatinamente su calidad por procesos de deterioro.

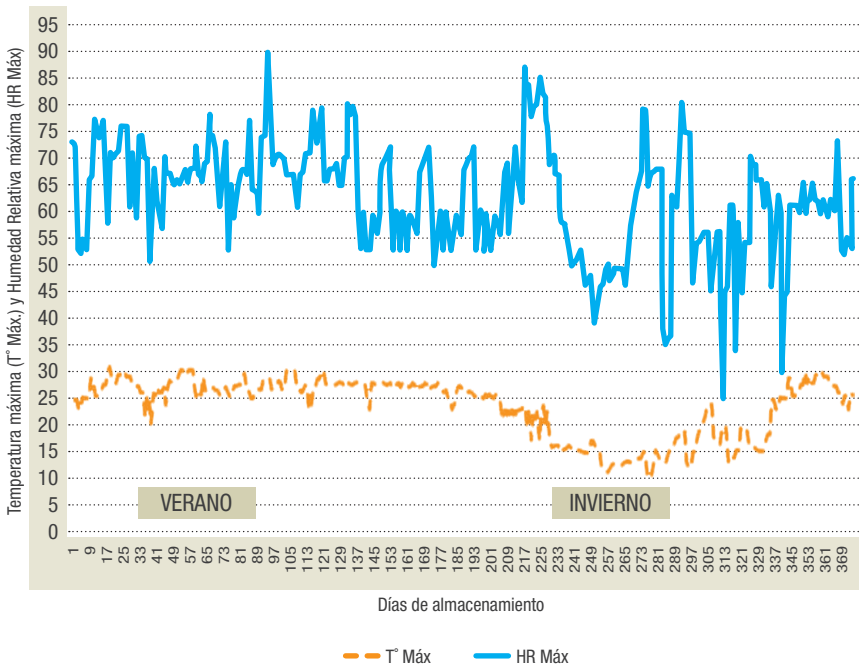
En el caso de semillas que se cosechan dormidas, como ocurre en la mayoría de las especies forrajeras y de *Panicum* en particular, la germinación está condicionada a la ruptura de dormición. En estos casos, el natural envejecimiento a nivel de lote de semillas es diferente al de especies que no presentan dormición. Investigaciones previas describieron un patrón característico de germinación en distintas líneas de *Panicum maximum* Jacq., con un aumento paulatino del porcentaje de PG entre los 50 y 300 días de almacenamiento, período en el cual la mayoría de las semillas rompen su dormición<sup>7;27</sup>. A partir de este momento se produce un descenso de la germinación determinado por el deterioro por envejecimiento.

Las investigaciones de Fiant<sup>25</sup> fueron llevadas a cabo sobre un lote comercial de semilla de *Panicum maximum* Jacq, cultivar Gatton

panic, almacenados en su estado natural e incrustado en dos condiciones opuestas a saber:

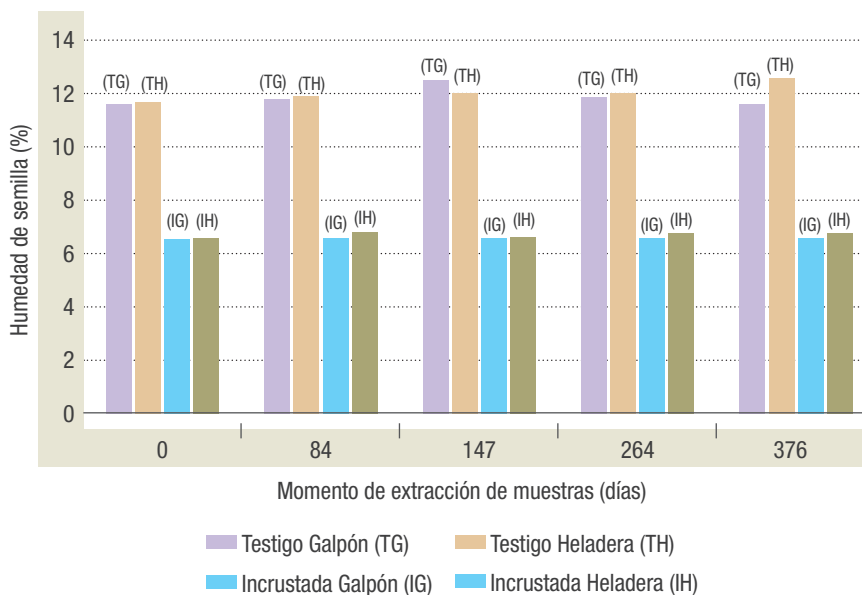
Galpon de almacenamiento sin control de temperatura y humedad, emplazado en la localidad de Sinsacate, Córdoba, Argentina y almacenamiento refrigerado a 8-10° C.

