



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo
Modalidad: Práctica Profesional

PRÁCTICA PROFESIONAL EN CRIADERO DE MANÍ
“EL CARMEN”

**“Evaluación de genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) por
su comportamiento frente a sequía”**

Matías Ezequiel Mores

DNI N° 34.672.131

Director: Ing. Agr. (Dra.) Natalia C. Bonamico

Codirector: Ing. Agr. (M.Sc.) Miguel A. Di Renzo

Tutor Externo: Ing. Agr. (M.Sc.) Sara J. Soave

Río Cuarto - Córdoba

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Evaluación de genotipos de maní (*Arachis hypogaea L.*) por su comportamiento frente a sequía.

Autor: Matías Ezequiel Mores

DNI: 34.672.131

Director: Natalia C. Bonamico

Co-Director: Miguel A. Di Renzo

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: ____ / ____ / ____.

Secretario Académico

ÍNDICE

	Página
Resumen	V
Summary	VI
Introducción	7
Hipótesis	10
Objetivos	10
Materiales y Métodos	11
Resultados	17
Discusión	20
Conclusiones	22
Bibliografía	23
Anexos	28

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Ensayo de Sequía. Materiales experimentales utilizados en la campaña 2013/2014.	13

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Logo de Criadero “El Carmen”. General Cabrera. Córdoba.	11
Figura 2. Campo Experimental y Demostrativo del Criadero “El Carmen”. General Cabrera, Departamento Juárez Célman, Provincia de Córdoba.	11
Figura 3. Ensayo de Sequía. Condición Sequía: genotipos cubiertos bajo túnel de polietileno. Condición Control: genotipos bajo condiciones de campo.	13
Figura 4. Ensayo de evaluación de genotipos de maní por su comportamiento frente a sequía durante la toma de muestras de concentración de clorofila. Campaña 2013/2014.	14
Figura 5. Medición del contenido de clorofila.	15
Figura 6. Bolsas con cajas (frutos) de maní en el momento de la cosecha.	15
Figura 7. Análisis de componentes principales de tres variables para la evaluación de genotipos de maní frente a sequía en la campaña agrícola 2013/2014. Variables: DIF_CC: diferencia del contenido de clorofila; DIF_RTO: diferencia del rendimiento; DIF_MDA: diferencia del contenido de malondialdehído.	17
Figura 8. Análisis de conglomerados de la variable rendimiento, para los siete genotipos de maní evaluados en la campaña agrícola 2013/2014.	18
Figura 9. Árbol de recorrido mínimo (ARM), de siete genotipos de maní evaluados frente a sequía en la campaña agrícola 2013/2014. Variables: diferencia del contenido de clorofila (DIF_CC); diferencia del rendimiento (DIF_RTO); diferencia del contenido de malondialdehído (DIF_MDA).	19
Figura 10. Genotipos bajo condición hídrica de sequía (izquierda: verde oscuro y surco abierto) y genotipos en condición hídrica de secano (derecha: verde claro y surco cerrado).	21

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Medidas de resumen.	28
Anexo 2. Análisis de la Varianza de la variable rendimiento.	28

RESUMEN

La sequía es la mayor restricción abiótica que afecta la producción y la calidad del maní (*Arachis hypogaea* L.) en el mundo. La obtención de cultivares con tolerancia a la sequía no sólo aseguraría la estabilidad de los rindes en años de escasez hídrica, sino que permitiría extender la frontera productiva a regiones actualmente marginales. El estrés hídrico tiene una gran influencia en la fotosíntesis, el metabolismo, el crecimiento, el rendimiento, etc. A su vez, influye sobre el crecimiento de las malezas, el manejo agronómico y sobre la intensidad de presión de plagas y enfermedades. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento frente a sequía de variedades comerciales y materiales experimentales avanzados de maní del germoplasma existente en el Criadero "El Carmen". Para ello, se realizó un ensayo experimental en parcelas divididas. Las unidades de muestreo fueron dos surcos espaciados a 0,7 m y de 2,5 m de longitud. El ensayo se realizó en el campo experimental del Criadero "El Carmen" ubicado en General Cabrera. Siete genotipos de maní fueron evaluados por la concentración de clorofila, la concentración de malondialdehído y el rendimiento. Las variables medidas fueron analizadas mediante análisis estadísticos multivariados (análisis de componentes principales y análisis de conglomerados), y univariados (ANAVA). Los resultados permitieron identificar un grupo de genotipos superiores. El material 7698-7-A no mostró diferencias estadísticamente significativas frente al resto de los genotipos, sin embargo su comportamiento sobresalió con respecto a los demás.

