

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

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

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL SUELO SOBRE LA
EMERGENCIA, EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD COMERCIAL DE
TRES CULTIVARES DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.).

Alumno: Melisa Cavigliasso

DNI: 33.798.541

Director: Ing. Agr. MSc. Guillermo A. Cerioni

Co-Director: Ing. Agr. Federico D. Morla

Río Cuarto – Córdoba
Diciembre de 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL SUELO SOBRE LA EMERGENCIA, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRES CULTIVARES DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.).

Autor: CAVIGLIASSO Melisa Daniela

DNI: 33.798.541

Director: CERIONI Guillermo

Co-Director: MORLA Federico

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

Elena FERNANDEZ

Judith GARCÍA

Guillermo CERIONI

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretario Académico

Agradecimientos

A mi familia por apoyarme en cada momento, en especial a mis padres que confiaron en mí y me guiaron.

A Diego por acompañarme durante esta etapa, escucharme y brindarme su contención.

A mis compañeras/ compañeros que estuvieron presentes en todo momento, que se convirtieron en grandes amigos y que hicieron que estos años universitarios fueran maravillosos.

A mi Director y Co-Director de tesis, que con buena onda, dedicación, apoyo constante, sugerencias y críticas constructivas guiaron mi trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Certificado de aprobación	I
Agradecimiento	II
Índice general	III
Índice de figuras	IV
Índice de cuadros	V
Resumen	VI
Summary	VII
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
Hipótesis	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
Laboratorio	10
Temperatura y Emergencia	12
Caracterización meteorológica	13
Fecha de siembra versus porcentaje de emergencia	14
Emergencia versus temperatura	17
Tasa de emergencia para las diferentes variedades	19
Rendimiento y Calidad	23
Granometría	25
Correlación entre variables	28
CONCLUSIÓN	30
BIBLIOGRAFÍA	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitaciones acumuladas mensuales durante los meses de octubre a abril del ciclo 2010/2011, para la localidad de Gral. Cabrera (elaborado a partir de datos proporcionados por INTA Gral. Cabrera).	13
Figura 2. Precipitaciones acumuladas mensuales durante los meses de octubre a abril del ciclo 2010/2011, la localidad de Río Cuarto.	14
Figura 3. Emergencia a campo (%) de los tres cultivares de maní según DDS para la primer fecha de siembra en Gral. Cabrera y Río Cuarto.	15
Figura 4. Emergencia a campo (%) de los tres cultivares de maní según DDS para la segunda fecha de siembra de 2010 en Gral. Cabrera y Río Cuarto.	16
Figura 5. Emergencia a campo (%) a campo de los tres cultivares de maní según DDS para la tercer fecha de siembra de 2010 en Gral. Cabrera y Río Cuarto.	16
Figura 6. Días a emergencia a campo (50 %) vs temperatura media en Gral. Cabrera para las tres fechas de siembra de la variedad 48.	17
Figura 7. Días a emergencia a campo (50 %) vs temperatura media en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Utre UNRC.	18
Figura 8. Días a emergencia a campo (50 %) vs temperatura media en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Granoleico.	18
Figura 9. Tasa de emergencia vs temperatura media (°C) en Gral Cabrera para las tres fechas de siembra de la variedad 48.	20
Figura 10. Tasa de emergencia vs temperatura media (°C) en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Utre UNRC.	21
Figura 11. Tasa de emergencia vs temperatura media (°C) en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Granoleico.	22
Figura 12. Categorías granométricas de la variedad 48 para las tres fechas de siembra en Gral. Cabrera.	26
Figura 13. Categorías granométricas de la variedad Utre UNRC para las tres fechas de siembra en Río Cuarto.	27
Figura 14. Categorías granométricas de la variedad Granoleico para las tres fechas de siembra en Río Cuarto.	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Poder germinativo (%PG), vigor (%VIGOR) y poder germinativo 2 (% PG 2) (sumatoria de plántulas normales más anormales).	11
Cuadro 2. Temperatura mínima, máxima y media del suelo según fechas de siembra y cultivares para Gral Cabrera y Río Cuarto.	12
Cuadro 3: N° de frutos maduros (m2), N° de frutos inmaduros (m2), peso de frutos maduros (m2), peso de frutos inmaduros (m2), peso de semillas (m2), relación grano/caja, IC, peso de 1 fruto, rendimiento en caja (kg/ha) y rendimiento de semillas (kg/ha), para las tres fechas de siembra en la localidad de General Cabrera, variedad 48.	24
Cuadro 4: N° de frutos maduros (m2), N° de frutos inmaduros (m2), peso de frutos maduros (m2), peso de frutos inmaduros (m2), peso de semillas (m2), relación grano/caja, IC, peso de 1 fruto, rendimiento en caja (kg/ha) y rendimiento de semillas (kg/ha), para las tres fechas de siembra en la localidad de Río Cuarto, variedad Granoleico.	24
Cuadro 5: N° de frutos maduros (m2), N° de frutos inmaduros (m2), peso de frutos maduros (m2), peso de frutos inmaduros (m2), peso de semillas (m2), relación grano/caja, IC, peso de 1 fruto, rendimiento en caja (kg/ha) y rendimiento de semillas (kg/ha), para las tres fechas de siembra en la Localidad de Río Cuarto, variedad Utre UNRC.	25
Cuadro 6. N° de frutos maduros (m2), N° de frutos inmaduros (m2), peso de 1 fruto, rendimiento en caja (kg/ha), rendimiento en semillas (kg/ha) y confitería (%) en función del N° de plantas establecidas a cosecha, para las tres fechas de siembra de Gral. Cabrera, variedad 48.	28
Cuadro 7. N° de frutos maduros (m2), N° de frutos inmaduros (m2), peso de 1 fruto, IC y relación grano/caja (kg/ha) en función del rendimiento en caja (kg/ha), para las tres fechas de siembra de Gral. Cabrera y Río Cuarto y tres variedades evaluadas.	29

RESUMEN

La siembra del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la provincia de Córdoba, se lleva a cabo bajo condiciones de temperaturas sub-óptimas, lo que conlleva a una emergencia lenta del mismo, exponiéndolo a condiciones no favorables, por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la temperatura del suelo y su influencia sobre la emergencia, el rendimiento y la calidad comercial de tres cultivares de maní. El estudio se realizó, durante el ciclo agrícola 2010/11 en dos localidades, Río Cuarto (CamDocEx de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC) y General Cabrera (lote comercial); los cultivares empleados fueron Utre UNRC, Granoleico y 48. Los tratamientos se evaluaron en tres fechas de siembra diferentes. A campo se midió la emergencia y en laboratorio la calidad fisiológica a partir del poder germinativo y vigor mediante el test de patrón de germinación. Además se cuantificó el rendimiento, sus componentes principales y la calidad comercial. A medida que aumenta la temperatura del suelo con el atraso en la fecha de siembra, la emergencia del cultivo es mayor, si bien las principales determinantes del rendimiento presentaron una correlación positiva con el número de plantas establecidas a cosecha, en este trabajo se observó una merma importante en el rendimiento dada principalmente por las condiciones más desfavorables en el periodo de llenado de granos en siembras tardías.

Palabras claves:

Maní, *Arachis hypogaea*, temperatura, emergencia, rendimiento, calidad comercial.

SUMMARY

The planting of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) in Córdoba province, is developed under sub-optimal conditions of temperatures, which delays the growth of the peanut and exposes it to unfavorable conditions. For that reason, the aim of this study was to evaluate the soil temperature and its influence on the emergence of three peanut cultivars, on the crops yield and on its commercial quality. The study was made during the agricultural season 2010/11 in two locations, Rio Cuarto (CamDocEx of the College of Agriculture and Veterinary UNRC) and General Cabrera (commercial plot). The cultivars used were Utre UNRC, Granoleico and 48. Treatments were evaluated in three different planting dates. Emergency was measured on field and physiological quality from germination and vigor were determined by the germination test pattern in a laboratory. Performance was quantified with its main components and the commercial quality. As soil temperature increases with the delay in sowing date, crop emergence also increases. Although the main determinants of performance were positively correlated with the number of crop plants established, in this paper it was reported a significant performance reduction mainly related to unfavorable conditions in the grain filling period in late sowings.

Keywords:

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), temperature, emergency, crop yield, yield grade.

INTRODUCCIÓN

El maní cultivado es un anfidiplóide ($2n=40$ cromosomas) cuyos ancestros aún no han sido determinados en forma concluyente. Se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia, NO de Argentina, SO de Brasil y Perú (Giayetto, 2006).

Fue clasificado por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*, botánicamente el maní es una legumbre. Comercialmente se lo considera tanto un cultivo oleaginoso, por el elevado contenido de aceite de sus semillas y como una nuez en el marco del comercio internacional. En Argentina, se produce e industrializa maní apto para confitería (consumo directo y base para la elaboración de otros alimentos -pasta de maní-) constituyendo un producto alimenticio con un importante componente de valor agregado; razón por la que no se lo considera estrictamente un *commodity*. Sólo los granos de baja calidad son destinados a molienda para la elaboración de aceite.

El complejo argentino manisero, exportó durante el periodo: octubre de 2011 a octubre de 2012 más de 557.755,488 toneladas de maní crudo, partido crudo, blanchado y partido blanchado a 64 países en todo el globo, siendo el principal comprador Holanda (MRT, 2012).

El maní argentino tiene características diferenciales en cuanto a calidad, una de ellas es el sabor, determinado por su elevado contenido de azúcares; tiene además una importante variabilidad dentro de los componentes químicos que la definen, a pesar de que el cultivo se produce sobre una superficie total de 220.000 ha sembradas en una región climáticamente homogénea. La mayor parte de la superficie se siembra con maní tipo *runner* (*Arachis hypogaea* (L.) subsp. *Hypogaea*), de una longitud de ciclo no inferior a 150 días de duración (INTA, 2002).

En la región productora de maní en Córdoba, la temperatura de primavera no permitiría adelantar la fecha de siembra, por otra parte, la temperatura al comienzo del otoño (marzo y abril) disminuye por debajo de los valores considerados óptimos para el crecimiento reproductivo de maní con probabilidad, inclusive, de ocurrencia de heladas tempranas. Razón por la que tampoco es posible atrasar la fecha de siembra o demorar la cosecha. De la combinación de los factores señalados, resulta que la estación de crecimiento del cultivo de maní en la provincia de Córdoba presenta características climáticas particulares (Cerioni, 2003).

ANTECEDENTES

El rendimiento está determinado por la eficiencia con que el cultivo utiliza los recursos ambientales disponibles para su crecimiento y desarrollo. Esto depende, entre otros aspectos, del patrón de ocupación espacial y temporal. Por esto, el número de plantas logradas por unidad de superficie es un componente importante, ya que no sólo influye en las prácticas de manejo del cultivo tales como control de malezas y de plagas, incidencia de enfermedades, sino en el desarrollo adecuado del cultivo, para lograr una cobertura que permita el uso eficiente de la radiación solar y un mayor rendimiento (Cerioni *et al.*, 2010). El número de plantas se logra con condiciones que aseguren la ocurrencia del proceso de germinación y emergencia, ya sea de humedad, temperatura en el suelo y prácticas de manejo como la elección de genotipos y la calidad del lote de semillas (Fernández *et al.*, 2009).

En este sentido la emergencia y vigor temprano de la plántula son características importantes para obtener un buen estándar de plantas y altos rendimientos, particularmente en regiones donde las bajas temperaturas prevalecen al momento de la siembra, común en la región en estudio (Cerioni *et al.*, 2010). Bajo óptimas condiciones hídricas del suelo, la temperatura es uno de los factores ambientales que mayor influencia tiene en la proporción de semillas germinadas, pero también en la emergencia y el subsecuente establecimiento del cultivo. Además, factores como la dormición de la semilla, cosecha y el posterior almacenamiento influyen en la emergencia y el vigor de las plántulas. (Prasad *et al.*, 2006).

