



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

“Trabajo Final presentado para optar al Grado
de Ingeniero Agrónomo”

Modalidad: Proyecto

**EFECTO DEL AMBIENTE SOBRE LA CALIDAD DE SEMILLA
DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.)**

Nicolás M. Arnosio

D.N.I.: 33.705.969

Directora: Ing. Agr. Dra. Elena Fernández

Co-Director: Ing. Agr. Federico Morla

Río Cuarto- Córdoba

Marzo 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final: Efecto del ambiente sobre la calidad de semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.)

Autor: Nicolás Marcos Armosio

DNI: 33.705.969

Director: Ing. Agr. Elena FERNANDEZ

Co-Director: Ing. Agr. Federico MORLA

Aprobado y Corregido de acuerdo con las sugerencias de Comisión Evaluadora:

Ing. Agr. M.Sc. KEARNEY Marcelo _____

Ing. Agr. Dr. OHANIAN Alfredo _____

Ing. Agr. Dr. FERNANDEZ Elena _____

Fecha de presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____

Secretario Académico

Agradecimientos

A la Cátedra de Cultivos Oleaginosos por posibilitarme la realización del Trabajo Final y su apoyo incondicional frente a cada necesidad al respecto.

A mis amigos y compañeros de estudio: Mariano Beltrame, Lucas Aguirre, Nicolás Salusso, Rodolfo Fiorimantti y Mauricio Busso, quienes colaboraron cada vez que necesite ayuda.

A mi novia Rocío Belén Falcón que me ayudó y me brindó su apoyo en todo momento.

A toda mi familia, padres, hermanos, tíos, tías, abuelos que me brindaron una gran ayuda en el momento que lo necesite.

A la abuelita que con sus añosas manos descascaró maní.

A los Ingenieros Elena Fernandez, Federico Morla y Belén Rosso por brindarme ayuda cada vez que la necesitaba.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto.

A mi Nono, que me enseñó desde chico lo que era el campo, y desde entonces emprendí este largo camino que seguiré desde hoy siendo Ingeniero Agrónomo, y sé, desde donde está siempre me está ayudando.

ÍNDICE DEL TEXTO

	Página
Certificado de aprobación.....	II
Agradecimiento.....	III
Índice del texto.....	IV
Índice de cuadros.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Resumen.....	IX
Summary.....	X
Introducción.....	1
Hipótesis.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
Materiales y Métodos.....	8
Clima.....	8
Calidad fisiológica.....	8
Análisis de datos.....	9
Resultados y discusiones.....	10
Condiciones ambientales.....	10
Condiciones ambientales durante el crecimiento de la planta madre.....	10
Condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo de la semilla.....	12
Calidad fisiológica de las semillas.....	14
Germinación.....	14
Vigor.....	16
Test de frío.....	17
Envejecimiento acelerado.....	19
Conductividad eléctrica.....	21
Emergencia a campo.....	22
Calidad fisiológica de las semillas por cultivar.....	25
Utre UNRC.....	25
Germinación.....	25
Vigor.....	26
Test de frío.....	26
Envejecimiento acelerado.....	28
Conductividad eléctrica.....	30
Emergencia a campo.....	31

Granoleico.....	33
Germinación.....	33
Vigor.....	34
Test de frío.....	34
Envejecimiento acelerado.....	37
Conductividad eléctrica.....	38
Emergencia a campo.....	39
Consideraciones finales.....	41
Conclusiones.....	43
Bibliografía Citada.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<u>Cuadro 1:</u> Descripción de los genotipos utilizados en la experiencia.....	8
<u>Cuadro 2:</u> Condiciones ambientales durante el ciclo de la planta madre según fecha de siembra.....	10
<u>Cuadro 3:</u> Condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo de las semillas según fecha de siembra.....	12
<u>Cuadro 4:</u> Coeficientes de correlación de Pearson entre calidad fisiológica de las semillas y factores.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<u>Figura 1:</u> Poder germinativo de las semillas según fecha de siembra.....	14
<u>Figura 2:</u> Poder germinativo de la semillas según Cultivar y Granometría.....	15
<u>Figura 3:</u> Porcentaje de plántulas vigorosas según fecha de siembra y granometría.....	16
<u>Figura 4:</u> Vigor de las semillas a través de las plántulas vigorosas del test patrón de germinación según cultivar y granometría.....	17
<u>Figura 5:</u> Poder germinativo de las semillas a través del test de frío según cultivar, fecha de siembra y granometría.....	18
<u>Figura 6:</u> Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de frío según cultivar, fecha de siembra y granometría.....	19
<u>Figura 7:</u> Poder germinativo de las semillas a través del test de envejecimiento acelerado según cultivar, fecha de siembra y granometría.....	20
<u>Figura 8:</u> Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de envejecimiento acelerado según cultivar, fecha de siembra y granometría.....	21
<u>Figura 9:</u> Conductividad eléctrica expresada en ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gr}$) según cultivar, fecha de siembra y granometría.....	22
<u>Figura 10:</u> Emergencia a campo según cultivar y fecha de siembra.....	23
<u>Figura 11:</u> Emergencia a campo según fecha de siembra y granometría.....	24
<u>Figura 12:</u> Porcentaje de germinación según fecha de siembra y granometría.....	25
<u>Figura 13:</u> Vigor de las semillas a través de las plántulas vigorosas según fecha de siembra y granometría	26
<u>Figura 14:</u> Germinación según fecha de siembra (a), y según granometría (b).....	27
<u>Figura 15:</u> Plántulas vigorosas según fecha de siembra (a), y según granometría (b)...	28
<u>Figura 16:</u> Germinación del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.....	29
<u>Figura 17:</u> Germinación del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.....	29
<u>Figura 18:</u> Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gr}$) según fecha de siembra.....	30
<u>Figura 19:</u> Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gr}$) según granometría.....	31
<u>Figura 20:</u> Porcentaje de plántulas emergidas a campo según fecha de siembra.....	31
<u>Figura 21:</u> Porcentaje de plántulas emergidas a campo según granometría.....	32
<u>Figura 22:</u> Germinación de las semillas según fecha de siembra (a) y granometría (b).	33

<u>Figura 23:</u> Vigor de las semillas evaluado con las plántulas vigorosas según fecha de siembra (a) y granometría (b).....	34
<u>Figura 24:</u> Poder germinativo de las semillas a través del test de frío según fecha de siembra.....	35
<u>Figura 25:</u> Poder germinativo de las semillas a través del test de frío según granometría.....	35
<u>Figura 26:</u> Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de frío según fecha de siembra.....	36
<u>Figura 27:</u> Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de frío según granometría.....	36
<u>Figura 28:</u> Poder germinativo a través del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.....	37
<u>Figura 29:</u> Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.....	38
<u>Figura 30:</u> Conductividad eléctrica expresada en ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gr}$) según fecha de siembra y granometría.....	38
<u>Figura 31:</u> Porcentaje de plántulas emergidas a campo según fecha de siembra.....	39
<u>Figura 32:</u> Porcentaje de plántulas emergidas a campo según granometría.....	40
<u>Figura 33:</u> Análisis de Componentes principales.....	42

EFFECTO DEL AMBIENTE SOBRE LA CALIDAD DE SEMILLA DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.)

RESUMEN

El maní es uno de los cultivos regionales de la agricultura argentina. El crecimiento y desarrollo del cultivo está influenciado por factores ambientales como la temperatura, el fotoperiodo y la radiación solar. La calidad de la semilla, insumo básico para todos los sectores de la agricultura, es un factor clave en el establecimiento de un stand de plantas sano y homogéneo, punto crítico en la producción de un cultivo exitoso. Localmente, existe escasa información sobre la calidad fisiológica de las semillas que han crecido en diferentes condiciones ambientales, como así también datos del comportamiento de cultivares en esas condiciones. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de semillas de dos cultivares de maní, de diferente ciclo y características de crecimiento, que se desarrollaron en diferentes condiciones ambientales, generadas por tres fechas de siembra en un mismo ciclo agrícola. Para este trabajo se utilizaron semillas de cultivares de un ensayo experimental desarrollado durante la campaña agrícola 2010/2011 en el CAMDOCEX de la FAV – UNRC, en el marco del proyecto *Optimización de la interacción fecha de siembra x cultivar de maní en la zona de Río Cuarto*. Se dispuso de los datos de precipitaciones y temperaturas máximas, mínimas y medias durante el ciclo del cultivo en el sitio experimental procedentes de estaciones meteorológicas del área de Agrometeorología de la FAV. Luego que las semillas alcanzaron la humedad de equilibrio se clasificaron por granometría (6 niveles) con zarandas de tajo de 9; 8; 7,5; 7; 6,5 y 6 mm. Se evaluó la germinación y el vigor con el test de frío, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica y las plántulas. Los resultados demuestran que las diferentes combinaciones de cultivar, fecha de siembra y granometría inciden de diferente manera en los parámetros de calidad de semilla, esto indica que el ambiente donde crece y se desarrolla la planta madre incide sobre la calidad de semilla, también se determinó que la cantidad de episodios de baja temperaturas en el periodo reproductivo del cultivo inciden fuertemente sobre la germinación y la energía germinativa. Se concluye que la combinación de épocas de siembras tempranas tanto con ciclos largos (más indeterminados, Granoleico) como ciclos algo más cortos (más determinados, Utre UNRC) producen semillas de elevada calidad fisiológica, y en las siembras tardías solo el cultivar de ciclo mas determinado produce semillas que cumplen con las normas vigentes.

Palabras claves: *Arachis hypogaea* L. Cultivar, Fecha de siembra, Granometría, Germinación, Vigor.

SUMMARY

Peanuts are one of the regional crop agriculture Argentina. The growth and development of the crop is influenced by environmental factors such as temperature, photoperiod and solar radiation. The seed quality, basic input for all sectors of agriculture, is a key factor in establishing a stand of healthy plants and homogeneous critical point in producing a successful crop. Locally, there is little information on the physiological quality of seeds grown in different environmental conditions, as well as there is little data on the behavior of cultivars in those conditions. This study aims to evaluate the quality of seeds of two peanut cultivars, of different cycle and growth characteristics, which were developed in different environmental conditions, generated by three dates sowing in one agricultural cycle. For this work we used seeds of cultivars developed an experimental test for the crop year 2010/2011 in the FAV CAMDOCEX - UNRC, under *Project Optimization interaction cultivar x planting date of peanut in the Río Cuarto*. Data were available rainfall and maximum temperatures, minimum and average during the growing season at the experimental site from weather stations Agrometeorology area of the FAV. After the seeds reached equilibrium moisture were classified by granometría (6 levels) with pit screens of 9, 8, 7.5, 7, 6.5 and 6 mm. We evaluated the germination and vigor with cold test, accelerated aging, electrical conductivity and seedlings. The results show that different combinations of cultivating, sowing date and granometría differently influence on the quality parameters of seed, it indicates that the environment in which grows and develops the mother plant affects the quality of seed, also determined the number of episodes of low temperatures in the reproductive period strong impact on crop germination and germination energy. We conclude that the combination of both early sowing times with long cycles (more indeterminate Granoleico) as somewhat shorter cycles (more certain, Utre UNRC) produce high quality seed physiological and late plantings single cycle cultivar more determined produces seeds that meet current standards.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., Cultivar, Planting date, Granometría, Germination, Vigor.

INTRODUCCIÓN

El maní cultivado, clasificado por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*, se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia o del NO de Argentina donde crece espontáneamente. En Argentina, los primeros registros corresponden a la época colonial cultivándose en pequeñas superficies en el NE y NO del territorio nacional, en Córdoba las primeras referencias son del siglo XIX, con siembras en los márgenes del río Segundo, a partir de 1930 el cultivo se impulsó y comenzó a concentrarse en la región centro-sur de Córdoba (Giayetto, 2006).

Es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina, en donde se siembran anualmente entre 300 y 350 mil hectáreas (Pedelini, 2008). De ese total, el 92 a 94 % son sembradas en el centro-sur de la provincia de Córdoba, donde se concentra la producción primaria nacional y la totalidad del proceso transformador o industrial de la misma, con alto impacto económico y social en la provincia (Giayetto, 2006). En el ciclo 2011/2012, en la provincia de Córdoba se sembraron un total de 278.000 has representando el 90.5 % del total del país (MinAgri, 2013).

La calidad de la semilla, insumo básico para todos los sectores de la agricultura, es un factor clave en el establecimiento de un stand de plantas sano y homogéneo, punto crítico en la producción de un cultivo exitoso (Roca, 2003).

El crecimiento y desarrollo potencial del cultivo de maní está influenciado por factores ambientales como la temperatura, el fotoperiodo y la radiación solar. Las prácticas de manejo como elección del cultivar, fecha de siembra y duración del ciclo del genotipo tienen influencia sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del maní (Giayetto *et al.*, 2010).

Para lograr un buen cultivo de maní es necesario utilizar semilla sana, madura, libre de enfermedades, de buen vigor, poder germinativo y de elevada pureza. La semilla de buena calidad ayuda a superar condiciones adversas como bajas temperaturas del suelo, excesiva profundidad de siembra o encostramiento superficial (Pedelini, 2008).

El establecimiento del cultivo puede ser afectado por diferentes factores. Entre ellos, cabe mencionar, el tipo de suelo, temperatura y humedad de cama de siembra; las características genéticas y calidad física de las semillas; su calidad fisiológica – viabilidad, vigor, tamaño, sanidad y velocidad de emergencia –; y por factores agronómicos o de manejo que afectan la emergencia – sistema de labranza, preparación de la cama de siembra, profundidad y sistema de siembra y tratamiento de la semilla (Fernández, 2006).

En la actualidad, la provisión de semilla fiscalizada para la siembra de maní, procede de un organismo oficial (INTA) y de empresas privadas. Además, las empresas de la industria de maní instaladas en nuestra zona destinan para la siembra los granos que han pasado por los distintos canales del proceso de selección. Finalmente, algunos productores conservan parte de su propia semilla para la siembra de la próxima campaña; practica que se ve facilitada por la fecundación autógama de esta especie (Fernandez, 2006).

Independientemente de la fuente de producción de semilla, ésta requiere de cuidados especiales desde la siembra en un lote de producción. En los lotes de maní destinados para semilla, se deben implementar prácticas de manejo que eviten exponer al cultivo a situaciones de estrés: hídrico, de temperatura, nutricional (calcio), entre otros. De esta forma se formaran semillas capaces de producir plántulas vigorosas que favorezcan un establecimiento rápido del cultivo para un amplio rango de condiciones ambientales, especialmente en condiciones subóptimas de temperaturas y humedad, las que se presentan, con relativa frecuencia, en las siembras tempranas de la región manisera de Córdoba (Fernandez, 2006).

La semilla utilizada para la siembra es, generalmente, de baja calidad fisiológica, por lo que se recomienda sembrar una proporción mayor (20 a 25 %) que el número de plantas a lograr, aunque en situaciones de campo esos valores son aun mayores (35 y 40 %). Por lo general los productores de la región manisera están sembrando un rango de 16 a 20 semillas por metro lineal para obtener alrededor 12 plantas a cosecha (Cerioni *et al.*, 2010). En estos casos, según Marchetti *et al.*, (2011) los lotes de semillas no alcanzan el valor de poder germinativo (75 u 80 %) establecido por la SAGyP (Resolución N° 2270/93) (INASE 2006) para su comercialización.

Se entiende por calidad de semillas a una serie de cualidades que deben reunir en conjunto y no en forma aislada; en general las semillas que poseen alta calidad presentan un alto grado de pureza botánica, bajo contenido de humedad, alta sanidad, alta viabilidad, alto vigor, bajo nivel de daño mecánico, buen tamaño, buen peso, alto grado de uniformidad y buena apariencia (Arango y Craviotto, 2003).

Dentro de los parámetros de calidad de semilla se encuentra el vigor al cual se lo define como “la suma total de algunas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad de la semilla o del lote durante la germinación o la emergencia de las plántulas”. Las pérdidas de vigor se relacionan con una reducción en la capacidad para llevar a cabo las funciones fisiológicas. Este proceso llamado envejecimiento fisiológico (o deterioro), empieza antes de la cosecha y continúa durante la misma, el procesamiento y el almacenamiento (ISTA, 2011).

Las condiciones ambientales influyen el crecimiento-desarrollo de las semillas y, consecuentemente, su calidad fisiológica, por lo que para producir semillas es necesario

considerar el ambiente de producción. El establecimiento del cultivo, está influenciado por la condición a la cual se vio sometida la planta madre (Fernandez, 2006).