Palabras clave: Sequía, maní, tolerancia, *Arachis hypogaea* L.

SUMMARY

*"Performance Evaluation of peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes against drought"*

Drought is the major abiotic limitation that affects the production and quality of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) in the world. Obtaining cultivars with tolerance to drought not only guarantee the stability of yields in years of water shortages, also allows to extend the production to current marginal regions. Water stress has a big influence on photosynthesis, metabolism, growth, yield, among others. In turn, influences weeds growth, crop management and intensity of pressure from pests and diseases. The experiment was conducted in split-plot. The experimental units were two rows distanced at 0.7 m and 2.5 m in length. The trial was conducted at the experimental Nursery "El Carmen" located in General Cabrera. Seven genotypes of peanut were evaluated by chlorophyll concentration, malondialdehyde concentration and yield. The measured variables were analyzed by multivariate (principal component analysis and cluster analysis) and univariate (ANOVA) statistical analysis. The results identified a superior genotypes group. The material 7698-7-A showed no statistically significant differences compared with other genotypes, however their performance excelled.

Keywords: Drought, peanuts, tolerance, *Arachis hypogaea* L.

INTRODUCCIÓN

El género *Arachis* de la familia *Fabaceae*, con más de 40 especies entre las que se encuentra el maní (*Arachis hypogaea* L.), es originario de Sudamérica (Roca y Mroginski, 1993). Este es un cultivo importante en zonas tropicales, subtropicales y templadas de Asia, América y África; y es usado como alimento humano directo (grano) o indirecto (manteca, aceite), como pellet, e incluso como forraje (Singh y Singh, 1992; Hammons, 1994). La producción mundial de maní con cáscara de aproximadamente 41 millones de toneladas es liderada por China (41% de la producción total) con alrededor de 17 millones de toneladas, seguida por India (14% del total) con alrededor de seis millones de toneladas. Argentina se ha consolidado como uno de los principales productores de maní con cáscara en el mundo, y se ubica en el noveno lugar de los países productores, con un volumen de 0,7 millones de toneladas anuales (1,7% del total) (MAGyP, 2014). La industria manisera argentina constituye una actividad importante en una de las economías regionales, dedicada casi exclusivamente a su exportación. La excelencia de sus productos permitió lograr, a partir del 2010, el primer lugar como exportador mundial de maní. Las divisas provenientes de las exportaciones totales del sector en ese año alcanzaron los 582 millones de dólares (López, 2011). En la provincia de Córdoba se encuentra la totalidad de la industria procesadora (plantas de secado, procesamiento y acondicionamiento de maní confitería) y de las fábricas aceiteras que procesan los excedentes de la producción de maní para consumo directo. Alrededor de 30 plantas de procesamiento ocupan en forma directa aproximadamente a 3.000 personas. Si se consideran las actividades secundarias que esta industria genera, el número de puestos de trabajo alcanza a los 10.000 (Rollán, 2000; Busso *et al.*, 2004). Si bien Córdoba produce más del 90% del maní argentino, en las últimas campañas se ha registrado un fuerte desplazamiento hacia los departamentos del sur y a las provincias limítrofes como San Luis y La Pampa (Citivaresi *et al.*, 2002; Fiant *et al.*, 2011).

