

# **Evaluación del efecto del insecticida Imidacloprid sobre factores asociados a la implantación y crecimiento inicial de girasol, maíz y sorgo.**

**Consultoría Técnica de EEMAC-Facultad de Agronomía para CALISTER S.A.**

Esteban Hoffman<sup>1</sup>  
Enrique Castiglioni<sup>2</sup>

## **I. Introducción**

Los cultivos de girasol, maíz y sorgo son cultivados, en el país, en condiciones climáticas propicias para el desarrollo de una variada gama de insectos y otros organismos fitófagos. Las plagas de implantación merecen un destaque especial, pues atacan semillas, raíces y plántulas y sus daños se traducen en la reducción del stand de plantas, lo que generalmente determina importantes pérdidas de producción final.

La mayoría de las plagas de implantación ya se encuentran presentes en el suelo cuando se realiza la siembra, mientras que algunas provienen de posturas en el suelo o en plantas luego de la siembra y emergencia. La planificación del manejo o control de estos problemas debe realizarse, por lo tanto, antes de la siembra.

El control químico de los insectos que atacan en implantación se realiza a través de tratamientos de cura de semillas, aplicación de granulados o pulverización en el surco. Si bien los resultados internacionales indican la mayor eficiencia y efecto residual de la aplicación de granulados en el surco (en función de la mayor cantidad de sustancia activa que impacta en el blanco), constituye un tratamiento caro y requiere, generalmente, de equipos diseñados para esa tarea. La forma de control más ampliamente utilizada en el país es la aplicación de insecticidas recomendados para su uso en tratamiento de semillas.

De modo general, se recomienda realizar muestreos en las chacras, para verificar la presencia de organismos plaga y estimar el tamaño de sus poblaciones. Este hecho no sólo tiene una base económica, sino que en el caso de los insecticidas aplicados a la semilla, puede ocurrir fitotoxicidad.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de una formulación de imidacloprid de Calister S.A. en factores asociados a la germinación, implantación y el crecimiento inicial de girasol, maíz y sorgo.

## **II. Materiales y Métodos.**

El estudio se realizó en los meses de agosto y setiembre de 2005, en laboratorio e invernáculo de la EEMAC, Facultad de Agronomía, Paysandú-Uruguay. En el laboratorio se realizaron las pruebas de germinación y las determinaciones que requirieron el uso de equipos analíticos. En el invernáculo se realizaron las pruebas tendientes a evaluar los efectos de los tratamientos en la implantación y crecimiento inicial de los cultivos.

---

<sup>1</sup> Profesor Adjunto. Departamento de Producción Vegetal. EEMAC-Facultad de Agronomía. UDELAR

<sup>2</sup> Profesor Agregado. Departamento de Protección Vegetal. EEMAC-Facultad de Agronomía. UDELAR

## II.1 Tratamientos

Se utilizó semilla de los siguientes cultivares de girasol, maíz y sorgo: DKSOL 4040, DK 688 y DK 39T, respectivamente suministrado por AGROTERRA SA.

Se utilizó el equivalente a 1 L de agua por cada 100 Kg. de semilla.

Para los tres cultivares se definieron los siguientes tratamientos:

- 1 - Testigo sin curar
- 2 - Testigo tecnológico\* (600 cc imidacloprid padrón/100 kg de semilla)
- 3 - Calister 600 (600 g imidacloprid Calister PS/100 kg de semilla)
- 4 - Calister 1200 (1200 g imidacloprid Calister) PS/100 kg de semilla

\* el testigo tecnológico consistió en curar la semilla con una formulación padrón original de imidacloprid, de uso corriente en el país.

## II.2 Pruebas de germinación

En laboratorio, siguiendo el procedimiento estándar en placas de Petri, se realizaron pruebas de germinación, con semillas a 5, 19 y 33 días de contacto con el insecticida (5 DDA, 19 DDA y 33 DDA).

