

Universidad Nacional de Lomas de Zamora

Facultad de Ciencias Agrarias



Tesina Final de Grado (TFG)

**“CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS RECUBIERTAS DE MAÍZ (*Zea mays* L)
DURANTE EL ALMACENAMIENTO E IMPLANTACIÓN A CAMPO”**

Alumna: Cynthia Tatiana Grossano

Directora: Ing. Agr. MSc Olivera, María Elena

Codirectora: Ing. Agr. Estela Beatriz Postulka

2018

Dedicatorias

A mis papás Mónica y Sergio y mis hermanos Micaela, Uriel y Martina por todo el ánimo y apoyo incondicional de siempre y en especial se la dedico a mi abuela Pastora.

Agradecimientos

A mis tíos y primos que siempre confiaron en mí y estuvieron cerca mío.

A mis amigos que estuvieron siempre para colaborar en el trabajo.

A mis amigos que compartieron toda esta hermosa etapa y estuvieron para alentarme en cada paso dado

A mi directora de tesis Ing. Agr. MSc. Olivera, María Elena y codirectora: Ing. Agr. Estela Beatriz Postulka.

A MONSANTO que me cedió el material genético.

A BASF por recibirme en sus instalaciones para realizar los tratamientos de las semillas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS GENERALES	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
HIPÓTESIS.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIÓN.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aplicación de tratamientos en laboratorio experimental Basf, San Jeronimo, Santa Fe, Argentina	16
Figura 2: Detalles de la máquina experimental utilizada para el incrustado y aplicación de productos individuales.....	17
Figura 3. Detalle de semillas no tratadas (testigo), tratadas con productos individuales (F: fungicida, I: (insecticida 1 + insecticida 2), F-I: fungicida+ insecticidas y COL: colorante) y recubiertas (REC-A, REC-B y REC-C) de dos híbridos de maíz (H1 y H2).....	18
Figura 4: Semillas dentro de los rollos de papel con los diferentes tratamientos y testigo dispuestos en: A: heladera para pretratamiento de frio correspondiente a ensayo de vigor (cold test) B: cámara de germinación.....	20
Figura 5: Temperatura media (T°media), mínima (T°min), máxima (T°max) precipitación media mensual (PP) y evapotranspiración potencial (ETP) correspondiente a los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2016.....	22
Figura 6: Germinación de plántulas: categoría plántulas anormales. (a) y (c) coleoptiles enrollados (b) plántulas mellizas (d) hojas fragmentadas y coleoptile hendido (e) Coleóptile hendido y raíces mazudas (f) coleoptilo dañado.....	26
Figura 7: Categorías de plántulas normales, anormales y semillas muertas del ensayo de germinación (%) de semillas de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales, determinada en tres momentos en el laboratorio.....	28
Figura 8. Detalle de trabajo en laboratorio de Calidad de Semillas de la FCA-UNLZ: A: Conteo de plántulas normales en prueba de germinación. Categorías de plántulas normales, anormales y semillas muertas en medio de germinación de B: testigo, C: tratadas con POL-A y D: Recubiertas (REC-A).....	29
Figura 9: Vigor (%) de semillas de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales, determinada en tres momentos en el laboratorio.....	36
Figura 10: Porcentaje de Emergencia a campo (%E) de semillas de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinado en tres fechas de siembra: super temprana (SST), temprana (ST) y optima (SO).....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Detalle de fechas de siembra a campo coincidentes con momentos de evaluación de semillas tratadas, recubiertas y testigos en laboratorio.....	21
Tabla 2: Tipo de anomalías que se presentaron en el ensayo de germinación en los tres momentos de evaluación.....	26
Tabla 3. Germinación máxima (% PN) de dos híbridos de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales para distintos momentos desde que fueron aplicados los tratamientos.....	29
Tabla 4: Plántulas anormales (% PA) de dos híbridos de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales para distintos momentos desde que fueron aplicados los tratamientos.....	30
Tabla 5. Semillas muertas (% SM) de dos híbridos de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales para distintos momentos desde que fueron aplicados los tratamientos	32
Tabla 6: Vigor (%) de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales para distintos momentos desde que fueron aplicados los tratamientos.....	37
Tabla 7: Emergencia a campo (%) de dos híbridos de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales para distintos momentos desde que fueron aplicados los tratamientos.....	41

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L) es la especie más sensible a fallas durante la implantación las cuales afectan en forma importante el rendimiento del cultivo. Los fitoterápicos de semillas permiten mejorar la performance de las mismas en la cama de siembra, sin embargo, una incorrecta formulación o el uso inadecuado del producto, pueden producir efectos adversos sobre la calidad fisiológica de las semillas. El objetivo fue determinar el efecto del recubrimiento de semillas y sus productos componentes sobre la calidad fisiológica en semillas de dos híbridos de maíz (H1:DK-70-10VT3P y H2:DK-67-0VT3P) en laboratorio y a campo. Se aplicaron los siguientes tratamientos: POL-A (Florite-1197®), POL-B (Florite-3330®), POL-C (Exp), I (insecticidas), F (fungicida) F+I (Fungicida+Insecticida), COL (colorante), REC-A (POL-A+F+I+C) , REC-B (POL-B+F+I+C) y REC-C (POL-C+F+I+C) todos llevados a 10 ml de caldo total con agua. Se evaluó: % de germinación (%G) y % de vigor mediante prueba de frío (%V) durante 90 días de almacenamiento en condiciones no controladas de humedad y temperatura y % de emergencia a campo (%E) en tres fechas de siembra super temprana (SST: agosto), temprana (ST: septiembre) y óptima (SO: octubre). Se aplicó un diseño DCA en laboratorio y DBCA con arreglo factorial a campo. Se realizaron análisis de la Varianza (ANAVA) y pruebas de comparación de medias mediante DGC ($p < 0,05$) utilizando el programa InfoStat (2008). El %G de semillas recubiertas (REC A, REC-B y REC-C) no fue afectado durante 60 días de almacenamiento en condiciones no controladas de temperatura y humedad para ninguno de los dos híbridos. La aplicación individual de fungicida en el H1 y de insecticidas en el H2 disminuyeron el %G con respecto al testigo. Este efecto no se traslada a los recubrimientos. El recubrimiento provoca disminución del %V en ambos híbridos. A campo, para el híbrido H1 los recubrimientos mejoran o mantienen el %E en siembras super tempranas (agosto) y mejoran en siembras tempranas (ST). En fecha óptima para la siembra (septiembre) no causan efectos negativos. Las semillas recubiertas para este híbrido pueden ser almacenadas por 60 días, sin disminuir el %E. Para el H2 los recubrimientos mejoran el %E en siembras super tempranas (agosto) aunque en siembras tempranas (ST) disminuye. En fecha óptima no muestran diferencias con respecto al testigo. Dichas semillas pueden ser almacenadas por 90 días sin disminuir el %E.

INTRODUCCIÓN

La implantación representa uno de los puntos críticos más importantes en la definición del potencial rendimiento de todos los cultivos agrícolas extensivos de nuestro país (trigo, maíz, soja y girasol), siendo el maíz (*Zea mays* L) el más sensible de ellos a las fallas durante la emergencia e implantación (Bollatti, P. 2018). El logro de una correcta implantación estará condicionada por la velocidad del trabajo de la sembradora y la uniformidad en el distanciamiento entre semillas (Fornstrom y Millar, 1989). La densidad óptima de plantas por hectárea, está establecido por el híbrido y el ambiente. Por otra parte, la uniformidad en la distancia entre plantas resultan de suma importancia a la hora de lograr una correcta implantación (Maizar, 2006). La cantidad de plantas logradas dependerá entonces de la eficiencia y velocidad de emergencia (Maroni *et al.*, 2001) y a su vez de la calidad fisiológica de las semillas (Karayel y Özmerzi, 2007).

Las semillas se consideran de alta calidad fisiológica cuando son capaces de producir plántulas viables, vigorosas y sin defectos bajo distintos ambientes incluso luego del almacenamiento (Dickson, 1980). Esta calidad fisiológica puede verse afectada por diversos factores, entre ellos, el genotipo, las adversidades sufridas en la planta madre, es decir aquella planta que actúa como parental femenino en la producción de cultivares híbridos, los daños durante la cosecha, en planta de acondicionamiento y por las condiciones y tiempo de almacenamiento (Popinigis, 1985; Moore y Halloin, 2000). Los productores pueden hacer efectivo el desempeño de las semillas de calidad a través de la mejora u optimización de las condiciones de siembra y del ambiente a su alrededor. Esa mejora del desempeño se puede obtener a través de tratamientos especiales (Mc Donald, 1999) denominados tratamientos pregerminativos (Halmer, 2006) incluyendo entre ellos al recubrimiento de las semillas.

Según la Federación Internacional de Semillas (FIS) se considera como “recubrimiento” tanto a los productos como a los procesos que pueden proveer un mejor ambiente de crecimiento para las semillas y las plántulas. Más precisamente, consiste en la aplicación de técnicas y agentes biológicos, físicos y químicos que dan, a la semilla y consecuentemente a la planta, protección frente al ataque de insectos y enfermedades. Estos tratamientos abarcan desde el curado básico hasta el recubrimiento y el peleteado, siendo este último el método de tratamiento más

sofisticado. Para que el tratamiento sea de buena calidad, la cobertura del material debe ser uniforme y principalmente los productos deben ser compatibles entre sí y no deben causar fitotoxicidad. Además, los mismos no se deben desprender fácilmente para que el manipuleo sea seguro y para que estén disponibles en el momento en que la semilla lo necesite. Los materiales deben ser compatibles con las semillas de modo que su calidad sea mantenida y la germinación no sea obstaculizada (Copeland, 1976).

Además de los factores ambientales que regulan la viabilidad y la germinabilidad de las semillas, otras variables inciden también sobre la calidad fisiológica. Así, los fitoterápicos, micronutrientes, colorantes, la cantidad de humedad inherente al tratamiento de semillas operan como fuentes de variación extrínseca y el genotipo de las semillas opera como fuente de variación intrínseca (Olivera, 2012).

El recubrimiento de las semillas (*film coating = recubrimiento*) se refiere al proceso de aplicar materiales exógenos sobre la superficie de la semilla para modificar las propiedades físicas de las mismas (Kaufman, 1991; Avelar, *et al.* 2012) y para la adición de ingredientes activos que mejoren el comportamiento a campo del cultivo (insecticidas, fungicidas, nutrientes, microorganismos) y colorantes (Taylor, 1991). A pesar de las ventajas que trae la aplicación de fitoterápicos de semillas, la incorrecta elección del tipo de formulación o el uso inadecuado del producto, pueden producir efectos adversos afectando la población de plantas logradas mediante una disminución en la calidad fisiológica de las semillas. Este sofisticado proceso de aplicación, además de permitir una distribución precisa de los ingredientes activos en la superficie de la semilla sin cambiar su forma y peso, también puede permitir una mejor adhesión y protección para fungicidas e insecticidas (Kunkur *et al.*, 2007). Para ello se recurre al uso de polímeros ya sean naturales o de síntesis química.