Entre los factores ambientales que afectan la producción agrícola, la sequía es una de los más frecuentes e impredecibles. Dado que el maní se cultiva casi en su totalidad bajo condiciones de secano, es de esperar que esta limitante sea de relevancia en la determinación del rendimiento. Un estudio de la cátedra de Agrometeorología de la Universidad Nacional de Río Cuarto informa que la sequía ocurrida en la campaña agrícola 2011/2012 tuvo características particulares, dadas por la escasez de lluvia durante un período prolongado y la ocurrencia, en esa misma época, de temperaturas máximas medias superiores a los valores normales. Ambos atributos la convirtieron en la sequía más severa de los últimos 40 años. La influencia de las condiciones de sequía sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad comercial del cultivo de maní es ampliamente conocida, no obstante el análisis de la respuesta a esas condiciones favorece la comprensión de los procesos fisiológicos que

generan el rendimiento del cultivo, lo que permitiría ajustar el manejo y mejorar la productividad (Morla *et al.*, 2012).

La sequía es la mayor restricción abiótica que afecta la producción y la calidad del maní en el mundo (Songsri *et al.*, 2008a). La obtención de cultivares con mayor tolerancia a la sequía aseguraría la estabilidad de los rindes en años de escasez hídrica, y permitiría extender la frontera productiva a regiones actualmente marginales. El estrés hídrico tiene una gran influencia en la fotosíntesis, la nutrición mineral, el metabolismo, el crecimiento, el rendimiento, etc. A su vez, influye sobre el crecimiento de las malezas, el manejo agronómico y la presión de intensidad de plagas y enfermedades (Wheatley *et al.*, 1989; Wightman and Wightman, 1994; Reddy *et al.*, 2003).

Hasta la fecha la contribución más importante a la tolerancia a sequía proviene del mejoramiento por alteración de rasgos fenotípicos como la madurez y la floración temprana (Araus *et al.*, 2002; Bhatnagar-Mathur *et al.*, 2010).

La selección en poblaciones segregantes bajo condiciones de estrés ha sido un enfoque estándar para desarrollar cultivares con tolerancia al estrés hídrico. La selección directa por rendimiento bajo condiciones de estrés puede ser efectiva, pero las limitaciones de este enfoque son la alta inversión de recursos y la pobre repetitividad de los resultados debido a la amplia interacción genotipo x ambiente que resultan en el progreso del mejoramiento genético (Cooper and Hammer, 1996; Wright *et al.*, 1996; Songsri *et al.*, 2008b). Rápidos progresos pueden ser logrados al usar rasgos fisiológicos, como el índice de cosecha (IC) o la eficiencia en el uso del agua (EUA), el área foliar específica (AFS) y el contenido de clorofila (SCMR); como así también rasgos bioquímicos, como el estrés oxidativo (Nigam *et al.*, 2005; Songsri *et al.*, 2008a).

La obtención de nuevas variedades, que permitan ampliar la escasa disponibilidad varietal existente y la incorporación de caracteres que logren un mejor comportamiento bajo las condiciones ambientales locales, debe ser un objetivo prioritario y permanente en los actuales programas de mejoramiento genético del maní (Buteler and Soave, 2011).

Al evaluar distintos genotipos por diferentes características agronómicas, resulta de interés interpretar la similaridad/disimilaridad entre ellos. Para esto son efectivas y ampliamente utilizadas distintas técnicas de análisis multivariado que permiten visualizar e interpretar las relaciones entre los genotipos mediante gráficos de ordenamiento (Bonamico *et al.*, 2006; Balzarini *et al.*, 2007; Ortolán *et al.*, 2011).