En tres repeticiones de 100 semillas para cada tratamiento y cultivo, se determinó:

- Energía germinativa (a los cuatro días de comenzada la prueba)
- Porcentaje de germinación (a los ocho días de comenzada la prueba)

## II.3 Siembra en invernáculo

La siembra se realizó en tarrinas de 40 x 60 x 20 cm se realizó el 3 de agosto de 2005. Para cada cultivo se sembró una cantidad de semillas mayor al objetivo final, a los efectos de realizar un raleo hasta población definitiva y evaluar el crecimiento inicial de las plantas eliminadas en el raleo. Las poblaciones iniciales y finales para cada cultivo se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Semillas sembradas y plantas finales (pos-raleo) por tarrina.

	<b>Girasol</b>	<b>Maíz</b>	<b>Sorgo</b>
Semillas/tarrina	14	14	30
Distancia entre semillas (cm)	10	10	2,5
Plantas finales/tarrina	6	6	18



**Figura 1.** Vista general de las tarrinas en invernáculo, pos-raleo.

El día posterior a la siembra se instalaron sensores digitales de temperatura de aire y suelo (5 cm de profundidad), que se mantuvieron hasta el final del experimento registrando medidas a intervalos de 30 minutos durante todo el período.

Las tarrinas fueron sorteadas en tres bloques y se determinó:

- 1- Porcentaje de emergencia
- 2- Fenología
- 3- Peso de plantas al raleo (20 días pos-siembra)
- 4- Peso final de plantas (en V4)
- 5- Altura de plantas (en V4)
- 6- Temperatura del aire y del suelo

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza, con el paquete estadístico SAS, y las medias de tratamientos comparadas por Prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### III. Resultados

#### III.1 Energía germinativa y germinación en cámara.

A continuación se analiza el efecto del producto y dosis utilizados para el tratamiento curasemilla y el efecto del período de contacto con la semilla, para girasol, maíz y sorgo (Cuadros 2, 3 y 4).

**Cuadro 2.** Vigor germinativo y porcentaje de germinación en cámara (4 y 8 días, respectivamente) para semillas de **girasol** a los 5, 19 y 33 DDA (días después de la aplicación).

	VIGOR GERMINATIVO			% GERMINACIÓN		
	5 DDA	19 DDA	33 DDA	5 DDA	19 DDA	33 DDA
<b>TESTIGO</b>	98,7 a	98,0 a	98,3 a	99,3 a	99,0 a	98,7 a
<b>T. COMERCIAL 600cc</b>	98,0 a	98,7 a	96,3 a	99,0 a	98,7 a	97,0 ab
<b>CALISTER 600 g</b>	95,3 a	91,3 b	90,7 b	98,7 a	95,3 a	94,7 c
<b>CALISTER 1200 g</b>	98,3 a	92,3 b	91,3 b	98,7 a	96,0 a	95,0 bc
<b>Prob &gt; F</b>	0.1514	0.0100	0.0100	0.8209	0.0561	0.0010
<b>C.V.%</b>	1,77	0,74	1,23	1,01	1,68	0,85

Nota: Vigor = Energía germinativa

Se destacan los altos valores de germinación del testigo, que indican la excelente calidad de la semilla utilizada, así como las escasas diferencias de germinación observadas en los tratamientos con curasemilla, cuando la prueba de germinación fue iniciada a los pocos días del tratamiento.

En girasol existió un efecto relevante en el vigor germinativo de las semillas curadas con la formulación de imidacloprid de Calister S.A., cuando el producto estuvo en contacto con la semilla por un periodo igual o mayor a los 19 días (Cuadro 2). El efecto en el porcentaje final de germinación solamente fue significativo cuando la semilla estuvo en contacto con el producto por 33 días.

En el caso del maíz, el efecto del curasemilla sobre el valor de energía germinativa (a los 4 días) fue significativo a los 5 y 33 días después de la aplicación del producto, en las dos formulaciones evaluadas (Calister S.A. y Testigo comercial) (Cuadro 3). Si bien este efecto no resultó significativo cuando la semilla se colocó en prueba de germinación a los 19 días de realizada la cura, el descenso de los valores de vigor fue semejante (en valor absoluto) al obtenido en las otras dos pruebas.