La siembra de maní se realiza en primavera y se recomienda comenzar cuando el suelo tiene, como mínimo, 18°C a 10 cm de profundidad durante tres días consecutivos. Según registros meteorológicos históricos, en la zona de Río Cuarto esa condición se produce en la tercera década del mes de octubre. Sin embargo, una característica particular de esa región es la ocurrencia de eventos climáticos cambiantes (frentes fríos procedentes del sector sur) que hacen disminuir la temperatura del suelo por debajo del promedio de las series históricas durante varios días. Si se ha realizado la siembra previamente a esta situación ambiental, ese cambio puede alterar sensiblemente el proceso de germinación y de emergencia. El resultado puede ser aún de mayor gravedad, si la calidad fisiológica de la semilla es regular a mala. A su vez, últimamente existe una tendencia a adelantar la fecha de siembra por razones operativas (siembras de grandes superficies, necesidad de coordinar las operaciones de arrancado y descapotado) hacia la primera década de ese mes, siempre y cuando el suelo presente humedad adecuada para la imbibición (Giayetto *et al.*, 2006). Giambastiani (2000) señala que en años con buenas condiciones hidrológicas hay una tendencia a sembrar antes con el riesgo de que las condiciones ambientales cambien (por descensos bruscos de

temperatura asociados a frentes fríos) y se malogre el establecimiento del cultivo (emergencia demorada y pérdida de stand de plantas).

La temperatura es el factor determinante de la tasa de crecimiento y desarrollo del maní; el crecimiento ocurre, generalmente, entre los 20 y 35 °C, aunque la temperatura base (T_b) es muy inferior a estos valores; estimándose para la mayoría de los estados fenológicos valores entre 9 y 11 °C, los que han sido confirmados posteriormente (10.4 ± 0.5 °C) por Awal e Ikeda (2002). Estos autores encontraron temperaturas bases de 10.5, 9.9, y 10.7 °C para el comienzo, 50% y emergencia completa respectivamente. Angus *et al.* (1981) citado por Bell *et al.* (1991) reportaron una T_b superior a 13.3 °C para la emergencia de plántulas de maní. Estas diferencias en rangos de temperaturas cardinales podrían ser atribuidas a diferencias en los cultivares. La temperatura base para otros eventos de desarrollo como aparición de hojas, ramas, clavos y vainas fue de 10 °C (Leong y Ong 1983, citados por Prasad *et al.*, 2006). Se ha observado que la tasa de germinación disminuye, independientemente del genotipo, cuando el proceso ocurre a bajas temperaturas (15°C ó 12/18°C), comparativamente a lo registrado bajo condición óptima (29°C) (Mohamed *et al.*, 1988). Esta reducción se traduce en un menor porcentaje de germinación y de plántulas normales (Fernandez *et al.*, 2006a). En los genotipos sensibles las plántulas con problemas de sobrevivencia suelen presentar modificaciones estructurales, especialmente en la zona subterminal de la raíz primaria (Delecaux, 1987 1989 citados por Fernandez *et al.*, 2006a).

La tasa de germinación o emergencia de plántulas pueden ser calculadas como la inversa del tiempo para completar la germinación o emergencia; esto comúnmente tiene una respuesta lineal a la temperatura (Prasad *et al.*, 2006). Con temperaturas por debajo del óptimo, hay una relación lineal positiva entre la tasa de germinación (a temperatura base (T_b) la tasa es igual a cero) y la temperatura óptima donde las semillas germinaran velozmente. En temperaturas super-óptimas hay una relación lineal negativa entre la temperatura óptima (T_o) y la temperatura crítica (T_c), cuando la tasa de germinación es de nuevo cero (Prasad *et al.*, 2006). En otras palabras, con adecuadas condiciones de humedad del suelo, el porcentaje de germinación aumenta con el incremento de la temperatura por encima de la T_b , alcanzando el máximo en T_o y decreciendo en temperaturas superóptimas. Mohamed *et al.* (1988) estudió los efectos de la velocidad de germinación de 15 cultivares de maní en cámaras de cría, reportando rangos de T_b : 8-10 C°, T_o : 29-36.5 C° y T_c : 41-47 C°.

Las temperaturas mínimas son las que influyen sobre la emergencia de las plántulas (Davidson *et al.*, 1991 citados por Fernandez *et al.*, 2006b). En forma general, se ha determinado que la misma ocurre con 13,4 °C de temperatura del aire (Bell *et al.*, 1991) y 9,9 °C de temperatura del suelo (Awal e Ikeda, 2002); aunque en estudios más detallados se

han observado diferencias entre los tipos botánicos, siendo de 12.7 °C para los tipo Virginia y de 12.4 °C para el tipo Español (Bell *et al.*, 1991). Se han constatado valores de emergencia superiores al 70% con temperaturas del aire entre 27 y 31 °C; los que se reducen drásticamente con temperaturas inferiores (Marshall *et al.*, 1992 citados por Fernandez *et al.*, 2006b). La tasa de emergencia incrementa 1,4 días por cada °C de elevación de la temperatura del suelo (Awal e Ikeda, 2002). La temperatura óptima para el crecimiento de la raíz de la plántula está entre 24,8 y 31 °C, y el de la parte aérea, entre 31 y 37,3 °C (Fernandez *et al.*, 2006a).

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. A fin de obtener un grano con la calidad fisiológica y sanitaria que corresponde a su futuro uso como semilla, es necesario causar el menor deterioro posible en estas etapas. 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. Luego del descascarado la semilla es susceptible de sufrir severos daños debido a su impacto mecánico durante su manipuleo en la etapa de acondicionamiento. Estos daños ocurren especialmente en la región de la radícula por su exposición, como así también en el extremo de sus cotiledones debido a su tamaño, e incluso puede también dañarse el punto de unión entre los cotiledones y el embrión. Las semillas de mayor tamaño (calibre 40-50) suelen ser las más dañadas, influyendo también las condiciones del secado pos-cosecha. (García *et al.*, 2010).

La semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) utilizada para la siembra es, en general, 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 mayores (35 a 40%). En estos casos, los lotes de semillas no alcanzan el valor de PG (80%) establecido por la SAGyP (Resolución N° 2270/93) para su comercialización; además, presentan alto grado de infección fúngica, pudiendo ser vehículo de enfermedades para otras áreas del cultivo.

La calidad fisiológica de las semillas puede ser cuantificada a través del poder germinativo y el vigor, y puede ser influenciada por las condiciones ambientales estresantes durante el desarrollo de las semillas en la planta madre, tales como temperatura extremas y estrés hídrico. Por ello, es necesario tener cuidados especiales en la siembra de los lotes de producción de semilla que permitan obtener semillas capaces de desarrollar plántulas vigorosas que favorezcan el establecimiento rápido del cultivo en un amplio rango de

condiciones ambientales, considerando que las siembras se realizan, frecuentemente, en condiciones de temperaturas sub-óptimas (Marchetti *et al.*, 2011).

Sullivan y Wynne (1979) citados por Grey *et al.* (2011), reportaron que el Test de Germinación Estandarizado fue una estimación satisfactoria para un lote específico de semilla de calidad conocida, pero no así a campo donde la emergencia no siempre se correlacionó con el test de germinación. Sun *et al.* (2007), definieron el vigor de la semilla como la suma total de las propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de actividad y performance de la misma ó del lote, durante la germinación y emergencia. Semillas con alto vigor, germinan más rápido y de manera uniforme, las plántulas son más resistentes, pudiendo esperarse mejores resultados a campo y mayores rendimientos.

Los factores ambientales que influyen el rendimiento de frutos actúan principalmente sobre el momento de ocurrencia y la duración de la fructificación, siendo esta última, sensible al sombreado y al estrés hídrico (Wheeler *et al.*, 1997). Con buena disponibilidad de agua, se produce mayor número de ginóforos y de frutos maduros y aumenta la producción de frutos, la relación flores/frutos, la producción de materia seca y el IC; mientras que, con baja cantidad de agua, el período de floración se alarga y la producción de flores es mayor (Zade *et al.*, 1985). Los componentes directos del rendimiento: número de frutos maduros y número y peso de las semillas son afectadas por el estrés hídrico, pero su incidencia sobre el rendimiento depende tanto del momento de ocurrencia como de la estación de crecimiento. La producción de frutos es afectada tanto por estrés ocurridos durante su desarrollo como por aquellos producidos en estadios previos; ya sea que afecten la capacidad de fuente o provoquen retrasos en la ocurrencia de los estadios fenológicos precedentes. Condiciones hídricas que afecten la producción de asimilados, por una reducción del IAF y de la tasa de crecimiento relativo, impiden el llenado de los frutos, traduciéndose en un menor número de frutos maduros (Rao *et al.*, 1988). El número de semillas por metro cuadrado a la cosecha, es reducido por falta de agua. El peso de las semillas por planta es el componente directo del rendimiento más afectado por la falta de agua, observándose una mayor reducción cuando el estrés hídrico se produce sobre el clavado, comparativamente con aquellos ocurridos en otros estados reproductivos (28,5 % en R1 y 21 % a partir de R4), debido a que, restaurada la condición hídrica, los destinos reproductivos compiten con los destinos vegetativos (Cerioni, 2003). Con estrés severo durante el desarrollo y llenado de frutos, la disminución del rendimiento es causada por una reducción del número de semillas (47%) más que por la caída en el peso medio de las mismas (12%) (Giambastiani, 1998). El déficit hídrico durante el llenado reduce, generalmente, el peso de los frutos, de las semillas y la relación entre ambos (Nageswara

Rao, *et al.*, 1985). El IC disminuye a medida que aumenta la duración del período de estrés y cuando éste ocurre tardíamente en el ciclo del cultivo (Nageswara Rao, *et al.*, 1985).

Utre UNRC, es de tipo comercial español, de porte erecto, presenta yemas reproductivas en el tallo principal y una distribución secuencial de las misma en otras categorías de ramas, y una longitud de ciclo de 145 días.

Granoleico y 48, son de tipo comercial runner alto oleico, de porte rastrero, ausencia de yemas reproductivas en el eje principal, un patrón de ramificación alterna y una longitud de ciclo cercana a los 160 días.

El ciclo del cultivo depende de la acumulación térmica, aunque existen diferencias genéticas, geográficas y climáticas. En ambientes sin restricciones hídricas se han registrado valores entre 1456 y 1672 °Cd, la baja precipitación no modifica la acumulación térmica (1456 °C con 720 mm y 1473 °C con 510 mm), pero estos valores son inferiores (1245 °Cd) en ambientes con bajas temperaturas y limitaciones hídricas, inclusive el cultivo no suele completar el ciclo (Bell *et al.*, 1991). La emergencia ocurre cuando el cultivo ha acumulado una determinada cantidad de grados días; habiéndose encontrado valores bastantes disímiles atribuidos a diferencias en la disponibilidad de agua, 72,1 °C d (Bell *et al.*, 1991) y 136 ± 18 °C d (Ketring y Wheless, 1989 citados por Fernandez *et al.*, 2006a) y a diferentes temperaturas del suelo, 125 y 237 °C d (Awal e Ikeda, 2002).

Dada esta estrecha relación entre la temperatura del suelo y la emergencia de plántulas, este trabajo pretende realizar un aporte, a través de la cuantificación de la emergencia del cultivo de maní en función a un rango local de temperaturas al momento de la siembra. Así mismo, aportará información a nivel de campo, que no ha sido estudiada a nivel local.

HIPÓTESIS:

- La exposición del cultivo a bajas temperaturas de germinación provoca menor emergencia de plántulas y menor rendimiento.