En el cultivo de maíz la aplicación de insecticidas sistémicos protege a las semillas del ataque de insectos, bicho torito (*Diloboderus abderus*), escarabajo rubio (*Cyclocephala signaticolis*), también orugas cortadoras como el barrenador menor del maíz (*Elasmopalpus lignosellus*). Otros insecticidas son agregados para el control de insectos como el picudo del maíz (*Sitophilus zeamais*) durante el almacenamiento (Aragón, 2005). Por otra parte, la aplicación de fungicidas protege a las de semilla de enfermedades causadas por hongos presentes en el suelo (*Fusarium sp*, *Rhizoctonia sp* y *Alternaría sp*)

Fessel *et al.* (2003) encontraron efectos desfavorables en el comportamiento de las semillas almacenadas de maíz tratadas con insecticidas y fungicidas (Thiabendazole, Dicarboximida, Pirimifos- methyl, Deltamethrin). Silva *et al.* (1996) encontraron una reducción en la germinación y el vigor de semillas de maíz al aplicar insecticidas como clorpirifos, carbosulfan y thiodicarb. Oliveira y Cruz (1986) observaron que el tratamiento de semillas de maíz con insecticidas provocó un efecto negativo sobre la germinación. En estos casos, el efecto detrimental se intensificó con la prolongación del periodo de almacenamiento. A su vez, Ludwig *et al.* (2011) encontraron que la reducción de la germinación en soja (*Glycine max* Merrill), con la aplicación de fungicida y/o insecticida puede estar relacionada con la acción del ingrediente activo sobre las semillas, el cual puede tener un efecto fitotóxico que reduce la germinación de las mismas. Este efecto no se manifestó antes de 60 días de almacenamiento. Sin embargo, numerosos autores no encuentran diferencias entre semillas de diferentes géneros tratadas y no tratadas con diferentes principios activos. Méndez Natera y Campos Rojas (2007) no encontraron efectos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de semillas de *Hibiscus sabdariffa* L. tratadas con insecticida (Thiocarb) y fungicida (Carboxim+Thiram). Silva *et al.* (1996) muestran que el fungicida Vitavax (Carboxim+Thiram) no causa daño sobre la calidad fisiológica de semillas de soja (*Glycine max* Merrill). Similares resultados fueron reportados por Krohn y Matos Malavasi (2004) quienes encontraron que la aplicación de carbendazin + thiram en semillas de maíz no generaron efectos negativos sobre la germinación y la viabilidad. Van Nghiep y Gaur (2005) evaluando semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) tratadas con diferentes fungicidas (Mancozeb, Thiram, Bavistin y Vitavax) observaron que las mismas mantuvieron el poder germinativo por encima del mínimo estándar de certificación de semillas ($\geq 80\%$) después de seis meses de almacenamiento, mientras que el uso de Bavistin no pudo mantener la germinación por encima de este estándar. Faria (1990), halló que el tratamiento de las semillas de maíz, con el fungicida Dicarboximida y el insecticida Deltamethrina, fue eficiente en la preservación de la calidad de las semillas durante 12 meses de almacenamiento no controlado.

Otros compuestos de gran importancia en el tratamiento de semillas son los polímeros adherentes. Estos son utilizados para aumentar la retención y uniformidad de distribución de los fitoterpicos en la superficie de las semillas (Reichenbach,

2004) minimizando la lixiviación de principios activos. Además, permiten reducir el riesgo de emisión de polvo tóxico al ambiente y mantiene por más tiempo los ingredientes activos adheridos a las semillas, contribuyendo así con una mejor actividad de los productos sobre los organismos patógenos (Nunes y Baudet, 2011). En el caso del maíz, la integración de polímeros en el recubrimiento permite la reducción de la fricción y mejoran la fluidez (plantabilidad) de las semillas durante la siembra, reduciendo eficazmente los blancos (espacios sin semillas) y los espacios con semillas dobles. Avelar *et al.*, (2012) encontraron que la plantabilidad de las semillas tratadas con cualquiera de los dos polímeros más clothianidin y metalaxil-M, fue mejorada respecto del tratamiento solo con agroquímicos, acercando la población sembrada a la población propuesta y mejorando su distribución en el surco (Ferrari *et al.*, 2010). Por otra parte, Avelar *et al.* (2012) encontraron mejoras en la germinación y vigor cuando las semillas de maíz fueron tratadas con dos polímeros (FloRite® 1085 y FloRite® 1197) y sumado a esto encontraron que las mismas produjeron un menor desprendimiento de polvo. Según Delouche (1995), el vigor de semillas y su deterioro están fisiológicamente ligados, este deterioro es el proceso de envejecimiento y muerte y el vigor es el principal componente de la calidad afectado. El envejecimiento natural o artificial de las semillas disminuye la germinación, la velocidad de crecimiento de la plántula y la tolerancia a condiciones adversas (Cruz Pérez *et al.*, 2003). Olivera, (2012) encontró que el tratamiento de incrustado no modificó ningún parámetro de vigor en festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.).

Si bien las pruebas de germinación brindan información del comportamiento germinativo de semillas de numerosas especies, existen numerosas pruebas de vigor que podrían predecir más certeramente lo que ocurriría con la germinación de las semillas en condiciones reales de producción (a campo). Entre ellos, encontramos a la prueba de frío (Peretti, 1994) que es muy utilizado para simular las condiciones ambientales a las cuales se podrían enfrentar las semillas en siembras tempranas en condiciones subóptimas para la germinación y emergencia a campo. Murcia *et al.* (2003), indicaron que existe correlación positiva entre el test de frío y la emergencia a campo del girasol en condiciones subóptimas de temperatura, evidenciando la utilidad de dicha prueba para estimar el comportamiento durante la emergencia del cultivo. En consecuencia, Fessel *et al.* (2003) señalaron que el vigor temprano bajo condiciones de estrés por frío recibe considerable atención en

grandes áreas de zonas cultivables templadas, donde existe una tendencia a sembrar maíz en primaveras tempranas, con el objetivo de extender el crecimiento y maximizar los rendimientos.

En el caso de las semillas tratadas o recubiertas, éstas podrían tener diferentes respuestas ante el estrés por frío. Fessel *et al.* (2003) observaron que, al inicio del almacenamiento, los tratamientos con insecticidas presentaron desempeño equivalente a los testigos sin tratar. A partir de seis meses de almacenamiento, los tratamientos pasaron a diferenciarse y, al final del período, los tratamientos presentaron menores valores de vigor que el testigo. Hoffman y Castiglioni (2006), encontraron disminuciones del vigor (en laboratorio) cuando las semillas de sorgo, girasol y maíz fueron tratadas con Imidacloprid y almacenadas durante 19 a 33 días desde el tratamiento. Sin embargo, el porcentaje de emergencia a campo y el crecimiento de las plantas no se modificó, aunque sí disminuyó la velocidad de implantación. Estos autores, propusieron tratar las semillas inmediatamente antes de la siembra en lugar de guardarlas tratadas. Baldiga Tonin *et al.* (2013) encontraron una reducción en la viabilidad y el vigor de semillas de maíz tratadas con thiametoxan lo cual se acentúa con la prolongación del período de almacenamiento. Las semillas de los híbridos de maíz estudiados no soportaron largos períodos de almacenamiento y mostraron una calidad fisiológica severamente comprometida a partir de 45 días de almacenamiento. Guan *et al.* (2015) desarrollaron un agente de recubrimiento compuesto por hidrogel + ácido salicílico para mejorar la tolerancia al frío de las semillas de maíz. A mayores concentraciones de ácido salicílico el porcentaje de germinación, la energía germinativa, longitud de raíces, altura de planta, peso seco de raíces, mayor actividad de enzimas protectoras y menor contenido de malondialdehído en semillas de maíz recubiertas con hidrogel + ácido salicílico aumentaron, en comparación con el control. Rivas *et al.* (1998) y Pereira *et al.* (2005) verificaron que el uso de polímeros no afecta la calidad fisiológica (viabilidad y vigor) de semillas de maíz.

Mientras los tratamientos de semillas podrían mejorar el desempeño a campo, sus efectos mejoradores no siempre se detectan en ensayos de vigor en laboratorio. Por otro lado, Feriss *et al.* (1990) indicaron que no siempre los resultados obtenidos en laboratorio se correlacionan con los resultados que se podrían obtener a campo, por lo tanto, es importante, evaluar estas tecnologías en condiciones lo más aproximadas posibles a las situaciones de producción real. En este sentido, Méndez

Natera y Campos Rojas (2007) hallaron mayor porcentaje y velocidad de emergencia, así como mayor altura de plántulas en semillas de *Hibiscus sabdariffa* L.) tratadas y almacenadas bajo condiciones ambientales no controladas a temperatura y humedad ambiente.

Según diferentes autores, el tratamiento con polímeros adherentes favorece la emergencia a campo ya sea por la retención que produce de los principios activos de los productos, por mejoras en la plantabilidad, etc. En semillas de chile (*Capsicum annuum* L.) recubiertas con polímero adherente + thiram presentaron mayor porcentaje de germinación, longitud de plántula, índice de vigor y emergencia a campo en comparación con las semillas no recubiertas, (Manjunatha *et al.* (2008)). También en semillas de especies como *Lolium perenne* L, *Dactylis glomerata* L y *Holcus lanatus* L, Vartha y Clifford (1973) encontraron que el recubrimiento ,no presentó efectos sobre el porcentaje de germinación en laboratorio, sin embargo, el porcentaje de emergencia a campo fue superior a las semillas no tratadas cuando las semillas fueron testeadas a 2 meses desde el tratamiento.

A su vez, Richardson *et al.* (2010) mostraron que el recubrimiento de semillas de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) no presentó efecto sobre el tiempo de germinación o porcentaje total de germinación en cualquier tipo de suelo. Corlett *et al.* (2014) encuentran que, la calidad fisiológica de semillas de cebada, no se vio afectada por el recubrimiento, el uso de polímero y otros productos como, fungicida, calcio y silicio, que pueden protegerlas contra los patógenos sin afectar la velocidad de emergencia, mientras se asegura una buena apariencia, adhesión, distribución y coloración de la semilla.

A pesar de las ventajas citadas, el uso de diferentes dosis y principios activos, deberían ser estudiadas en detalle para cada especie y para los diferentes genotipos dentro de cada especie, en particular con el objetivo de lograr la mejora agronómica que ellos conllevan sin afectar la calidad fisiológica de las semillas. Además, resulta de suma importancia mantener a los lotes de semillas híbridas con porcentajes de germinación por encima de los estándares de comercialización para semillas híbridas en nuestro país dispuestos por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Esta calidad debe ser asegurada desde la aplicación de los productos hasta la comercialización de las mismas.

El cultivo de maíz se lleva a cabo en una diversidad de ambientes mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (Paliwal, 2014). Es el segundo cultivo más importante del

mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. Presenta una gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. (FAO,2011) y la superficie cosechada a nivel mundial fue de alrededor de 190 millones de hectáreas (FAOSTAT, 2016). Por ello, al ser un cultivo tan importante, es fundamental contar con semillas de alta calidad fisiológica y con tratamientos pregerminativos adecuados para la especie como el “recubrimiento” con agroquímicos y polímeros para brindarles una protección tanto durante el almacenamiento como al momento de la siembra.

OBJETIVOS GENERALES

- Determinar el efecto del recubrimiento y sus productos componentes sobre la calidad fisiológica en semillas de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L) bajo condiciones de laboratorio.
- Evaluar el efecto del recubrimiento y sus productos componentes, sobre la emergencia a campo de semillas de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar en semillas provenientes de dos híbridos de maíz y a lo largo del período de almacenamiento:

- Los efectos individuales de los productos que forman parte del recubrimiento sobre la germinación y el vigor.
- El efecto de los recubrimientos sobre la germinación y el vigor bajo condiciones de laboratorio.
- Los efectos individuales de los productos utilizados en los recubrimientos sobre la emergencia a campo en tres fechas de siembra.
- El efecto de los recubrimientos sobre la emergencia a campo en tres fechas de siembra.

HIPOTESIS

- I. El recubrimiento de semillas de maíz (*Zea mays* L) y la aplicación individual de los productos no modifican la germinación, vigor con respecto a semillas sin tratar.
- II. El recubrimiento de semillas de maíz (*Zea mays* L) y la aplicación individual de los productos no modifica la emergencia a campo con respecto a las semillas sin tratar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico:

Se evaluaron semillas provenientes de dos híbridos de maíz: H1: DK-70-10VT3P (OCMABR206) e H2 DK-67-0VT3P (PE1051343), ambos de la empresa Monsanto, cosecha 2016. Estos híbridos fueron elegidos por su gran adaptabilidad a ambientes de medio a bajo potencial.

Materiales del recubrimiento:

Polímero adherente A: Florite-1197® de la empresa Basf Argentina (mejora la adherencia de otros componentes del recubrimiento y la plantabilidad de las semillas durante la siembra).

Polímero adherente B: Florite-3330® de la empresa Basf Argentina (mejora la adherencia de otros componentes del recubrimiento y la plantabilidad de las semillas durante la siembra).

Polímero adherente C: Experimental de la empresa Basf Argentina (mejora la adherencia de otros componentes del recubrimiento y la plantabilidad de las semillas durante la siembra).