La temperatura es el factor determinante de la tasa de desarrollo del maní (Ketring y Wkelees, 1989), no se han observado diferencias en la acumulación de materia seca, cuando la temperatura fluctúa entre 19,5 y 31 °C (Cox, 1979). El ciclo completo del cultivo depende de la acumulación térmica, aunque existen diferencias genéticas, geográficas y climáticas. En ambientes cálidos y sin restricción hídrica se han registrado mayores valores (1456 y 1672 °C d) (Ketring y Whelees, 1989), que en otros con menores temperaturas y limitantes hídricas (885 y 1245 °C d) (Bell *et al.*, 1994).

La diferencia de temperatura entre el día y la noche son desfavorables para el crecimiento y desarrollo, incluso cuando las temperaturas medias se aproximan al óptimo, los experimentos de Fortanier (1957), demuestran que no se forma ninguna flor cuando estas diferencias alcanzan los 20 °C.

En semillas producidas con condiciones subóptimas de temperaturas (5-7 °C por debajo de la temperatura óptima), debido al retraso fenológico de la etapa de llenado provocada por estrés hídrico durante el clavado e inicio de desarrollo de los frutos de las plantas madres, no se afectan la germinación, pero si la emergencia a campo (Fernandez, 2006). En general, las temperaturas extremas afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo, y específicamente existe detención del mismo cuando el cultivo está expuesto a episodios entre 9 – 12 °C (menor o igual a 4°C) (Bell *et al.*, 1994) como así también superiores a 36°C (Vara Prasad *et al.*, 2000).

El establecimiento del cultivo, es influenciado por la condición hídrica en la que crece la planta madre. En relación con la emergencia, se ha observado que las plántulas provenientes de semillas que sufrieron estrés tienen menor crecimiento hipocótilo-radícula, lo que afecta el crecimiento de la plántula. De hecho, se ha constatado menor emergencia tanto cuando el cultivo provenía de semillas que sufrieron falta de agua durante todo el ciclo de la planta madre, como durante el período reproductivo; principalmente cuando el suelo no tenía cobertura vegetal lo que favorece la evaporación y, consecuentemente, la pérdida de agua. En nuestra región es frecuente la ocurrencia de periodos de estrés hídrico en los meses de enero y febrero, en coincidencia con el desarrollo reproductivo del maní, este déficit induce a un cierre estomático que, a su tiempo, afecta la tasa de intercambio de carbono. La mayor tasa fotosintética se obtiene con 500 o más milímetros de agua durante el ciclo del cultivo (Fernandez, 2006).

El estrés lumínico afecta negativamente la translocación de fotoasimilados hacia los frutos haciendo que sólo una pequeña cantidad sean transportados hacia los mismos, cuando los

valores son inferiores al 20 % de luz disponible se reduce el número de frutos (Jadhav, 1992; Jadhav *et al.*, 1993).

El maní se caracteriza por su crecimiento indeterminado aunque existen diferencias entre los genotipos en el grado de indeterminación, los genotipos pertenecientes a la Subespecie *hypogaea*, variedad *hypogaea*, debido a su tipo de estructura de disposición de las estructuras vegetativas y reproductivas le confieren un mayor grado de indeterminación, en cambio los genotipos de la Subespecie *fastigiata*, variedades *fastigiata* y *vulgaris* poseen un grado de indeterminación menor. Debido a esta característica que posee el cultivo en la cosecha se recolectan frutos con diferentes grados de madurez (Fernandez *et al.*, 2006). Al alcanzar la madurez fisiológica, las semillas dejan de recibir sustancias de la planta madre, por lo que finaliza su crecimiento-desarrollo y presentan un potencial fisiológico elevado, quizás el máximo (Marcos Filho, 2005). Según Giambastiani (1998) en maní específicamente existe una relación directa entre la madurez y el porcentaje de germinación de las semillas.

Debido al manipuleo y daños mecánicos que se producen durante la cosecha y procesos de descascarado y acondicionamiento, el grano de maní puede ser afectado marcadamente en sus características intrínsecas como futura semilla. Normalmente, a partir del descascarado disminuye en forma paulatina el poder germinativo de la semilla. Para contribuir a disminuir este efecto se aconseja almacenar en óptimas condiciones, especialmente en ambiente de temperatura y humedad controladas, a fin de evitar la colonización por los hongos típicos de almacenamiento (*Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp.). Las semillas con daños mecánicos tienen mayores posibilidades de ser afectadas por hongos de almacenamiento, ya que estos patógenos tienen a las heridas como puerta de entrada para la infección. Además, también influyen en el deterioro de la semilla las condiciones de almacenamiento, las que pueden favorecer el incremento de las infecciones y posterior proceso de colonización de estos hongos (García *et al.*, 2010).

La máxima calidad se alcanza en el momento de madurez fisiológica; a partir de allí, se inicia un proceso de deterioro irreversible e inexorable. El atraso en la cosecha, después que las semillas se han independizado de la planta madre, puede perjudicar la calidad del producto a obtener por la posible exposición a condiciones ambientales desfavorables (Fernandez, 2006). A medida que se retrasa la fecha de recolección disminuye el poder germinativo y aumenta el nivel de infección fúngica transportada por la semilla de maní (Cavallo *et al.*, 2005).

Por otro lado, la granometría hace referencia al tamaño de los granos de maní, y está asociada con la calidad y el valor económico de la producción. En todas las especies existe variabilidad en el tamaño de las semillas que conforman un lote, y en maní es más manifiesta.

Esta variabilidad en el tamaño está relacionada con las características de crecimiento indeterminado y a la distribución a lo largo de las ramificaciones de los frutos y semillas. El tamaño de las semillas es característico del genotipo y presenta alta consistencia en diferentes ambientes. En los cultivares tipos Valencia y Español las semillas son de menor tamaño que en los Virginia, aunque dentro de estos los tipos comercial Virginia (32-40 granos/onza¹) son mayores que en los runner (43-67 granos/onza) (Fernandez y Giayetto, 2006).

En el cultivo de maní se ha observado que el tamaño de las semillas utilizado influencia la emergencia y el crecimiento-desarrollo del cultivo originado a partir de las mismas, por otra parte el tamaño de las semillas incide en el establecimiento del cultivo, afectando el crecimiento inicial, las semillas grandes producen plántulas de mayor tamaño. Es importante destacar que el comportamiento de las semillas retenidas por la zaranda de tajo de 7 mm no son influenciadas por las condiciones hídricas de la planta madre, esto es importante al momento de decidir qué tamaño de semilla utilizar para la siembra, particularmente cuando se desconocen las condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo de la planta madre (Fernandez, 2006).

El monitoreo de la calidad de las semillas puede ser realizado después de la cosecha para conocer si las mismas tienen la capacidad de mantener la calidad hasta la siembra del próximo ciclo. Las evaluaciones se deben realizar con el Test Padrón de Germinación (TPG), ya que al mismo se lo utiliza porque indica el máximo potencial de germinación de un lote de semilla que puede ser usado para comparar la calidad de los lotes diferentes y también estimar el valor de siembra en el campo y se debe realizar según las normas del ISTA (Fernandez, 2006).

En forma complementaria al TPG, se deben realizar evaluaciones de vigor. Cada test de vigor evalúa diferentes parámetros de la capacidad de almacenamiento y comportamiento en el campo, los test de estrés frecuentemente proveen información más precisa en la evaluación del potencial del lote de semillas de maní (Fernandez, 2006). Algunos de los test empleados para realizar las pruebas de vigor son:

Test de envejecimiento acelerado: la realización de este test en la post cosecha inmediata sirve para determinar las diferencias de vigor entre lotes, definir destinos en el tipo de almacenamiento, verificar la necesidad de prelimpieza y/o curado en almacenaje prolongado. También, permite estimar el potencial de almacenamiento y predecir la posible emergencia por comparación con el poder germinativo en condiciones adversas de campo.

¹ 1 onza = 28,38 gramos

Conductividad eléctrica: la técnica implementada utiliza el principio de conductividad eléctrica de los electrolitos en solución. El fundamento del método, utilizado para soja, es que aquella semilla que presenta alteraciones de diverso origen en sus estructuras, una vez sumergida en agua deionizada sufre una pérdida mayor de elementos químicos de distinta naturaleza que las semillas en buenas condiciones físicas y sin alteraciones de su estructura.

Test de frío: esta técnica es muy útil como complemento del test patrón de germinación, ya que permite realizar estimaciones de emergencia y/o resistencia a condiciones de bajas temperaturas como las que predominan durante las siembras tempranas del maní. Es además, un buen indicador de niveles de vigor entre lotes (Arango, 2002).

Vanzolini y Nakagawa (1998, 2005) realizaron varios trabajos con el objeto de identificar metodologías más precisas para evaluar vigor a través de la conductividad eléctrica para detectar diferencias entre tratamientos utilizando diferentes genotipos, tamaños de semillas. También Rossetto *et al.*, (2004) hicieron estudios para determinar condiciones para evaluar el vigor a través del envejecimiento acelerado.

Localmente, no existe información sobre la calidad fisiológica de las semillas que han crecido en diferentes momentos como consecuencia de la fecha de siembra, como así también son escasos los datos del comportamiento de cultivares en esas condiciones. Los resultados obtenidos en esta experiencia permitirán disponer de datos que aportarán información rápidamente transferible a los productores de semillas.

Hipótesis

La calidad fisiológica de la semilla está condicionada por el genotipo y por las condiciones ambientales donde se desarrollan.

Objetivo General

Evaluar la calidad de semillas de dos cultivares de maní, de diferentes longitud de ciclo y tipos de crecimiento, que se desarrollaron en diferentes condiciones ambientales, generadas por tres fechas de siembra en un mismo ciclo agrícola.

Objetivos Específicos

Evaluar la calidad fisiológica de genotipos de diferentes ciclos y tipos de crecimiento que crecieron en ambientes generados por las fechas de siembra.

Evaluar el efecto de la fecha de siembra sobre la calidad fisiológica de las semillas.

Evaluar el efecto de la granometría sobre la calidad fisiológica de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de cultivares de maní que se obtuvieron de un ensayo experimental desarrollado durante la campaña agrícola 2010/2011 en el CAMDOCEX de la FAV – UNRC, en el marco del proyecto *Optimización de la interacción fecha de siembra x cultivar de maní en la zona de Río Cuarto*.

Las siembras se realizaron el 8 de Octubre, el 10 de Noviembre y el 12 de Diciembre del 2010, y los cultivares de maní utilizados fueron Utre UNRC y Granoleico. En el Cuadro 1 se describen las características de los cultivares empleados en la experiencia.

Cuadro 1: Descripción de los genotipos utilizados en la experiencia.

Cultivar	Ciclo Siembra a cosecha (días)	Porte	Color Tegumento	Relación Grano / caja (%)	Materia Grasa	Peso de 100 semillas	Rto. Confitería	Alto oleico
					(%)	(%)	(%)	
Utre UNRC	130-150	Erecto	Rosado pálido	70-80	Sin datos	Sin datos	75-85	No
Ganoleico	150-170	Rastrero	Rosado pálido	80-82	45-48	78-82	70-80	Si

Determinaciones y/o registros

Clima

Se dispuso de los datos de precipitaciones y temperaturas máximas, mínimas y medias durante el ciclo del cultivo en el sitio experimental procedentes de la estación meteorológica del área de Agrometeorología de la FAV.

Con los datos de los registros meteorológicos se estimaron las condiciones ambientales a las que estuvo expuesto el cultivo durante su ciclo, las variables analizadas fueron la radiación global (MJ m^{-2}), precipitación (mm), temperatura media ($^{\circ}\text{C}$), amplitud térmica ($^{\circ}\text{C}$) y el número y duración de episodios con valores de temperatura superiores a 36°C y entre $9-12^{\circ}\text{C}$.

Calidad Fisiológica

Luego que las semillas alcanzaron la humedad de equilibrio (aproximadamente 3 meses de la cosecha) se clasificaron por granometría (6 niveles) con zarandas de tajo de 9; 8; 7,5; 7; 6,5 y 6 mm.

El diseño utilizado en el laboratorio fue completamente aleatorizado y en el campo en bloques con parcela dividida, donde la parcela principal fue la fecha de siembra con tres niveles y la subparcela el cultivar con dos niveles.

En el laboratorio se evaluó la calidad fisiológica de las semillas (100, con cuatro repeticiones) a partir del poder germinativo (ISTA, 2008) y el vigor por medio del test de frío, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica (Hamptom y Te Krony, 1995) y evaluación de plántulas (Nakagawa, 1999).

A campo se evaluó la emergencia, para lo cual se sembraron 100 semillas con 4 repeticiones de cada cultivar y granometría; se consideró plántulas que tenían una hoja totalmente abierta (Nakagawa, 1999).

Análisis de datos:

Los datos obtenidos se analizaron mediante ANAVA, análisis de regresión y comparación de medias con el test de Duncan; mediante el uso del programa de computación InfoStat, versión 2012.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones ambientales

Condiciones ambientales durante el crecimiento de la planta madre

La temperatura es el factor determinante de la tasa de desarrollo del maní (Ketring y Wheless, 1989) y el crecimiento máximo ocurre, generalmente, entre los 20 °C y 35 °C, aunque la temperatura base es muy inferior a estos valores, estimándose para la mayoría de los estados fenológicos valores entre 9 y 11 °C (Emery *et al.*, 1969).

Durante el ciclo del cultivo, en todas las fechas de siembra estudiadas (Cuadro 2), ocurrieron sólo dos eventos de elevada temperatura como los que describen Vara Prasad *et al.*, (2000) (≥ 36 °C), que determina una restricción en la tasa de desarrollo y crecimiento, de los cuales sólo un evento de elevada temperatura ocurrió durante el desarrollo de las semillas, ocurriendo estas en la primer fecha de siembra de ambos cultivares (mediados de enero).

Cuadro 2: Condiciones ambientales durante el ciclo de la planta madre según fecha de siembra y cultivar.

Fecha de siembra	Cultivar	Radiación (MJ m ⁻²)	Precipitación (mm)	Riego (mm)	Temperatura (°C)			
					Media	Amplitud térmica	Episodios	
							>36°C	9-12 °C (≤4)
1 FS. 8 Oct	Utre	4236,5	622,4	405,9	20,6	13,4	2	28
2 FS. 10 Nov	Utre	3930,6	609,6	278	21	13,4	2	15
3 FS. 12 Dic	Utre	3510,3	472,9	200	20,4	13,9	2	32
1 FS. 8 Oct	Granoleico	4603,5	661,6	405,9	20,4	13,4	2	33
2 FS. 10 Nov	Granoleico	4207,1	609,6	278	20,7	13,6	2	26
3 FS. 12 Dic	Granoleico	3517,7	484,6	200	20,3	13,8	2	36

Aclaración: FS, fecha de siembra

Se observó una mayor variabilidad de episodios con temperaturas sub-óptimas a la que ocurre crecimiento (≤ 12 °C, Bell *et al.*, 1994) entre las fechas de siembras y duración del ciclo de cada cultivar, determinándose mayor frecuencia de eventos de bajas temperaturas en el cultivar Granoleico que en el cultivar Utre UNRC en todas las fechas de siembra. Específicamente, en la primer fecha de siembra (08/10) y en la tercer fecha de siembra (12/12) se registraron mayor cantidad de episodios de bajas temperaturas, 28 y 32 respectivamente para

el cultivar Utre cuyo ciclo promedio entre las tres fechas de siembra fue de 148 días, en tanto para el cultivar Granoleico el ciclo fue de 158 días, se registraron 33 y 36 eventos de bajas temperaturas respectivamente, que en la segunda fecha de siembra (10/11), debido principalmente a la mayor longitud del ciclo de crecimiento de este cultivar. También se observó, analizando los datos climáticos, que en la primer fecha de siembra la mayor cantidad de episodios de baja temperatura ocurrieron al inicio del ciclo del cultivo, siendo para el cultivar Utre UNRC el 100% de los episodios y del 85% para el cultivar Granoleico, en contra partida la tercer fecha de siembra los eventos de baja temperatura ocurrieron durante el periodo de desarrollo de la semilla siendo para el cultivar Utre UNRC el 96% de los episodios y para el cultivar Granoleico del 100% de los episodios, demostrando esta situación la importancia de especificar el momento de ocurrencia de la baja temperatura definido por la elección del cultivar y de la fecha de siembra.