**Cuadro 3.** Vigor germinativo y porcentaje de germinación (4 y 8 días, respectivamente) para semillas de **maíz** a los 5, 19 y 33 DDA (días después de la aplicación).

	VIGOR GERMINATIVO			% GERMINACIÓN		
	5 DDA	19 DDA	33 DDA	5 DDA	19 DDA	33 DDA
<b>TESTIGO</b>	95,0 a	96,0 a	97,3 a	100,0 a	98,7 a	98,0 a
<b>T. COMERCIAL 600cc</b>	90,0 b	91,3 a	92,7 b	99,3 a	95,3 b	93,3 b
<b>CALISTER 600 g</b>	96,0 a	94,0 a	92,7 b	99,3 a	95,0 b	95,3 ab
<b>CALISTER 1200 g</b>	92,0 ab	94,0 a	92,0 b	96,0 b	97,3 ab	94,7 ab
<b>Prob &gt; F</b>	0.0100	0.0786	0.0006	0.0013	0.0117	0.0211
<b>C.V.%</b>	1,86	1,95	1,07	0,83	1,16	1,48

El efecto del curasemilla sobre el valor final de germinación, resultó significativo sobre las semillas de maíz para la mayor dosis empleada de imidacloprid Calister (1200 g/100 kg semilla) a los cinco días después de la aplicación (5 DDA), y para las dosis normales (600 cc ó g/100 kg de semilla) de ambas formulaciones a los 19 DDA y para el testigo comercial a los 33 DDA.

Nuevamente se destaca que, independientemente de las variaciones en la significancia estadística de los resultados, todos los tratamientos curasemilla tuvieron un leve efecto depresor en la germinación, cuando la semilla estuvo más de 19 días en contacto con la semilla. Para las dosis normales, el efecto no fue significativo, cuando el producto actuó solamente 5 días antes de comenzar la prueba de germinación.

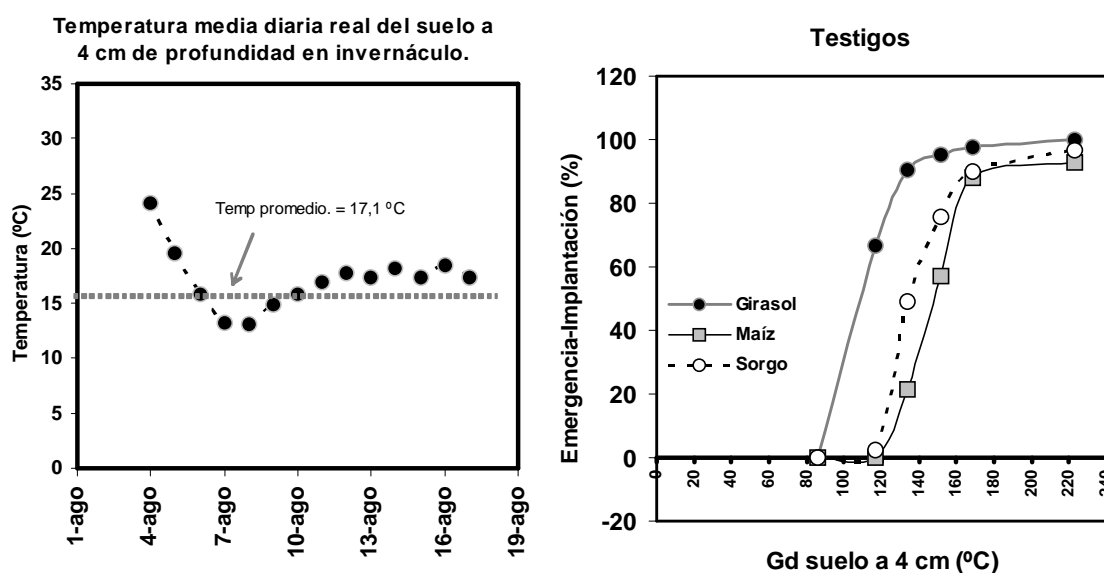
En el caso de las semillas de sorgo, fue detectado también un leve efecto de los tratamientos curasemilla en el vigor germinativo, que no se materializó en pérdidas significativas de germinación, para cualquiera de los productos, dosis y tiempo de contacto evaluados (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Vigor germinativo y porcentaje de germinación (4 y 8 días, respectivamente) para semillas de sorgo a los 5, 19 y 33 DDA (días después de la aplicación).