Fungicida: ACRONIS® 5% + F500® (Pyraclostrobin + Metil-tiofanato 45%) de la empresa Basf Argentina, y de uso común en semillas de maíz.

Insecticida 1: ACTELLIC 50 EC® de empresa la Rizobacter (Pirimifos-metil) de uso común durante el almacenamiento de semillas de maíz.

Insecticida 2: CRUISER 60® de la Empresa Syngenta S.A (Tiametoxam) de uso común en semillas de maíz.

Colorante: Color Coat® green, de la empresa Basf Argentina.

Agua corriente.

A continuación, se detallan cada uno de los tratamientos aplicados a semillas de ambos híbridos, como resultado de las diferentes combinaciones de los productos antes mencionados. Los mismos consistieron en la aplicación individual de cada producto y como componente de los tres recubrimientos logrados. Se llevaron todos a un volumen de caldo total de 10 ml. (figura3)

Testigo (semillas sin tratar)

Tratamientos individuales de semillas

POL-A = 9 ml de Florite-1197® + 1 ml de agua

POL-B = 9 ml de Florite-3330® + 1 ml de agua

POL-C = 9 ml de polímero Experimental + 1 ml de agua

F = 1 ml de pyraclostrobin + metil tiofanato 45% + 9 ml agua

I = 0,002 ml de pirimifos-metil + 3,5 ml de tiametoxam + 6,49 ml de agua

F+ I = 1 ml de pyraclostrobin + 0,002 ml de pirimifos-metil + 3,5 ml de tiametoxam + 4,99 ml de agua

COL = 0,5 ml ColorCoat + 9,5 ml agua

Recubrimientos de semillas:

REC-A = 9 ml de Florite-1197® + 1 ml de pyraclostrobin + 0,002 ml de pirimifos-metil + 3,5 ml de tiametoxam + 0,5 ml ColorCoat + 3,99 ml de agua

REC-B = 9 ml de Florite-3330® + 1 ml de pyraclostrobin + 0,002 ml de pirimifos-metil + 3,5 ml de tiametoxam + 0,5 ml ColorCoat + 3,99 ml de agua

REC-C = 9 ml de polímero Experimental + 1 ml de pyraclostrobin + 0,002 ml de pirimifos-metil + 3,5 ml de tiametoxam + 0,5 ml ColorCoat + 3,99 ml de agua

En el laboratorio de tratamiento de semillas de la Empresa Basf (BASF Argentina) (Figura1) ubicada en la localidad de San Jerónimo, provincia de Santa Fe, el 13 de

julio del 2016 se realizaron los diferentes tratamientos. Los mismos se aplicaron sobre muestras de 1000 g de cada híbrido con maquina experimental “*Cimbria Heide*” (Figura 2). La misma consiste en un tambor vertical de acero inoxidable con un fondo de rotación y deflectores longitudinales regulables. Posee una tapa con las entradas de los dosificadores de semillas y productos por separado. De dicha tapa pende un eje de acero al final del cual y a pocos centímetros del fondo del tambor, se encuentra un disco estriado que gira a una velocidad superior a la velocidad de rotación del fondo del tambor. Las semillas son colocadas en la cámara de mezcla. El rotor del fondo del tambor en funcionamiento sumado al efecto de los deflectores longitudinales, genera una fuerza centrífuga que provoca un movimiento en oleadas de la masa de las semillas. El caldo correspondiente a cada tratamiento se incorporó por la zona (2) de entrada. Una vez tratadas, las semillas son retiradas de la máquina por una compuerta lateral.

Luego de aplicación de los tratamientos, las semillas se dejaron en bandejas de plástico donde se secaron naturalmente. Las semillas se almacenaron en condiciones de laboratorio en bolsas de papel *craft* en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.



Figura 1: Aplicación de tratamientos en laboratorio experimental Basf, San Jeronimo, Santa Fe, Argentina



Figura 2: Detalles de la máquina experimental utilizada para el incrustado y aplicación de productos individuales **(A)** detalle exterior: 1) Tolva para entrada de semillas. 2) Entrada para productos líquidos. 3) Cámara de mezcla. 4) Zona de descarga de semillas. **(B)** detalle de la máquina abierta: 5) Tapa de la cámara de mezcla. 6) Canal de entrada de productos líquidos. 7) Disco estriado. 8) Interior de la cámara de mezcla y **(C)** detalles internos: 9) Deflectores longitudinal. 10. Semillas en movimiento dentro de la cámara de mezcla

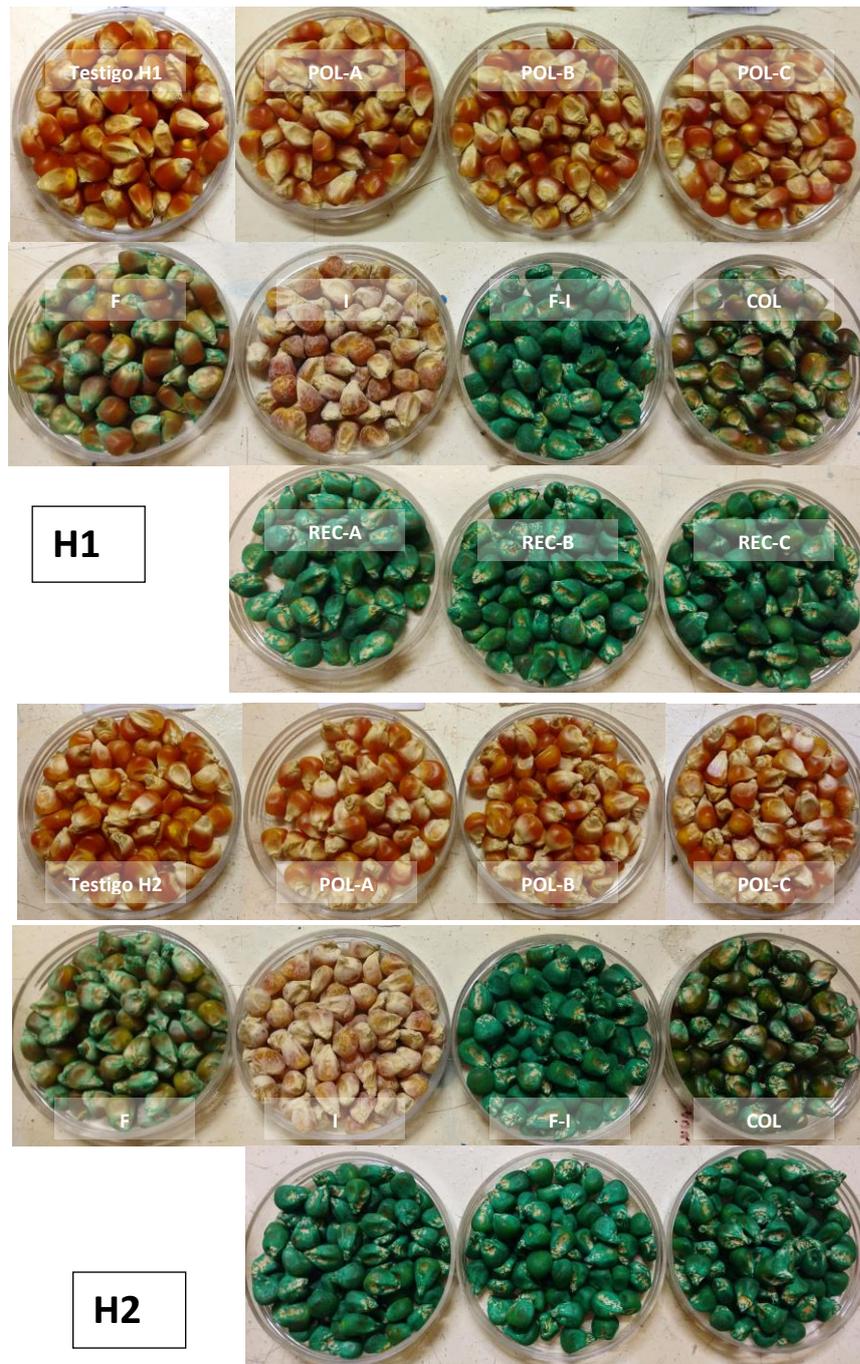


Figura 3. Detalle de semillas no tratadas (testigo), tratadas con productos individuales (F: fungicida, I: (insecticida 1 + insecticida 2), F-I: fungicida+ insecticidas y COL: colorante) y recubiertas (REC-A, REC-B y REC-C) de dos híbridos de maíz (H1 y H2).

Germinación

Se extrajo una muestra de semilla 400 semillas de cada uno de los tratamientos y recubrimientos, en cada uno de los momentos evaluados durante el almacenamiento de las mismas:

Momento 1 (M1): 30 días desde el tratamiento (agosto 2016)

Momento 2 (M2): 60 días desde el tratamiento (septiembre 2016)

Momento 3 (M3): 90 días desde el tratamiento (octubre 2016)

Sobre dichas muestras, se realizaron ensayos de germinación en el Laboratorio de Semillas de la FCA-UNLZ para determinar así el porcentaje de plántulas normales (%G=%PN).

Metodología para los ensayos de germinación

Para cada uno de los tratamientos se tomaron las 400 semillas y se trabajó con 8 repeticiones de 50 semillas cada uno, las cuales se sembraron entre papel de germinación y luego colocadas dentro de bolsas transparentes de polietileno y cerradas. Se colocaron en cámara de germinación a temperaturas alternas recomendadas por ISTA (2008) para esta especie: 20-30 °C con iluminación. La alternancia de temperaturas consistió en ciclos de 8/16 horas diarias, con la temperatura mayor durante 8 horas y la menor durante 16 horas, siguiendo las recomendaciones de Totterdell y Roberts (1980).

A los 7 días de haberse colocado los rollos de germinación en la cámara se realizaron los recuentos de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas muertas. Se consideraron como normales a las plántulas sanas, con sistema radicular, coleoptile y primera hoja intactos o con ligeros defectos; emergiendo o a punto de emerger esta última a través del Coleoptile (ISTA Handbook of Seedling Evaluation, 2008). El dato final de plántulas normales se consideró como el porcentaje final (ISTA, 2008) y se denominó %G (% de germinación). Estos datos se consideraron válidos cuando las diferencias entre repeticiones no superaban las tolerancias establecidas por ISTA (2008).

Vigor (prueba de frío)

En tres momentos durante el almacenamiento y coincidiendo con los momentos antes mencionados para los ensayos de germinación, se realizaron los ensayos de prueba de frío para corroborar el potencial de germinación en condiciones subóptimas de temperatura.

Las semillas se sembraron entre papel (ídem germinación). Por cada tratamiento se hicieron ocho repeticiones. Todos los rollos se llevaron a 8°C durante 7 días y luego pasaron a cámara de germinación a 25°C durante 5 días con luz (Peretti, 1994) (figura 4)

El dato final de plántulas normales se tomó como porcentaje de vigor y se denominó %V.



Figura 4: Semillas dentro de los rollos de papel con los diferentes tratamientos y testigo dispuestos en: A: heladera para pretratamiento de frío correspondiente a ensayo de vigor (cold test) B: cámara de germinación.

Emergencia a campo

Para evaluar el efecto de la aplicación de productos individuales y recubrimientos sobre la emergencia a campo, las semillas tratadas se sembraron junto al testigo en tres fechas de siembra coincidentes con los momentos M1, M2 y M3 de los ensayos de germinación.

Tabla 1. Detalle de fechas de siembra a campo coincidentes con momentos de evaluación de semillas tratadas, recubiertas y testigos en laboratorio.