En cuanto a la temperatura media durante el ciclo de la planta madre se observa que está dentro de los valores de optimo crecimiento y desarrollo (20 °C y 35 °C, según; Ketring y Wheless, 1989). Analizando la amplitud térmica se observa que la misma no varió demasiado con respecto a la fecha de siembra y al cultivar, si se puede decir que el comportamiento es que a medida que la fecha de siembra se retrasa la amplitud térmica por la que pasa el cultivo es mayor, debido a que esta no excedió los 20 °C, según lo explica Fortanier, (1957) no se habría comprometido el crecimiento y desarrollo del cultivo ni el número de frutos.

En cuanto a la radiación se registró una diferencia de 7,22 % entre la primera fecha de siembra y la segunda, y de 17,1 % entre la primera y la tercera en el cultivar Utre, en cambio en el cultivar Granoleico debido a su mayor ciclo del cultivo se registró una mayor diferencia siendo de 8,6 % entre la primera y la segunda fecha de siembra, y del 23,6 % entre la primera y la tercera fecha de siembra, esta última es la que mayor incide sobre el crecimiento y desarrollo ya que supera el 20 %, afectando la traslocación de fotoasimilados hacia los frutos (Jadhav, 1992; Jadhav *et al.*, 1993).

La deficiencia de agua en el suelo puede demorar el desarrollo del cultivo afectando su fenología, aunque el efecto es mayor sobre el crecimiento. El mayor crecimiento del cultivo se obtiene con 500 o más milímetros de agua durante el ciclo del cultivo (Fernández *et al.*, 2006). Analizando los datos del Cuadro 2, se observa que las precipitaciones fueron suficientes para cumplir con los requerimientos del cultivo, salvo en la siembra tardía donde el agua fue levemente menor a los 500 milímetros en ambos cultivares.

Condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo de la semilla

Las condiciones ambientales influyen el crecimiento-desarrollo de las semillas, y consecuentemente, su calidad fisiológica, por lo que para producir semillas es necesario considerar el ambiente de producción (Fernandez, 2006), principalmente el periodo que va desde R4 (fruto completamente desarrollado) a R8 (madurez de cosecha).

Durante el periodo de llenado de granos (Cuadro 3), periodo en el cual se va a definir parte de la calidad de la semilla, se registró un episodio de elevada temperatura en la primera fecha de siembra en ambos cultivares. Sin embargo, el cultivar de ciclo más largo (Granoleico) estuvo expuesto a mayor cantidad de eventos con temperaturas inferiores a las establecidas para el crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo (9-12 °C), y estos episodios incrementaron con el atraso de la fecha de siembra de la misma forma que en el ciclo completo. Durante el desarrollo de la semilla se observó que la temperatura media se aleja del valor óptimo a medida que se retrasa la fecha de siembra por consiguiente se ve afectado el crecimiento y desarrollo del cultivo. En cuanto a la amplitud térmica se observa que está muy lejos de los 20° C citados anteriormente, por lo tanto el crecimiento y desarrollo no se vio afectado durante el periodo de crecimiento y desarrollo de la semilla. Es para destacar que a medida que se atrasa la fecha de siembra se reduce la amplitud térmica, independientemente del cultivar.

Cuadro 3: Condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo de las semillas según fecha de siembra y cultivar.

Fecha de siembra	Cultivar	Radiación (MJ m ⁻²)	Precipitación (mm)	Riego (mm)	Temperatura (°C)			
					Media	Amplitud térmica	Episodios	
							>36°C	9-12 ° C (≤4)
1 FS. 8 Oct	Utre	1758,5	348	200	21,4	7,8	1	0
2 FS. 10 Nov	Utre	1728,9	372,8	100	19,9	7,5	0	11
3 FS. 12 Dic	Utre	1620,8	207,5	60	18,4	9,8	0	31
1 FS. 8 Oct	Granoleico	1846,5	371,2	200	20,5	8	1	5
2 FS. 10 Nov	Granoleico	1793,3	206,2	100	19,1	8,7	0	26
3 FS. 12 Dic	Granoleico	1293	142,8	30	17,8	8,8	0	36

En cuanto a la emergencia, se ha constatado menor emergencia tanto cuando el cultivo provenía de semillas que sufrieron falta de agua durante todo el ciclo de la planta madre (periodo vegetativo, 110 mm; periodo reproductivo, 280 mm), como durante el periodo reproductivo

(Fernández, 2004). En cuanto a la disponibilidad hídrica, basándonos en los datos de Fernández (2004), se observa que el cultivar UTRE en las dos primeras fechas de siembras registran una pluviometría acorde a las necesidades de crecimiento y desarrollo de la semilla, y que sólo la primer fecha de siembra del cultivar Granoleico la alcanza, las demás fechas de siembras -en diferentes magnitudes- no llegan a cumplir con el requerimiento de agua en el periodo reproductivo del cultivo.

En cuanto a la radiación se registró una diferencia de 1,68 % entre la primera fecha de siembra y la segunda y de 7,83 % entre la primera y la tercera en el cultivar UTRE, en cambio en el cultivar Granoleico debido a su mayor ciclo del cultivo se observó una mayor diferencia siendo de 2,88 % entre la primera y la segunda fecha de siembra y del 29,97 % entre la primera y la tercera fecha de siembra, esta última es la que mayor incide sobre el crecimiento y desarrollo ya que supera el 20 % de la luz disponible, afectando la traslocación de fotoasimilados hacia los frutos (Jadhav, 1992; Jadhav *et al.*, 1993).

Calidad Fisiológica de las semillas

Germinación

El análisis estadístico de los resultados de germinación muestra que no hubo efecto de interacción entre todas las variables, pero sí se detectó efecto de la fecha de siembra ($p < 0,0001$) y de la interacción entre el cultivar y la granometría ($p = 0,0007$) sobre este parámetro de la calidad fisiológica de las semillas.

La fecha de siembra tuvo un efecto sobre la germinación (Figura 1). Se observa que la primera fecha de siembra (84,5 %) y la tercera (82,3 %) no se diferencian estadísticamente una de otra siendo la segunda fecha de siembra la que registra los menores valores (72,8 %).

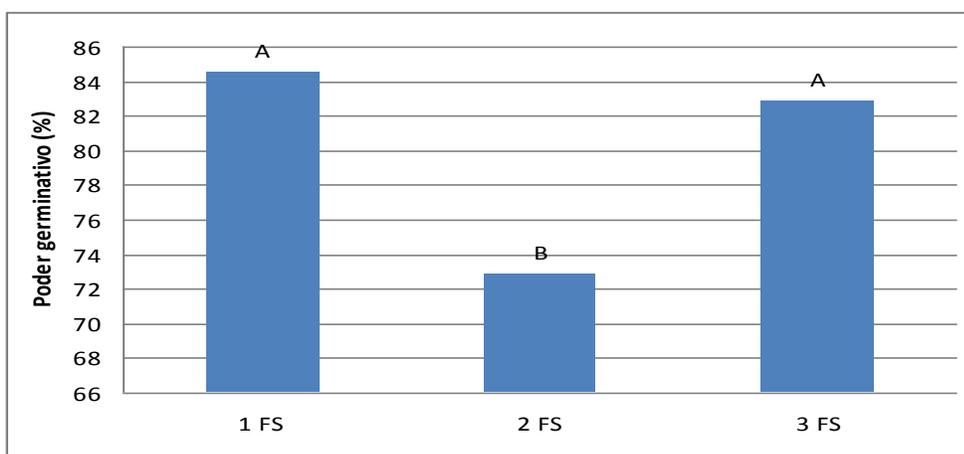


Figura 1: Poder germinativo de las semillas según fecha de siembra

Analizando los resultados de germinación (Figura 1) con los datos ambientales (Cuadros 2 y 3) se observa que la temperatura media en el ciclo del cultivo de ambos cultivares fue la más alta y hubo menor número de episodios de bajas temperaturas en la segunda fecha de siembra. Durante el crecimiento y desarrollo de la semilla las diferencias ambientales entre genotipos no produjeron efectos negativos sobre la germinación. Por lo que, en esta experiencia, las altas temperaturas durante el ciclo de ambos cultivares de maní afectaron negativamente la calidad fisiológica coincidiendo con lo descrito por Boote y Ketring (1990). Estos autores sostienen que las altas temperaturas pueden reducir la cantidad de fotosintatos y otros metabolitos requeridos para la formación de las semillas. Por otra parte, Ketring (1991) observó un menor crecimiento de las plántulas provenientes de semillas que sufrieron estrés.

Es importante destacar que las semillas provenientes de la segunda fecha de siembra no alcanzaron los valores establecidos para la comercialización de semillas (75 u 80 %) establecidos por la SAGyP (Resolución N° 2270/93) (INASE, 2006).

La germinación presentó efecto de interacción entre el cultivar y la granometría (Figura 2). Según el comportamiento se podrían definir dos grupos. Uno de ellos estaría conformado por semillas que no alcanzaron el 75 % de germinación correspondiendo a las zarandas de tajo de 6; 6,5 y 7 mm del cultivar Granoleico (6: 63,3; 6,5: 63 y 7: 71 %), diferenciándose estadísticamente de las demás. Posiblemente, las semillas de este cultivar -de ciclo más largo- estuvieron expuestas durante su desarrollo a menores temperaturas; se observa en el Cuadro 3 un alto número de episodios de bajas temperaturas en la segunda y tercera fecha de siembra.

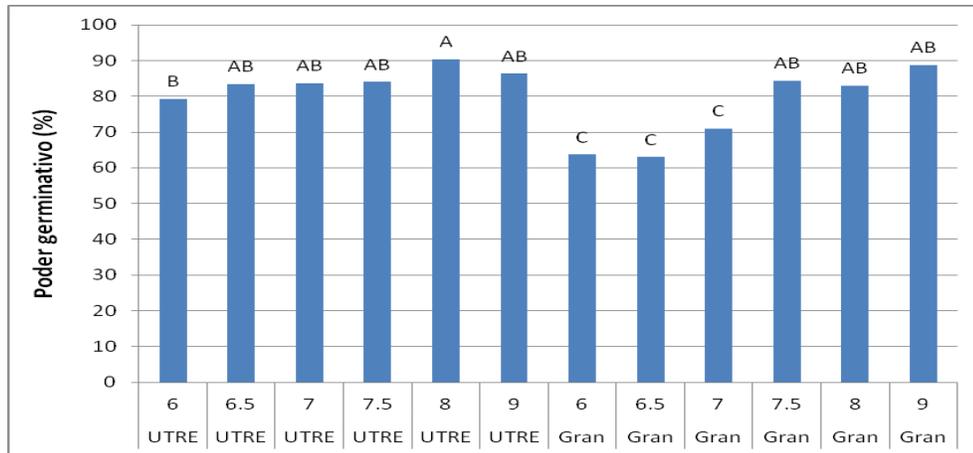


Figura 2: Poder germinativo de la semillas según Cultivar y Granometría.

El otro grupo, estaría conformado por las semillas que tuvieron una germinación mayor al 75%, dentro de este grupo el menor valor corresponde a las semillas de la zaranda 6 de UTRE (79,33 %) y el mayor al de la zaranda 8 del mismo cultivar (90,3 %), las demás combinaciones de los factores mencionados son intermedias entre estas. En general, estos datos se corresponden con los observados por Fernández *et al.*, (1998) en un cultivar tipo Virginia. Estos autores registraron menor porcentaje de germinación en las semillas pequeñas (retenidas en las zarandas de tajo de 6.5 mm) que en las de mayor tamaño (retenidas en la zaranda de tajo 9 mm) debido – principalmente- a la mayor proporción de semillas duras. Además, detectaron un efecto de interacción entre el tamaño de la semilla y la condición hídrica de la planta madre. Este hecho no se manifestó en esta experiencia, porque las diferencias en la disponibilidad de agua estuvieron dadas por la fecha de siembra (Cuadros 2 y 3) pero no hubo interacción entre este parámetro y la granometría.

Vigor

Evaluación de plántulas

El vigor de las semillas fue evaluado a través de las plántulas vigorosas del test patrón de germinación, el test de frío, el test de envejecimiento acelerado, el test de conductividad eléctrica y por último se evaluó la emergencia a campo.

El vigor evaluado a través de las plántulas vigorosas del test patrón de germinación no presentó interacción estadísticamente significativa entre todas las variables, pero si hubo efecto interacción entre la fecha de siembra y la granometría ($p=0,0121$) (Figura 3) y entre el cultivar y la granometría ($p=0,0003$) (Figura 4).

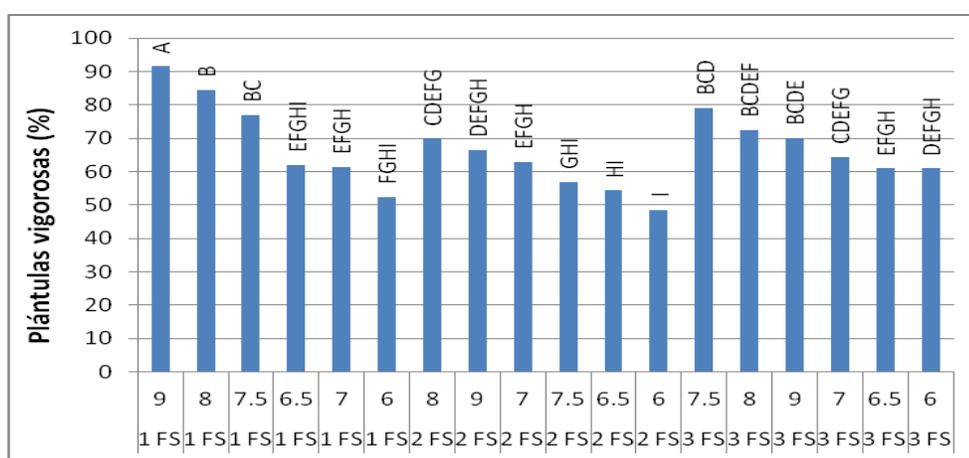


Figura 3: Porcentaje de plántulas vigorosas según fecha de siembra y granometría.

Analizando los resultados se observa que existe una alta interacción entre los datos, de igual modo, se puede mencionar que a medida que la granometría va disminuyendo el porcentaje de plántulas vigorosas también lo hace, al igual, que el comportamiento que tiene en la germinación (Figura 2), también se puede mencionar que la primer fecha de siembra tiene un comportamiento mejor que las otras dos, y que la tercer fecha de siembra mejor que la segunda, tal como sucede en la germinación (Figura 1).

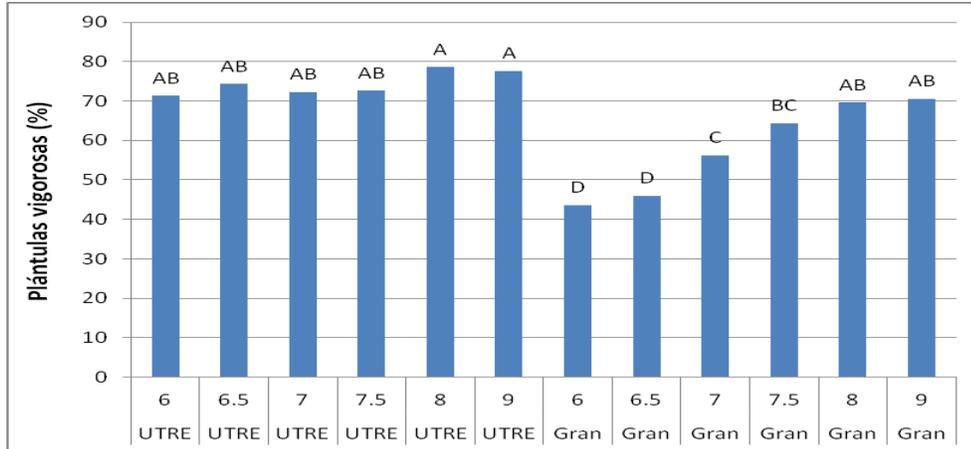


Figura 4: Vigor de las semillas a través de las plántulas vigorosas del test patrón de germinación según cultivar y granometría.

Los cultivares tuvieron comportamiento diferente en el vigor según granometría. El cultivar UTRE mantuvo un porcentaje de plántulas vigorosas mayor al 70% en todas las granometrías, sin diferencias entre ellas. El cultivar Granoleico, en cambio, no manifiesta ese comportamiento ya que las plántulas vigorosas aumentan con la granometría teniendo los valores más bajos en las granometrías 6 y 6,5 que no llegan al 45% y los valores más altos corresponden a las semillas de la zaranda 9 que alcanzan el 70%. Estos datos se relacionan positivamente con los valores de germinación (Figura 2).