En ambos casos, la semilla almacenada durante 376 días, fue muestreada y analizada en diferentes momentos.



**Figura 14: Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) máximas en galpón de almacenamiento. Día 1: 29 de noviembre. Último registro 376 días después.**

La Figura 14 muestra que la Humedad Relativa máxima dentro del galpón presenta variabilidad estacional, con los picos máximos cercanos al 90% a los 94 y 218 días de almacenamiento. El registro de temperaturas máximas de galpón mostró valores relacionados con situaciones típicas para cada estación del año en la zona de estudio (Sinsacate, Córdoba), con máximos que superan levemente los 30° C. El período de menor temperatura se observó a mediados del invierno, con registros máximos de 10-15° C asemejándose a un almacenamiento refrigerado.



**Figura 15: Humedad de las semillas de *Panicum maximun* Jacq. cv. Gatton incrustadas y sin incrustar, almacenadas en galpón y en heladera. Día 0: 29 de noviembre. Último registro a los 376 días.**

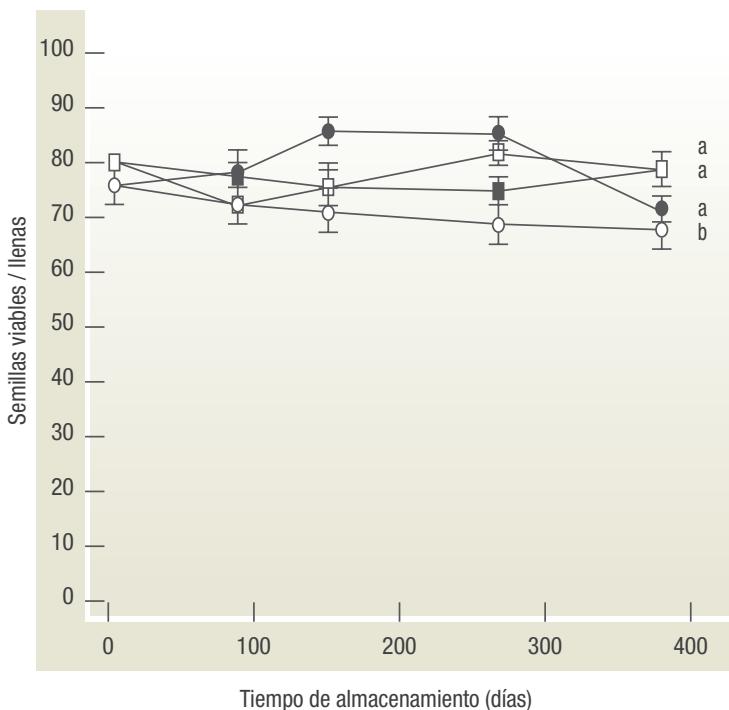
La figura 15 muestra que las semillas incrustadas poseen menor porcentaje de humedad (6.6-6.9%) respecto de las semillas no incrustadas (11.6-12.5%). Ésto puede ser una ventaja en cuanto a la prolongación del tiempo de almacenamiento, ya que alta Humedad Relativa (90%) y Temperaturas máximas de 30°C en galpón perjudican la calidad de las semillas.

## LA CALIDAD DE SEMILLAS DE GATTON PANIC INCRUSTADAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

### **a) Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de semillas incrustadas de Gatton panic**

La Viabilidad por Tetrazolio sobre semillas llenas de *Panicum maximum* Jacq cv. Gatton se mantuvo en valores cercanos a 75% durante todo el proceso de incrustado. Por lo tanto, dicha tecnología no influyó sobre esta variable, tal lo presentado en secciones previas.

Durante el posterior almacenamiento, tanto en galpón como en heladera, tampoco se evidenciaron grandes cambios luego de 376 días (Fiant, 2013<sup>25</sup>).



■ Incrustado Galpón    □ Incrustado Heladera    ● Testigo Galpón    ○ Testigo Heladera

**Figura 16: Viabilidad por Tetrázolío en semillas de *Panicum maximun* Jacq. cv. Gatton incrustadas y sin incrustar, almacenadas en galpón y en heladera. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos.**

La Figura 16 muestra los valores relativamente estables de Viabilidad por Tetrázolío / semillas llenas incrustadas y sin incrustar durante el almacenamiento en galpón y en heladera los que oscilaron entre 70 y 85%.