Momento (laboratorio)	Fecha de Siembra (a campo)
M1	15/08/16 = Siembra super temprana (SST)
M2	15/09/16 = Siembra temprana (ST)
M3	15/10/16 = Siembra optima (SO)

Las siembras se realizaron sobre un suelo Argiudol típico en un sector de la Reserva Natural Santa Catalina predio ubicado en Lomas de Zamora, provincia de Buenos Aires (34°47'26.69" S y 58°26'45.79" O a 26 m.s.n.m)

En la Figura 5 se presentan los valores de temperatura media (T° media), mínima (T° min), máxima (T° max) precipitación media mensual (PP) y evapotranspiración potencial (ETP) correspondiente a los meses de siembra (Siga, 2018)

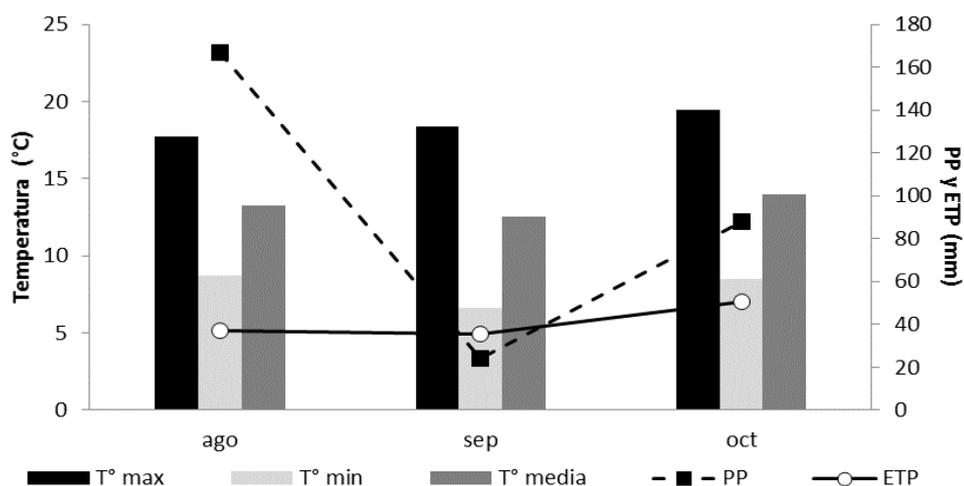


Figura 5: temperatura media (T° media), mínima (T° min), máxima (T° max) precipitación media mensual (PP) y evapotranspiración potencial (ETP) correspondiente a los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2016.

Diez días previos a la siembra se roturó superficialmente el suelo con motocultivador. No se realizaron fertilizaciones debido a que los niveles de nitratos y fósforo disponible (según análisis realizado previo a la siembra) se encontraron en niveles adecuados para la especie.

Cada bloque de 27 m² se dividió en tres subparcelas correspondientes a las fechas de siembra a su vez cada parcela se dividió en dos subparcelas correspondientes a los dos híbridos y dentro de estas se sembraron en líneas al azar los tratamientos y el testigo. Las semillas fueron sembradas en forma manual en líneas, a 2 cm de profundidad aproximadamente a 20 cm de distancia entre líneas. En cada línea de 3 metros se depositó una semilla cada 15 cm. El control de malezas se realizó en forma manual durante todo el período de evaluación.

A los 15 días desde la siembra se realizó el recuento de plántulas emergidas/línea para cada repetición de cada tratamiento. Estos recuentos sirvieron para realizar los cálculos de:

% Emergencia (%E): número total de semillas que originaron plántulas sobre el número total de semillas viables sembradas. (Martin, 2008)

$$EI = Sp / Ss \cdot 100 (\%)$$

Donde:

EI: % Emergencia

Sp: número de semillas que originan plántulas normales

Ss: número de semillas viables sembradas

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Laboratorio

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con ocho repeticiones de 50 semillas cada una para las variables medidas en el laboratorio. Previo a la realización de los análisis estadísticos, los datos se transformaron por arco seno (Little, 1985) según:

$$y = \text{arco seno } (\sqrt{G_{\text{max}} / 100})$$

Los datos presentados en tablas y figuras corresponden a los porcentajes sin transformar. Se realizaron Análisis de la Varianza (ANAVA) y prueba de comparación de medias de DGC ($p < 0,05$). Los datos se analizaron utilizando el programa InfoStat (2008)

Campo

Se aplicó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial (fecha x híbrido x tratamiento). Los datos en porcentajes se analizaron sobre datos transformados según Arco Seno (Little, 1985). Se realizaron análisis de la Varianza (ANAVA) y pruebas de comparación de medias mediante DGC ($p < 0,05$) utilizando el programa InfoStat (2008).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Germinación

En la figura 7, se presentan los resultados de las categorías del ensayo de germinación: porcentaje de plántulas normales (%G), porcentaje de plántulas anormales (%PA) y porcentaje de semillas muertas (%SM) en dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinada en tres momentos (M1, M2 y M3) desde la aplicación de los mismos.

Para la categoría plántulas normales (%G) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0001$), híbridos ($p=0,0001$) momentos ($p=0,0001$) e interacciones significativas ($p= 0,0001$) tratamientos x momento, momento x híbrido, y tratamiento x momento x híbrido. Esto indica que las semillas recubiertas o tratadas con productos individuales y sin tratar no se comportan de la misma manera frente al momento de aplicación del recubrimiento y tratamientos individuales y tampoco se comportan de la misma manera según el híbrido bajo estudio. Para abrir la interacción se realizó un análisis por separado de los tratamientos en cada momento e híbrido.

Para el H1, en el momento uno (M1) el REC-C, produjo la mayor cantidad de plántulas normales (PN) junto al COL, POL-B, POL-C sin diferenciarse estadísticamente del testigo. Para el momento dos (M2), el F y el F-I, se diferenciaron del testigo presentando mayor %PN, mientras que el REC-B y REC-C, no presentaron diferencias significativas con respecto a este. En el momento tres (M3) el REC-B fue el que mayor %PN presentó sin diferencias significativas con el testigo(figura7).

En el M1, para el H2 los recubrimientos (REC-A, REC-B y REC-C) no presentaron diferencias significativas entre sí, ni con respecto al testigo. El tratamiento con F y POL-C presentaron el mayor %PN. Para el M2 los REC-A, REC-C, F y POL-B produjeron el mayor %PN, sin diferenciarse significativamente del testigo. En el M3, los recubrimientos REC-C, REC-B y el POL-A, fueron los destacados presentando los mayores %PN, diferenciándose significativamente del testigo y el REC-A y los demás tratamientos, aunque estos hayan presentado un 98%PN. Nuevamente al

igual que el M2, el tratamiento de semillas con I, produjo el menor número de plántulas normales.

Al analizar la categoría de plántulas anormales (%PA) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y momentos e interacción entre tratamientos y momentos ($p=0,001$).

En el H1, para el M1 el REC-C presentó el menor número de plántulas diferenciándose significativamente con el testigo. En el M2 los REC-B, REC-C, F, I, I-F y el POL-B, provocaron menor %PA con respecto al testigo. En el M3, el REC-B y el POL-C el menor %PN sin diferenciarse del testigo. El fungicida provocó el mayor %PA (figura7).

Para H2 en el M1, la aplicación de fungicida no generó plántulas anormales al igual que el testigo, el cual sí mostró diferencias significativas con el resto de los tratamientos y recubrimientos. En el M2 el REC-A, REC-C, F, POL-B, POL-C produjeron el menor número de PA sin diferenciarse del testigo. Para el M3 los menores %PA se generaron con el REC-A, REC-B y REC-C los cuales se diferenciaron significativamente con el testigo (figura7).

En la Tabla 2, se presentan los resultados de las anomalías encontradas para cada tratamiento. En los tratamientos de F, I-F e I, los tipos de plántulas anormales fueron plántulas vitreas, plántulas deformadas y raíces primarias mazudas (secundarias insuficientes). Y en los demás tratamientos se presentaron problemas en coleoptiles, plántulas gemelas, como las encontradas en el testigo. En la figura 6 se muestran detalles de algunas anomalías encontradas.

Tabla 2: Tipo de anomalías que se presentaron en el ensayo de germinación en los tres momentos de evaluación.

Tipos de anomalías	TRATAMIENTOS										
	testigo	Pol-C	Pol-A	Pol-B	F	I	F+I	Col	REC-A	REC-B	REC-C
Plantulas vítreas **		x	x	X	X	X	XX				
Plantulas deformadas **		x	x	X	X	X	XX				
Plantulas gemelas fusionadas		x	x	x	X	X	XX			x	
Raíces primarias mazudas (2rias insuficientes) **					X	X	X				x
Coleóptile ausente + Hoja primaria ausente *	X	X	X	X	X	X	X		X		
Coleóptile dañado + Hoja primaria ausente *	X	X	X	X	X	X	X			x	
Coleóptile hendido + Hoja primaria ausente *	X	x	x	x	X	X	X			x	x

Categoría A, Sección 9, tipo de plántula D, grupo de plántula A-1-2-3-2 – *ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3ra Edición, 2006.*