	VIGOR GERMINATIVO			% GERMINACIÓN		
	5 DDA	19 DDA	33 DDA	5 DDA	19 DDA	33 DDA
TESTIGO	98,0 a	98,0 a	97,3 a	98,7 a	99,0 a	97,7 a
T. COMERCIAL 600cc	95,7 b	97,7 ab	96,7 a	97,3 a	99,0 a	98,0 a
CALISTER 600 g	97,0 ab	96,7 b	95,7 a	98,0 a	97,7 a	96,7 a
CALISTER 1200 g	94,7 b	96,7 b	97,3 a	96,3 a	98,7 a	98,7 a
Prob > F	0.0124	0.0222	0.3780	0.1954	0.2265	0.4251
C.V.%	0,99	0,51	1,30	1,26	0,83	1,45

### III.2 Germinación, emergencia y peso de planta.

En la Figura 2 se presenta la variación de la temperatura en suelo en invernáculo y la evolución de la emergencia e implantación de los testigos sin curasemilla, para los tres cultivos evaluados.

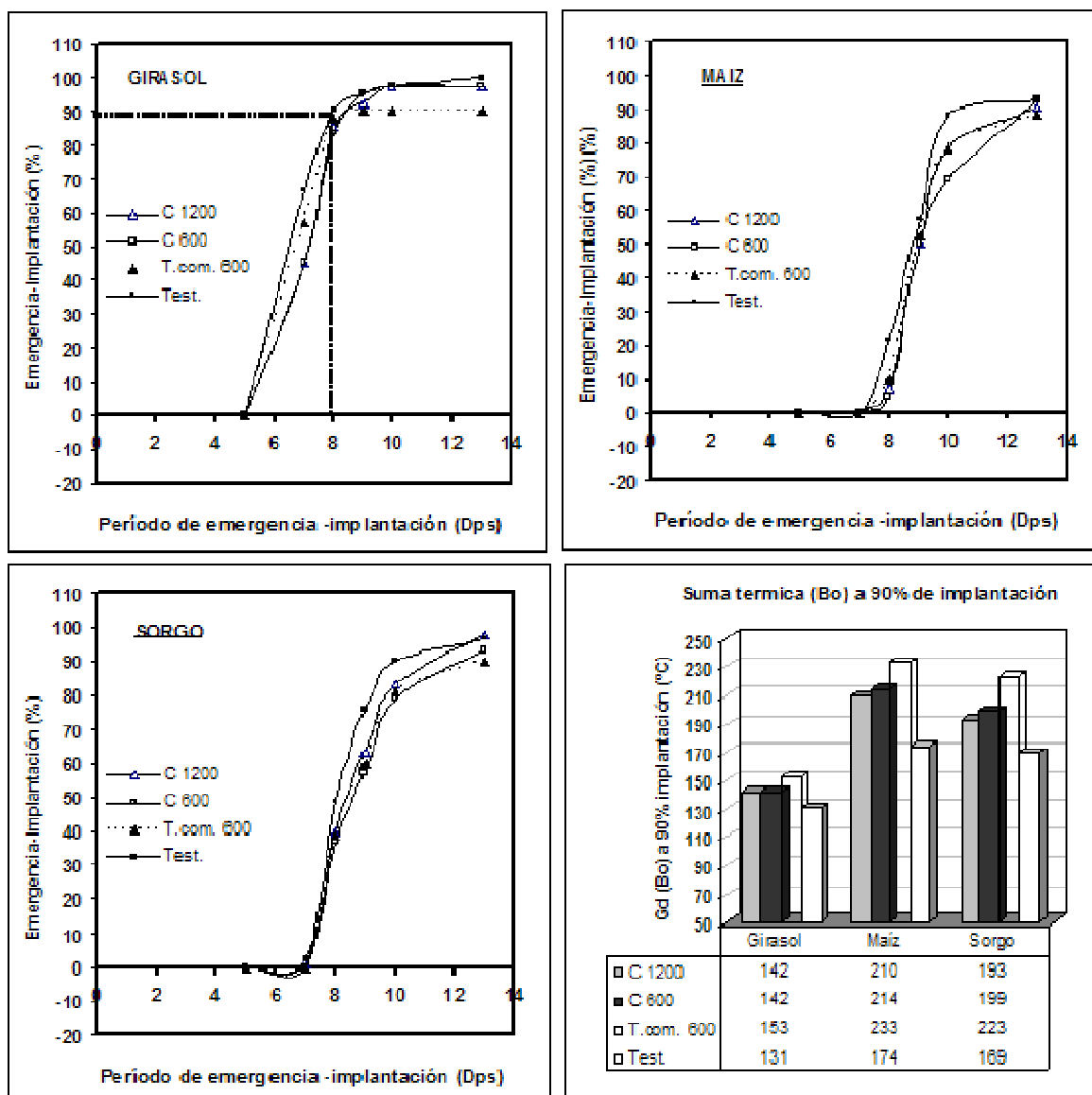


**Figura 2.** Temperatura del suelo (4 cm) en invernáculo, durante el período de emergencia-implantación, para los testigos de los tres cultivos evaluados.

La temperatura en suelo, en promedio, se mantuvo por encima de los requerimientos para los tres cultivos. Para el caso del sorgo el cuarto y quinto día estuvo por debajo del óptimo, lo cual podría haber contribuido a retrasar levemente la velocidad de emergencia.

Para los tres cultivos, los valores de implantación en suelo fueron muy elevados, coincidiendo con la información discutida anteriormente en cuanto a la calidad de la semilla utilizada. Para esta situación, el proceso de emergencia e implantación fue más rápido para el girasol, llegando a 90 % de implantación a los 130 °C<sub>bo</sub>, acumulados cuando prácticamente no se había iniciado aún para los cultivos de maíz y sorgo. El 90% de implantación se logró para maíz y sorgo casi a la misma suma térmica (174 y 169 °C<sub>bo</sub> para maíz y sorgo, respectivamente).

En la Figura 3 se presenta la evolución de la emergencia e implantación, así como el valor de suma térmica a 90% de implantación, para los tratamientos curasemilla y cultivos evaluados.