La calidad depende del estado de maduración de las semillas. Según Pattee *et al.*, (1974), debido a la fructificación indeterminada del maní al momento de la cosecha se encuentran frutos en diferentes estados de desarrollo y, consecuentemente, semillas con diferente composición. Los cultivares de ciclo más largo tienen un crecimiento más indeterminado, como el Granoleico en nuestra experiencia. A su vez, los cultivares tienen diferente comportamiento en situaciones de baja disponibilidad de agua y temperatura (Fernández, 2006).

Test de frío

Este tipo de test permite realizar estimaciones de emergencia y/o resistencia en condiciones de bajas temperaturas como las que predominan durante las siembras tempranas del maní. Es, además, un buen indicador de niveles de vigor entre lotes (Arango, 2002).

Germinación del test de frío

El análisis estadístico de la germinación del test de frío nos muestra que hubo efecto de interacción estadísticamente significativa entre todas las variables ($p=0,0003$) (cultivar, granometría y fecha de siembra) (Figura 5).

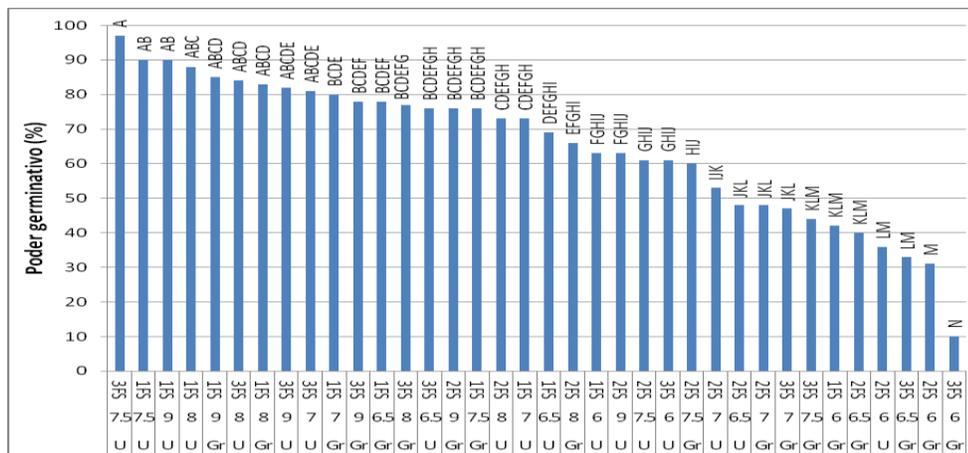


Figura 5: Poder germinativo de las semillas a través del test de frío según cultivar, fecha de siembra y granometría.

Nota: U: cultivar Utre; Gr: cultivar Granoleico

Se pueden dividir los datos en dos grupos utilizando como punto de separación el 76% de germinación (datos que contengan la letra A y/o B, y los demás), a pesar del gran efecto de interacción. A partir de esta inferencia, se puede decir que la primer fecha de siembra y la tercera poseen el mejor comportamiento al momento de germinar a bajas temperaturas, en cambio la segunda fecha de siembra junto con las granometrías menores (7, 6.5 y 6) del cultivar Granoleico, poseen una menor capacidad de germinación a temperaturas sub-óptimas. Las condiciones ambientales estresantes de la tercera fecha de siembra (Cuadro 3) no se manifestaron en un bajo vigor de las semillas evaluado con el test de frío.

Evaluación de plántulas del test de frío

El análisis estadístico de los resultados de este test para el vigor de las semillas nos muestra que hubo efecto de interacción estadísticamente significativa entre todas las variables ($p=0,0011$) (cultivar, granometría y fecha de siembra), al igual que en el porcentaje de germinación (Figura 6).

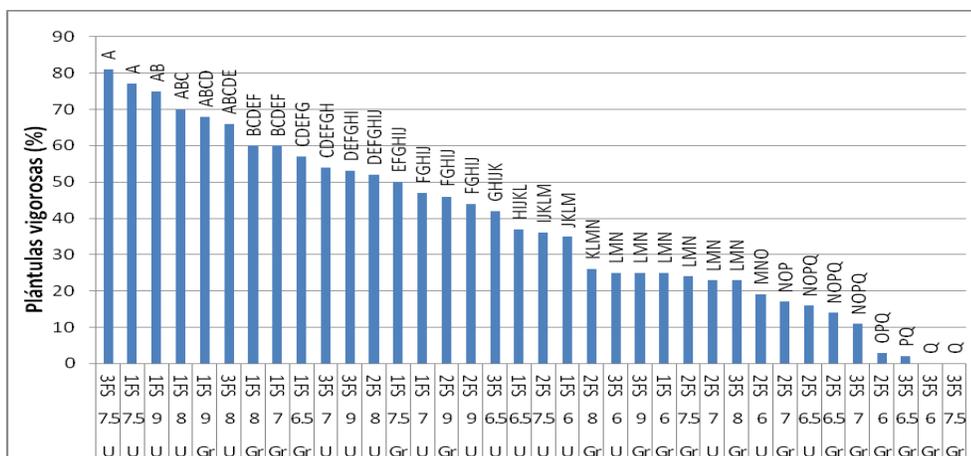


Figura 6: Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de frío según cultivar, fecha de siembra y granometría.

Nota: U: cultivar Utre; Gr: cultivar Granoleico

Al igual que en la germinación (Figura 5), existen una alta interacción entre los datos, lo que hace difícil identificar las causas, pero realizando el mismo análisis que en la germinación se puede dividir a los datos en dos grupos utilizando el 60% de plántulas vigorosas como el valor que las separa (datos que contengan la letra A y/o B, y los demás). Aquí se puede decir que en general la primer y la tercer fecha de siembra, principalmente del cultivar UTRE, tiene los mayores porcentajes de plántulas vigorosas los cuales rondan entre el 81% y el 60%, y la segunda fecha de siembra junto con las granometrías menores del cultivar Granoleico poseen valores menores al 60%.

Envejecimiento acelerado

Este test sirve para determinar las diferencias de vigor entre lotes, definir destinos en el tipo de almacenamiento, verificar la necesidad de pre limpieza y/o curado en almacenaje prolongado. También, permite estimar el potencial de almacenamiento y predecir la posible emergencia comparando lotes con poder germinativo semejante expuestos a condiciones adversas (Arango, 2002).

Germinación del Envejecimiento acelerado

El análisis estadístico de la germinación del test de envejecimiento acelerado nos muestra que hubo efecto de interacción estadísticamente significativa entre todas las variables ($p < 0,0001$) (cultivar, granometría y fecha de siembra) (Figura 7).

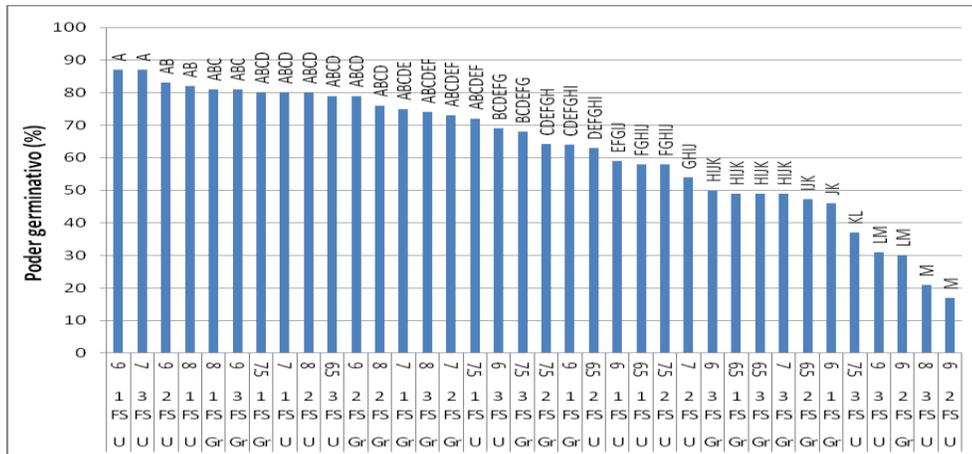


Figura 7: Poder germinativo de las semillas a través del test de envejecimiento acelerado según cultivar, fecha de siembra y granometría.

Nota: U: cultivar Utre; Gr: cultivar Granoleico

Analizando los resultados se observa que existen una alta interacción entre los diferentes parámetros (al igual que en el test de frío). También podemos dividir los datos en dos grupos utilizando como punto de división el 72% de germinación (tomando el 72% ya que no se diferencia estadísticamente en este test del 75%, ambos contienen la letra A), este 75% lo podemos tomar como referencia ya que lo establece la SAGyP (Resolución N° 2270/93) para la comercialización de semillas (INASE, 2006). Tomando dicho número como división se observa que aquellas granometrías más grandes (7.5, 8 y 9) soportarían de mejor manera las condiciones de almacenaje prolongado, brindando luego de este, un porcentaje aceptable de germinación, no así las semillas correspondientes a las demás granometrías. Con respecto al cultivar y la fecha de siembra no se puede dar una descripción de lo sucedido debido a la gran interacción entre los datos.

Evaluación de plántulas del Envejecimiento acelerado

El análisis estadístico de los resultados de la evaluación de plántulas del test de envejecimiento acelerado nos muestra que hubo efecto de interacción estadísticamente significativa entre todas las variables ($p < 0,0001$) (cultivar, granometría y fecha de siembra), al igual que en el porcentaje de germinación (Figura 8).

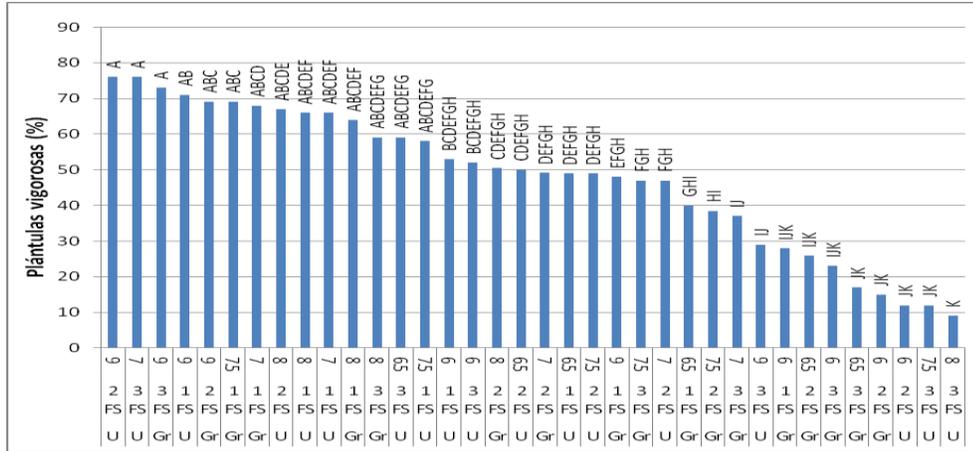


Figura 8: Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de envejecimiento acelerado según cultivar, fecha de siembra y granometría.

Nota: U: cultivar Utre; Gr: cultivar Granoleico

Al igual que en los casos anteriores se observa alta interacción entre las variables analizadas, de igual modo podemos separar los datos en dos grupos, tomando como referencia la letra A; en la parte izquierda del gráfico encontramos los valores más altos en el cual tenemos principalmente a la primer y tercer fecha de siembra y las granometrías grandes, las cuales rondan entre el 75% y el 58% de plántulas vigorosas, relacionándose positivamente con los valores de germinación, del otro lado del gráfico tenemos, principalmente, la segunda fecha de siembra y las granometrías menores con porcentajes que rondan entre el 53 y el 9%.

Conductividad eléctrica

Este test permite determinar si la semilla presenta alteraciones en su estructura, mientras mayor es la conductividad más dañada está la integridad de las membranas de la semilla (Arango, 2002).

El análisis estadístico de los resultados del test de conductividad eléctrica de las semillas nos muestra que hubo efecto de interacción estadísticamente significativa entre todas las variables ($p < 0,0001$) (cultivar, granometría y fecha de siembra) (Figura 9).

corroborar la calidad de la semilla obtenida a través de los test de estrés, ya que al igual que en el test de frío (Figuras 5 y 6) y envejecimiento acelerado (Figuras 7 y 8) la primer fecha de siembra del cultivar Granoleico y la tercer fecha de siembra del cultivar UTRE siempre presentaron los más altos niveles de germinación y de plántulas vigorosas, por lo tanto es de esperar que lo visto en el laboratorio se repitiera a nivel de campo.

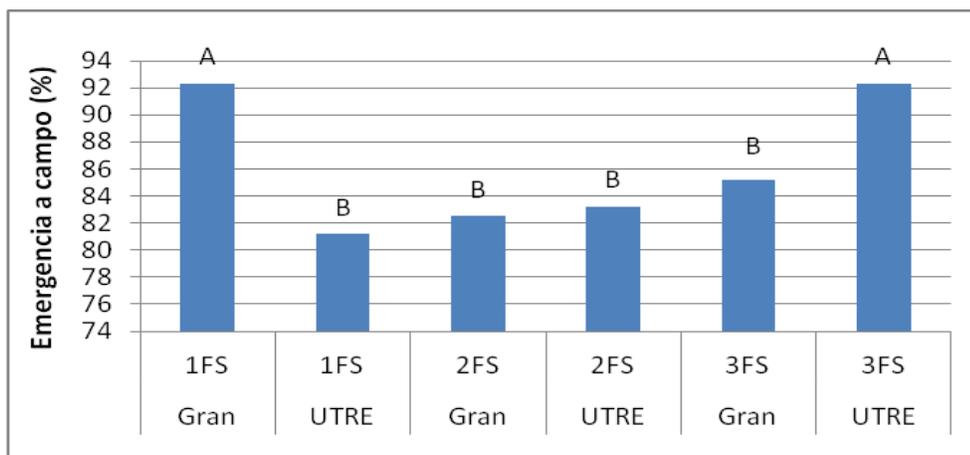


Figura 10: Emergencia a campo según cultivar y fecha de siembra

Si bien en esta experiencia no se pudo detectar claramente las diferencias entre genotipos, Vanzolini y Nakagawa (1998) observaron que los genotipos de semillas más pequeñas tenían menor conductividad con valores semejantes a los registrados en esta experiencia, en cambio los cultivares de semillas más grandes los valores superaron ampliamente a los resultados en el presente trabajo.

En la figura 11 se observa la interacción estadísticamente significativa entre la fecha de siembra y la granometría. Aquí se observa que solo los datos de la segunda fecha de siembra y la granometría 6 no llegan al valor (75%), los demás datos superan este valor alcanzando el 95,5% en la tercera fecha de siembra y la granometría 7,5. Estos datos, al igual que los anteriores, se pueden relacionar con los obtenidos en los test de estrés antes descrito; con respecto a las granometrías se observa el mismo comportamiento que se describió en la figura 10, ya que en los test de envejecimiento acelerado y el test de frío las granometrías más grandes (9; 8 y 7,5), junto con la primer y tercer fecha de siembra presentan los valores más altos de germinación a su vez, esto también se lo puede relacionar con la figura 9 (Conductividad eléctrica), aquí se observa que las granometrías más grandes presentan menor daño de su estructura por una mayor integridad de las membranas con respecto a las granometrías menores.

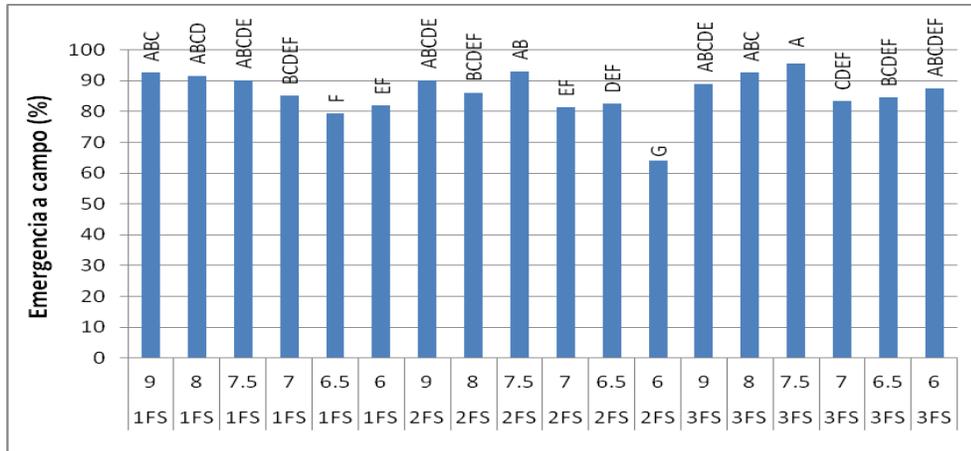


Figura 11: Emergencia a campo según fecha de siembra y granometría.