OBJETIVOS GENERALES:

- Evaluar la temperatura del suelo y su influencia sobre la emergencia, el rendimiento y la calidad comercial de tres cultivares de maní.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar la calidad de la semilla de maní.
- Determinar el rango de temperaturas del suelo y su efecto sobre la emergencia en el cultivo de maní.
- Cuantificar emergencia de plántulas.
- Calcular las tasas de emergencia.
- Determinar rendimiento y sus componentes.
- Determinar la calidad comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó, durante el ciclo agrícola 2010/11, en el Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, ubicado a 33° 07' LS, 64° 14' LWG y a una altitud de 421 msnm y en la localidad de General Cabrera ubicados a 60 km al NE de Río Cuarto. Sobre suelos tipo Hapludol típico de familia textural franco-arenosa. Donde se generaron y analizaron diferentes escenarios de temperatura de suelo utilizando tres fechas de siembra en los meses de octubre (temprana), noviembre y diciembre (tardía).

Los dos tratamientos (Gral. Cabrera y en el Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC) evaluados, fueron las combinaciones de diferentes fechas de siembra (FS) con tres genotipos de maíz (Utre UNRC, Granoleico y 48).

El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 repeticiones por tratamiento. La siembra se llevo a cabo el 20 de octubre, el 16 de noviembre y el 15 de diciembre en Gral. Cabrera, se realizó con una sembradora de grano grueso en surcos apareados a 0.90 y 0.15 m entre hileras lo que resultó en una densidad de siembra de 24 pl.m⁻², con semillas que fueron protegidas contra hongos del suelo con fludioxonil + metalaxil 2,5 + 3,5 % de ingredientes activos respectivamente (APRON MAXX RFC®) según dosis comercial. Durante el ciclo del cultivo, se realizaron controles para mantener el lote libre de malezas, insectos y enfermedades. En Río Cuarto se sembraron dos cultivares, Granoleico y Utre-UNRC de forma manual el 08 de octubre, 10 de noviembre y 09 de diciembre (1°, 2° y 3° fecha de siembra, respectivamente) con igual patrón de siembra (70 * 8 cm).

Por otra parte, se tomaron muestras de 200 semillas por cada repetición, de acuerdo a la metodología propuesta por ISTA 2008 (a) que se analizaron a laboratorio.

Observaciones y determinaciones

Del clima:

Se registró precipitaciones (elaborado a partir de datos proporcionados por el INTA Gral. Cabrera y la cátedra de agrometeorología FAV-UNRC), temperatura del aire en abrigo meteorológico (máxima, mínima y media), durante el ciclo del cultivo.

Además se llevó un registro horario con las temperaturas del suelo medido a través de termocuplas (sensores - anexo I), colocados en las parcelas a la siembra a 5 y 7 cm de profundidad, según la metodología utilizada por Puentes (2009).

Del cultivo:

Se cuantificó la cantidad de plántulas emergidas, estadio fenológico Ve (Boote, 1982), por metro cuadrado de suelo a los diez días de la siembra, con sucesivas medidas a intervalos de 2 días hasta que la misma se estabilizó (emergencia final del cultivo), momento en que se determinó el porcentaje de emergencia.

En laboratorio se evaluó la calidad fisiológica de las semillas a partir del test de patrón de germinación (ISTA, 2008). Además se consideró un PG2 (%) que fue, el resultado de la suma de las plántulas normales más las plántulas anormales. Por su parte, el vigor (%) se cuantificó a los 5 DDS a laboratorio.

Con los datos obtenidos a campo y en laboratorio se determinó la temperatura base (Tb) para los cultivares según el procedimiento utilizado por Bell *et al.* (1991).

A cosecha (R8) se muestrearon todas las plantas presentes en 1 m² por tratamiento para cada repetición, se cuantificó el número y peso de los frutos maduros e inmaduros, el peso de semillas, el rendimiento en caja, el IC y el peso de un fruto. Luego, las semillas fueron separadas por tamaño utilizando zaranda de tajo (6.5, 7, 7.5, 8, 9 y 10 mm) para determinar el rendimiento de maní confitería y la granometría.

Análisis e interpretación de los resultados

Las variables evaluadas se analizaron con ANAVA y los promedios se compararon mediante test de Duncan (p=0.05). Se calcularon regresiones entre variables utilizando para ello el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

LABORATORIO

El cuadro 1 muestra el vigor 5 DDS (%) y el valor de poder germinativo 10 DDS (%PG) de las semillas de los tres cultivares de maní, utilizados en las tres fechas de siembra para Río Cuarto y Gral. Cabrera. También el PG2 (%) que es el resultado de la suma de las plántulas normales más las plántulas anormales (%) de las semillas sembradas de la variedad 48, correspondiente a las tres fechas de siembra de la localidad de Gral. Cabrera. El valor de poder germinativo (PG) obtenido en la variedad 48, a través del Test de Patrón de Germinación fue bajo, si se considera que una semilla de buena calidad posee un PG > 70%, aunque si se tiene en cuenta la suma de las plántulas normales más las anormales, el valor total aumenta acercándose a uno aceptable.

En cuanto a los cultivares Granoleico y Utre UNRC, los porcentajes de PG fueron del 91 y 90% respectivamente (buena calidad de semilla), sin embargo, cabe aclarar que el descascarado de la semilla se realizó en forma manual, no exponiendo a la semilla a sufrir daños mecánicos en radícula, a diferencia de la variedad 48 que fue descorada mecánicamente. Estos resultados coinciden con los reportados por Garcia *et al.* (2010), quienes encontraron que los granos obtenidos manualmente presentaron buenas condiciones para ser utilizados como semilla, con valores de PG superiores al 80% y baja carga fúngica total. En el procesamiento para la obtención de la semilla se produce su deterioro, observándose un incremento de semillas no viables o con defectos severos. Los daños producidos durante la obtención y acondicionamiento de la futura semilla favorecen su infección y colonización de patógenos que se incrementan durante el almacenamiento (*Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Rhizopus spp.*). Los hongos típicos de almacenamiento afectan significativamente el poder germinativo de la semilla y la consiguiente emergencia a campo.

Por su parte, Marchetti *et al.* (2011) consideran que la semilla de maní utilizada para la siembra es, en general, de baja calidad fisiológica. Ésta puede ser influenciada por las condiciones ambientales estresantes durante el desarrollo de las semillas en la planta madre, tales como temperaturas extremas y estrés hídrico. Por ello, es necesario tener cuidados especiales en la siembra de los lotes de producción de semillas que permitan obtener semillas capaces de desarrollar plántulas vigorosas que favorezcan el establecimiento rápido del cultivo en un amplio rango de condiciones ambientales, considerando que las siembras se realizan, frecuentemente, en condiciones de temperatura sub-óptima (Cerioni *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Poder germinativo (%PG), vigor (%VIGOR) y poder germinativo 2 (% PG 2) (sumatoria de plántulas normales más anormales).

Cultivar	VIGOR (%)	PG (%)	PG 2 (%)
48	9,5	46	69,5
UTRE UNRC	64	91	-
GRANOLEICO	71	90	-

TEMPERATURA Y EMERGENCIA

En el cuadro 2, se muestra la temperatura máxima, mínima y media del suelo, durante la emergencia de los cultivares sembrados en las diferentes fechas de siembra (FS) en las localidades de Gral. Cabrera y Río Cuarto. Estas aumentaron a medida que la FS se fue atrasando desde octubre a diciembre, coincidiendo con el fin de la primavera y casi comienzo del verano.

Teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo, las temperaturas mínimas se encontraron en un rango de: 12,5-20,8 °C y las máximas oscilaron entre los 22,7 y 33,3 °C, obteniendo una media entre: 18,1-26,4 °C. Superando de esta manera los valores de temperatura base (Tb) requeridos por el cultivo, como así también la temperatura óptima (To) para el desarrollo del mismo, sin alcanzar las temperaturas críticas (Tc) (Mohamed *et al.*, 1988). Similares resultados obtuvieron Giayetto *et al.*, (2006), al determinar que la temperatura mínima del suelo necesaria para comenzar la siembra es de 18 °C a 10 cm de profundidad durante tres días consecutivos, dándose estas condiciones en la tercer década del mes de octubre en Río Cuarto.

Cuadro 2. Temperatura mínima, máxima y media a 5-7 cm de profundidad del suelo según fechas de siembra y cultivares para Gral Cabrera y Río Cuarto.

Cultivares	Fecha de siembra	Localidad	Temp. Min.	Temp. Max.	Temp. Med.
48	1°	Gral. Cabrera	14,9	22,7	18,4
	2°	Gral. Cabrera	17,0	26,7	21,2
	3°	Gral. Cabrera	20,5	27,4	23,6
UTRE	1°	Río Cuarto	12,5	25,9	18,5
	2°	Río Cuarto	15,4	30,8	22,1
	3°	Río Cuarto	20,8	33,3	25,5
GRANOLEICO	1°	Río Cuarto	12,6	26,2	18,1
	2°	Río Cuarto	15,6	30,1	22,1
	3°	Río Cuarto	20,1	33,2	26,4

Caracterización meteorológica

Precipitaciones en General Cabrera

Para completar la caracterización meteorológica, la figura 1 muestra las precipitaciones (mm) mensuales acumuladas durante el ciclo del cultivo (2010/2011) en la localidad de Gral. Cabrera. Con un aporte total de 541,7 mm, mostrando el mayor valor acumulado en el mes de enero con 183 mm. Resultando abril el mes de menor milimetraje.

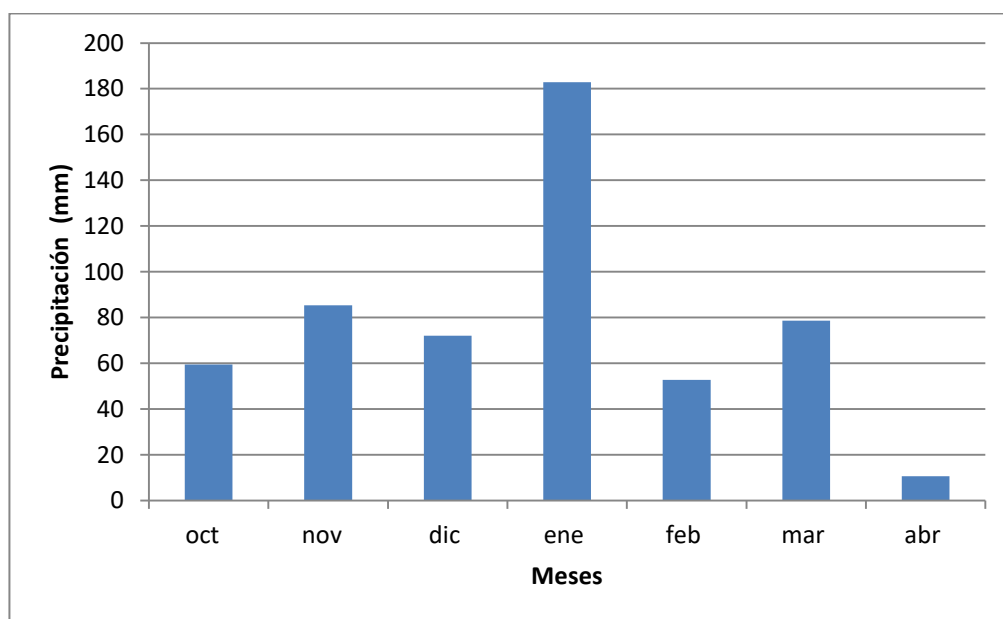


Figura 1. Precipitación mensual registrada en 2010/2011, durante el periodo experimental en la localidad de Gral. Cabrera, Córdoba.