## **b) Efecto del almacenamiento sobre la germinación de semillas incrustadas de Gatton panic**

Para comprender el comportamiento de la germinación de semillas de *Panicum maximum* Jacq. incrustadas durante el almacenamiento y su relación con el ambiente, se deben diferenciar las condiciones ambientales que son beneficiosas porque ayudan a romper la dormición, de las que disminuyen la capacidad germinativa por su relación con el deterioro.

Como factores ambientales responsables del deterioro de las semillas y la consiguiente disminución de su Poder Germinativo, los más importantes son la humedad, la alta temperatura y el oxígeno<sup>26</sup>. Además, existen efectos sinérgicos cuando dichos factores actúan de a pares<sup>18</sup>.

Durante el almacenamiento, el recubrimiento de las semillas incrustadas puede constituir una barrera para la llegada de oxígeno y otros gases a la misma, con sus consiguientes efectos beneficiosos y/o perjudiciales en los procesos fisiológicos de dormición, deterioro y reparación de membranas celulares<sup>26</sup>.

El impacto que el almacenamiento produce sobre la germinación de semillas incrustadas está íntimamente relacionado a las condiciones de temperatura, humedad y nivel de oxígeno de la atmósfera que circunda a las semillas. La actuación simultánea de dos o más de los factores antes mencionados, determinan la velocidad con la que la germinación irá disminuyendo durante el almacenamiento. El incrustado puede constituirse en una barrera para el intercambio de gases entre la semilla y su medio.

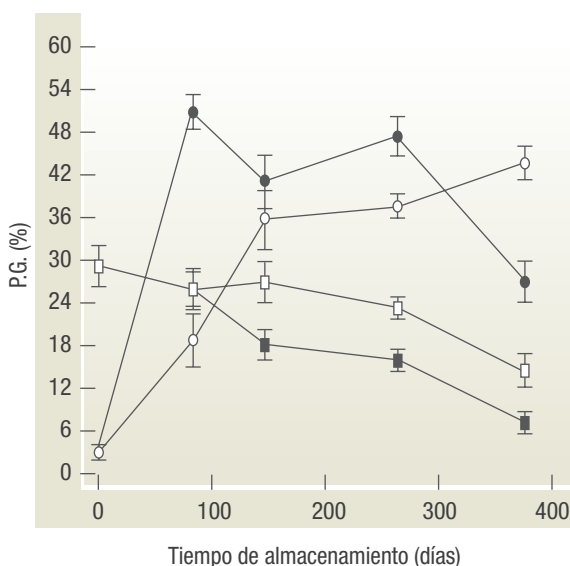
En la Fig. 14 se presentaron las condiciones de temperatura y HR durante el almacenamiento de semilla incrustada de Gatton panic. A continuación se trasladan los resultados de la experiencia de almacenamiento de semillas incrustadas y sin incrustar de Gatton panic con variantes a temperatura ambiente y a heladera, cercano a los diez grados centígrados.



## Cambios en el PG durante el almacenamiento (evaluado por metodología ISTA).

La observación de los altos valores de Viabilidad por Tetrazolio en el término de un año tanto en semillas incrustadas como sin incrustar, indica que los cambios en el Poder Germinativo deben relacionarse casi exclusivamente con el proceso de ruptura de dormición, fenómeno característico de esta especie<sup>7</sup>.

La Figura 17 muestra el porcentaje de germinación según metodología ISTA en semillas incrustadas y sin incrustar almacenadas en galpón y en heladera simultáneamente.



**Figura 17:**  
**Germinación**  
**evaluada por**  
**metodología ISTA**  
**en semillas de**  
***Panicum maximum***  
**Jacq. cv. Gatton**  
**Incrustada y Testigo**  
**(sin incrustar)**  
**almacenada en**  
**galpón y en heladera.**

■ Incrustado Galpón    □ Incrustado Heladera    ● Testigo Galpón    ○ Testigo Heladera

El valor inicial de PG es mayor en semillas incrustadas (28%) que en semillas testigo (2,5%) ya que durante el proceso de incrustado, se produjo una ruptura de dormición durante la etapa de secado, lo que corresponde con la metodología de ruptura de dormición por exposición a calor<sup>16;28</sup>.