Como síntesis de lo visto hasta esta instancia del trabajo, se puede decir que las semillas retenidas en las zarandas de tajo de 9, 8 y 7,5 mm, que crecieron y se desarrollaron en diferentes ambientes generados por la primer y la tercer fecha de siembra presentan una elevada calidad fisiológica, con diferencias entre cultivares que se discutirán en la siguiente parte del trabajo, pero estarían dentro de los parámetros de calidad de semillas establecidos por el INASE, 2006.

Calidad fisiológica de las semillas por cultivar

Se realizó un análisis por cultivar para detectar el efecto específico de la fecha de siembra y de la granometría en cada uno de ellos, primero se analizará el cultivar UTRE UNRC y luego el cultivar Granoleico.

UTRE UNRC

Germinación

Analizando los datos del porcentaje de germinación se detectó interacción estadísticamente significativa entre las dos variables ($p=0,0015$) (fecha de siembra y granometría) (Figura 12).

En la figura 12, se observa que una alta proporción de semillas provenientes de diferentes combinaciones de fecha de siembra y granometría alcanzan porcentajes de germinación superiores al 75 %, prácticamente sin diferencias estadísticas entre ellas, sólo en las semillas pequeñas de la segunda fecha de siembra los valores fueron inferiores al 70%, podemos decir que estas semillas se formaron con bajas temperaturas (31 episodios de temperaturas < 9-12 °C) y baja humedad (204 mm) porque si bien estos datos son del periodo de formación de semillas (Cuadro 3), aquellas de menor tamaño (semillas retenidas en zaranda de tajo de 6,5 y 6 mm) se están formando en un momento posterior en el ciclo del cultivo por lo que están expuestas a una mayor restricción de las condiciones ambientales.

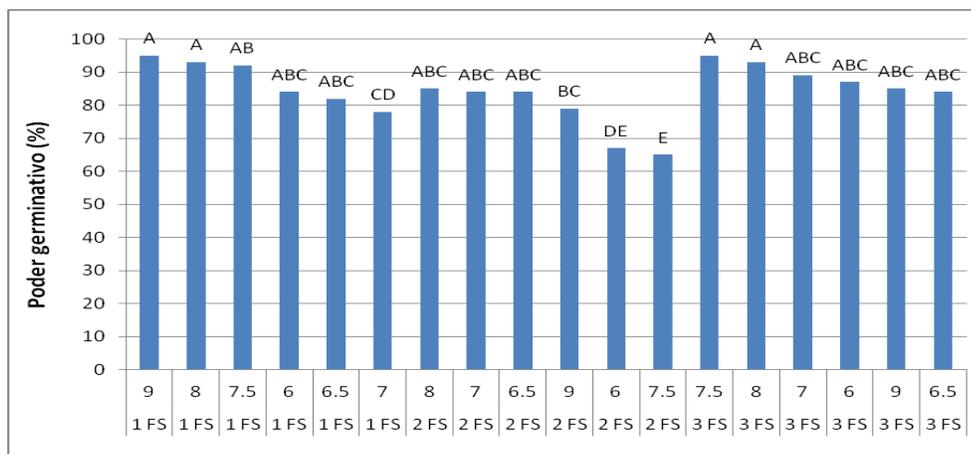


Figura 12: Porcentaje de germinación según fecha de siembra y granometría

Tal como lo explica Giambastiani (1998) donde especifica que existe una relación directa entre la madurez y el porcentaje de germinación de las semillas.

Vigor

El vigor fue evaluado por diferentes test para lo que se utilizó las características de las plántulas en el test patrón de germinación, la germinación y la evaluación de plántulas del test de frío y envejecimiento acelerado y conductividad eléctrica.

Evaluación de plántulas

El vigor de las semillas, evaluado a través de las plántulas vigorosas del test patrón de germinación presentó efecto de interacción estadísticamente significativa entre las variables ($p=0,003$) fecha de siembra y granometría, (Figura 13). Los resultados del vigor presentados se relacionan positivamente con los resultados de la germinación.

Generalmente aquellos cultivares que tienen alto porcentaje de germinación tienen un alto nivel de plántulas vigorosas (Fernández y Giayetto, 2006). Esto se corrobora ya que la misma fecha de siembra y la misma granometría poseen el mayor porcentaje de germinación (95%) y el mayor porcentaje de plántulas vigorosas (91%), siendo la misma la primera fecha de siembra y la granometría de 9 mm.

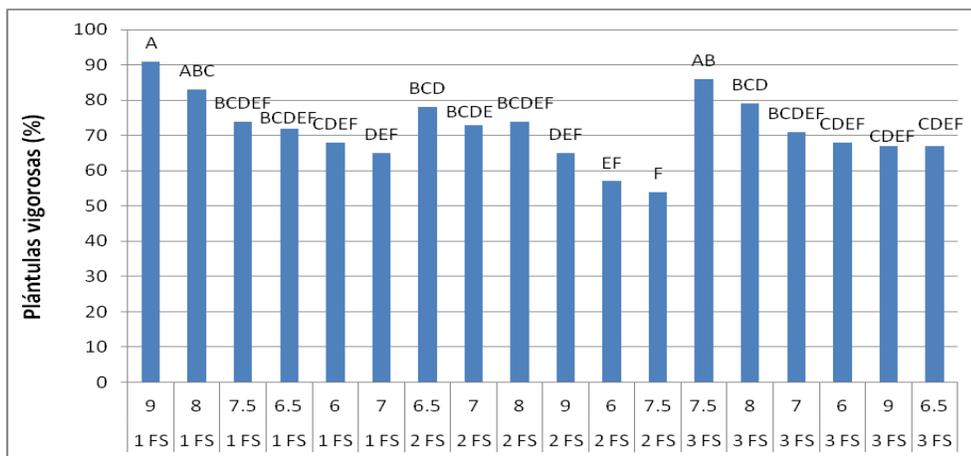


Figura 13: Vigor de las semillas a través de las plántulas vigorosas según fecha de siembra y granometría

Test de frío

Germinación del test de frío

El análisis estadístico de los resultados de la germinación del test de frío no evidenció interacción estadísticamente significativa entre las variables, pero si se encontró efecto de la fecha de siembra ($p<0,0001$) (Figura 14 a) y la granometría ($p<0,0001$) (Figura 14 b).

En la figura 14 a se observa que tanto en la primera como la tercera fecha de siembra la germinación superó el 75%, no sucediendo esto para la segunda fecha de siembra cuyo porcentaje de germinación es del 55,6%.

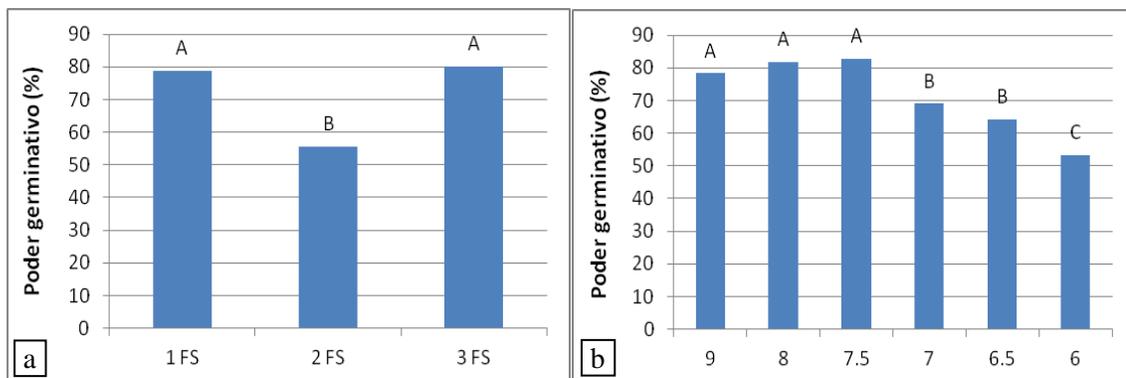


Figura 14: Germinación según fecha de siembra (a), y según granometría (b).

En la Figura 14 b se observan las diferencias significativas entre las granometrías, en donde las semillas más grandes (9; 8 y 7,5) superan el 75% de germinación (Letras A), en cambio las granometrías menores (7; 6,5 y 6) son inferiores al 69%. Esto se caracteriza debido a que el maní tiene un crecimiento indeterminado, debido a esta característica al momento de la cosecha se encuentran frutos con diferentes grados de madurez (Fernandez, 2006).

Evaluación de plántulas del test de frío.

El análisis estadístico de este test para el vigor de las semillas no presento interacción estadísticamente significativa entre las variables (fecha de siembra y granometría), pero si se encontraron diferencias significativas entre la fecha de siembra ($p < 0,0001$) (Figura 15 a), y la granometría ($p < 0,0001$) (Figura 15 b).

En la figura 15 a, se observa el comportamiento similar entre la germinación y el porcentaje de plántulas vigorosas, la primer y la tercer fecha de siembra poseen el mayor porcentaje de plántulas vigorosas, 56 y 53% respectivamente, en cambio la segunda fecha de siembra se diferencia de estas dos con un menor porcentaje de plántulas vigorosas, no llegando al 35%.

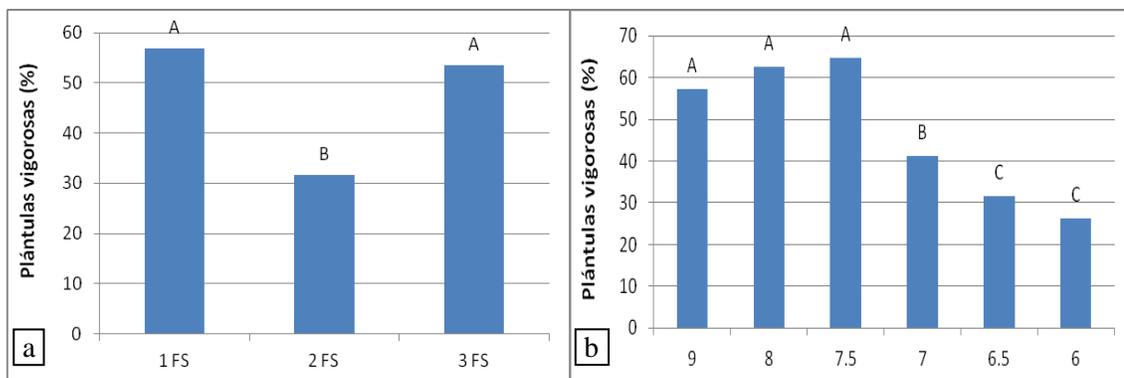


Figura 15: Plántulas vigorosas según fecha de siembra (a), y según granometría (b).

En la Figura 15 b, también se observa el mismo comportamiento anteriormente mencionado, al igual que el poder germinativo las semillas grandes presentan una mayor cantidad de plántulas vigorosas (9: 57,3%, 8: 62,6%, 7,5: 64,6 %), en cambio las semillas más pequeñas no superan el 42% de plántulas vigorosas, este valor es muy bajo, pues se ha estimado que el vigor no debe ser inferior al 15-20% del test patrón de germinación.

Comparando los resultados de la germinación y el de plántulas vigorosas del test de frío observamos que son idénticos, por lo que con el test de germinación es suficiente para identificar efecto de los tratamientos.

Envejecimiento acelerado

Germinación del Envejecimiento acelerado

El análisis estadístico de la germinación del test de envejecimiento acelerado detecta interacción estadísticamente significativa entre las variables ($p < 0,0001$) (fecha de siembra y granometría).

En la figura 16 se observa que varía mucho el porcentaje de germinación según la fecha de siembra y la granometría pero podemos dividir los datos en dos grupos; por un lado aquellos cuyo porcentaje de germinación supera al 50% y que tienen pequeñas diferencias entre ellos (A, B ó C), el otro grupo se caracteriza por tener un porcentaje inferior al 40% (D y/o E). Se puede decir que la tercera fecha de siembra y las granometrías 9 y 8 presentan menor porcentaje de germinación junto con la granometría 6 de la segunda fecha de siembra.

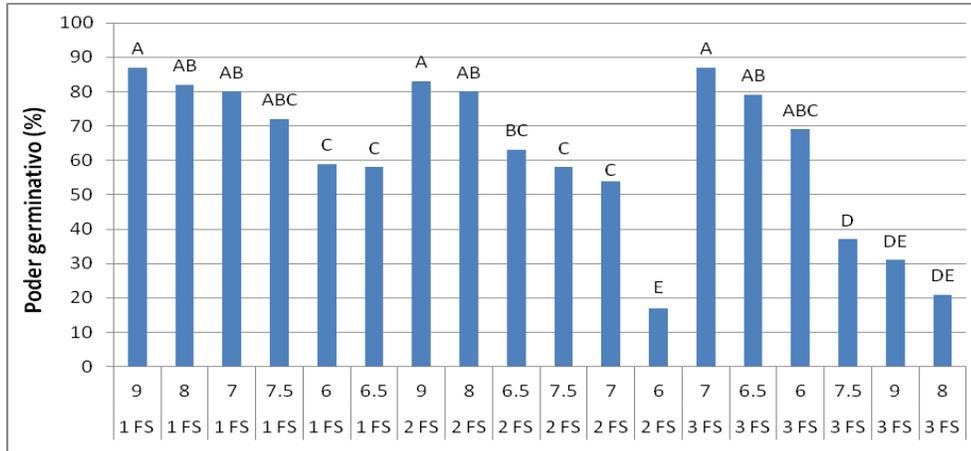


Figura 16: Germinación del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.

Evaluación de plántulas del Envejecimiento acelerado

El análisis estadístico de los resultados de la evaluación de plántulas del test de envejecimiento acelerado mostró efecto de interacción estadísticamente significativa entre las variables ($p < 0,0001$) fecha de siembra y granometría.

En la figura 17 se observan los datos de la interacción, pero debido a la gran complejidad e interacción de los resultados es muy difícil poder mencionar un comportamiento preciso.

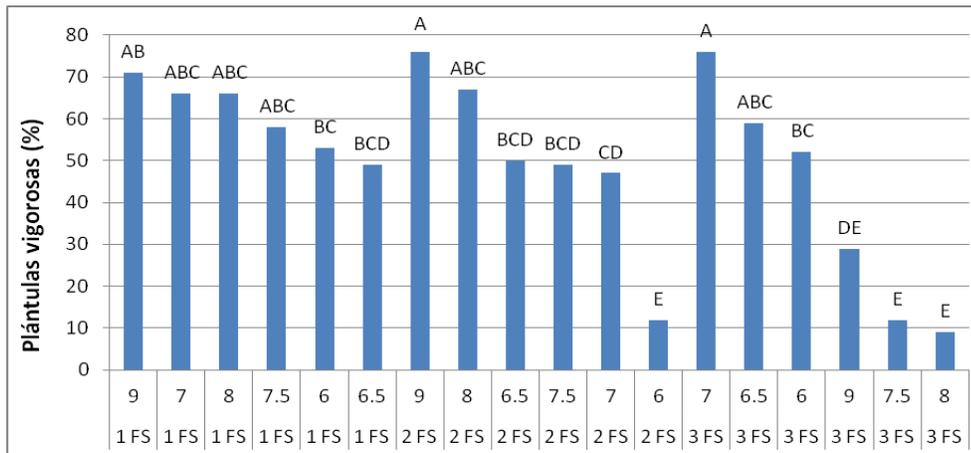


Figura 17: Germinación del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.

A pesar de la dificultad de identificar los efectos de los tratamientos, se observa cierta similitud entre los resultados de la germinación (Figura 16) con los de plántulas vigorosas (Figura 17), ya que las granometrías 8 y 9 de la tercer fecha de siembra junto con la granometría

6 de la segunda fecha de siembra presentan los menores valores de plántulas vigorosas (menor al 30%) al igual que en la germinación. Esto demuestra que los resultados de germinación son suficientes para detectar efecto de los tratamientos en el test de envejecimiento acelerado.

Conductividad eléctrica

El análisis estadístico de los resultados del test de conductividad eléctrica no permitió observar efecto de interacción entre las variables, pero se observan diferencias significativas en las fechas de siembra ($p=0,0038$) y en las granometrías ($p<0,0001$).

Cabe recordar que los valores de conductividad eléctrica son inversos a los de los otros test de vigor; cuanto más pequeño son los valores, mejor es la calidad estructural de la semilla.

En la figura 18 se observan que la tercer fecha de siembra se diferencia de la primera; la tercer fecha de siembra presenta los menores valores de conductividad, por lo que presentaría una mejor calidad de semilla comparativamente con las otras dos fechas.