Precipitaciones Río Cuarto

La figura 2 ilustra las precipitaciones (mm) mensuales durante el ciclo del cultivo (2010/2011) en la localidad de Río Cuarto. La distribución de las precipitaciones responde a una campana de gauss, observándose la mayor acumulación de milímetros (201,4) durante el mes de enero. El milimetraje acumulado fue igual a 704,5 mm.

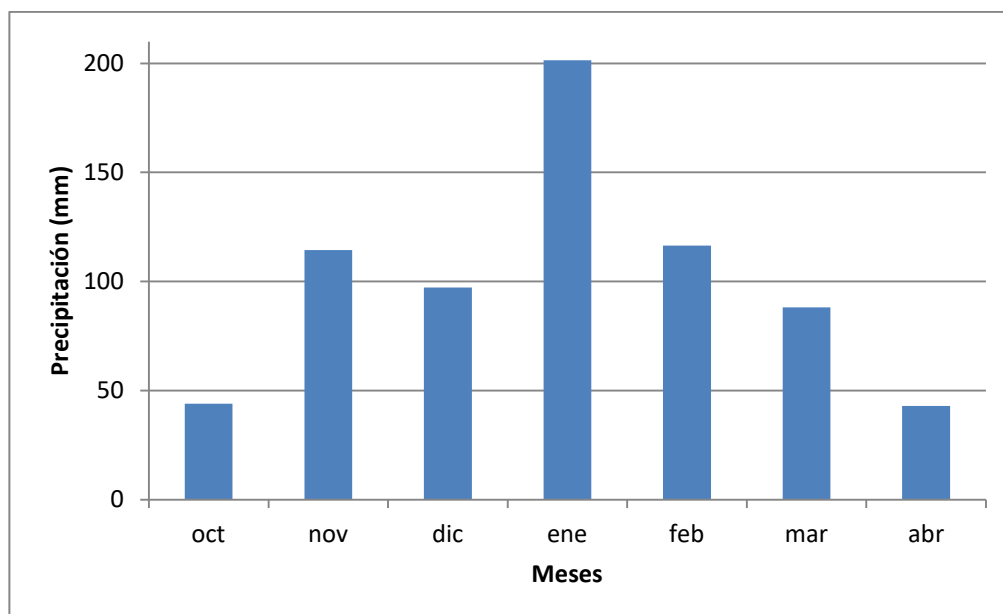


Figura 2. Precipitación mensual registrada en 2010/2011, durante el periodo experimental en la localidad de Río Cuarto, Córdoba.

Fecha de siembra versus porcentaje de emergencia

En las figuras 3, 4 y 5, se indica la emergencia a campo (%) en Gral. Cabrera y Río Cuarto, en las diferentes fechas de siembra. Se observa un aumento en el porcentaje de emergencia en los tres cultivares a medida que transcurrieron los días después de la siembra. Se observa un umbral (tiempo entre la siembra y el comienzo de la emergencia) que disminuye con el atraso de la fecha de siembra y el consecuente aumento de la temperatura; ese valor fue de 14, 8 y 7 días para las fechas de octubre, noviembre y diciembre respectivamente. Los valores de emergencia fueron superiores en el último conteo a campo, encontrándose valores similares para las siembras de noviembre y diciembre, a diferencia de octubre que fueron más bajos; de este modo cuando se adelanta la fecha de siembra se pierden muchas de las semillas como consecuencia del mayor tiempo bajo la superficie del suelo con probable entrada de patógenos en la semilla, ataques por insectos y/o humedad deficiente. Por otra parte, los días después de la siembra para alcanzar el 50% de emergencia del cultivo, variaron con los diferentes cultivares y con las fechas de siembra. En el caso del cultivar Utre UNRC, ese valor se obtuvo 13 días después de la 1° FS, 9 días después de la 2° FS y 6 días después de la 3° FS. Para el cultivar 48, esto ocurrió 19 días después de la 1° FS, 10 días después de la 2° FS y 11 días después de la 3° FS. Por último, el cultivar Granoleico logró este valor 21 días después de la 1° FS, 13 días después de la 2° FS y 7 días después de la 3° FS. Comparando las diferentes fechas de siembra (FS), se observó que la 2° y la 3° FS tuvieron similar distribución de datos, concentrándose la mayor cantidad entres los 5 y 15

DDS. Respecto a la 1ª, los datos tuvieron una mayor dispersión, alcanzando un rango que fue desde 14 a los 25 DDS. Del mismo modo, Marchetti *et al.* (2011), indicaron que la evaluación de emergencia a campo, presentó diferencias entre genotipos a los 12 y 13 días después de la siembra (DDS), que desaparecieron posteriormente.

A los 15 DDS finalizó la emergencia de plántulas. La velocidad de emergencia no fue igual entre genotipos. Independientemente del cultivar, las semillas de menor tamaño (calibres 60-70) emergieron más rápido porque ante una baja disponibilidad hídrica, su mayor superficie de absorción les otorga más probabilidad de absorber el agua necesaria ($\approx 50\%$ del peso) para imbibirse e iniciar el proceso de germinación y emergencia de plántulas.

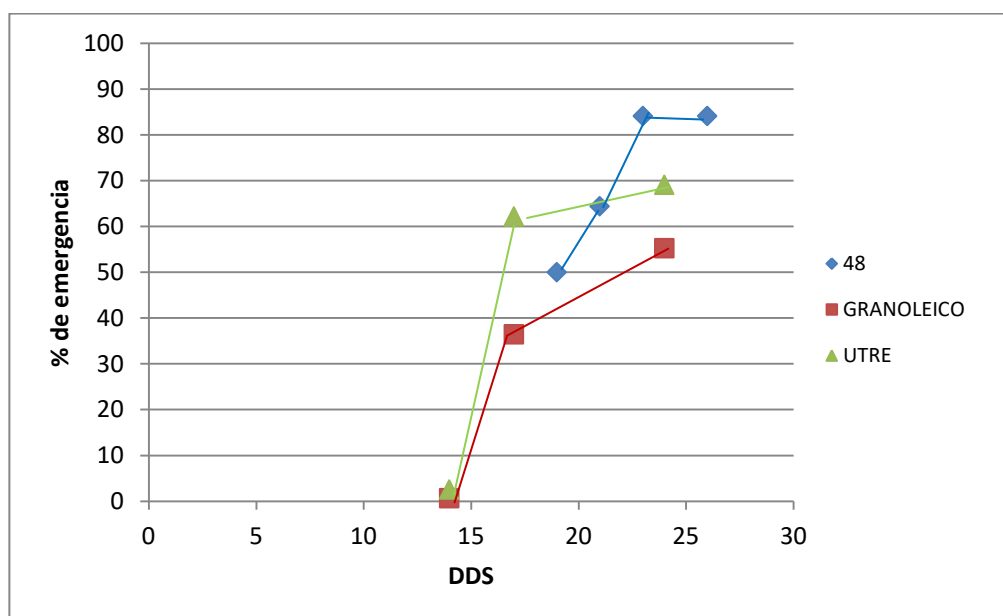


Figura 3. Emergencia a campo (%) de tres cultivares de maní según DDS para la primer fecha de siembra en Gral. Cabrera y Río Cuarto.

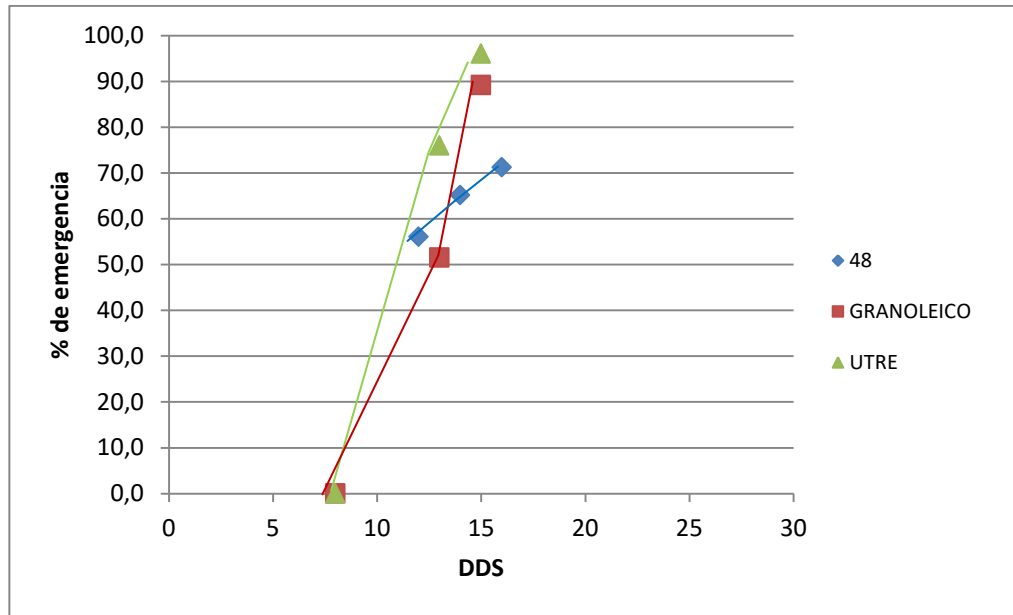


Figura 4. Emergencia a campo (%) de tres cultivares de maní según DDS para la segunda fecha de siembra de 2010 en Gral. Cabrera y Río Cuarto.

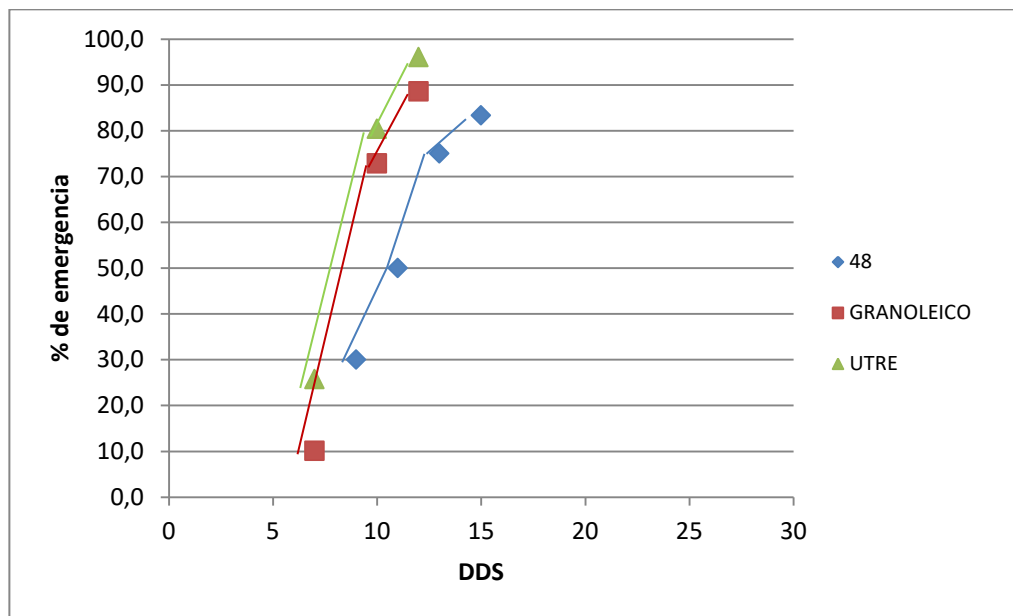


Figura 5. Emergencia a campo (%) de tres cultivares de maní según DDS para la tercer fecha de siembra de 2010 en Gral. Cabrera y Río Cuarto.

Emergencia versus Temperatura

En la figura 6, se muestra la relación entre la temperatura media del suelo (°C) y la emergencia (E) a campo (50 % de plántulas emergidas) en las tres fechas de siembra de Gral. Cabrera para la variedad 48. La relación ajustó ($R^2= 0.97$) en forma curvilínea entre ambas variables ($y=123.5 e^{-0.10 x}$). Observándose que a medida que aumentó la temperatura del suelo, los días al 50% de emergencia de plántulas fueron disminuyendo.