* Posible anomalía como resultado de daño mecánico

** Posible anomalía como resultados de fitotoxidad

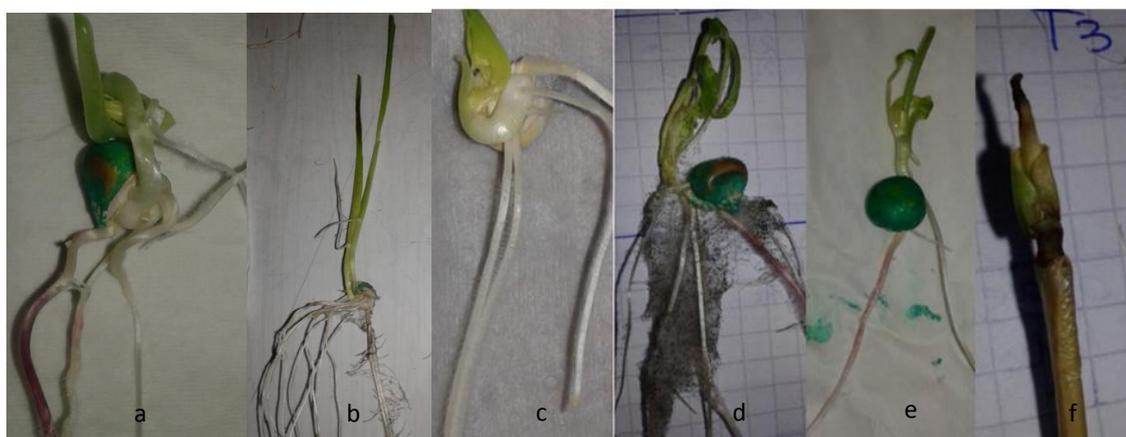


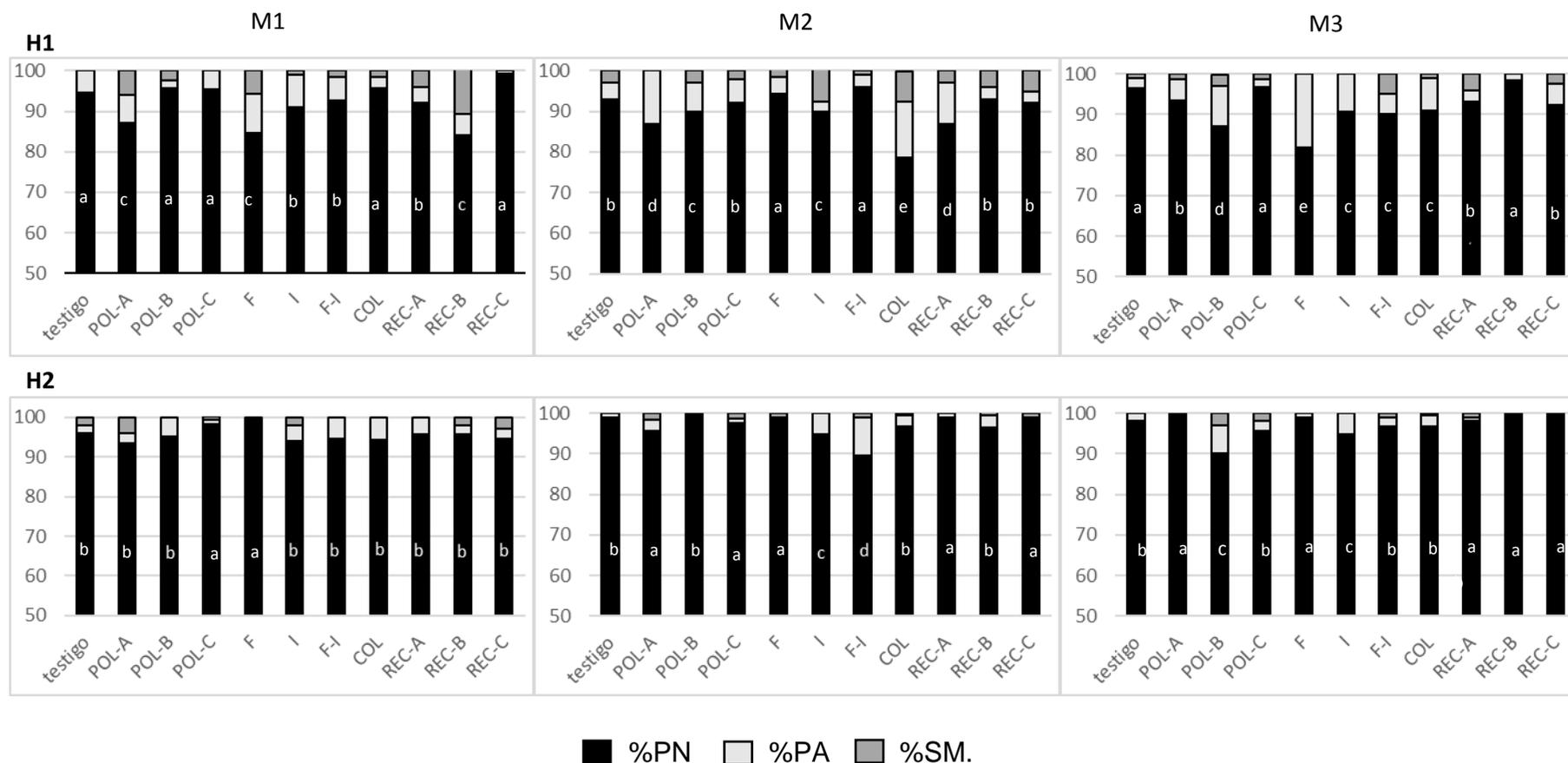
Figura 6: Germinación de plántulas: categoría plántulas anormales. (a) y (c) coleoptiles enrollados (b) plántulas mellizas (d) hojas fragmentadas y coleoptile hendido (e) Coleóptile hendido y raíces mazudas (f) coleoptilo dañado

Para el caso de la categoría de semillas muertas (%SM), se encontró interacción significativa ($p=0,0001$) entre tratamientos y momentos. Al abrir la interacción y al analizar por separado para cada momento desde la aplicación de los tratamientos,

se encontraron efectos significativos de los tratamientos ($p=0,0001$) y momentos ($p=0,0001$).

En el H1 en el M1 el REC-C, POL-C al igual que el testigo no presentaron SM. En cambio, la aplicación de F y POL-A provocaron la mayor cantidad de SM. En el M2, a excepción del I y el COL, que produjeron el mayor %SM, los demás tratamientos no se diferenciaron del testigo. En el M3, la mayoría de los tratamientos produjeron el mínimo %SM al igual que el testigo. Solo el REC-A, I-F fueron los de mayor %SM (figura7).

En el H2, para el M1 se encontraron diferencias entre los recubrimientos (REC-A, REC-B y REC-C) y el testigo. En el M2 tanto como en el M3, no se encontraron diferencias entre el testigo, los recubrimientos y los tratamientos (figura7).



Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos (DGC $p < 0,05$) dentro de cada momento para cada híbrido (solo categoría PN)

Figura 7: Categorías de plántulas normales (%PN), anormales (%PA) y semillas muertas (%SM) del ensayo de germinación (%) de semillas de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinadas en tres momentos (M1, M2 Y M3) durante el almacenamiento.

En la tabla 3, se muestran los resultados del comportamiento del porcentaje de germinación (%G) a lo largo del tiempo de almacenamiento. Se encontraron diferencias significativas entre momentos para cada tratamiento. En el H1 se observó que, REC-B mejoró el %G, presentando un aumento de plántulas normales a lo largo del periodo de almacenamiento. El REC-A no modificó su comportamiento a lo largo de este periodo. En cambio, el REC-C presentó una disminución del porcentaje de plántulas normales, a partir del segundo momento.

En el caso del H2, todos los recubrimientos mejoraron el %PN a lo largo del periodo de almacenamiento. Los testigos de ambos híbridos no presentaron variaciones en el porcentaje de PN.

Tabla 3. Germinación máxima (% PN) de semillas de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinadas en tres momentos (M1, M2 Y M3) durante el almacenamiento.

Momentos	Híbrido 1			Híbrido 2		
	1	2	3	1	2	3
Tratamientos						
testigo	95±0,01 a	93±0,01 a	96±0,01 a	96±0,01 a	99±0,00 a	98±0,00 a
POL-A	87±0,05 b	87±0,01b	93±0,02 a	93±0,01 b	96±0,02 b	100±0,0 a
POL-B	96±0,02 a	90±0,01b	87±0,01 c	95±0,01 b	100±0,00 a	90±0,01 b
POL-C	95±0,01 a	92±0,01b	97±0,01 a	98±0,01 a	98±0,02 a	96±0,02 b
F	85±0,01 b	94±0,01 a	82±0,00 b	100±0,0 a	99±0,01 a	99±0,01 a
I	91±0,02 a	90±0,01b	91±0,02 a	94±0,01 a	95±0,01 a	95±0,01 a
F-I	93±0,01 b	96±0,01 a	90±0,01 b	95±0,00 a	90±0,00 b	97±0,01 a
COL	96±0,01 a	79±0,03 c	91±0,00 b	94±0,02 b	97±0,01 a	97±0,01 a
REC-A	92±0,00 a	87±0,01 b	93±0,01 a	96±0,01 b	99±0,00 a	98±0,00 a
REC-B	84±0,00 c	93±0,01 b	98±0,01a	96±0,01 b	96±0,01 b	100±0,0 a
REC-C	99±0,01 a	92±0,01 b	92±0,01 b	95±0,01 b	99a±0,00	100±0,0 a

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas (DGC $p < 0,05$) entre momentos de almacenamiento (DGC $p < 0,05$) para cada tratamiento.

En la tabla 4, se muestran los resultados del comportamiento del %PA a lo largo del periodo de almacenamiento. Para el H1, el REC-A mantuvo la cantidad de PA el transcurso de los momentos (M1, M2, M3), mientras que para el REC-B disminuyó y en el REC-C aumentó. En el híbrido 2, el %PA disminuyó para los tres recubrimientos (REC-A, REC-B; REC-C). Los REC-C y REC-B no presentaron PA en los M2 y M3.

Tabla 4: Plántulas anormales (% PA) de semillas de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinadas en tres momentos M1, M2 Y M3) durante el almacenamiento

Momentos	Híbrido 1			Híbrido 2		
	1	2	3	1	2	3
Tratamientos						
testigo	5±0,01 a	6±0,02 a	3±0,01 b	0±0,00 b	1±0,00 a	2±0,00 a
POL-A	7±0,01 a	9±0,01 a	5±0,02 b	3±0,01 a	3±0,01 a	0 ±0,00 b
POL-B	2±0,00 b	7±0,01 a	10±0,03 a	5±0,01 a	0±0,00 b	7±0,01 a
POL-C	5±0,01 a	6±0,01 a	2±0,01 b	1±0,01 a	1±0,00 a	2±0,01 a
F	10±0,01 b	4±0,01 c	18±0,00 a	0±0,02 a	0±0,01 a	1±0,01 a
I	8±0,02 a	2±0,01 b	9±0,02 a	4±0,02 a	5±0,01 a	5±0,01 a
F-I	6±0,01 a	3±0,01 b	5±0,01 a	5±0,00 b	9±0,00 a	2±0,01 c
COL	3±0,01 c	14±0,01 a	8±0,00 b	6±0,02 a	3±0,01 b	3±0,01 b
REC-A	4±0,00 b	10±0,02 a	3±0,01 b	4±0,01 a	1±0,00 b	1±0,00 b
REC-B	9±0,02 a	3±0,01 b	2±0,01b	2±0,01 a	3±0,01 a	0±0,00 b
REC-C	1±0,01 b	3±0,01 b	5±0,01 a	2±0,01 a	0±0,00 b	0±0,00 b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas (DGC $p < 0,05$) entre momentos de almacenamiento (DGC $p < 0,05$) para cada tratamiento.



Figura 8. Detalle de trabajo en laboratorio de Calidad de Semillas de la FCA-UNLZ: A: Conteo de plántulas normales en prueba de germinación. Categorías de plántulas normales, anormales y semillas muertas en medio de germinación de B: testigo, C: tratadas con POL-A y D: Recubiertas (REC-A).

En la tabla 5, se muestran los resultados de la categoría de semillas muertas (%SM) a lo largo del tiempo de almacenamiento. Se encontraron diferencias significativas en los tres momentos. En el caso del H1 tanto en el REC-A como en el REC-C no presentaron diferencias entre los momentos de almacenamiento y el REC-B disminuyó. En el H2, los REC- A y REC- B no mostraron diferencias a lo largo del almacenamiento mientras que para el REC-C hubo una disminución siendo nulos los valores en el M3.

Tabla 5. Semillas muertas (% SM) de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinadas en tres momentos (M1, M2 Y M3) durante el almacenamiento.

Momentos	Híbrido 1			Híbrido 2		
	1	2	3	1	2	3
Tratamientos						
Testigo	0±0,01b	3±0,02a	1±0,00a	4±0,01a	0±0,00b	0±0,00b
POL-A	6±0,01a	4±0,00a	1±0,02b	4±0,00a	2±0,01b	0±0,00b
POL-B	2±0,02a	3±0,01a	3±0,02a	0±0,00b	0±0,00b	3±0,01a
POL-C	0±0,00b	2±0,01a	1±0,01b	1±0,02a	1±0,02a	2±0,01a
F	6±0,00a	2±0,00b	0±0,00c	0±0,00a	1±0,00a	0±0,00a
I	1±0,00b	8±0,01a	0±0,00b	2±0,00a	0±0,00b	0±0,00b
F-I	2±0,01b	1±0,01b	5±0,00a	0±0,00a	1±0,00a	1±0,00a
COL	2±0,02b	7±0,03a	1±0,00b	0±0,00a	1±0,01a	1±0,01 a
REC-A	4±0,00a	3±0,02a	4±0,00a	0±0,00a	0±0,00a	1±0,00 a
REC-B	6±0,02a	4±0,00a	0±0,00b	2±0,00a	1±0,00a	0±0,00 a
REC-C	0±0,00b	5±0,00a	2±0,01b	3±0,01a	1±0,00b	0±0,00b

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas (DGC $p < 0,05$) entre momentos de almacenamiento (DGC $p < 0,05$) para cada tratamiento.

Para el H1, a excepción del REC-B en el M1 los recubrimientos en general no producen efectos negativos sobre la categoría de plántulas normales (figura7), esto coincide con lo encontrado por Avelar *et al.* (2012). Por otra parte, el tratamiento de semillas con fungicida (Pyraclostrobin + Metil-tiofanato 45%) provocó en los momentos 1 y 3 disminuciones en la cantidad de plántulas normales. Para el M1 en particular este efecto podría haber trasladado al REC-B y no así en el M3. Estos efectos negativos del fungicida sobre la calidad fisiológica fueron encontrados también por Fessel *et al.* (2003), en semillas de maíz tratadas con Thiabendazole, Dicarboximida. Por otra parte, Silva *et al.* (1996), también encontraron efectos negativos sobre la germinación de semillas de maíz tratadas con fungicidas. Es pertinente resaltar que los efectos fitotóxicos que pudo haber generado el fungicida no se observaron en el momento dos. Por el contrario, las semillas tratadas con este

principio activo podrían haber sido protegidas por el mismo de un ataque de hongos ya que presentaron mayor porcentaje de plántulas normales con respecto al testigo y los demás tratamientos.

En el H2, en general los recubrimientos no manifestaron efectos negativos sobre el porcentaje de plántulas normales con respecto al testigo. La calidad fisiológica no se habría afectado con la aplicación del fungicida tanto en forma individual o formando parte de los recubrimientos. Estos resultados encontrados coinciden con los reportados por Van Nghiep y Gaur (2005) quienes, en semillas de arroz tratadas con Vitavax, no encontraron modificaciones en el %G.