**Figura 3.** Emergencia, implantación y suma térmica a 90 % de implantación en suelo, para los tratamientos y cultivos evaluados.

Las principales diferencias observadas estuvieron asociadas a la velocidad de implantación. En el único caso el cual finalmente se llegó a un valor de implantación por debajo del testigo sin curar, fue el girasol tratado con el curasemilla testigo comercial. Por tanto, en primera instancia la leve reducción en los valores de energía y germinación no se tradujeron en menores valores de implantación en suelo, bajo estas condiciones.

En promedio y para todos los cultivos, el testigo comercial en general mostró una tendencia a afectar levemente la velocidad de implantación retrasando el momento al cual se logra el 90% de implantación. En este mismo sentido, el imidacloprid de Calister, independientemente de la dosis, mostró un comportamiento intermedio entre el testigo y testigo comercial, sobre todo para las dos gramíneas. Cabe mencionar la ausencia de efecto negativo adicional de la doble dosis del producto de Calister. Considerando los desajustes

que pudieran existir en el manejo de este tipo de curasemillas a nivel de producción (dosificación y homogeneidad en la cobertura de semilla), estos resultados estarían brindando un nivel de seguridad adicional. En base a lo discutido anteriormente, el cuidado en el manejo de este producto parecen estar más que nada en los tiempos entre curado y siembra, sobre todo si la semilla carece de la elevada calidad, a diferencia de la empleada en este trabajo.

En relación a las variables determinadas en plántulas de girasol, no hubo efecto significativo de la aplicación del activo imidacloprid, en cualquiera de las dosis o formulaciones evaluadas (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Peso seco (al raleo y en V4) y altura (en V4) de plantas de girasol, según tratamiento curasemilla.