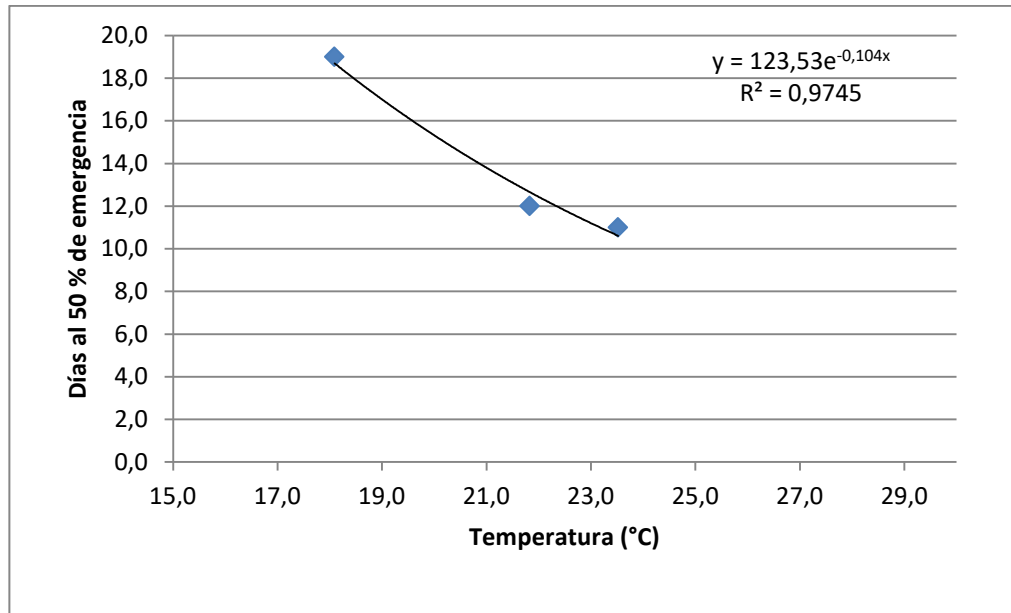


Figura 6. Días a emergencia a campo (50 %) vs temperatura media del suelo en Gral Cabrera para las tres fechas de siembra de maní variedad 48.

En la figura7, se ilustra la relación entre la temperatura media del suelo (°C) y 50 % de emergencia a campo para las tres fechas de siembra en Rio Cuarto para la variedad Utre. Se obtuvo un buen ajuste ($R=0,999$) de tipo exponencial decádica entre ambas variables ($y=62,297e^{-0,072x}$). A medida que la temperatura aumenta, los días al 50% de emergencia disminuyen.

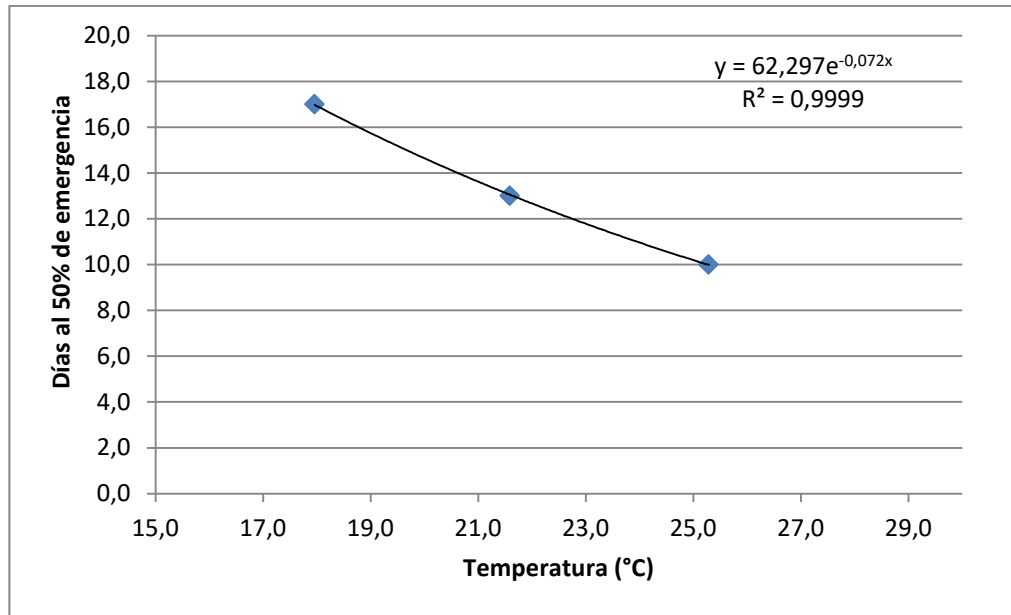


Figura 7. Días a emergencia a campo (50 %) vs temperatura media del suelo en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Utre UNRC.

En la figura 8, se ilustra la relación entre la temperatura media del suelo (°C) y 50 % de emergencia a campo para las tres fechas de siembra en Río Cuarto para la variedad Granoleico. La tipología de respuesta fue exponencial decádico, con un grado de ajuste alto ($R^2=0,99$) entre las variables. Por lo que a medida que aumentó la temperatura del suelo, los días necesarios para alcanzar el 50% de emergencia fueron disminuyendo.

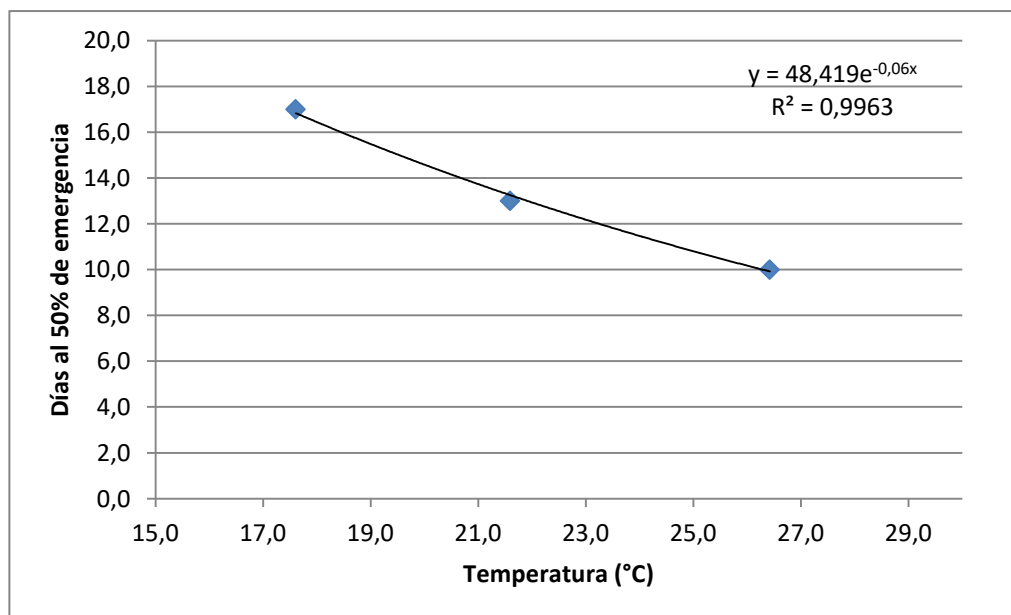


Figura 8. Días a emergencia a campo (50 %) vs temperatura media del suelo en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Granoleico.

El tiempo a emergencia disminuyó con el aumento de la temperatura del suelo debido al atraso en las fechas de siembra. Esta relación también fue reportada por Sadras *et al.* (2000) y Miralles *et al.* (2003). Del mismo modo Prasad *et al.* (2006), encontraron diferencias significativas en la duración en días desde la siembra hasta el 50% de emergencia, siendo mayor en fechas de siembra temprana comparados con las tardías. Además Awall e Ikeda, (2002) sostienen que la tasa de emergencia incrementa 1,4 días por cada °C de elevación de la temperatura del suelo.

Tasa de emergencia para las diferentes variedades

Como se describió anteriormente, la relación entre la duración de una fase y temperatura no es lineal. Por este motivo, se prefiere caracterizar la duración de una fase a través de su inversa. Esta función inversa de la duración se llama tasa de desarrollo y su unidad es día⁻¹. La linealización que surge de usar la tasa de desarrollo permite definir tres temperaturas cardinales (Andrade *et al.* 2000, Miralles *et al.* 2003 y Prasad *et al.*, 2006). Con temperaturas por debajo del óptimo, hay una relación lineal positiva entre la tasa de germinación (a temperatura base (T_b) la tasa es igual a cero) y la temperatura óptima donde las semillas germinaran velozmente. En temperaturas superóptimas hay una relación lineal negativa entre la temperatura óptima (T_o) y la temperatura crítica (T_c), cuando la tasa de germinación es de nuevo cero (Prasad *et al.*, 2006). En otras palabras, con adecuadas condiciones de humedad del suelo, el porcentaje de germinación aumenta con el incremento de la temperatura por encima de la T_b, alcanzando el máximo en T_o y decreciendo en temperaturas superóptimas. Mohamed *et al.* (1988) estudiaron los efectos de la velocidad de germinación de 15 cultivares de maní en cámaras de cría, reportando rangos de T_b: 8-10 C°, T_o: 29-36.5 C° y T_c: 41-47 C°.

La figura 9, muestra la tasa de emergencia (1/t) en función de la temperatura del suelo (°C) para el cultivar 48, en las tres fechas de siembra realizadas en Gral. Cabrera. Obteniéndose un ajuste al modelo lineal de R²=0,97 (y=0,0072 x - 0,0776). El punto en cual se cortó el eje de abscisa corresponde con la T_b siendo éste valor igual a 10,77 °C. Similares resultados encontraron Grey *et al.*, (1993) T_b: 9-11 °C, del mismo modo Awal e Ikeda (2002) registraron una T_b: 10,5 °C, por último Angus *et al.* (1981) citado por Bell *et al.* (1991) obtuvieron una T_b: 13,3 °C.

$$y=0,0072x-0,0776$$

$$x=(y+0,0776)/0,0072$$

$$x=10,77$$

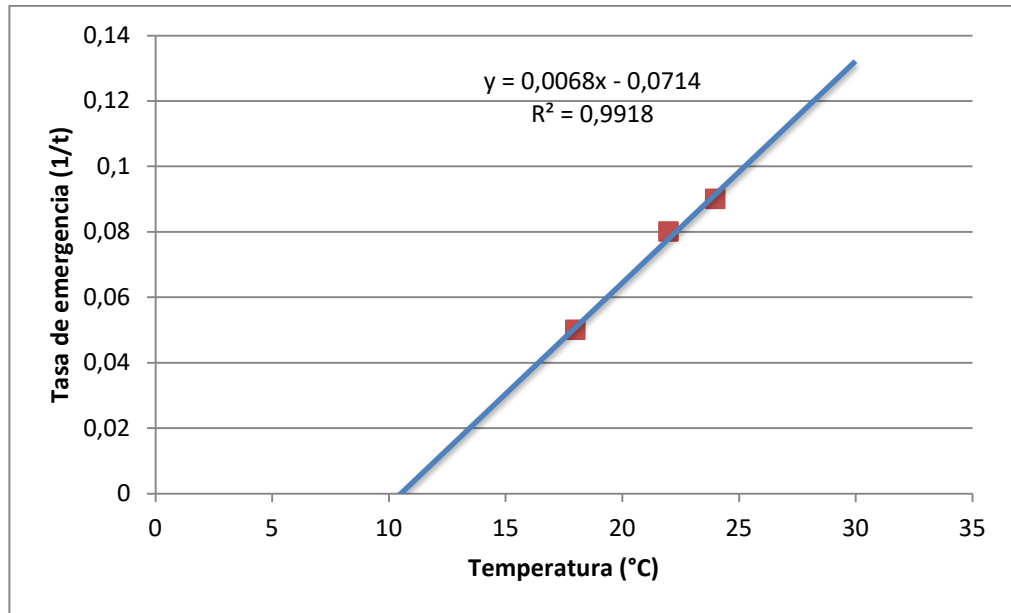


Figura 9. Tasa de emergencia vs temperatura media (°C) en Gral Cabrera para las tres fechas de siembra de la variedad 48.