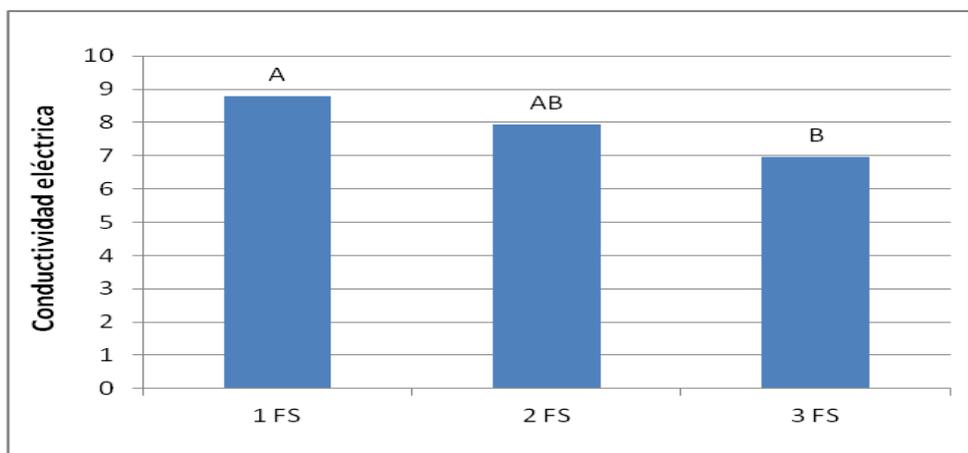


Figura 18: Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gr}$) según fecha de siembra.

Estos resultados no son semejantes a los del test de frío (Figura 14 y 15), lo que demuestra que los test están evaluando diferentes características de las semillas relacionadas al deterioro por lo que es necesario utilizarlos conjuntamente cuando se evalúa el vigor.

En la figura 19 se observa como a medida que el tamaño de la semilla va disminuyendo mayor es la pérdida de electrolitos de la pared celular, por consiguiente, en el proceso de imbibición liberaría mayor cantidad de compuestos al medio, disminuyendo la calidad fisiológica de la semilla.

Estas semillas más pequeñas, en el cultivo de maní, en general, son las que se forman al finalizar el ciclo por lo que tienen menor periodo de crecimiento y condiciones ambientales más desfavorables durante el crecimiento-desarrollo como así también durante la pérdida de agua

después de la madurez y el arrancado. Este conjunto de factores hace que las semillas sean de menor calidad, hecho demostrado con estos resultados.

Vanzolini y Nakagawa (2005) observaron menor conductividad en las semillas de mayor tamaño en un cultivar Español, que tiene características estructurales de crecimiento semejantes al Utre. Esto hace que los frutos se desarrollen en un corto periodo de tiempo, así mismo se observa que las semillas de la granometría ≥ 7 tienen valores de conductividad relativamente bajos según lo definido por esos autores.

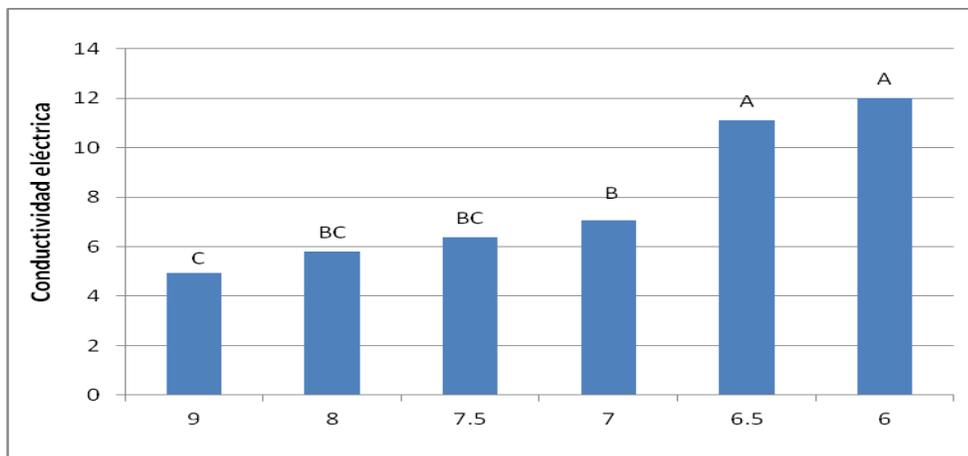


Figura 19: Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gr}$) según granometría.

Emergencia a campo

Analizando los datos de la emergencia a campo, se encontró que no existe interacción significativa entre las variables, las diferencias se observaron entre la fecha de siembra ($p < 0,0001$) y la granometría ($p = 0,0004$).

En la figura 20 se observan dos grupos que se diferencian, por un lado la tercer fecha de siembra con la mayor emergencia (93%), y por el otro la segunda y la primera.

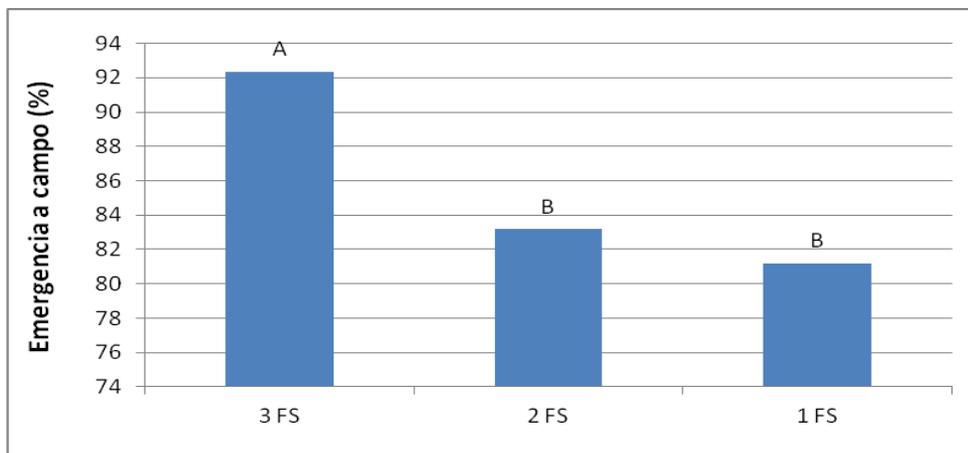


Figura 20: Porcentaje de plántulas emergidas a campo según fecha de siembra.

Estos resultados (Figura 20) se pueden relacionar con los de conductividad eléctrica (Figura 18), en donde la tercer fecha de siembra presentaba valores semejantes con la segunda.

En la figura 21 se puede ver que los datos son complejos de analizar debido a que existen pocas diferencias, sólo podemos decir que las diferencias se encuentran las semillas intermedias (7 y 7,5) y la más pequeñas (6). En otras experiencias se observó que las semillas de la granometría 7 es la que presenta menor variabilidad en la calidad en diferentes ambientes (Fernandez, 2004). En cambio en esta experiencia se observó que la mayor calidad se registró en las del calibre 7,5 que es uno de los tamaños de mayor frecuencia en un lote de semillas.

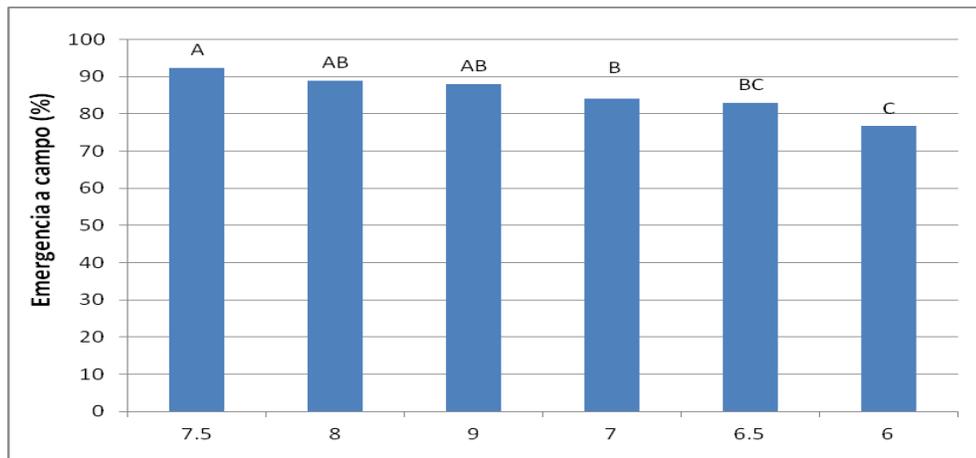


Figura 21: Porcentaje de plántulas emergidas a campo según granometría.

Estos datos no coinciden con otros autores que trabajaron con otros cultivares. Pedellini y Diaz (1990), trabajando con un cultivar tipo Valencia, encontraron que el tamaño de las semillas incide en el establecimiento del cultivo ya que semillas grandes producen plántulas de mayor tamaño. En cambio, Vanzolini y Nakagawa (2005) no encontraron diferencias en la emergencia en las semillas de diferentes tamaños en un cultivar tipo Español.

GRANOLEICO

Germinación

En el cultivar Granoleico no hubo interacción estadísticamente significativa entre las variables (fecha de siembra y granometría), pero si se evidencia significancia individual de la fecha de siembra ($p=0,0013$) y la granometría ($p<0,0001$) (Figura 22).

En la figura 22 a se puede observar que el mayor porcentaje de germinación lo tiene la primer fecha de siembra (81,67%), siguiéndole la tercera fecha de siembra (76,83%) y por último la segunda fecha de siembra (68,33%), que no alcanza el valor mínimo establecido para la comercialización como semillas (75 – 80 %) (INASE 2006).

En la figura 22 b se puede separar en tres categorías de granometrías, por un lado la granometría 9 (88,67%) diferenciándose estadísticamente de las demás, luego la granometría 7,5 (84,33%) y 8 (83%) y por último las granometrías menores (7: 71%; 6: 63,67%; 6,5: 63%), que no alcanzan el 75 % (INASE 2006).

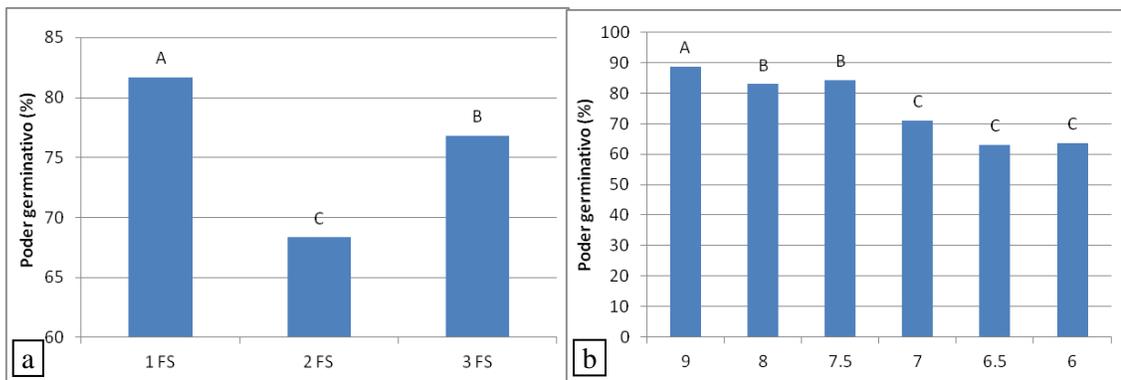


Figura 22: Germinación de las semillas según fecha de siembra (a) y granometría (b).

Estos datos no concuerdan totalmente con los registrados por Fernandez *et al.*, (1998) -trabajando con un cultivar tipo Virginia, quien observó que las semillas retenidas en la zaranda de 9 mm alcanzaron el mayor porcentaje de germinación, posiblemente porque las condiciones ambientales no fueron tan extremas como las ocurridas en la experiencia de esos autores. En cambio concuerdan los bajos valores registrados en las semillas de menor tamaño como ya fue explicitado en párrafos precedentes.

El cultivar Granoleico tiene un largo periodo de crecimiento lo que hace una gran diferencia en el periodo y momento de desarrollo de las semillas generadas en los nudos a medida que se alejan del tallo principal, lo que está relacionado el grado de desarrollo al momento de la cosecha y consecuentemente con la granometría.

Vigor

Evaluación de plántulas

El vigor evaluado con las plántulas vigorosas presentó una tendencia semejante a la germinación. El análisis estadístico de los datos no evidenció interacción entre las variables, pero sí diferencias significativas individuales para la fecha de siembra ($p=0,0027$) y la granometría ($p<0,0001$).

No existieron diferencias estadísticamente significativas en el vigor de las semillas provenientes de la primera y la tercera fecha de siembra (67,5 y 63,0%, respectivamente), pero sí con la segunda fecha de siembra (53%) (Figura 23 a). En cuanto a la granometría (Figura 23 b) las semillas más grandes (9, 8 y 7,5) mostraron el mayor porcentaje de plántulas vigorosas (> 70,6%). Las semillas más pequeñas (6) alcanzaron los menores valores.

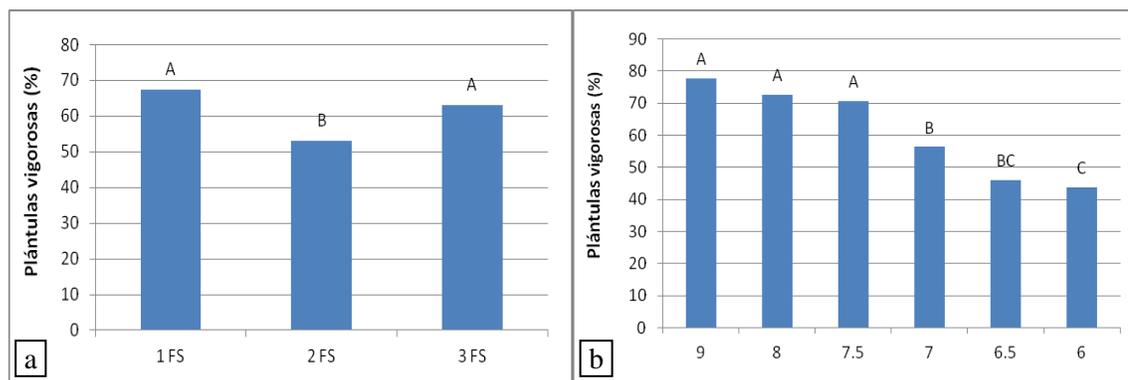


Figura 23: Vigor de las semillas evaluado con las plántulas vigorosas según fecha de siembra (a) y granometría (b).

Estos resultados muestran el comportamiento diferente de los cultivares de desigual longitud del ciclo que define el grado de indeterminación y consecuentemente a la exposición de diferentes condiciones ambientales en una región –como la del centro sur de Córdoba- acotada en cuanto a longitud en la disponibilidad de factores ambientales óptimos para el crecimiento.

Test de frío

Germinación del test de frío

El análisis estadístico de los resultados de germinación del test de frío nos muestra que no hubo efecto de interacción entre todas las variables, pero sí se detectó efecto de la fecha de siembra ($p<0,0001$) (Figura 24) y de la granometría ($p<0,0001$) (Figura 25).

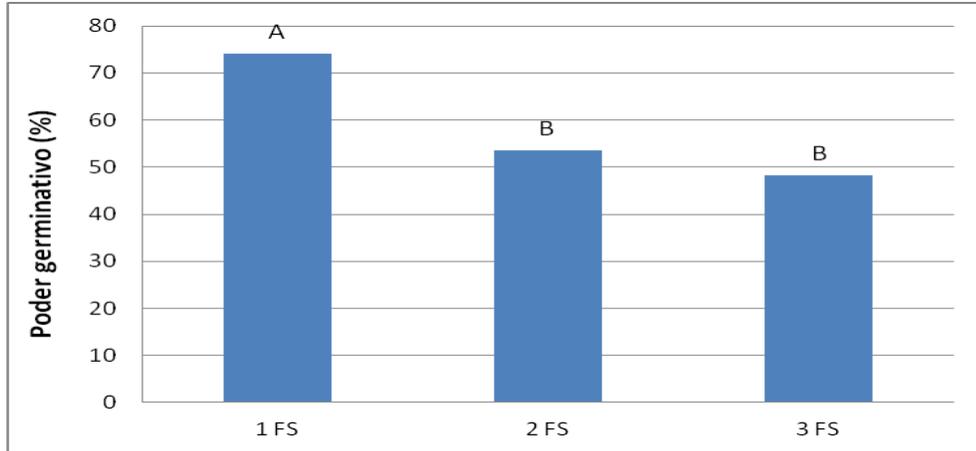


Figura 24: Poder germinativo de las semillas a través del test de frío según fecha de siembra.