Las semillas sin incrustar con valores muy bajos de PG al inicio del almacenamiento, romperían su dormición por un efecto mediado por la temperatura ambiente entre 25 y 30° C durante ese período (Figura 14). Esto se evidencia con un aumento, estadísticamente significativo, del PG a los 84 días del almacenamiento en galpón, en coincidencia con el comportamiento de diversos cultivares de *Panicum maximum* Jacq señalado por anteriores investigaciones<sup>29;7</sup> en *Panicum* y en *Cenchrus ciliaris* L30. Respecto a las semillas sin incrustar almacenadas en la heladera, éstas muestran ruptura de dormición recién a los 147 días en un efecto retardado posiblemente por la baja temperatura<sup>31; 32</sup> y los valores de germinación que se alcanzan son más bajos estadísticamente (valor  $p < 0,005$ ) que en galpón, lo que confirmaría que la temperatura es un factor de importancia en la ruptura de dormición.

Pese a los valores de humedad de las semillas que alcanzan un 12,5% en semillas sin incrustar (Figura 15), el PG se mantiene alto debido quizás a las bajas temperaturas del otoño (día 100 al 250 Figura 14)

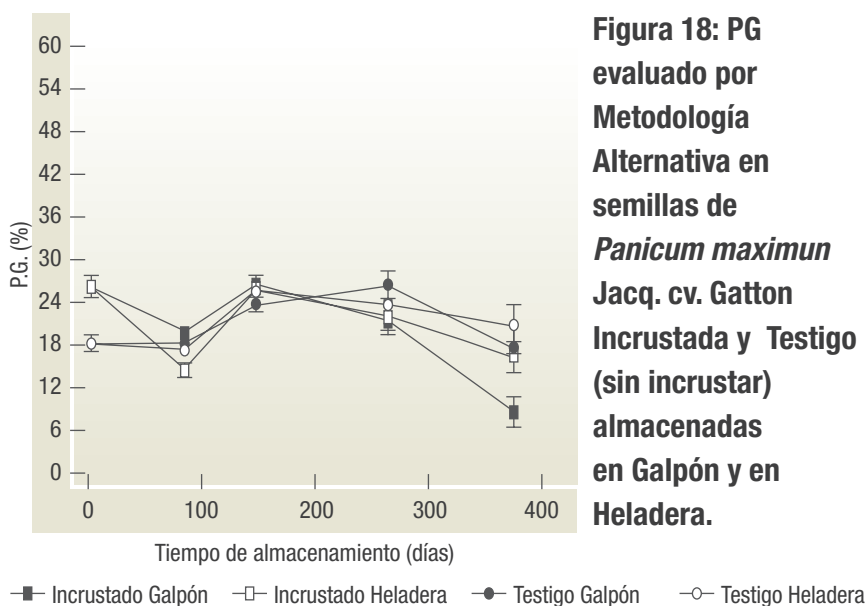
que contribuirían al mantenimiento del potencial germinativo. En apoyo a esta interpretación se recuerdan antecedentes previos que informan que el aumento del contenido de humedad de las semillas no afectan a la calidad si va acompañado por bajas temperaturas<sup>32</sup>, confirmando las teorías respecto a que los factores ambientales responsables del deterioro se potencian de a pares (humedad y temperatura)<sup>25</sup>.

Las semillas incrustadas, como se indicó más arriba, habrían roto su dormición en su paso por secadora durante el proceso de incrustado. Los valores de germinación disminuyen progresivamente y de manera significativa durante el tiempo de almacenamiento (Figura 17).

El almacenamiento refrigerado es una buena práctica, y muestra un efecto favorable sobre la germinación, que se manifiesta durante todo el almacenamiento en las semillas incrustadas, evidenciando mejor comportamiento que el almacenamiento en condiciones de galpón.

## Cambios en el PG durante el almacenamiento (evaluado por Metodología Alternativa)

Dado los problemas de heterogeneidad mencionados anteriormente, es conveniente tener en cuenta lo que sucede al utilizar un mayor número de semillas al momento de realizar el ensayo de germinación. Bajo este análisis, la tesis de Fiant<sup>25</sup> mostró los resultados de germinación de una metodología alternativa en la que participa un número de semillas 10 veces superior al mínimo establecido en las reglas ISTA.



La figura 18 reproduce el comportamiento de la variable y las condiciones de la figura anterior, pero evaluadas por la Metodología Alternativa.

Tanto en semillas incrustadas como sin incrustar almacenadas en galpón o en heladera, los valores de germinación se mantienen relativamente estables hasta los 264 días tendiendo a disminuir al año de almacenamiento. Respecto a los distintos tratamientos, sus efectos sobre la variable analizadas son semejantes a los 84 y 147 días de almacenamiento; mientras que a partir de los 264 y 376 días, la semilla Incrustada y almacenada en Galpón tiene un menor valor de PG respecto a los restantes tratamientos.