La figura 10 muestra la tasa de emergencia (1/t) en relación a la temperatura del suelo (°C), para el cultivar Utre UNRC, en las tres fechas de siembra de Río Cuarto. Para este caso, se obtuvo un ajuste al modelo lineal de $R=0,99$. El valor de T_b que se obtuvo al despejar la fórmula, fue de $6,93^{\circ}\text{C}$. Para Giayetto *et al.*, (2012), este cultivar mostró buena capacidad para germinar con temperaturas subóptimas ($13,3^{\circ}\text{C}$) entre el 23 y 31 de octubre.

$$y = 0,0059x - 0,0409$$

$$x = (y + 0,0409) / 0,0059$$

$$x = 6,93$$

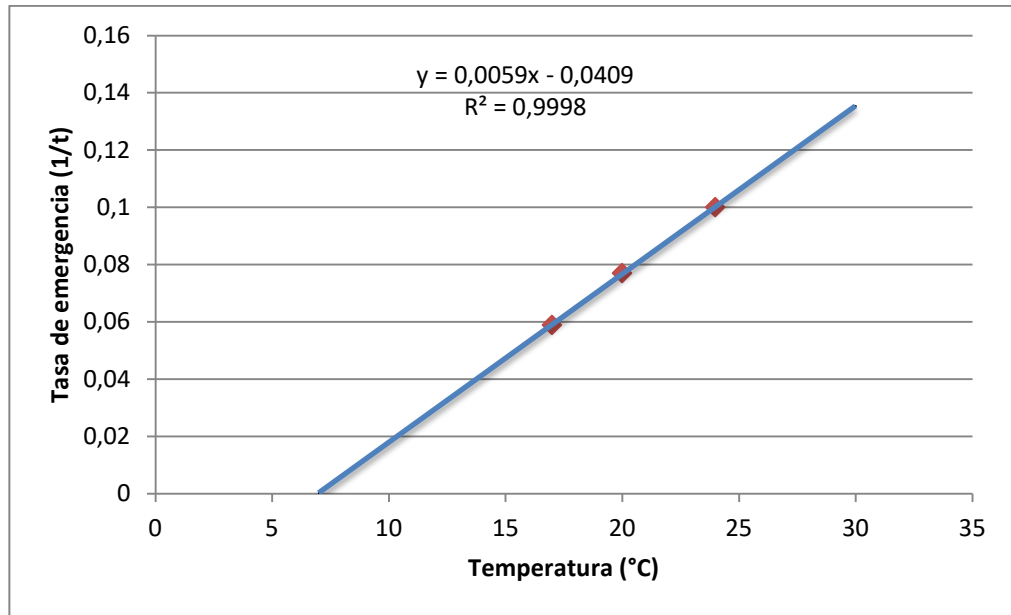


Figura 10. Tasa de emergencia vs temperatura media (°C) en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Utre UNRC.

La figura 11 muestra la respuesta de la tasa de emergencia (1/t) a la temperatura del suelo (°C), para la variedad Granoleico, en las tres fechas de siembra en Río Cuarto. El ajuste al modelo lineal entre variables fue de $R^2=0,98$. Obteniéndose un valor de T_b igual a 5,37.

$$y = 0,0045x - 0,0242$$

$$x = (y + 0,0242) / 0,0045$$

$$x = 5,37$$

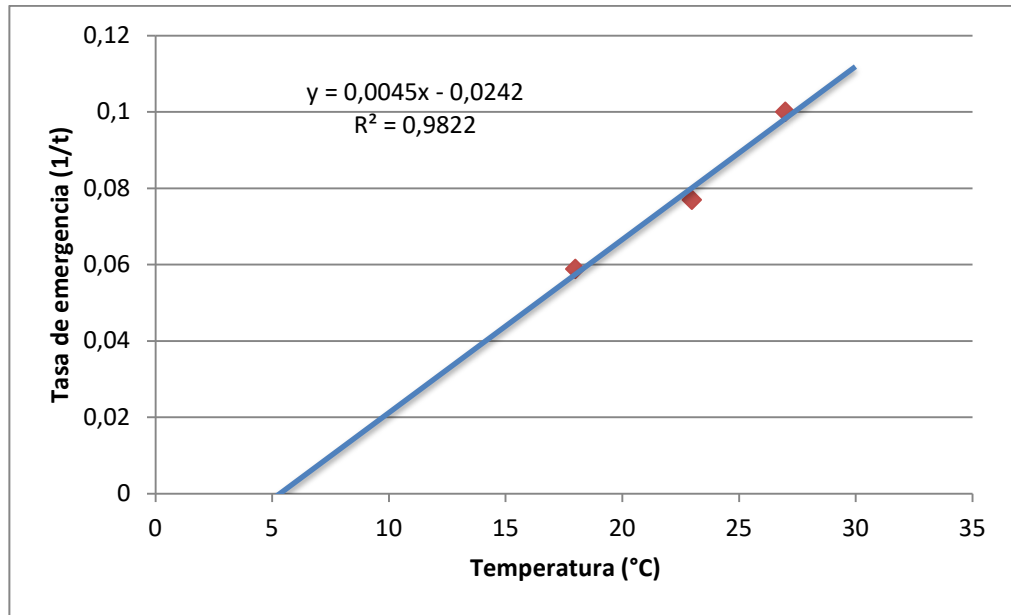


Figura 11. Tasa de emergencia vs temperatura media (°C) en Río Cuarto para las tres fechas de siembra de la variedad Granoleico.

Independientemente de la localidad en estudio, la fecha de siembra se caracterizó con un rango de temperaturas, que fue en aumento a medida que se atrasó la misma. El tiempo a 50% de emergencia disminuyó con el aumento de las temperaturas y también la tasa de emergencia aumentó. El tiempo a emergencia fue menor con el aumento de la temperatura.

RENDIMIENTO Y CALIDAD

En los cuadros 3,4 y 5 se presentan los componentes de rendimiento en las tres fechas de siembra en Gral. Cabrera y Río Cuarto.

En términos generales, los valores de las variables que aparecen en los cuadros fueron similares entre los meses de octubre y noviembre, siendo superior este último para algunas de las variables de las dos localidades. El rendimiento de la variedad Granoleico fue superior a las demás variedades, le siguió Utre UNRC y por último 48. Esto puede deberse a que las fechas de siembra no se realizaron en el mismo día, siendo más tempranas en la localidad de Río Cuarto con el aporte de riego complementario, mientras que en General Cabrera el cultivo se realizó bajo condiciones de secano. Además para el caso de la variedad 48 y Granoleico no completaron su ciclo en la siembra de diciembre.

La relación Grano/Caja fue la misma para los cultivares Utre UNRC y Granoleico y menor para la variedad 48.

El peso de 1 fruto fue similar para todas las variedades, encontrándose en un rango de 0,7 a 1,3.

Analizando las variables, número y peso de frutos maduros e inmaduros, se observó que Utre UNRC tuvo mayor número de frutos inmaduros y de mayor peso. A diferencia de Granoleico, que fue todo lo contrario, es decir, mayor número de frutos maduros y de más peso. Logrando un peso de semillas/m² superior al resto de las variedades. Con respecto a la variedad 48, obtuvo valores de esas variables inferiores al resto. Concluyendo que la disminución de las variables fue mayor con el atraso en la fecha de siembra, independientemente de la variedad analizada.

Cuadro 3: N° de frutos maduros (m²), N° de frutos inmaduros (m²), peso de frutos maduros (m²), peso de frutos inmaduros (m²), peso de semillas (m²), relación grano/caja, IC, peso de 1 fruto y rendimiento en caja (kg ha⁻¹) para las tres fechas de siembra en la localidad de General Cabrera, variedad 48.

FS	Octubre	Noviembre	Diciembre	p-valor	CV (%)
Rendimiento caja kg ha⁻¹	4913,2 b	5011,5 b	1639,7 a	<0,0001	12,90
N° frutos inmad./m²	122 a	147,8 a	151,2 a	0,5200	30,61
N° frutos mad./m²	456,22 b	525,4 b	237,6 a	<0,0001	15,18
Peso frutos inmad.m⁻²	28,4 a	35,3 a	39,9 a	0,1473	24,90
Peso frutos mad.m⁻²	491,3 b	501,1 b	163,9 a	<0,0001	12,90
Peso semillasm⁻²	390,8 b	398,8 b	93,4 a	<0,0001	12,44
Relación Grano/Caja	0,75 b	0,74 b	0,44 a	<0,0001	12,90
IC	0,4 b	0,5 b	0,3 a	0,0004	11,49
Peso 1 fruto	1,1 b	1,0 b	0,7 a	0,0002	11,59

P=probabilidad y CV= coeficiente de variación.

Cuadro 4: N° de frutos maduros (m²), N° de frutos inmaduros (m²), peso de frutos maduros (m²), peso de frutos inmaduros (m²), peso de semillas (m²), relación grano/caja, IC, peso de 1 fruto y rendimiento en caja (kg ha⁻¹), para las tres fechas de siembra en la localidad de Río Cuarto, variedad Granoleico.

FS	Octubre	Noviembre	Diciembre	p-valor	CV (%)
Rendimiento caja kg ha⁻¹	8494 b	8666 b	5950 a	0,05	15,5
N° frutos inmad.m⁻²	260,9 b	177,5 a	284 b	0,01	13,01
N° frutos mad.m⁻²	651,4 a	798,7 a	662 a	0,13	11,8
Peso frutos inmad.m⁻²	24,8 a	21,3 a	33,7 a	0,37	35,5
Peso frutos mad.m⁻²	843,1 a	860,9 b	591 a	0,05	15,5
Peso Semillasm⁻²	690,5 b	695,8 b	454,4 a	0,04	16,3
Relación Grano/Caja	0,82 b	0,81 ab	0,77 a	0,05	2,8
IC	0,64 a	0,64 a	0,54 b	0,05	9,87
Peso 1 fruto	1,3 c	1,1 b	0,9 a	0,001	6,76

P = probabilidad y CV= coeficiente de variación.

Cuadro 5: N° de frutos maduros (m^2), N° de frutos inmaduros (m^2), peso de frutos maduros (m^2), peso de frutos inmaduros (m^2), peso de semillas (m^2), relación grano/caja, IC, peso de 1 fruto y rendimiento en caja ($kg\ ha^{-1}$), para las tres fechas de siembra en la Localidad de Río Cuarto, variedad Utre UNRC.