El análisis de conglomerado es frecuentemente utilizado como método exploratorio con la finalidad de obtener mayor conocimiento sobre la estructura de los distintos casos, como por ejemplo los distintos genotipos de maní. Si bien este proceso conlleva inicialmente a una pérdida de información por situarse en una misma clase genotipos que no son idénticos sino semejantes, la síntesis de la información disponible sobre las unidades consideradas

puede facilitar la visualización de relaciones multivariadas de naturaleza compleja. Se recurre a técnicas de agrupamiento cuando no se conoce “*a priori*” una estructura de grupo de los individuos y el objetivo operacional es identificar como se agrupan esos individuos. Las técnicas de clasificación basadas en agrupamientos implican la distribución de los genotipos en estudio en clases o categorías de manera tal que cada clase o conglomerado reúna genotipos cuya similitud sea máxima bajo algún criterio. Para agrupar objetos, genotipos o incluso variables, es necesario seguir algoritmos de clasificación que pueden ser jerárquicos o no jerárquicos. En biología las técnicas jerárquicas son tradicionales ya que traducen mejor la complejidad de la organización de los seres vivos y la existencia de distintos niveles evolutivos (Balzarini *et al.*, 2008).

Las técnicas multivariadas de reducción de dimensión tales como el análisis de componentes principales (ACP) y la representación gráfica de las mismas, que en dicho análisis es conocida como biplot, cobran importancia en la visualización de datos multivariados ya que facilita la interpretación de interrelaciones entre variables y entre distintos casos, como pueden ser genotipos (Balzarini *et al.*, 2010). En los gráficos biplot propuestos por Gabriel (1971) se grafican los genotipos como puntos y las variables como vectores desde el origen. La distancia entre genotipos y variables no tiene interpretación, pero las direcciones de los vectores desde el origen sí. Los genotipos que se grafican en una misma dirección que una variable tienen valores relativamente altos para esa variable y valores bajos en variables que se grafican en dirección opuesta. Por otro lado, los ángulos entre los vectores que representan las variables, pueden ser interpretados en términos de las correlaciones. Un ángulo próximo a 90° indica que dos variables no se encuentran correlacionadas. Alejamientos de este valor tanto sea en valores menores como mayores a 90° implican correlaciones positivas o negativas, respectivamente. Es decir, un ángulo cercano a cero implica que ambas variables están fuertemente correlacionadas en forma positiva y un ángulo llano indica que dos variables muestran fuerte correlación negativa (Balzarini *et al.*, 2008).

Por último, el análisis de la varianza (ANAVA) univariado realizado variable por variable es ampliamente utilizado en experimentos con fines comparativos, en los que usualmente se aplican varios tratamientos, como pueden ser genotipos, a un conjunto de unidades experimentales o parcelas para valorar y comparar las respuestas obtenidas en cada tratamiento. Uno de los principales objetivos en la planificación de una experiencia, siguiendo un diseño experimental, es la reducción del error o variabilidad entre parcelas que reciben el mismo tratamiento, con el propósito de incrementar precisión y sensibilidad. El diseño experimental es una estrategia de combinación de la estructura de tratamientos con la estructura de unidades experimentales, de manera tal que las alteraciones en las respuestas, al menos en algún subgrupo de unidades experimentales, puedan ser atribuidas solamente a la

acción de los tratamientos excepto por variaciones aleatorias. Así, es posible comparar medias de tratamientos o combinaciones lineales de medias de tratamientos con el menor error posible (Balzarini *et al.*, 2008).

HIPÓTESIS

Existen diferencias de comportamiento frente a sequía entre los distintos genotipos de maní en el banco de germoplasma del Criadero “El Carmen”.

OBJETIVOS

- Evaluar el comportamiento de distintos genotipos de maní frente a sequía.
- Adquirir experiencia en la evaluación de distintos genotipos de maní.
- Integrar al medio laboral conocimientos desarrollados durante el trayecto curricular.
- Participar en el ámbito profesional para facilitar la integración futura como egresado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante la campaña agrícola 2013/2014 en el Campo Experimental y Demostrativo del Criadero “El Carmen” ubicado en la localidad de General Cabrera, Departamento Juárez Célman, Provincia de Córdoba.