El análisis de los resultados de germinación conduce a diferentes conclusiones sobre el efecto del incrustado y del almacenamiento en las semillas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Gatton, según la metodología utilizada para evaluar el PG. No obstante, es una buena práctica solicitar al laboratorio el uso de metodologías oficiales vigentes para respaldar las transacciones comerciales.

Resumiendo los resultados obtenidos en la tesis “Efecto del proceso de incrustado y del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de semillas de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs variedad *máximus* (sin. *Panicum maximun* Jacq cv. Gatton (Poaceae)”, el proceso de incrustado no tiene una influencia destacada sobre la Viabilidad de semillas de *Panicum maximun* Jacq. cv. Gatton, pero disminuye el PG cuando dicha variable es determinada por metodología ISTA en las diferentes fechas de almacenamiento. Cuando la germinación es evaluada con Metodología Alternativa, se evidencia el mismo efecto negativo del incrustado sobre el PG pero sólo en las últimas fechas del almacenamiento.

## RESUMEN FINAL

- El proceso de incrustado NO altera la viabilidad de las semillas llenas, e incrementa el PG de Panicum maximun Jacq. cv. Gatton en el proceso estudiado en la tesis de posgrado de Fiant (2013). No obstante, dada la gran diversidad que puede existir entre las técnicas de incrustado, **es una buena práctica monitorear los efectos que pueden ocasionar otros procesos de incrustado sobre la calidad de la semilla.**
- La Viabilidad de semillas llenas se mantiene estable durante la mayor parte del período de almacenamiento tanto en galpón como en heladera con un comportamiento semejante entre semillas incrustadas y no incrustadas. No obstante, **es una buena práctica el uso inmediato de las semillas incrustadas**, reservando la posibilidad de almacenamiento sólo a casos extremos y por el menor tiempo posible.
- Respecto al Poder Germinativo de semillas almacenadas, el incrustado produce un leve efecto negativo sobre todo en condiciones ambientales de galpón, en tanto que la conservación en ambiente refrigerado favorece el PG en las semillas incrustadas y sin incrustar. **Es una buena práctica almacenar las semillas sólo en caso de extrema necesidad y en condiciones de temperaturas cercanas a los diez grados centígrados.**





## GLOSARIO

Las definiciones aquí presentadas contribuyen a la comprensión de los textos de las diferentes secciones de esta publicación.

**Bach:** Componente del sistema de incrustado, tipo tambor rotatorio en donde se mezclan los componentes del incrustado.

**Dormición /Dormancia:** Característica inherente a algunas especies vegetales. Es la incapacidad de las semillas para germinar pese a que pueda tener las condiciones óptimas para la especie.

**Espiguilla:** Es la inflorescencia elemental de las gramíneas. Presenta en la base dos glumas o brácteas, luego siguen los antecios dispuestos dísticamente. El antecio encierra a la flor la que puede o no desarrollar cariopse.

**Espiguilla vana/ semilla llena:** Lo opuesto a espiguilla vana/ semilla vana.

**Espiguilla vana/ semilla vana:** Término empleado para expresar la ausencia de formación de cariopse en el interior del antecio, característica de frecuente manifestación en pasturas megatérmicas.

**Estándar:** Término empleado para referirse a los parámetros mínimos y máximos que definen la calidad de cada especie de semillas. Refleja las condiciones de calidad que deben cumplirse para la comercialización de semilla a nivel nacional. Está integrado en una Resolución de alcance nacional dictada por el Ministerio de agroindustria de Argentina, con el aval técnico del INASE.

**Galpón:** Estructura cerrada, con techo, pared y puertas de grandes dimensiones (ejemplo: 20 metros de ancho, 50 metros de largo, y 8 metros de alto), normalmente construidas con estructuras de hierro y chapa galvanizada o similar, sin control de temperatura ni humedad interior, utilizada para depositar semilla incrustada, en espera hasta su despacho.

**Gramera:** Sistema de zaranda compuesto por una cinta metálica de longitud aproximada a tres metros, con pequeñas perforaciones, dotada de un movimiento continuo de rebote vertical proporcionado por un sistema de engranajes. Las semillas incrustadas viajan sobre dicha zaranda a baja velocidad, y el movimiento continuo durante su circulación permite desarmar los agrupamientos de semillas adheridas entre sí con el material de recubrimiento. Al mismo tiempo, las fracciones inertes de menor tamaño atraviesan los orificios de zaranda permitiendo la limpieza y acondicionamiento final para el embolsado de producto terminado.