	Peso Seco Raleo (g)		Peso Seco V4 (g)		Altura
	P. aérea	Total	P. aérea	Raíz	(cm)
<b>TESTIGO</b>	0,126 a	0,293 a	16,28 a	3,47 a	39,9 a
<b>T. COMERCIAL 600cc</b>	0,128 a	0,350 a	20,69 a	4,35 a	42,6 a
<b>CALISTER 600 g</b>	0,130 a	0,322 a	20,19 a	3,18 a	39,9 a
<b>CALISTER 1200 g</b>	0,125 a	0,268 a	17,46 a	3,28 a	40,1 a
<b>Prob &gt; F</b>	0.8745	0.6972	0.5535	0.8144	0.9304
<b>C.V.%</b>	6,27	28,43	22,83	46,20	14,48

Nota: El peso seco es el de las plantas raleadas

En el caso de maíz y sorgo hubo efecto significativo de la cura de semillas solamente sobre el desarrollo inicial de la parte aérea (al raleo), posiblemente asociado al retraso en la implantación, mientras que este efecto no fue significativo sobre el peso y altura de plantas con cuatro hojas verdaderas (V4) (Cuadros 6 y 7).

**Cuadro 6.** Peso seco (al raleo y en V4) y altura (en V4) de plantas de maíz, según tratamiento curasemilla.

	Peso Seco Raleo (g)		Peso Seco V4 (g)		Altura
	P. aérea	Total	P. aérea	Raíz	(cm)
<b>TESTIGO</b>	0,103 a	0,501 a	9,99 a	6,83 a	49,8 a
<b>T. COMERCIAL 600cc</b>	0,074 b	0,553 a	7,11 a	8,66 a	48,9 a
<b>CALISTER 600 g</b>	0,065 b	0,503 a	9,69 a	8,63 a	50,4 a
<b>CALISTER 1200 g</b>	0,087 ab	0,515 a	6,78 a	6,87 a	44,7 a
<b>Prob &gt; F</b>	0.0075	0.7852	0.3991	0.4807	0.6231
<b>C.V.%</b>	11,79	13,45	33,00	24,43	11,69

Nota: El peso seco es el de las plantas raleadas

**Cuadro 7.** Peso seco (al raleo y en V4) y altura (en V4) de plantas de sorgo, según tratamiento curasemilla.

	Peso Seco Raleo (g)		Peso Seco V4 (g)		Altura
	P. aérea	Total	P. aérea	Raíz	(cm)
<b>TESTIGO</b>	0,018 a	0,075 a	5,24 a	8,46 a	28,6 a
<b>T. COMERCIAL 600cc</b>	0,016 ab	0,088 a	5,44 a	8,16 a	29,5 a
<b>CALISTER 600 g</b>	0,015 ab	0,082 a	4,82 a	7,36 a	26,8 a
<b>CALISTER 1200 g</b>	0,014 b	0,087 a	3,75 a	5,79 a	25,5 a
<b>Prob &gt; F</b>	0.0437	0.8869	0.4891	0.2548	0.3273
<b>C.V.%</b>	10,15	27,06	28,76	21,69	9,65

Nota: El peso seco es el de las plantas raleadas

Puede señalarse una tendencia a la obtención de un menor peso y altura de plantas en V4 cuando el imidacloprid en formulación Calister se usa en dosis doble (1200 g/100kg de semilla), pero este efecto no alcanzó significancia estadística.

En resumen, puede establecerse que el uso de imidacloprid en las dos formulaciones evaluadas y en las dosis normales (600 cc ó g/100 kg de semilla) solamente provocó un efecto depresor sobre el vigor germinativo de la semilla, a los cuatro días de iniciada la prueba de germinación, cuando la misma comenzó cinco días después del tratamiento. Este efecto no se traduce en el porcentaje final de germinación cuando la semilla permanece en contacto con el producto pocos días (cinco), mientras que se perciben algunos efectos negativos sobre la germinación cuando se superan los diecinueve días de contacto de la semilla con el producto.