A diferencia del H1, en el H2 se encontraron posibles efectos fitotóxicos con la aplicación de insecticidas (M2 y M3). Este menor %G no se trasladaron a los recubrimientos. Esto concuerda con Fessel *et al.* (2003) y Oliveria y Cruz (1986) quienes encontraron efectos negativos sobre la germinación con la utilización de insecticidas.

Teniendo en cuenta lo discutido para %G se puede ver claramente que en el caso del H1 tanto en el M1 y M3, la aplicación de fungicida habría incrementado la aparición de plántulas anormales. Este efecto no se vió en el momento dos. Dentro de las anormalidades que genero este principio activo (tabla1), se encontraron anormalidades causadas por fitotoxicidad (ISTA,2008) como plántulas vítreas deformadas y raíces primarias mazudas.

Para el H2, los mayores %PA se encontraron con la aplicación de insecticida. De la misma forma que ocurría con el fungicida en el H1 dichas anormalidades generaron disminuciones en el %G, además coinciden con el tipo de anormalidades como resultado de fitotoxicidad. Los demás tratamientos y los recubrimientos para ambos híbridos presentaron anormalidades similares al testigo, Lo cual coincide con lo encontrado por Olivera (2012), quien trabajo con festuca, que estas anormalidades estarían relacionadas a daños mecánicos producidos durante la cosecha y la manipulación de las mismas. Ludwig *et al.* (2011), manifiesta que la reducción de la germinación con la aplicación de fungicida y/o insecticida puede estar relacionada con la acción del ingrediente activo sobre las semillas, el cual puede tener un efecto fitotóxico que reduce la germinación de las mismas.

Al analizar los resultados de las diferentes categorías a lo largo del almacenamiento los porcentajes de germinación (%G) de los testigos de ambos híbridos se mantuvieron sin modificaciones a lo largo del período de almacenamiento evaluado (tabla 2). Esto podría dar una idea que las condiciones de almacenamiento, si bien no fueron controladas (temperatura y humedad) no perjudicaron la calidad fisiológica de las semillas de ambos híbridos. Esto se vio en el REC-A y REC-B donde las semillas no fueron afectadas a lo largo del almacenamiento para el H1. En el H2 los recubrimientos mejoraron la performance en el %G. Estos resultados coinciden con la descripción de semillas de buena calidad propuesta por Dickson, (1980), el cual hace referencia a plántulas viables vigorosas y sin defectos incluso luego del almacenamiento.

En cuanto a la categoría de plántulas anormales (%PA) el testigo del híbrido uno presentó en general más anomalías que el testigo el H2. A su vez cuando las semillas son tratadas o recubiertas el H1 vuelve a presentar mayor número de PA que el H2. Esto podría deberse a un estado más avanzado de deterioro del H1, siendo más sensibles a la aplicación de los productos (Tabla3).

La cantidad de semillas muertas en el transcurso del almacenamiento para el H1 se mantuvieron sin modificaciones para el REC-A y REC-C y disminuyó para el REC-B. En el H2 no hubo diferencias en el tiempo para los recubrimientos. Esta categoría no habría sido la causal de la disminución en los porcentajes de germinación, ya que los valores en general son muy bajos.

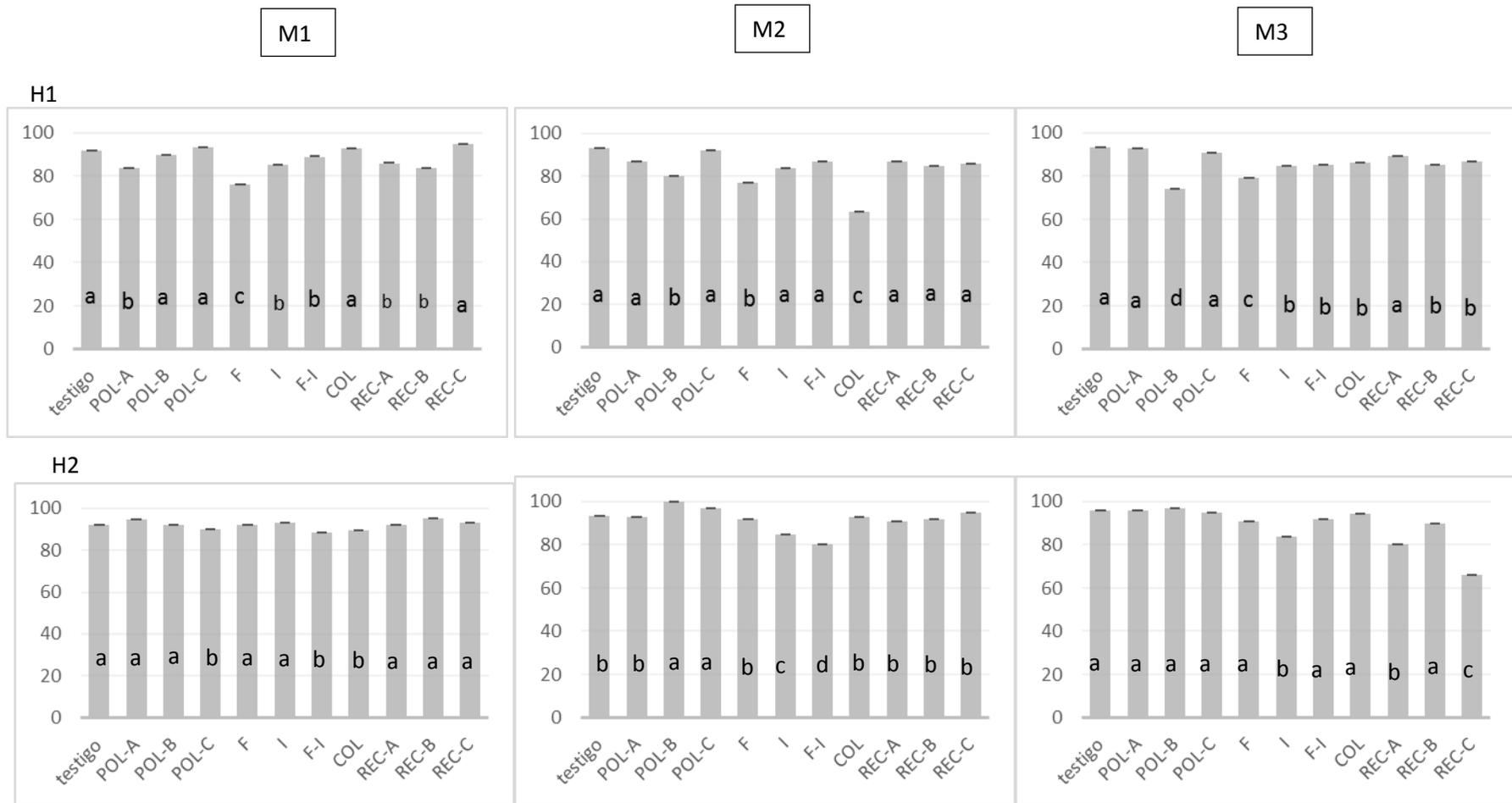
Como se pudo observar la utilización de polímeros en las semillas de los híbridos bajo estudio en general no producen efectos negativos sobre el %G. Es importante contar con polímeros dentro del tratamiento de semillas de maíz para aumentar la retención de los principios activos como fungicidas, insecticidas y colorantes sobre la superficie de las semillas y que la distribución sobre las mismas sea la adecuada, (Reichenbach, 2004). Además, esa retención de productos no solo garantizaría la concentración del principio activo que protegerá a la semilla en la cama de siembra, sino que también permitiría una manipulación segura de las semillas y que las mismas no desprendan polvo tóxico al ambiente (Nunes y Baudet, 2011).

Vigor

La figura 9 muestra los resultados del ensayo de vigor en semillas de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales, en tres momentos durante el almacenamiento. Para el %V se encontró interacción significativa ($p= 0,001$) entre tratamiento y momento, entre momento e híbrido y tratamiento, momento, híbrido. Esto indica que las semillas tratadas y sin tratar no se comportan de la misma manera frente al momento y los híbridos en cuestión. Para detectar los efectos de los tratamientos bajo cada condición, se llevó a cabo un análisis por separado de los tratamientos, en cada momento e híbrido. Para esta variable tanto los tratamientos, así como los momentos y los híbridos mostraron efectos significativos, ($p=0,001$, $p=0,001$, $p=0,001$ respectivamente).

En el H1 para el M1 el REC-C, no presentaron diferencias significativas con el testigo, presentando los mayores %V mientras que el resto de los tratamientos y recubrimientos si se diferencian de este. Para el M2 los recubrimientos (REC-A, REC-B, REC-C) no se diferenciaron del testigo. En el M3 el REC-A no presento diferencias significativas con respecto al testigo, si las tuvieron el REC-B y el REC-C.

Para el H2, en el M1 como en el M2, no se muestran diferencias significativas entre los recubrimientos (REC-A, REC-B, REC-C) y el testigo, si hubo entre los recubrimientos y los tratamientos individuales. Para el M3 las diferencias fueron significativas entre los recubrimientos y el testigo, siendo este el que mayor %V presento.



Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos (DGC $p < 0,05$) dentro de cada momento para cada híbrido

Figura 9: vigor (%) de semillas de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales, determinada en tres momentos en el laboratorio.

En la Tabla 6 se muestran los resultados del porcentaje de vigor (%V) a lo largo del tiempo de almacenamiento. Se encontraron diferencias significativas en los tratamientos para los tres momentos de almacenamiento ($p=0,0001$). Para el H1, en los REC-A y REC-B se mantuvo %V durante el almacenamiento, al igual que ocurre con el testigo que no mostro diferencias significativas para los tres momentos. Con respecto al H2, el %V disminuyó durante el almacenamiento para los recubrimientos (REC-A, REC-B, REC-C) no fue así en los testigos.

Tabla 6: Vigor (%V) de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinadas en tres momentos (M1, M2 y M3) durante el almacenamiento

momento	Híbrido 1			Híbrido 2		
	1	2	3	1	2	3
Tratamiento						
Testigo	92±0,01 a	93±0,01 a	93±0,02 a	92±0,01 b	93±0,05b	96±0,01 ^a
POL-A	84±0,02 b	87±0,01 b	93±0,01 a	95±0,01 a	93±0,02b	96±0,00a
POL-B	90±0,05 a	80±0,01 b	74±0,03 b	92±0,01 b	100±0,0a	97±0,01 ^a
POL-C	93±0,01 a	92±0,01 a	91±0,02 a	90±0,05 b	97±0,01 ^a	95±0,01 ^a
F	76±0,01 a	77±0,01 a	79±0,02 a	92±0,01 a	92±0,01 ^a	91±0,02b
I	85±0,01 a	84±0,01 a	85±0,01 a	93±0,01 a	86±0,04b	84±0,01b
F-I	89±0,11 a	87±0,01 b	85±0,01b	89±0,01 b	80±0,00c	92±0,01 ^a
COL	93±0,01 a	63±0,11 c	86±0,01 b	90±0,01 b	93±0,01 ^a	94±0,01 ^a
REC-A	86 ^a ±0,05	87±0,01 a	89±0,02 ^a	92±0,00 a	91±0,01 ^a	80±0,14b
REC-B	84 ^a ±0,01	85±0,01 a	85±0,02 a	95±0,01 a	92±0,01 b	90±0,02b
REC-C	96 ^a ±0,01	86±0,01 b	87±0,01 b	93±0,01 b	95±0,02 a	66±0,02c

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas (DGC $p<0,05$) entre momentos de almacenamiento (DGC $p<0,05$) para cada tratamiento.

El envejecimiento natural o artificial de las semillas disminuye la germinación (Cruz Pérez *et al.*, 2003) y el vigor es el principal atributo de la calidad afectado por el proceso de deterioro (Delouche, 1995). Por esta razón, se evaluó a lo largo del almacenamiento el vigor de las semillas, no encontrando coincidencias con lo postulado con estos autores (tabla6).