**Heterogeneidad:** Empleado para hablar de falta de uniformidad de una o más características en un lote de semillas. Aplicable a atributos como tamaño de semillas, maduración, dormición, entre otros.

**INASE:** El Instituto Nacional de Semillas (INASE) es el organismo nacional que regula la actividad semillera argentina.

**Inerte:** Se utiliza para referirse a las sustancias empleadas en el recubrimiento de semillas cuya única función es la de incrementar tamaño y peso de las semillas recubiertas.

**ISTA:** Organización europea referente mundial vinculada históricamente con las pruebas de semillas. Congrega a miembros de diferentes países de distintas economías de todo el mundo, conformando una verdadera red global. Su objetivo es desarrollar y publicar procedimientos estándar en el campo de las pruebas de semillas.

**Lote:** Es una cantidad especificada de semillas que es física e inequívocamente identificable. El tamaño máximo del lote está limitado por las reglas ISTA y por la legislación de muchos países.

**Megatérmicas:** Se refiere al grupo de especies vegetales adaptados para producir pasto para alimentación animal en ambientes cálidos y normalmente de escasas precipitaciones anuales.

**Muestreo/ Muestra:** Es el método empleado para extraer pequeñas cantidades de un lote de semilla.

**Pildoración:** Se utiliza como sinónimo de peleteado.

**Poder germinativo:** Se utiliza como sinónimo de germinación, y se mide en porcentaje. Es la cantidad de plántulas sin defectos que se obtuvieron tras un análisis de laboratorio en condiciones óptimas luego de la cantidad de días indicados y con los métodos referenciados en ISTA.

**Polímero:** Se refiere a sustancias de síntesis química que cumplen como principal función adherir los diferentes componentes del incrustado ó peleteado. Presentan alta viscosidad y gran variabilidad en la formulación según su proceso de fabricación, generando diversos efectos sobre la calidad de semillas.

**Semilla incrustada/ incrustado:** Semilla recubierta con capas sucesivas de material inerte y adherentes donde se conserva de manera aproximada la forma de la semilla sin incrustar. Puede o no incluir colorantes y puede o no incluir sustancias que favorezcan la sanidad de la semilla, como ser fungicidas, insecticidas, micronutrientes./ Refiere al proceso de recubrimiento con las características antes señaladas.

**Semilla peleteada/ peleteado:** Semilla recubierta que se diferencia de la semilla incrustada en la pérdida de forma./ Refiere al proceso de recubrimiento con las características antes señaladas.

**Semilla pura:** Corresponde a la especie indicada por el interesado, o aquellas que se encuentren como predominante en el análisis, incluyendo todas las variedades botánicas y cultivares de dicha especie. También son semilla pura las semillas inmaduras, las de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas como perteneciente a dicha especie. Para cada especie, están definidas las semillas puras en las Reglas de Análisis de la ISTA.

**Semilla viable:** Embriones que evidencian actividad respiratoria, la que puede ser identificada a través de diferentes técnicas, determinando que la semilla está viva.

**Viabilidad:** Ver “Semilla viable”.



## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2004. Las buenas prácticas agrícolas. Disponible en internet (01/03/2018) <http://www.fao.org/3/a-ai010s.pdf>
2. Luna Pinto G. 2001. 7º Jornada de Producción ganadera en zonas semiáridas. INTA Jesús María. Agosto de 2001.
3. Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 2006. Inédito, comunicación personal, agosto de 2008.
4. Baudet L. and Peres W. 2004. Recubrimiento de Semillas. Seed News. Año VIII, 1.
5. Giménez Sampaio T., Sampaio N.V. and Durán Altisent J.M. 1992. Recubrimiento de Semillas. Agricultura, 715:138-144.
6. Martin G. 2006. Pasturas cultivadas para el NOA (Gatton panic). Revista Producción. Publicado en internet, disponible en <http://www.produccion.com.ar>. Activo 18/06/011.
7. Harty R. L., Hopkinson J.M., English B.H. and Alder J. 1983. Germination, dormancy and longevity in stored seed of Panicum maximun Jacq (Jacq). Seed Sci. and Technol. 11: 341-351.