En relación al efecto de la fecha de siembra sobre la germinación del test de frío se observó que la primer fecha de siembra permitió alcanzar el mayor vigor (74%), en cambio las otras dos el vigor fue bajo (segunda: 53,5%; tercera: 48,2%).

En cuanto al efecto de la granometría sobre la germinación, se registró mayor porcentaje en las semillas más grandes (9 y 8) y se observó que a medida que disminuye la granometría también lo hace la germinación; siguiendo la misma tendencia de lo observado en la germinación (Figura 22).

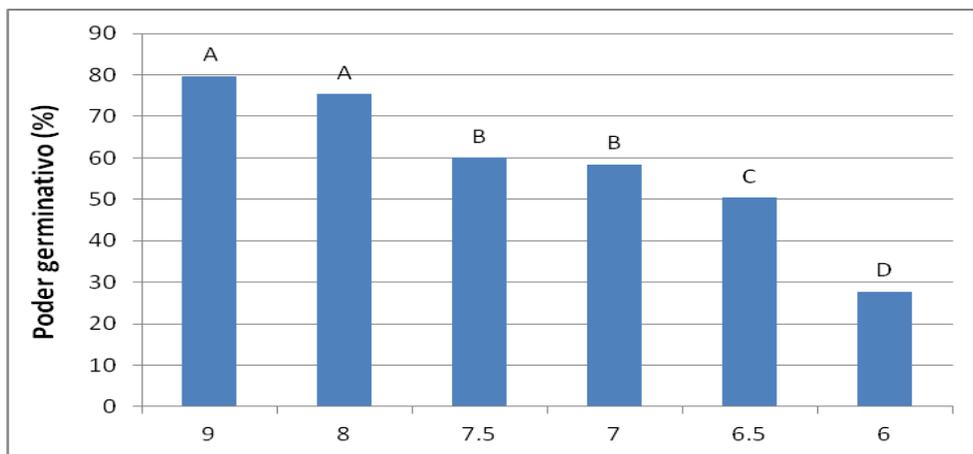


Figura 25: Poder germinativo de las semillas a través del test de frío según granometría.

Evaluación de plántulas del test de frío.

El análisis estadístico de los resultados de la evaluación de plántulas vigorosas del test de frío nos muestra que no hubo efecto de interacción entre todas las variables, pero si se detectó efecto de la fecha de siembra ($p < 0,0001$) (Figura 26) y de la granometría ($p < 0,0001$) (Figura 27).

La primera fecha de siembra presentó el mayor porcentaje de plántulas vigorosas (53,5%) diferenciándose de las demás, la segunda y la tercera fecha de siembra poseen valores muy bajos, ninguno supera el 21%. Estos resultados son semejantes a los de la germinación (Figura 24).

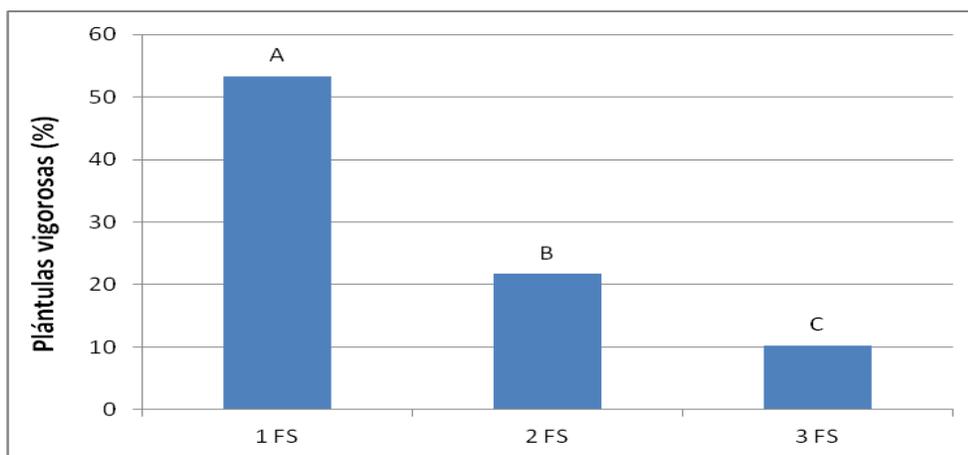


Figura 26: Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de frío según fecha de siembra.

En la figura 27 se observa que a medida que la granometría es menor el porcentaje de plántulas vigorosas también lo es. La granometría 9 presenta el mayor porcentaje de plántulas vigorosas (46,3%), mientras que la menor de las granometrías (6) presenta solo un 9,3% de plántulas vigorosas. Estos resultados siguen la misma tendencia que la germinación (Figura 25).

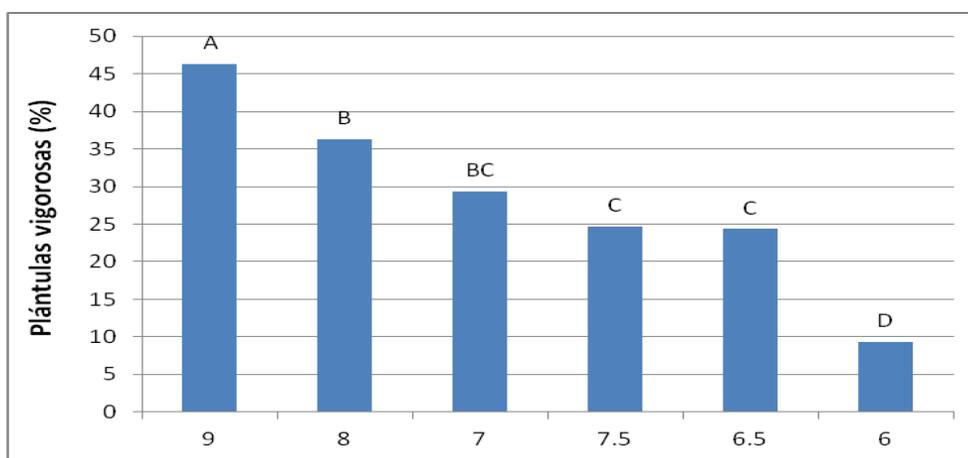


Figura 27: Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de frío según granometría.

Envejecimiento acelerado

Germinación del Envejecimiento acelerado

El análisis estadístico del test de envejecimiento acelerado nos mostró que existe interacción estadísticamente significativa entre las variables ($p < 0,0001$) (fecha de siembra y granometría) (Figura 28).

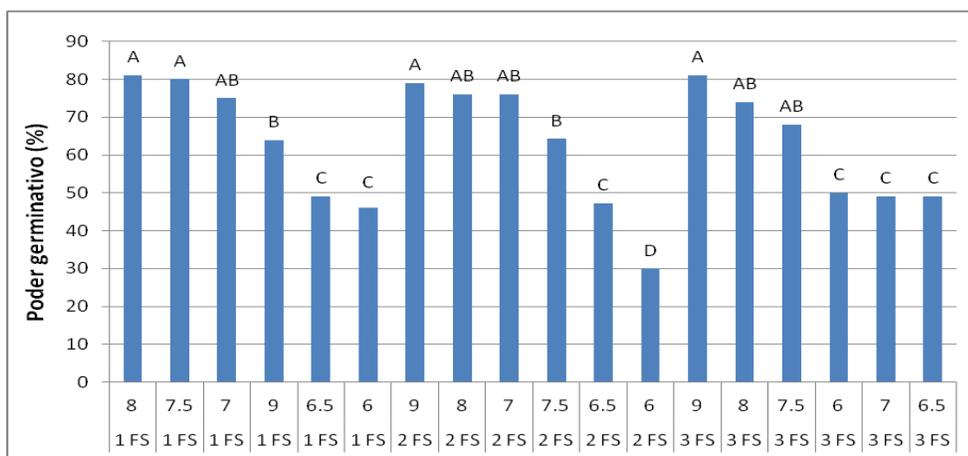


Figura 28: Poder germinativo a través del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría

Según se observa en la figura anterior, existe interacción entre la granometría y la fecha de siembra en el porcentaje de germinación, los datos se los puede dividir en dos, por un lado las semillas más grandes (7,5; 8 y 9) que presentan más de un 64% de germinación, y por otro lado las semillas pequeñas 7; 6,5 y 6 que poseen menos del 50% de germinación, lo que indicaría que estas semillas no soportarían condiciones de almacenaje prolongado.

Evaluación de plántulas del Envejecimiento acelerado

Al igual que para el porcentaje de germinación (Figura 28) se encontró interacción estadísticamente significativa entre las variables ($p < 0,0001$) fecha de siembra y granometría sobre las características de las plántulas (Figura 29).

La alta interacción entre los datos hace difícil describir el comportamiento de las variables ya que es muy difícil poder separar los datos, aunque si se puede decir que existe una cierta similitud entre el poder germinativo y el porcentaje de plántulas vigorosas ya que las semillas más chicas, al igual que la germinación, tienen los más bajos porcentajes de plántulas vigorosas.

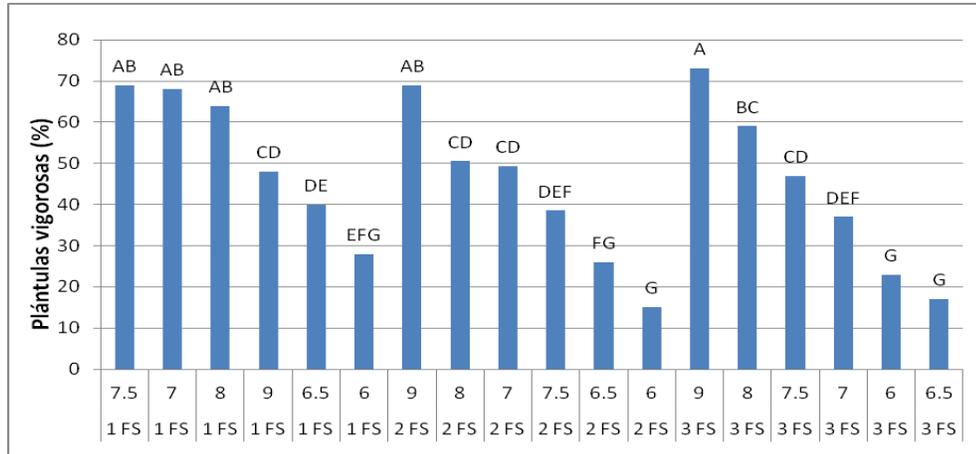


Figura 29: Porcentaje de plántulas vigorosas a través del test de envejecimiento acelerado según fecha de siembra y granometría.

Conductividad eléctrica

Realizando el análisis estadístico de los datos se encontró que existe interacción estadísticamente significativa en la conductividad eléctrica entre las variables ($p < 0,0001$) (fecha de siembra y granometría).

En la figura 30 se observa que las semillas más grandes de la primera y la tercera fecha de siembra presentan los menores valores de conductividad lo que indica que la calidad estructural de las membranas celulares que integran las semillas es mejor que las semillas más pequeñas, y que aquellas desarrolladas en la segunda fecha de siembra.

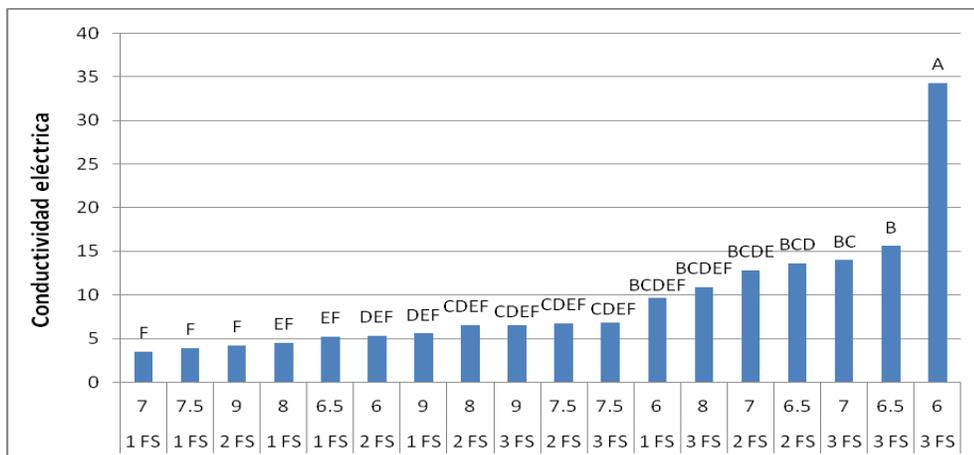


Figura 30: Conductividad eléctrica expresada en ($\mu S/cm/gr$) según fecha de siembra y granometría.

Emergencia a campo

El análisis estadístico de los datos determinó que no hay interacción significativa en la emergencia a campo entre las variables, pero si hay diferencias significativas en la fecha de siembra ($p=0,0013$) (Figura 31) y la granometría ($p<0,0001$) (Figura 32).

La primera fecha de siembra se diferencia de las demás con más de 92% de plántulas emergidas a campo, lo que indica la calidad de la semilla como tal.

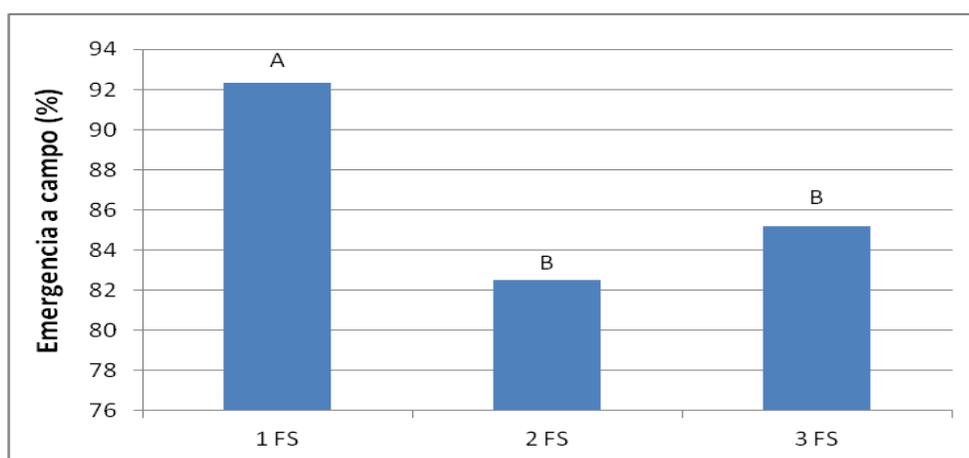


Figura 31: Porcentaje de plántulas emergidas a campo según fecha de siembra

Estos datos son semejantes a los de la germinación del test patrón (Figura 22) y al test de frío, tanto la germinación (Figura 24) como el de plántulas vigorosas (Figura 26).

En la figura 32 se observan dos grupos estadísticamente diferentes, por un lado las granometrías más grandes (7,5, 8 y 9) que presentan la mayor cantidad de plántulas emergidas a campo (93,3; 93 y 91% respectivamente) y por el otro lado las granometrías pequeñas cuya emergencia a campo no supera el 83%, esto puede deberse, como se ha visto en los test de estrés, a que poseen una mayor calidad fisiológica. Estos datos al igual, que los anteriores se los puede comparar con los obtenidos en los demás test (test de frío, envejecimiento acelerado y conductividad eléctrica) en donde las semillas retenidas en las zarandas de tajo de 7,5, 8 y 9 mm poseen los niveles más altos de germinación y vigor, estando en contra partida las demás granometrías.

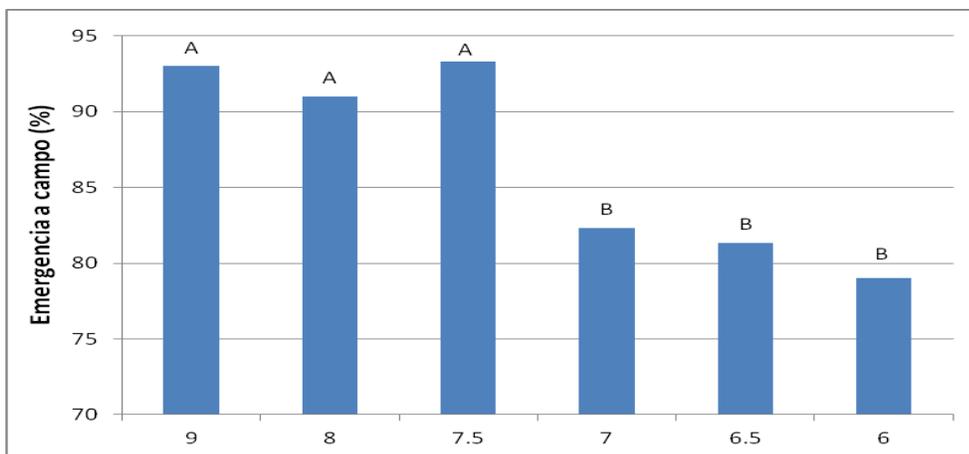


Figura 32: Porcentaje de plántulas emergidas a campo según granometría.