FS	Octubre	Noviembre	Diciembre	p-valor	CV (%)
Rendimiento caja $kg\ ha^{-1}$	6143 a	7000 a	5588 a	0,31	16,6
N° frutos inmad.m^{-2}	324,8 a	360,3 a	289,3 a	0,46	20,1
N° frutos mad.m^{-2}	621,2 a	626,6 a	639 a	0,97	15,9
Peso frutos inmad.m^{-2}	30,2 a	37,3 a	24,8 a	0,22	22,4
Peso frutos mad.m^{-2}	610,6 a	695,8 a	555,6 a	0,31	16,6
Peso Semillasm^{-2}	482,8 a	539,6 a	427,8 a	0,31	16,7
Relación Grano/Caja	0,79 a	0,78 a	0,77 a	0,25	1,7
IC	0,59 a	0,6 a	0,52 b	0,05	9,87
Peso 1 fruto	1 ab	1,1 b	0,9 a	0,02	7,9

P= probabilidad y CV= coeficiente de variación.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Giayetto *et al.* (2011 y 2012), donde rendimiento potencial, promedio para ambos cultivares (Granoleico y Utre UNRC), disminuyó significativamente con el atraso en la fecha de siembra ($32\ kg\ ha^{-1}$ por cada día de atraso respecto a la 1° FS), siendo mayor esta disminución en Granoleico para todas las fechas de siembra ($32\ kg\ ha^{-1}$), mientras que Utre UNRC experimentó una reducción menor ($19\ kg\ ha^{-1}$) sin diferencias entre la 1° y 2° fecha de siembra y una reducción de $39\ kg\ ha^{-1}$ entre la 2° y 3° FS. Este comportamiento diferencial de los cultivares hace que las brechas de rendimiento entre ellos sean dependientes de la FS. El retraso en la fecha de siembra provocó una marcada disminución del peso de frutos maduros, peso individual del fruto, relación grano/caja y peso de semillas por planta; mientras que el numero de frutos maduros e inmaduros no presentó diferencias estadísticas significativas. Giayetto *et al.* (2010), sostienen que a medida que se retrasa la fecha de siembra, disminuye la duración del ciclo al igual que la radiación total interceptada por el cultivo, mientras que la temperatura media muestra un aumento al inicio (S-R1) y una disminución al final del mismo (R5-R8).

Granometría

La granometría es uno de los parámetros de calidad utilizado para la comercialización del maní y la proporción de semillas retenidas en la zarandas $\geq 7,5\ mm$ define el rendimiento confitería. El mejoramiento genético de este cultivo ha producido líneas y cultivares con alta

proporción de semillas grandes para satisfacer la demanda del mercado de maní (Fernández *et al.*, 2010).

Las figuras 12, 13 y 14 muestran los porcentajes de cada una de las categorías granométricas de los diferentes cultivares para las tres fechas de siembras evaluadas en Gral. Cabrera y Río Cuarto. Se observa que la primera fecha de siembra obtuvo altos porcentajes de las granometrías 38-42 y 40-50, mientras la segunda fecha de siembra resultó con mayores porcentajes de 50-60, 60-70, 70-80, finalmente la tercera fecha de siembra mostró altos porcentajes de industria. Esto es principalmente debido a las mejores condiciones ambientales a las que estuvo expuesto el cultivo durante el periodo de llenado de granos en las fechas de siembra más tempranas. Estos resultados coinciden con los descriptos por Giayetto *et al.* (2010), que encontraron una disminución del porcentaje de semillas de tamaños mayores (zarandas 10, 9 y 8), y aumentaron los de tamaños 7, 6,5, 6 y el descarte, presentándose el calibre 7,5 como transición entre ambas modificaciones. Cabe aclarar que para la segunda fecha de siembra, la variedad 48 obtuvo un incremento lineal de las granometrías menores, mientras que las variedades Utre UNRC y Granoleico respondieron a una distribución normal, presentando los mayores valores la granometría 50-60.

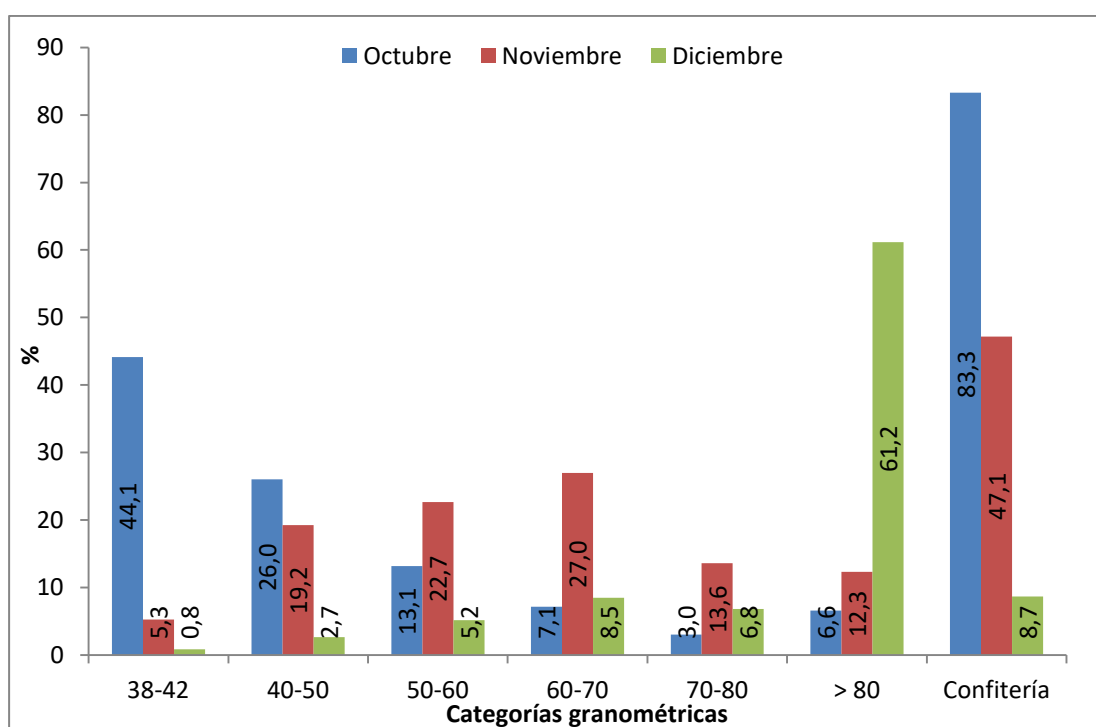


Figura 12. Categorías granométricas de la variedad 48 para las tres fechas de siembra en Gral. Cabrera.

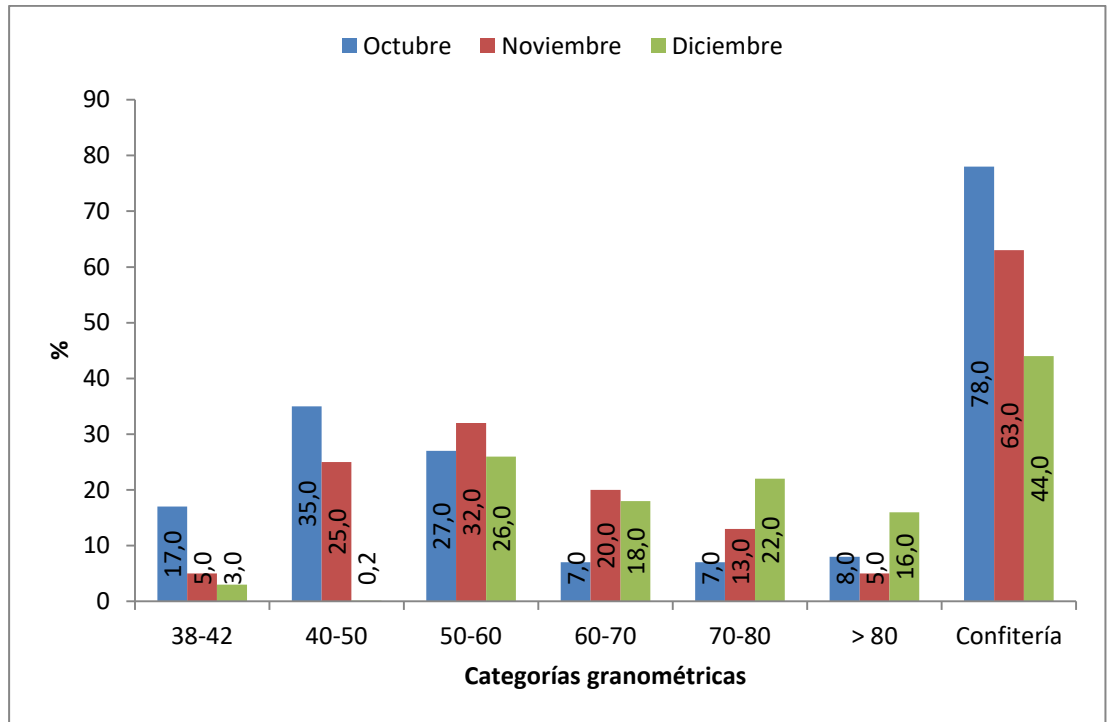


Figura 13. Categorías granométricas de la variedad Utre UNRC para las tres fechas de siembra en Río Cuarto.

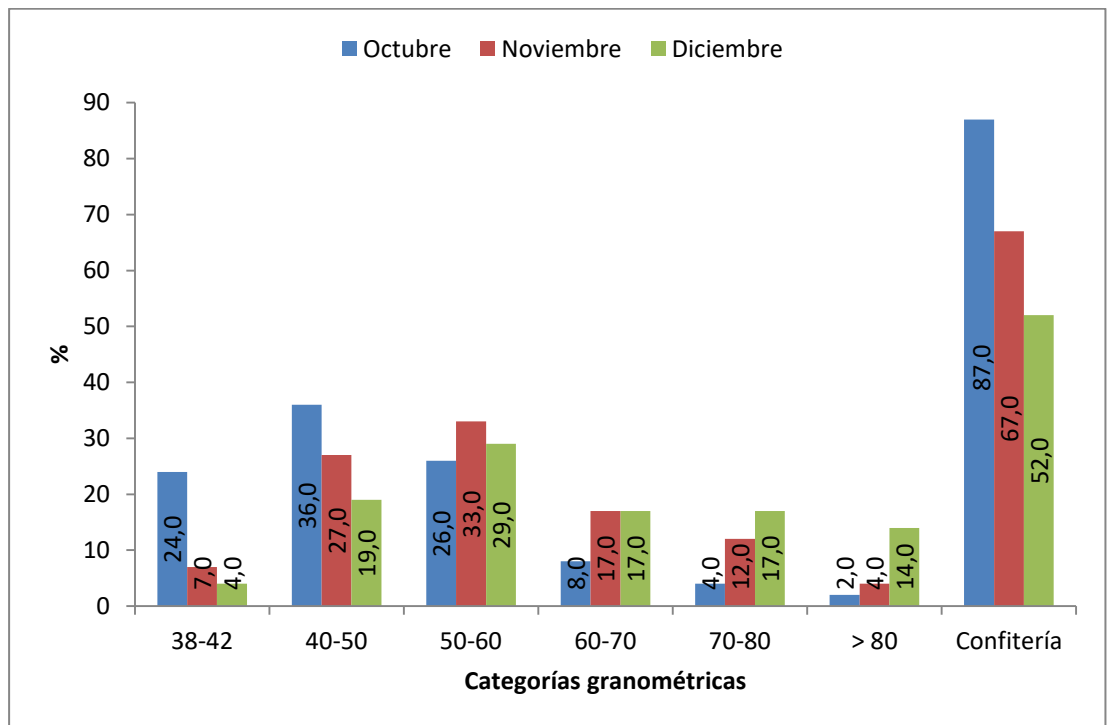


Figura 14. Categorías granométricas de la variedad Granoleico para las tres fechas de siembra en Río Cuarto.

Correlación entre variables del genotipo 48

No se realizaron correlaciones entre variables para las variedades Utre UNRC y Granoleico debido a que en las parcelas se llevo a cabo un raleo manual en V1, quedando la misma cantidad de plantas para todos los tratamientos.

En el cuadro 6, se muestra la correlación (mediante coeficientes de correlación de Pearson) entre las variables en estudio para la variedad 48, donde se puede observar que el número de plantas establecidas tuvo una correlación positiva y estadísticamente significativa con n° frutos maduros m⁻², rendimiento caja, rendimiento semilla y rendimiento confitería. Por otra parte el número de frutos inmaduros m⁻² y peso de un fruto no presentaron correlación con respecto a las plantas establecidas, debido probablemente al alto grado de indeterminación del cultivo de maní.