Los tratamientos curasemilla no tuvieron efecto negativo sobre el peso y altura de las plantas al momento de cuatro hojas verdaderas (V4) en ninguna de las especies evaluadas, pero hubo una tendencia al menor desarrollo inicial (al momento del raleo) en el caso de maíz y sorgo. Para la dosis mayor de imidacloprid Calister, hubo una tendencia a mantenerse este efecto hasta V4, sin llegar a tener significancia estadística.

En función de lo anterior, puede aseverarse que la formulación Calister de imidacloprid resulta segura para la cura de semilla de girasol, sorgo y maíz, en la dosis de 600 cc/100 kg, siempre que el tratamiento se realice poco tiempo antes de la siembra del cultivo.

Un aspecto adicional a considerar fue el aspecto de la semilla después del tratamiento, en relación a la cobertura de la testa con el producto. En términos generales se logró una correcta cobertura de la semilla con la cantidad de agua empleada (equivalente a 1 L/100 kg de semilla). Sin embargo en algunos tratamientos de la formulación de Calister se observó algunas imperfecciones de cobertura, principalmente cuando se empleó el doble de la dosis (1200 g/100 kg semilla) (Figura 4, para girasol), posiblemente asociado al estado más pastoso de la solución empleada.

**Figura 4.** Aspecto de la semilla de girasol correspondiente a los tratamientos curasemilla con el testigo comercial y la formulación de Calister.



La cobertura de las semillas se cuantificó en los tres cultivos a través de una escala visual (0; 25; 50; 75; 100%) (Cuadro 8).



**Cuadro 8.** Distribución porcentual de semillas (sobre 300 semillas) en las distintas categorías de cobertura por escala visual, de los diferentes tratamientos y cultivos evaluados.

<b>GIRASOL</b>						
Escala visual de cobertura (%)						
	0	25	50	75	100	<b>Media</b>
---- (%) de semillas en número ----						
Testigo Comercial	-	-	5,7	32,0	62,3	<b>89,2</b>
Calister 600 g	-	-	-	23,7	76,3	<b>94,1</b>
Calister 1200 g	-	-	1,7	32,3	66,0	<b>91,1</b>
<b>MAÍZ</b>						
Escala visual de cobertura (%)						
	0	25	50	75	100	<b>Media</b>
---- (%) de semillas en número ----						
Testigo Comercial	-	-	2,3	28,7	69,0	<b>91,7</b>
Calister 600 g	-	-	2,0	39,3	58,7	<b>89,2</b>
Calister 1200 g	-	-	2,7	33,0	64,3	<b>90,4</b>
<b>SORGO</b>						
Escala visual de cobertura (%)						
	0	25	50	75	100	<b>Media</b>
---- (%) de semillas en número ----						
Testigo Comercial	-	-	1,3	28,3	70,3	<b>92,2</b>
Calister 600 g	-	-	6,3	52,6	41,0	<b>83,6</b>
Calister 1200 g	-	-	6,0	34,6	59,4	<b>88,4</b>

Estos resultados sugieren que sería aconsejable utilizar una cantidad levemente mayor de agua o aditivos especiales para realizar la aplicación del curasemilla, a los efectos de mejorar la cobertura de la superficie.

#### **IV. CONSIDERACIONES FINALES**

- Dados los efectos observados en energía germinativa, para que el producto sea usado con seguridad, el curado debería realizarse sobre el momento de la siembra. Se incurriría en un riesgo si se realizan planes de comercialización de semilla con el producto aplicado con mucha antelación y sobre todo cuando no se ofrezcan posteriormente condiciones ideales, como las registradas en este trabajo.
- En suelo, a temperatura óptima para emergencia e implantación, el testigo comercial tendió a retrasar en forma sistemática la germinación e implantación y en girasol existió, además, una reducción en el valor final de implantación.
- Para estas condiciones ideales en cuanto a calidad de semilla, manejo del producto y situación del suelo para la implantación, todos los tratamientos tendieron a afectar la velocidad de implantación, si bien para el imidacloprid de Calister el efecto fue más leve, aún al doble de la dosis recomendada.
- No se observó efecto alguno en el valor agronómico para los distintos cultivos evaluados, por el uso del imidacloprid de Calister, expresado a través del crecimiento de las plantas pos-implantación y hasta V4.