Al igual que el %G, el vigor de las semillas sin tratar (testigo) no varió a lo largo del periodo de almacenamiento en ambos híbridos. Los resultados en general muestran una estabilidad en %V tanto en semillas recubiertas como en los tratamientos individuales con respecto al testigo, este efecto se ve más acentuado en el H1 (figura 9). El H2, manifestó disminuciones más importantes en el porcentaje de vigor con respecto al H1, cuando estas fueron expuestas a bajas temperaturas.

La combinación entre productos (para el H1 fungicida, y para el H2 insecticidas y fungicida-insecticida) en los recubrimientos como en los tratamientos individuales afectaron el % V. Esto concuerda con lo encontrado por Fessel *et al.* (2003), quienes encontraron que las semillas tratadas de maíz con insecticidas, no presentan disminuciones cuando son expuestas a la prueba de frío y son evaluadas al comienzo del almacenamiento, pero si son afectadas al final del mismo. A diferencia de lo encontrado para el %G, el vigor parece ser muy afectado cuando se aplican los recubrimientos y son puestos a germinar en condiciones de bajas temperaturas (prueba de frío). Estas respuestas podrían ser un problema para siembras tempranas de maíz. Estos valores de disminución de vigor en semillas tratadas con los recubrimientos bajo estudio podrían correlacionarse con la disminución del número de plantas a campo como lo reporto Murcia (2003), en girasol sembrado en condiciones óptimas de temperatura.

Además, se encontró un efecto diferencial entre híbrido, siendo el H2 más afectado que el H1, este último en los tres momentos, presentó iguales valores de vigor que el testigo. Sin embargo, en el H2 ya para el M3 (90 días) hacia el final del almacenamiento el vigor en comparación con el testigo disminuyó. En este caso sería recomendable no guardar las semillas tratadas por más de 60 días ya que el efecto sobre el vigor es muy notorio y negativo (no así con el %G) desde el comienzo del almacenamiento el H1 manifestó valores por debajo del testigo, al igual que lo encontrado por Baldiga Tonin *et al.* (2013), la reducción del vigor de las

semillas se acentuó con la prolongación del periodo de almacenamiento. Hoffman y Castiglioni (2006) también encuentran disminuciones del vigor cuando las semillas de maíz, sorgo y girasol son tratadas con imidacloprid a partir de los 33 días de la aplicación.

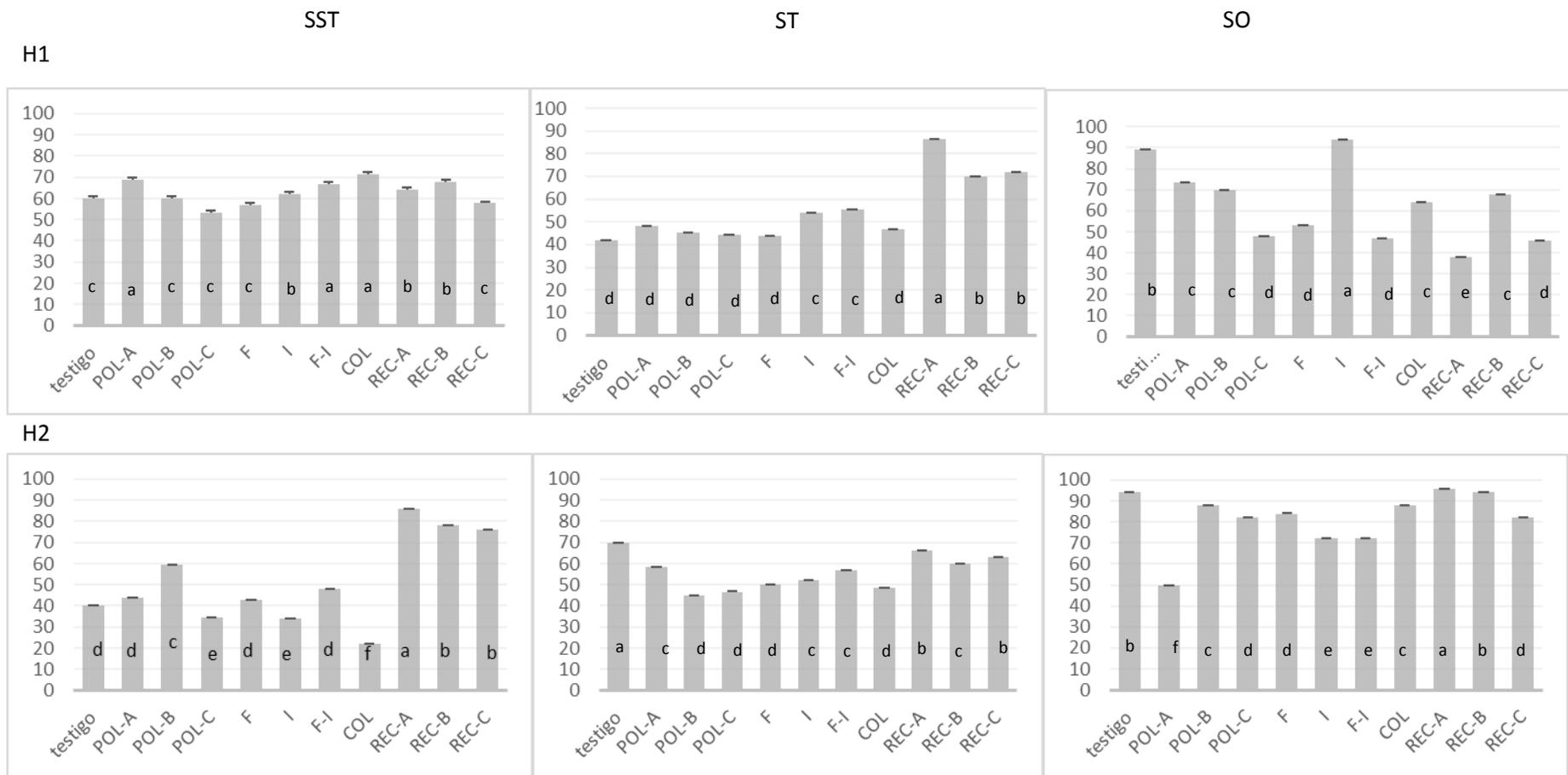
En el caso de los polímeros utilizados en forma individual, no afectaron en forma negativa el vigor en ambos híbridos, en general coincidiendo con Rivas *et al.* (1998) y Pereira *et al.* (2005). Esta tendencia coincide con los resultados obtenidos para el %G.

Emergencia a campo

La figura 10, muestra el % de plántulas emergidas a campo (%E) de semillas de maíz recubiertas y tratadas con productos individuales, determinada en tres momentos desde la aplicación de los productos. Para el %E se encontró interacción significativa ($p= 0,001$) entre tratamiento y momento, entre momento e híbrido, y tratamiento, momento e híbrido. Esto indica que las semillas tratadas y sin tratar no se comportan de la misma manera frente al momento y el híbrido en cuestión. Por esta razón, se realizó un análisis por separado de los tratamientos en cada momento e híbrido. Para esta variable tanto los tratamientos, los momentos como los híbridos mostraron efectos significativos, ($p=0,001$, $p=0,001$, $p=0,001$ respectivamente).

Para el H1 en la SST, los recubrimientos presentaron efectos positivos sobre la emergencia donde el REC-A y REC-B mostraron mejoras en el %E y el REC-C no modificó el porcentaje con respecto al testigo. En el ST los tres recubrimientos y las aplicaciones individuales mejoraron el %E con respecto al testigo. Para el SO, sin embargo, los %E de todos los tratamientos disminuyeron con respecto al testigo, a excepción del I que mostró mayores %E.

Para el H2, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para cada momento ($p=0,0001$). En la SST, los tres recubrimientos, el POL-A, el POL-B, F y F-I generaron los mayores %E con respecto al testigo. En la ST, por el contrario, todos los tratamientos presentaban menores %E con respecto al testigo. En el SO, solo el REC-A se destacó produciendo mayor %E que el testigo. El REC-B no se diferenció del mismo.



Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos (DGC $p < 0,05$) dentro de cada momento para cada híbrido

Figura 10: Porcentaje de Emergencia a campo (%E) de semillas de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinado en tres fechas de siembra: super temprana (SST), temprana (ST) y optima (SO)

En la tabla 7, se muestran los resultados del %E en tres fechas de siembra las cuales coinciden con cada momento de evaluación durante el almacenamiento se encontraron diferencias significativas en las tres fechas. El %E del híbrido 1 disminuyó al avanzar el periodo de almacenamiento. Por el contrario el híbrido 2, mostro que con los recubrimientos mejoraron el %E con respecto al testigo el almacenamiento.

Tabla 7: Emergencia a campo (%) de dos híbridos de maíz (H1 y H2) recubiertas y tratadas con productos individuales, determinadas en tres fechas de siembra: super temprana (SST), temprana (ST) y optima (SO).

Fecha de siembra	Híbrido 1			Híbrido 2		
	SST	ST	SO	SST	ST	SO
Testigo	60±0,03b	42±0,01c	89±0,01a	40±0,01c	70±0,09b	94±0,01a
POL-A	69±0,01a	48±0,01b	73±0,02a	44±0,01c	58±0,11a	50±0,01b
POL-B	60±0,01b	45±0,02c	70±0,01a	59±0,01b	45±0,07c	88±0,02a
POL-C	53±0,01a	44±0,00b	48±0,05b	35±0,01b	47±0,11b	82±0,01a
F	57±0,01a	44±0,00c	53±0,02b	43±0,01b	50±0,04b	84±0,01a
I	62±0,02b	54±0,01b	94±0,01a	34±0,01c	52±0,07b	72 ±0,01a
F-I	67±0,02a	56±0,01b	47±0,01c	48±0,01b	57±0,04b	72 ±0,01a
COL	71±0,01a	47±0,01c	64±0,02b	22±0,01a	49±0,01b	88±0,01a
REC-A	64±0,02b	86±0,01a	38±0,02c	86±0,02b	66±0,01c	96±0,03a
REC-B	68±0,01b	70±0,01a	68±0,01b	78±0,01b	60± 0,01c	94±0,01a
REC-C	58±0,01b	72±0,04a	46±0,01c	76±0,01b	63±0,01c	82±0,01a

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas (DGC $p < 0,05$) entre momentos de almacenamiento (DGC $p < 0,05$) para cada tratamiento.

En la SST, el híbrido 1 (H1) los recubrimientos no generaron disminuciones en el %E. Por el contrario, los recubrimientos permitieron mejorar (REC-A y REC-B) y mantener (REC-C) el %E con respecto al testigo. Corlett *et al* (2014) también encontraron que al recubrir semillas de cebada la calidad fisiológica no

se vio afectada. Richardson *et al* (2010) tampoco encontraron disminuciones en la emergencia de semillas de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) recubiertas con respecto a semillas sin recubrir.

Por su parte, el híbrido 2 (H2) mejoró el %E con la aplicación de cualquiera de los tres recubrimientos, logrando valores muy superiores al testigo. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Guan *et al*, (2015) quienes utilizando recubrimiento de hidrogel más ácido salicílico lograron mejorar la tolerancia al frío en las semillas de maíz.

Recordando los valores obtenidos para todos los tratamientos de ambos híbridos en los ensayos de germinación (Tabla 3), los %G en esta fecha fueron muy superiores a los valores de %E encontrados a campo. Esto podría atribuirse a las condiciones térmicas sub-óptimas para la emergencia y crecimiento de la especie. Si bien la germinación puede darse a partir de los 8°C (Andrade, 1996) la emergencia y el crecimiento de las plántulas podrían haberse visto impedidos por las bajas temperaturas (Figura 5).

En ST no sólo las temperaturas fueron bajas, sino que se presentó un periodo de déficit hídrico, a pesar de ello, el H1 presentó la misma tendencia que en la fecha anterior, en la cual se observó que las semillas recubiertas superaron ampliamente al testigo y a los demás tratamientos en %E. Estos resultados coinciden con los encontrados por Manjunatha *et al.*, (2008) y Vartha y Clifford (1973) en semillas de chile (*Capsicum annuum* L.) y *Lolium perenne* L, *Dactylis glomerata* L y *Holcus lanatus* L respectivamente. En el caso del H2 las semillas recubiertas (junto a los demás tratamientos) mostraron valores inferiores de %E con respecto al testigo. Estos resultados sugieren que los recubrimientos podrían haber protegido a las semillas de H1, mejorando su comportamiento a campo, pero no lo habrían logrado con el H2.