Cuadro 6. N° de frutos maduros (m²), N° de frutos inmaduros (m²), peso de 1 fruto, rendimiento en caja (kg ha⁻¹), rendimiento en semillas (kg ha⁻¹) y confitería (%) en función del N° de plantas establecidas a cosecha, para las tres fechas de siembra de Gral. Cabrera, variedad 48.

	N° plantas establecidas
N° frutos mad m ⁻²	0,65 ††
N° frutos inmad m ⁻²	-0,24 NS
Peso 1 fruto	0,47 NS
Rendimiento caja kg ha ⁻¹	0,63 ††
Rendimiento semilla kg ha ⁻¹	0,6 †
Conf. (%)	0,62 ††

† p-valor<0,05; NS no significativo

Correlación entre variables para los tres genotipos

En el cuadro 7, se presenta la correlación (mediante coeficientes de correlación de Pearson) entre las variables en estudio para las tres variedades (Utre UNRC, Granoleico y 48), donde se observa que el rendimiento en caja (kg ha⁻¹), tuvo una correlación positiva y estadísticamente significativa con n° frutos maduros m⁻², relación grano/caja, IC y peso de 1 fruto. Presentando mayor correlación la variable IC. Por su parte, el n° de frutos maduros m⁻² presentó una mayor correlación con respecto al peso de 1 fruto, ambas variables

determinantes del rendimiento. Por último, el número de frutos inmaduros m^{-2} no presentó correlación con rendimiento en caja, ya que esta variable no aporta al rendimiento.

Cuadro 7. N° de frutos maduros (m^2), N° de frutos inmaduros (m^2), peso de 1 fruto, IC y relación grano/caja ($kg\ ha^{-1}$) en función del rendimiento en caja ($kg\ ha^{-1}$), para las tres fechas de siembra de Gral. Cabrera y Río Cuarto y tres variedades evaluadas.

	Rendimiento caja $kg\ ha^{-1}$
N° frutos inmad. m^{-2}	0,41 NS
N° frutos mad. m^{-2}	0,92†††
Relación Grano/Caja	0,88†††
IC	0,95 †††
Peso 1 fruto	0,83 ††

† p-valor<0,05; NS no significativo

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se acepta parcialmente la hipótesis, ya que la exposición del cultivo a bajas temperaturas resultó en una menor emergencia de plántulas, pero no sucedió lo mismo con el rendimiento, debido principalmente a que fue mayor al influencia del ambiente en la parte final del ciclo del cultivo dado por las fechas de siembra, que el número de plantas establecidas a cosecha.

- LABORATORIO

No se encontraron diferencias de PG entre los cultivares Utre UNRC y Granoleico, a diferencia del cultivar 48 que tuvo un valor muy bajo del mismo. El descarado mecánico fue probablemente una de las principales causas de los bajos PG debido a la exposición de la radícula de la semilla de maní y a los daños en el tegumento.

La proporción de plántulas vigorosas fue muy alta en los cultivares Utre UNRC y Granoleico. Considerando los valores de la germinación se puede ver que estuvieron conformados principalmente por estas plántulas. El cultivar 48 presentó un valor muy bajo.

- TEMPERATURA Y EMERGENCIA

El aumento de las temperaturas del suelo, como consecuencia del atraso en las fechas de siembra, incremento los porcentajes de emergencia independientemente del cultivar, no se observaron grandes diferencias entre ellos. Los días al 50% de emergencia, disminuyeron con el aumento de las temperaturas del suelo. Como respuesta al atraso en las fechas de siembra.

La tasa de emergencia ($1/t$), aumentó con el incremento de la temperatura, por lo que el tiempo necesario para que se produzca la emergencia disminuyo.

El valor de temperatura base obtenido a través de la ecuación varió entre cultivares, lo que se relaciona con las características genéticas del mismo.

- **RENDIMIENTO Y CALIDAD**

El rendimiento de cajas y semillas fue menor en la última fecha de siembra, debido a la caída en los componentes del rendimiento y probablemente el cultivo no completó su ciclo. Por su parte no hubo diferencias entre la fecha de siembra de octubre y noviembre.

El retraso en la fecha de siembra provocó, un marcado aumento del número y peso de frutos inmaduros. Una disminución en la relación grano/caja, en el peso de 1 fruto y en la proporción confitería.

El rendimiento confitería disminuyó con el atraso en la fecha de siembra. A nivel de categorías granométricas, disminuyó el porcentaje de 38-42 y 40-50 y aumentaron los calibres más chicos, en especial industria (>80). Obteniendo los valores intermedios la segunda fecha de siembra.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ANDRADE, F.H. y V.O. SANDRAS. 2000. Desarrollo fenológico y su respuesta a la temperatura y el fotoperiodo. Cap 2. En: **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**: Ed: Médica Panamericana S.A. Pág: 57-96.
- AWAL, M. A. y T. IKEDA. 2002. Effects of changes in soil temperature on seedling emergence and phenological development in field-grown stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Environ. Exp. Bot.** 47, 101-113.
- BELL, M. J., R. SHORTER y R. MAYER. 1991. Cultivar and environment effects on growth and development of peanut (*Arachis hypogaea* L.). 1. Emergence and flowering. **Field Crops Res.**, 27: 17-33.
- BOOTE, K. J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut Sci.** 9: 35-40.
- CERIONI, G. A. 2003. **Déficit hídrico en la etapa reproductiva del Maní (*Arachis hypogaea* L.) su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad**. Tesis MSc. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 94 p.
- CERIONI, G. A., M. I. T. KEARNEY, D.O. DELLA MEA, E.L. FERNANDEZ, F. D. MORLA 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**. Gral. Cabrera, Córdoba. p: 40-42.
- DI RIENZO J. A., CASANOVES F., BALZARINI M. G., GONZALEZ L., TABLADA M. y ROBLEDO C. W. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FERNANDEZ E.M., O. GIAYETTO, L. CHOLAKY SOBARI y G. A. CERIONI. 2006 a. Ecofisiología y Factores Ambientales **En:** Fernández, E. M. y O. Giayetto. **El cultivo de maní en Córdoba**. Capítulo V. p: 89-112.
- FERNANDEZ, E.M., O. GIAYETTO y L. CHOLAKY SOBARI. 2006 b. Crecimiento y Desarrollo. **En:** Fernández, E. M. y O. Giayetto. **El cultivo de maní en Córdoba**. Capítulo IV. p: 73-88.
- GARCIA, J.; C. ODDINO; G. MARCH; L. TARDITI; S. FERRARI; I. CAVIGLIASSO; V. PONZIO; D. DI FIORE; L. D'ERAMO; A. MARINELLI. 2010. Deterioro de la

- semilla de maní en el proceso de obtención de gano a semilla. En: **XXV Jornada Nacional del Maní**. General Cabrera-Córdoba, Argentina. p: 75-76.
- GIAMBASTIANI, G. 2000. Rendimiento de dos cultivares de maní de distinto ciclo en diferentes épocas de siembra. **XV Jornada Nacional de Maní**. General Cabrera – Córdoba, Argentina. p: 56.
- GIAYETTO, O. 2006. Origen, historia y clasificación. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto. **El cultivo de maní en Córdoba**. Capítulo I. p: 25-27.
- GIAYETTO, O., E. M. FERNANDEZ, G. A. CERIONI. 2006. Fecha y Modelos de siembra. En: Fernández, E. M. y O. Giayetto. **El cultivo de maní en Córdoba**. Capítulo IX. p: 157-158.
- GIAYETTO, O.; E.M. FERNANDEZ; G.A. CERIONI; F.D. MORLA; M.B. ROSSO; M.I.T. KEARNEY; M.G. VIOLANTE. 2012. Caracterización ecofisiológica de genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) en Córdoba, Argentina. En: *Ciencia y tecnología de los cultivos industriales*. **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**, Argentina. Año 1, N° 3. p: 201-212.
- GREY, T. L.; BEASLEY, J. P.; WEBSTER, T. M.; CHEN, C.Y. 2011. Peanut seed vigor evaluation using a thermal gradient. **International Journal of Agronomy**. Vol. 2011. p: 7.
- INTA IDIA XXI. 2002. Características del Maní Argentino. En: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/oleaginosa/mani01.pdf>. Consultado: 25-09-2010.
- ISTA. 2008 (a). International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Sampling. Capítulo 2. Bassersdorf, Suiza. 53 p.
- ISTA. 2008 (b). International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. The Germination Test. Capítulo 5. Bassersdorf, Suiza. 57 p.
- KEARNEY M. I. T.; G. A. CERIONI; R. STEFANI; F. D. MORLA ; O. GIAYETTO; M. B. ROSSO Y J. DELLA MEA. 2011. Bioestimulante aplicado a la semilla de maní sobre la emergencia, el rendimiento y la calidad. **XXVI Jornada Nacional de Maní**. General Cabrera- Córdoba, Argentina. p: 90-92.
- MARCHETTI, C. S.; CERIONI, G. A.; KEARNEY, M. T.; GIAYETTO, O.; MORLA, F.; FERNANDEZ, E. M. 2011. Calidad de semillas de diferentes granometrías y

cultivares de maní según condiciones ambientales durante su desarrollo. **XXVI Jornada Nacional del Maní**. General Cabrera- Córdoba, Argentina. p: 82-83.

MARKET RESEARCH & TECHNOLOGY. 2012. Análisis de exportaciones argentinas. En: www.mrt.com.ar. Consultado: 01/12/2012.

MIRALLES D.J.; L.B. WINDAVER; N.V. GOMEZ. 2003. **Factores que regulan el desarrollo de los cultivos de grano**. En: Producción de Granos. Bases Funcionales para su manejo. Ed: Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Cap 5. p: 61-74.

MOHAMED, H. A., J. A. CLARK y C. K. ONG, 1988: Genotypic differences in the temperature responses of tropical crops. 1. Germination characteristics on groundnut (*Arachis hypogaea* L) and pearl millet (*Pennisetum typhoides* S y L.). **J. Exp. Bot.** 39: 1121-1128.

PEREZ, M.A.; M.T. AIAZZI; J.A. ARGUELLO. 1993. **Fisiología del vigor de maní** (*Arachis hypogaea* L.). Su relación con las bajas temperaturas y la sequía. Ed. UNC-FCA. Córdoba. AR. p: 13-23.

PRASAD, P. V. V., K. J. BOOTE, J. M. G. THOMAS, L. H. ALLEN JR, y D. W. GORBET. 2006. Influence of Soil Temperature on Seedling Emergence and Early Growth of Peanut Cultivars in Field Conditions. **J. Agronomy and Crop Science.** 192:168-177.

PUENTES, A. L. 2009. **Temperatura del suelo y rendimiento en diferentes estructuras de plantas de maní** (*Arachis hypogaea* L). Trabajo Final de Grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 30 p.

SADRAS, V. O.; M. FERREIRO; F. GUTHEIM; A. G. KANTOLIK. 2000. **Desarrollo fenológico y su respuesta a temperatura y fotoperiodo**. Cap: 2. En: F.H. Andrade y V.O. Sadras (ed.). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Ed: Gráficas Sirios. p: 25-56

SUN Q., J. WANG, B. SUN. 2007. Advances on Seed Vigor Physiological and Genetic Mechanisms. **Agricultural Sciences in China.** 6(9): 1060-1066.

PRASAD, P. V. V., K. J. BOOTE, J. M. G. THOMAS, L. H. ALLEN JR, y D. W. GORBET. 2006. Influence of Soil Temperature on Seedling Emergence and Early

Growth of Peanut Cultivars in Field Conditions. **J. Agronomy and Crop Science.**
192:168-177.