Estos resultados se condicen con las afirmaciones de Pedellini y Díaz (1990), quienes plantean que las semillas grandes producen plántulas de mayor vigor lo que les permite un establecimiento más rápido, por otra parte afirman que el tamaño de las semillas incide en el establecimiento del cultivo ya que semillas grandes producen plántulas de mayor tamaño.

Consideraciones finales

Realizando un análisis de correlación de Pearson se detecta una correlación positiva entre la calidad fisiológica de la semilla, el cultivar y la granometría, independientemente, aunque el efecto es mayor con el tamaño de las semillas (Cuadro 4). Estos resultados confirman los análisis precedentes que hacen referencia al periodo y momento de desarrollo de las semillas, es decir las de mayor tamaño posiblemente tuvieron una mejor conformación dado por el tiempo de desarrollo como así también durante la pérdida de agua durante la deshidratación.

Se detectó una correlación negativamente entre la fecha de siembra y la calidad fisiológica evaluada a través de la germinación y el vigor que se expresan en germinación o en la clasificación de plántulas y positiva con la conductividad (Cuadro 4). Esto indica que a medida que los episodios de bajas temperaturas en el periodo reproductivo aumentan, la germinación y la energía germinativa disminuyen.

Cuadro 4: Coeficientes de correlación de Pearson entre calidad fisiológica de las semillas y factores.

<i>Factor</i>		PG	EG	TF - PG	TF- PV	EA - PG	EA – PV	CE
<i>Cultivar</i>		0.31	0.30	0.30	0.38	-0.02	0.10	- 0.13
<i>Granometría</i>		0.42	0.45	0.57	0.46	0.35	0.39	0.02
<i>Fecha de Siembra</i>		-0.05	-0.08	- 0.23	- 0.38	-0.23	- 0.29	0.12
<i>Baja</i>	<i>Ciclo</i>	0.13	0.04	0.13	0.03	0.03	- 0.07	0.004
<i>Temperatura</i>	<i>Reproductivo</i>	-0.15	-0.18	- 0.28	-0.46	-0.20	- 0.31	0.22

Nota: PG: Porcentaje de germinación; EG: Energía germinativa TF: Test de frío; EA: Envejecimiento acelerado; CE: Conductividad eléctrica. PV: Plántulas vigorosas.

Las fechas de siembra expusieron al cultivo a diferente número de episodios de bajas temperaturas. En el Cuadro 4, se puede observar que los ocurridos durante el periodo reproductivo tuvieron mayor efecto negativo sobre la calidad fisiológica.

Analizando los test de vigor (Cuadro 4), podemos observar que la evaluación de plántulas en el Test de frío y el de Envejecimiento acelerado es más sensible que la germinación de ambos test de estrés, inclusive más que la conductividad eléctrica.

La Figura 33 permite visualizar que la fecha de siembra está muy relacionada con los episodios de bajas temperatura, principalmente con los ocurridos durante el periodo reproductivo ($r = 0.94$), como fue explicitado precedentemente.

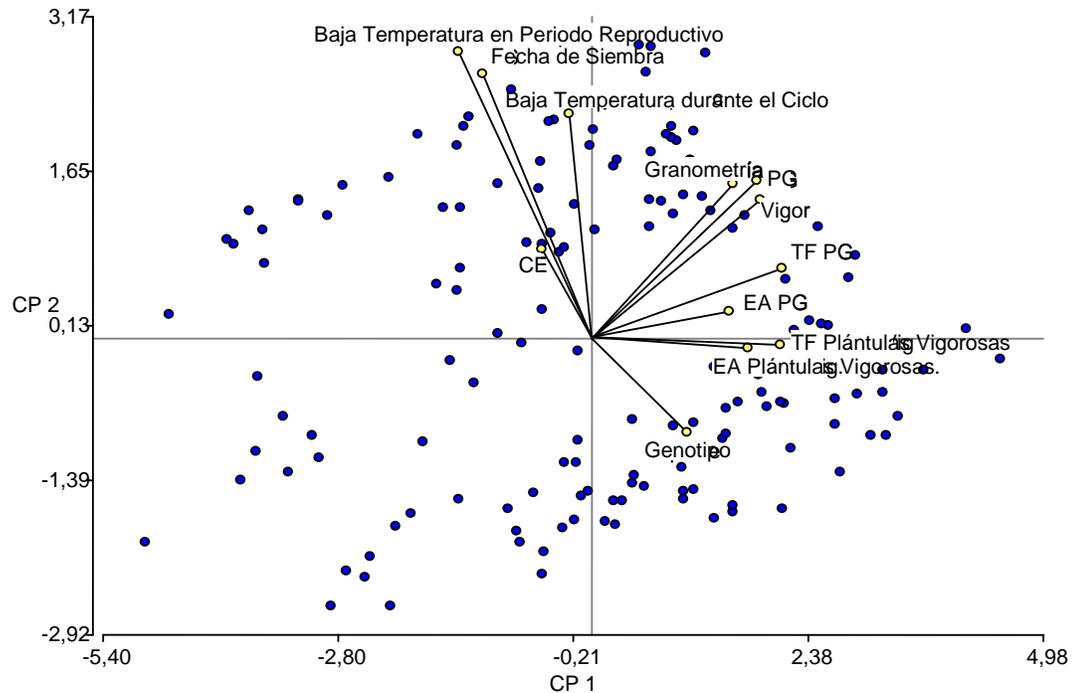


Figura 33: Análisis de Componentes principales.

Nota: PG: Porcentaje de germinación; TF: Test de frío; EA: Envejecimiento acelerado; CE: Conductividad eléctrica

La calidad fisiológica (Figura 33) evaluada a través de la germinación y el vigor con los diferentes test que evalúan plántulas (energía germinativa, germinación del test de frío, germinación del test de envejecimiento acelerado) tienen relación con la granometría, lo que quiere decir que el tamaño de las semillas influye la calidad de las semillas evaluada con estos test. En ese mismo sentido, podemos decir que las plántulas vigorosas del test de estrés (de frío y del envejecimiento acelerado) tienen relación con la granometría aunque la misma no es tan importante como los otros parámetros como lo demuestran los resultados de la correlación (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este tipo de ensayo se observó que el cultivar utilizado como planta madre y la fecha de siembra inciden sobre la calidad de la semilla. Estos factores junto con las características del ambiente van a incidir de distinta manera sobre la calidad de la misma.

Se acepta la hipótesis de que la calidad fisiológica de las semillas está condicionada por el genotipo y por las condiciones ambientales donde se desarrolla.

De acuerdo a lo analizado en este trabajo podemos decir que aquellos cultivares de ciclo mas indeterminado, es decir de ciclo más largo como lo es el cultivar Granoleico, para obtener buena calidad de semillas se deberían sembrar de forma temprana, en fechas de siembras que no expongan al periodo de formación de semilla a condiciones estresantes, en cambio para aquellos cultivares más determinados, de ciclo algo más corto tanto las fechas de siembras tempranas como las tardías, (en mejor medida estas últimas) permiten obtener semillas de elevada calidad fisiológica.

A medida que el tamaño de semilla o granometría disminuye también lo hace su calidad fisiológica y su capacidad de ser utilizada como simiente, teniendo aquellas granometría intermedias 7,5 y 8 la mayor calidad para ser utilizada como tal.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARANGO, M. y R. CRAVIOTTO. 2003. *Calidad de semillas de soja*. En: www.inta.gov.ar/ediciones/idia/oleaginosa/soja03.pdf. Consultado: 27/04/11.
- ARANGO, M. 2002. Laboratorio de Calidad de Semillas. ArgenINTA Oliveros. En: <http://www.inta.gov.ar/oliveros/actividad/laboratorio.htm>. Consultado el: 07/05/2011
- BELL, M.J.; T.J. GILLESPIE; R.C. ROY; T.E. MICHAELS y M. TOLLENAAR. 1994. Peanut leaf photosynthetic activity in cool field environments. *Crop Sci.* 34(4): 1023-1029.
- BOOTE, K.J. y D.L. KETRING. 1990. Peanut. En: Stewart, B.A. y O.R. Nielsen. *Irrigation of Agricultural Crops*. Agron. Monograph. 30. p: 675-717.
- CAVALLO, A. R.; M. A. PÉREZ; M. CONLES; F. ONGARO y M. HEREDIA. 2005. *Calidad fisiológica y sanitaria de nuevas variedades de maní provenientes de diferentes áreas productoras según el momento de arrancado*. Reuniones y congresos: resúmenes y trabajos presentados. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. En: www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/reuycong/prodvegetal08/joramani2005/Ry%20C20053pv.pdf. Consultado: 29/04/11.
- CERIONI, G.A., KEARNEY M.I.T., DELLA MEA D.O., FERNANDEZ, E.L., MORLA, F.D. Y O. GIAYETTO. 2010. Disminución del stand de plantas en el cultivo de maní y su incidencia sobre el rendimiento y la calidad comercial. XXV Jornada Nacional de Maní. CIA – INTA. General Cabrera, Córdoba.
- COX, F.R. 1979. Effect of temperature treatments on peanut vegetative and fruit growth. *Peanut Sci.* 6: 140-147.
- EMERY, D. A.; J. C. WYNE y R. O. HEXEN. 1969. A heat unit index for Virginia-type peanuts. *Oleagineux* 24: 405-409.
- FERNANDEZ, E.M. 2004. Condición hídrica de la planta madre y tamaño de la semilla: Emergencia de plántulas. *XIX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera – Cba 23/09/04.
- FERNANDEZ, E.M. 2006. Calidad fisiológica de las semillas. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Compiladores). *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 8. p: 145-156.
- FERNANDEZ, E.M.; O. GIAYETTO. 2006. Calidad comercial y alimenticia de los granos. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Compiladores). *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 3. p: 49-69.

- FERNANDEZ, E.M.; O. GIAYETTO. L. CHOLAKY SOBARI. 2006. Crecimiento y Desarrollo. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Compiladores). *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 4. p: 73-88
- FERNANDEZ, E.M.; O. GIAYETTO.; L. CHOLAKY SOBARI y G. A. CERIONI. 2006. Ecofisiología y factores ambientales. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Compiladores). *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 5. p: 89-112.
- FERNANDEZ, E.M.; E. BONADEO; I. MORENO; E. HAMPP y R. MARZARI. 1998. Niveles de Ca y K de un Haplustol típico relacionados a la producción de maní. *13ra. Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 21/09/98. p: 18-19.
- FORTANIER, E. J. 1957. De beinveloeding van de Bloei big *Arachis hypogea* L. Wageningen. *Med. Landbouwhogeschool*, 57(2): 1- 116.
- GARCÍA, J.; C. ODDINO; G. MARCH; L. TARDITI; S. FERRARI; I. CAVIGLIASO; V. PONZIO; D. DI FIORE; L. D'ERAMO y A. MARINELLI. 2010. *Deterioro de la semilla de maní en el proceso de obtención de grano a semilla*. Reuniones y congresos: resúmenes y trabajos presentados. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. En: <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/reuycong/prodvegetal08/jormani2010/RyC%20201026mani.pdf>. Consultado el: 26/04/11
- GIAMBASTIANI, G. 1998. *Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre*. Tesis MSc. FCA- UNC. Córdoba.
- GIAYETTO, O. 2006. Origen, historia y clasificación. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Compiladores). *El cultivo de maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 1. p: 25-35.
- GIAYETTO, O.; E.M. FERNANDEZ; G.A. CERIONI; F.D. MORLA; M.B. ROSSO; M.I.T. KEARNEY y M.G. VIOLANTE. 2010. Análisis de crecimiento y evolución del índice de cosecha de maní (*Arachis hypogaea* L.). *V Conferencia Internacional de Leguminosas y VII Encuentro Internacional de Especialistas en Arachis*. Buenos Aires. 08 al 14/08/10.
- HAMPTON, J.G. y J. TE KRONY. 1995. *Seed vigor testing*. ISTA. 97p.
- INASE. 2006. Resolución SAGyP N° 2270/93. Tolerancias para semilla de clase fiscalizada e identificada de trigo, avena, cebada, centeno, arroz, maíz, sorgo granífero, triticale, lino, cártamo, colza, maní, girasol, soja y algodón. En: www.inase.gov.ar/tikiwiki/tiki-index.php. Consultado: 27/05/10.
- ISTA. 2008. *International Rules for Seed Testing*. ISTA.s/p.

- ISTA. 2011. *El vigor en semillas*. Traducción de un folleto preparado por el Comité de Tests de Vigor del ISTA. 1995. En: [www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/ Materias/ 563/ Apuntes/vigor.pdf](http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/563/Apuntes/vigor.pdf). Consultado: 20/04/2011.
- JADHAV, B.B. 1992. Effect of light intensity on physiological and yield of peanut. *Ann. Plant Physiol.*, 6(2): 242-247.
- JADHAV, B.B.; U.K. SENGUPTA y A. SHARMA. 1993. Effect of Light intensity on translocation of assimilates in peanut. *Indian J. Plant Physiol.*, 36(2): 128-130.
- KETRING, D.L. 1991. Physiology of oil seed. IX. Effects of water deficit on peanut seed quality. *Crop Sci.*, 31: 459-463.
- KETRING, D.L. y T.G. WHELESS. 1989. Thermal time requirements for phenological development of peanut. *Agron. J.* 81(6): 910-917.
- MARCHETTI, C.S.; G.A. CERIONI; M.T. KEARNEY; O. GIAYETTO; F. MORLA; E.M. FERNANDEZ. 2011. *Calidad de semillas de diferentes granometrías y cultivares de maní según condiciones ambientales durante su desarrollo*. Reuniones y congresos: resúmenes y trabajos presentados. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. En: [www.inta.gov.ar/manfredi/ info/ boletines/reuycong/prodvegetal08/jormani2010/RyC%20201026mani.pdf](http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/reuycong/prodvegetal08/jormani2010/RyC%20201026mani.pdf). Consultado: 20/09/12.
- MARCOS FILHO, M. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Quiroz – FEALQ. Piracicaba-SP, Brasil. 495 p
- MINAGRI. 2013. Estimaciones Agrícolas. En: [64.76.123.202/site/agricultura/informacion_agropecuaria /03 =estimaciones_agricolas/04-Series%20Historicas/index.php](http://64.76.123.202/site/agricultura/informacion_agropecuaria/03=estimaciones_agricolas/04-Series%20Historicas/index.php). Consultado: 30/01/13.
- NAKAGAWA, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. En: KRZYZANOWSKI, F.C.; R.D. VIEIRA y J.B. FRANCANO. *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. ABRATES. Cap. 2. p: 2.1-2.24.
- PATTEE, H.E.; E.B. JOHNS; J.A. SINGLETON y T.H. SANDERS. 1974. Composition changes of peanut fruit parts during maturation. *Peanut Sci.* 1: 57-62.
- PEDELLINI, R. 2008. *Maní. Guía práctica para su cultivo*. Estación experimental Agropecuaria Manfredi. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Boletín de Divulgación técnica N°2.
- PEDELLINI, R. y R. DÍAZ. 1990. Efecto del tamaño de semillas sobre el comportamiento del maní tipo “Runner”. *V Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera-Cba., 09/90. Resúmenes. p: 32-33.

- ROCA, C. 2003. Calidad de semilla en el cultivo de soja. En: SATORRE, E. *El Libro De La Soja*. Cap. 25. p. 249-253.
- ROSSETTO, C.A.V.; T.M. LIMA e E.C. GUIMARAES. 2004. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. *Pesq. Agrop. Bras.*, 39(8): 795-801.
- VANZOLINI, S y J. NAKAGAWA. 1998. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(1): 178-183.
- VANZOLINI, S y J. NAKAGAWA. 2005. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(2): 151-158.
- VARA PRASAD, P.V., P.Q. CRAUFURD, R.J. SUMMERFIELD y T.R. WHEELER. 2000. Effect of short episodes of heat stress of flower production and fruit set of groundnut (*Arachis hypogaea* L). *J. Exp. Bot.* 51: 777-784.