En SO, donde las temperaturas fueron las adecuadas para la correcta implantación del cultivo, las semillas recubiertas del H1 mostraron valores de emergencia muy por debajo de los logrados por el testigo. Los demás tratamientos mostraron la misma tendencia, lo que sugiere que el ambiente no fue el factor que generó dichos resultados. Este comportamiento podría relacionarse a que las semillas permanecieron tratadas durante tres meses de

almacenamiento y cuando fueron puestas a germinar en condiciones reales de campo se expresó disminuyendo el %E. Estos resultados no se vieron expresados en germinación ni en vigor. Fessel *et al*, (2003) encontraron resultados similares en semillas de maíz. Sin embargo, Hoffman y Castiglione, (2006) no observaron efectos detrimentales en el %E a campo en semillas de sorgo.

El H2, por el contrario, manifestó %E similares en el caso del REC-B y superiores en el REC-A, con lo cual podría inferirse que las semillas de este híbrido podrían ser almacenadas recubiertas por un periodo de 3 meses sin que se vea afectada el %E a campo.

En ambos híbridos con los recubrimientos y el testigo tanto para %G, %V y %E la calidad fisiológica, no fue afectada negativamente para ninguna de los momentos de análisis ni fechas de siembra. El H1 pudo obtener un porcentaje mayor de plántulas (%G) y %V en cada análisis hasta los 90 días de almacenamiento mientras que para el H2 a los 60 días se nota una leve disminución del porcentaje. Los ensayos en laboratorio, sobre todo la prueba de frío, se acerca a condiciones normales de campo, esto podría predecir el comportamiento de la semilla híbrida a campo. En el H1 los %V en todos los M son similares a los %E en ST. En cuanto el H2 el %V en todos los momentos son similares a los de la SST y la SO.

CONCLUSIÓN

- El porcentaje de germinación de semillas recubiertas de maíz no se ve afectado en forma negativa durante 90 días de almacenamiento en condiciones no controladas de temperatura y humedad. Los tres recubrimientos permiten mantener valores de germinación por encima de los estándares de comercialización de semillas híbridas de maíz para la Argentina según INASE.
- La aplicación individual de fungicida (pyraclostrobin + metil tiofanato) en el híbrido de maíz DK-70-10VT3P (H1) y de insecticidas

(Pirimifos-metil+ Tiametoxam) en el híbrido DK-67-0VT3P (H2) disminuyen el porcentaje de germinación con respecto al testigo, estos efectos no se apreciaron cuando estos productos formaron parte de los recubrimientos.

- Los tres recubrimientos y los productos individuales que lo conforman (en general) mantienen el porcentaje de vigor del híbrido de maíz DK-70-10VT3P (H1) durante el periodo de almacenamiento de 90 días. El híbrido DK-67-0VT3P (H2) no disminuye su vigor con la aplicación de recubrimientos durante 60 días de almacenamiento.
- Los recubrimientos REC-A y REC-B mejoran y el REC-C mantienen el porcentaje de emergencia en siembras super tempranas (agosto) en el híbrido DK-70-10VT3P (H1). En siembras tempranas (ST) los recubrimientos mejoran el porcentaje de emergencia, y en las fechas óptimas (SO), las semillas recubiertas los disminuyen. Las semillas recubiertas para este híbrido pueden ser almacenadas por 60 días, sin perder el porcentaje de emergencia.
- Los recubrimientos bajo estudio mejoran el porcentaje de emergencia en siembras super tempranas (agosto) en el híbrido DK-67-0VT3P (H2). En siembras tempranas (ST) los recubrimientos disminuyen el porcentaje de emergencia. En fechas óptimas (SO) de siembra para la especie las semillas recubiertas no muestran diferencias con respecto al testigo. Las semillas recubiertas para este híbrido pueden ser almacenadas por 90 días, sin perder el porcentaje de emergencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F.H.; A. Cirilo; S. Uhart, M.E. Otegui. (1996): Ecofisiología del cultivo de maíz. La barrosa (ed). Dekalbpres. INTA, FCA UNMP
- Aragón-García, Agustín, M.A. Morón, J.F. López-Olguín, L.M. Cervantes Peredo. (2005). Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleóptera: *Melolonthidae; Melolonthinae*). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 21(2): 87- 99 pp.
- Avelar, S.A.G., (2012) The use of Film Coating on the performance of treated corn seed. Revista Brasileira de sementes N.º 34, 186–192
- Baldiga Tonin R., Filho, O., Baudet Labbe, L.M., Rossetto, M., (2014) Potencial Fisiológico De Sementes De Milho Híbrido Tratadas Com Inseticidas E Armazenadas Em Duas Condições De Ambiente. Scientia Agropecuaria 5 (2014) 07 – 16pp.
- Burkart, A. (1969). Gramíneas Flora Ilustrada de Entre Ríos. Col. Cient. I.N.T.A. Vi (li).
- Copeland L. O. (1976). Principles of Seed Science and Technology. Burgess, Minneapolis.
- Corlett, Francisco M. F et al. (2014). The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. *Cienc. Inv. Agr.* [online]. 2014, vol.41, n.1
- Cruz Pérez A. B., González Hernández V. A., Mendoza Castillo M. C. y Ortega Delgado M. L. (2003). Marcadores fisiológicos de la tolerancia al envejecimiento de semilla en maíz. *Agrociencia*, 37 (004): 371-381pp.
- Delouche J.C. (1995). Germinación, Deterioro y Vigor de Semillas. *Seed News*. 6
- Dickson M. H. (1980). Genetic aspects of seed quality. *Horticultural Science*, 15: 771–774pp.
- Faria, L.A.L. (1990) Efeitos de embalagens e do tratamento químico na qualidade de sementes de algodão, feijão, milho e soja

armazenadas sob condições ambiente. 122f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

- FAO “Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y La Agricultura” <http://www.fao.org/faostat>
- Feriss R. S, Backe J. M. (1990). Relationships between soybean seed quality and performance in soil. *Seed Science and Technology*, 18:51-73pp.
- Ferrari, L., Postulka, E.B., Olivera, M.E., Pitton, J. (2010). Efecto de polímeros que mejoran plantabilidad y adherencia de activos en semillas de maíz tratadas con clothianidin y metalaxil-m.
- Fessel, S. A.; E. A. Furtado de Mendonça, R. V. de Carvalho e R. D. Vieira. (2003). Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes* 25 (1): 25-28pp.
- FIS. (1999). Comité de medio ambiente y tratamiento de semillas de la Federación Internacional de Semillas Chemin du Reposoir 7 CH-1260 NYON / Suiza.
- Fornstrom, K. and S.D. Miller. (1989). Comparison of sugar beet planters and planting depth with two sugar beet varieties. *Journal of America of Sugar Beet Technologist* 26(3-4): 10-16.
- Guan YJ, Li Z, He F, Huang YT, Songwj Hu (2015) “On- Off” thermoresponsive coatingagent containing salicylic acid applied to maize seeds for chilling tolerance. *PLoS ONE* 10(3): e0120695
- Helmer P. (2006). *Seed Technology and Seed Enhancement Acta Horticulture* 771: XXVII International Horticultural Congress, International Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production Technology.
- Hoffman, E y Castiglioni, E., (2006) Evaluación del efecto del insecticida Imidacloprid sobre factores asociados a la implantación y crecimiento inicial de girasol, maíz y sorgo.
- InfoStat. 2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat/FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Ed. Brujas, Cordoba, Argentina.

- ISTA, International Seed Testing Association. 2008. International Rules for Seed Testing, Edition 2008, Bassersdorf, CH-Switzerland
- KARAYEL, D., A. ÖZMERZI. 2007. Comparison of vertical and lateral seed distribution of furrow openers using a new criterion. Soil and Tillage Research 95: 69-75
- Kaufman, G. (1991) Seed coating: A tool for stand establishment; A Stimulus To seed quality. Hort technology 1, 98–102 pp.
- Kunkur V., Hunje R., Biradar Patil N. K., Vyakarnhal B. S. (2007). Storage of Seeds Coated with Polymer, Fungicide, Insecticide and Its Effects on Incidence of Early Sucking Pests in Cotton Karnataka Journal Agric. Science. 20(2): (381-383pp)
- Ludwig, M. P., Lucca Filho, O. A., Baudet, L., Dutra, L. M. C., Avelar, S. A. G., Crizel, R. L. (2011). Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. Revista Brasileira de Sementes, 33(3), 395-406pp.
- Manjunatha, S.N., Ravi Hunje, B., Vyakaranahal, S., Kalappanavar, I.K. (2008) Effect of seed coating with polymer, fungicide and containers on seed quality of chilli during storage. Karnataka J. Agric. Sci., 21(2): 270-273.
- Maroni, J.; A. Gargicevich, C. Gonzáles. (2001). Comportamiento de las sembradoras para maíz de la región maicera argentina. VII Congreso Nacional de Maíz. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
- Mc Donald M. B. (1999). Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. Seed Science. And Technology, 27:177-237pp.
- Méndez Natera J. R., Campos Rojas, (2007). Efecto de la aplicación de insecticida, fungicida y su combinación en semillas de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) almacenadas bajo refrigeración y al ambiente sobre la emergencia y desarrollo de plántulas en un suelo de Maturín, Venezuela Revista UDO Agrícola 7 (1): 237-244pp.
- Moore S. H. And Halloin J. M. (2000). Genetic Resistance to Seed Deterioration. En SH Moore, RW Yaklich, Eds, Genetic

Improvement of Seed Quality, Ed 31, Vol XVII. Crop Science Society Of America, 21-37 Pp.

- Murcia M.L. (2003). Evaluación del vigor en semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivares “Alto Oleico”. Respuesta a la baja temperatura. Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias. Mención Tecnología de Semillas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 67 pp.
- Nunes, J. C., Baudet, L. (2011). Tratamiento de sementes industrial. Revista Cultivar: Caderno Técnico, (dezembro), 57p
- Oliveira, L. J. E I. Cruz, I. (1986). Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira 21 (6): 578-585.
- Olivera, M. E. (2012). Efecto del incrustado sobre atributos fisiológicos de semillas de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.). Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Paliwal, L.L. (2001) El maíz en los trópicos. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s15.htm, 2001
- Pereira, C. E. (2005) Peliculização e tratamento fungicida de sementes de soja: efeitos no armazenamento e na inoculação com *Bradyrhizobium*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, 115 p.
- Peretti A. (1994). Manual para análisis de semillas. 1ra.ed. Buenos Aires; Hemisferio Sur
- Popinigis F. (1985). Fisiologia Da Sememte. Brasilia D. F. 202-236 Pp.
- Reichenbach, J. (2004). Film-coating para agregar qualidade e segurança. Seed News, (1), 24-25pp.
- Richardson, M., J. Mccalla, K. Hignight. (2010). Seedling Emergence of Tall Fescue and Kentucky Bluegrass As Affected by Two Seed Coating Techniques. Arkansas Turfgrass Report, Ark. Ag. Exp. Stn. Res. Ser. 579:99-103pp.

- Rivas, B.A.; McGee, D.C.; Burris, J.S. (1998) Tratamiento de semillas de maíz con polímeros para el control de *Pythium* spp. *Fitopatología Venezolana*, Caracas, v.11, n.1, p.10-15.
- Silva F. M. A., Melo P.C e Carvalho R.L. (1996). Efeito de inseticidas na germinação e vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) em duas épocas de armazenamento.
- Sistema de información y gestión agrometeorológica
[Http://Siga.Inta.Gob.Ar](http://Siga.Inta.Gob.Ar)
- Taylor A G., Harman G E. 1991 Concepts and Technologies of Selected Seed Treatments *Annual Review of Phytopathology*, 28: 321-339pp.
- Van Nghiep H., Gaur A. 2005. Efficacy of seed treatment in improving seed quality in rice (*Oryza sativa* L.). *Omonrice*, 13: 42-51pp.
- Vartha E. W., P. T. P. Clifford. 1973. Effects of Seed Coating on Establishment and Survival of Grasses, Surface-Sown on Tussock Grasslands, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 1:1, 39-43pp.