8. ISTA 2004. Handbook on Seed Sampling. 2° Edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
9. Jorgensen J., Kristensen K., de Prins H. and Steiner A. 1992. Studies on variations between results of repeated germination test made in the same laboratory. Seed Sci. and Technol., 20: 281-287.
10. Copeland L. and McDonald M, 2001. Principles of seed science and technology, 4° Ed. Kluwer Academic Publishers Boston, Dordrecht, London.
11. Debney E. 1960. Dynamic seed sampling spears in the United Kingdom. Proc. Int. Seed Test. Ass., 25: 32-34.
12. ISTA. 2003. Handbook on Seedling Evaluation. Third Edition 2003, Including Amentment 2006. Ed. Ronnie Don. Bassersdors, Ch-Switzerland.
13. ISTA 2007. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. List of Stabilized Plant Names, ed. 5 Publicado en internet, disponible al 12/04/2018 en <https://www.ars-grin.gov/~sbmljw/istaintrod.html>



14. INASE 2012. Subtropicales Resolución 350/2011 Reemplaza (Deroga) la disposición 1/1989. Publicado en internet, disponible en <http://www.inase.gov.ar/images/stories/Calidad/gestionlab/350%20dcc.pdf>. Activo al 23 noviembre de 2012.
15. Godoy Gutierrez J. and Renvier P. 2003. Importancia del pildorado en semillas hortícolas. Compendio de horticultura. Capítulo 7. Publicado en internet, disponible en <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=51772> Activo al 21 junio de 2011.
16. ISTA 2016. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
17. Gentos, 2004. Peleteado de Semillas Forrajeras. Publicado en internet, disponible en [www.gentos.com.ar](http://www.gentos.com.ar) Activo julio de 2008
18. Ohlrogge J. and Kernan T. 1982. Oxygen-dependent aging of seeds. *Plant Phisiol.*, 70:791-794.
19. Piotto B. and Marcelli A. 1993. Recientes Estudios Sobre la cría de Eucaliptus en Italia. Congreso Forestal Español – Lourizan. Ponencias y comunicaciones. Tomo II.
20. Sachs M., Cantlife D and Nell T. 1981. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. *J. Am. Hort. Scie.*, 106: 385-389.

21. Borderon M. 1989. Semences de cereales: le pelliculage cagne du terrain. *Cultivar*, 253: 34-35.
22. Grupo Agroempresa Argentina. 2011. Publicado en internet, disponible en: [www.grupoagroempresa.com.ar/web/semillas/recomendaciones](http://www.grupoagroempresa.com.ar/web/semillas/recomendaciones). Activo en julio de 2011.
23. Global Seed Treatment Market - Segmented by Application, Function, Crop Type, Application Techniques, and Geography- Growth, Trends, and Forecast (2018 - 2023). Publicado en internet. Disponible al 12/04/2018
24. Takashi, A.. 2010. Producción, beneficio y tratamiento de semillas forrajeras en Brasil). Artículo técnico en [www.matsuda.com.br/.../produccion\\_beneficio\\_e\\_tratamiento\\_de\\_semillas\\_forrajeras\\_...](http://www.matsuda.com.br/.../produccion_beneficio_e_tratamiento_de_semillas_forrajeras_...)[17/10/2017]
25. Fiant, S. (2013). Efecto del proceso de incrustado y del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de semillas de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs variedad *máximus* (sin. *Panicum maximun* Jacq.) cv. Gatton (Poaceae). (Tesis de maestría) UNC, Córdoba, Argentina.
26. Bewley J. and Black M. 1994. *Seeds. Physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.

27. Hopkinson J., English B. and Harty R.L. 1988. Effects of different drying patterns on quality of seed of some tropical pasture grasses. *Seed Sci. and Technol.*, 16: 361-369.
28. Martins L. and Silva W.R. 2001. Comportamento da dormência em sementes de braquiaria submetidas a tratamentos térmicos e químicos. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, Brasilia, 36, 7: 997-1003.
29. Carvajal Azcorra J. and Lara del Río M. 2003. Producción y calidad de semillas de los pastos Insurgente, Guinea y Llanero. *Livestock Research for Rural Development*, 15, 2.
30. Palma Rivero M., Lopez Herrera A., Molina Moreno J. 2000. Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* kunth. *Agrociencia* 34, 1: 41-48.
31. Smith, R. L. 1979. Seed dormancy in *Panicum maximun* Jacq (Jacq) Jacq. *Tropical Agriculture* 56(4): 233-239.
32. Hopkinson J.M. and English B.H. 2005. Influence of storage conditions on survival and sowing value of seed of tropical pasture grasses. 1. Longevity. *Tropical Grasslands*. 39: 129-139.

33. Oliveira J.A., Pereira C.E., Mendes Guimarães R., Rodrigues Vieira A., Bosco Carvalho Da Silva J. 2003. Desempenho de sementes de pimentão revestidas com diferentes materiais. *Revista Brasileira de Sementes*, 25, 2: 36-47.

## ANEXO

### RESOLUCIÓN INASE Nº 350/2011 – SUBTROPICALES. ANEXO. REEMPLAZA (DEROGA) LA DISPOSICIÓN 1/1989



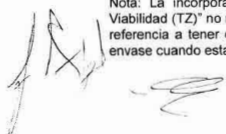
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca  
Instituto Nacional de Semillas

"2011 – Año del Trabajo Decente, la Salud y Seguridad de los Trabajadores"

ANEXO

Especie	% SP	% SE	% PG	Plántulas germinadas/kg	% Viabilidad (TZ)
<i>Chloris gayana</i> Kunth ( <i>Gramma rhodes</i> )	80	5	20	400.000	---
<i>Cenchrus ciliaris</i> L. (Fascicles) (Buffel grass)	80	5	20	---	35
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stapf & C. E. Hubb (=Setaria anceps) (Setaria)	70	5	40	---	50
<i>Panicum maximum</i> Jacq (Gatton panic)	90	5	15	---	25
<i>Panicum coloratum</i> L.(Panicum)	80	5	15	---	25
<i>Digitaria eriantha</i> Steud	80	5	15	---	25
<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst ex A. Rich) Stapf	80	5	40	---	60
<i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick	80	5	25	---	50
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	80	5	35	---	50
<i>Dichanthium aristatum</i> (Poir.) C.E. Hubb.	40	5	30	---	---
<i>Urochloa mosambicensis</i> (Hack.) Dandy	40	5	15	---	---
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lamb) de Witt (Leucaena)	60	5	20	---	---

Nota: La incorporación de las categorías "Plántulas germinadas por Kg" y "% Viabilidad (TZ)" no reemplaza al valor de poder germinativo, pero ofrecen valores de referencia a tener en cuenta para estimar la calidad de la semilla contenida en el envase cuando esta presente problemas de dormancia.

 000350

<https://www.inase.gov.ar/images/stories/Calidad/gestionlab/350%20dcc.pdf>

## INASE - INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS

Venezuela 162 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires C1095AAD - República Argentina.

### ¿Qué es el INASE?

**Misión:** La Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas N° 20.247/73 tiene por objeto: “promover una eficiente actividad de producción y comercialización de semillas, asegurar al productor agrario la identidad y calidad de la simiente que adquieren y proteger la propiedad de las creaciones fitogenéticas”.

Para dar cumplimiento con ello, el INASE tiene como los objetivos principales:

Entender en la aplicación de la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas N°20.247.

Ejercer el poder de policía derivado de la instrumentación de la citada ley.

Expedir la certificación de la calidad, nacional e internacional, de todo órgano vegetal destinado para la siembra, plantación o propagación, observando los acuerdos firmados o a firmarse en la materia.

Proteger y registrar la propiedad intelectual de las semillas y creaciones fitogenéticas y biotecnológicas.

Proponer la normativa referida a la identidad y a la calidad de la semilla y conducir su aplicación.

## **REGISTRO NACIONAL DEL COMERCIO Y FISCALIZACIÓN DE SEMILLAS (RNCyFS)**

En el Artículo N<sup>o</sup> 13 de la Ley de Semillas se crea el Registro Nacional del Comercio y Fiscalización de semillas (RNCyFS), en el cual deberá inscribirse, toda persona que importe, exporte, produzca semilla Fiscalizada, procese, identifique o venda semillas. Asimismo, el Art. N<sup>o</sup> 14 de la misma Ley, establece que la transferencia a cualquier título de semillas con el fin de su comercio, siembra o propagación por terceros sólo podrá ser realizada por persona inscripta en el RNCyFS quien, al transferir una semilla, es responsable del correcto rotulado de la misma. La reglamentación establecerá los casos en que, por el transcurso del tiempo u otros factores, pueda cesar dicha responsabilidad.

### **DATOS DE CONTACTO DEL RNCyFS**

Teléfono 011 3220-5445 mail: [ncyfs@inase.gov.ar](mailto:ncyfs@inase.gov.ar)

**SEÑOR PRODUCTOR: PARA ASEGURAR LA UTILIZACIÓN DE SEMILLA DE CALIDAD RECUERDE VERIFICAR EL “LISTADO ACTUALIZADO DE INSCRIPTOS EN EL RNCyFS” disponible en [www.inase.gov.ar](http://www.inase.gov.ar)**