Descripción de la Empresa. Criadero “El Carmen” (Figura 1) es la principal empresa Argentina reconocida por la creación de variedades de maní y la producción de semillas categoría ORIGINAL (Foundation). La empresa participa con semillas de sus variedades en más del 70% del área sembrada con *Arachis hypogaea* L. en Argentina. Fue pionera en ofrecer a los productores de nuestro país las variedades alto oleico. Tiene convenios de vinculación científico-tecnológicas con diferentes instituciones, universidades y científicos del mundo. Además lleva adelante diferentes proyectos de investigación y experimentación en otros países (Brasil, Nicaragua, Bolivia, Sudáfrica, etc).



Figura 1. Logo de Criadero “El Carmen”. General Cabrera. Córdoba.

El Campo Experimental y Demostrativo (Figura 2) se ubica a un kilómetro hacia el sur de la localidad, donde cuenta con 70 hectáreas, de las cuales anualmente se destinan rotativamente alrededor de 10 ha para la investigación básica.



Figura 2. Campo Experimental y Demostrativo del Criadero “El Carmen”. General Cabrera, Departamento Juárez Célman, Provincia de Córdoba.

La principal actividad de la empresa es la producción de semilla de maní fiscalizadas por el INASE (Instituto Nacional de Semillas de la Argentina). También desarrolla otro tipo de actividades como la generación de proyectos productivos, ensayos comparativos de rendimiento, mantenimiento de pureza, investigaciones diversas, consultorías profesionales, entre otras. A partir del año 2012 puso en funcionamiento su propia planta de procesamiento

de semillas fiscalizadas de maní, diseñada para evitar contaminación entre variedades y daños a la semilla.

En el área de investigación y desarrollo de la empresa se llevó a cabo esta práctica profesional. La tarea comprendió el seguimiento durante el ciclo de crecimiento de distintos genotipos de maní, entre ellos líneas experimentales y variedades comerciales, para realizar la medición de variables que permitan la selección de genotipos superiores.

Descripción de la tarea

Durante la campaña 2013/2014 se evaluaron por su comportamiento frente a sequía, en el banco de germoplasma activo del Criadero “El Carmen”, seis genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) seleccionados previamente en campañas anteriores por su tolerancia a sequía (Cuadro 1). Los materiales selectos se sembraron para ser evaluados de manera de continuar la observación de su comportamiento. Para ello, se midió el contenido de clorofila, el contenido de malondialdehído y el rendimiento en caja. Estas variables permitieron reducir el número de materiales evaluados de 48 durante la campaña 2007/2008 a 23 genotipos en la campaña 2008/2009 y a 13 genotipos en la campaña 2009/10 (Soave, 2011). En la actualidad la evaluación se realizó en seis genotipos de maní. En todos los ensayos realizados se incluyó al cultivar Granoleico como control, ya que es el que ocupa más del 75% de la superficie sembrada de maní en Argentina. Los ensayos correspondientes a las campañas 2013/2014, se llevaron a cabo en el Campo Experimental y Demostrativo del Criadero “El Carmen”, ubicado en la localidad de General Cabrera, Departamento Juárez Celmán, Provincia de Córdoba. Por cada genotipo se sembraron 50 semillas de un tamaño uniforme en dos surcos espaciados a 0,7 m y de 2,5 metros de longitud. Una parcela se sometió a estrés hídrico, repitiéndose el mismo esquema en otra parcela testigo, que se mantuvo en secano. En todos los casos las ubicaciones de cada genotipo en la parcela bajo estrés fue determinada al azar. Luego de emergidas, se eligieron en cada parcela y para cada genotipo, cinco plantas de la parte central de cada uno de los dos surcos. En el tallo de cada una de estas plantas se colocó un precinto numerado para su identificación y posteriormente se realizaron las mediciones. En cada una de las parcelas, bajo condiciones de estrés hídrico y control, se colocaron tensiómetros analógicos de cerámica porosa para medir el potencial mátrico del suelo a los 25-30 cm de profundidad. La condición de estrés hídrico fue provocada al cubrir la parcela con una carpa de polietileno en cada oportunidad en que se esperaban precipitaciones. Esto permitió lograr el potencial mátrico objetivo, -100 kPa, en alrededor de 15 a 20 días después de cubrir las parcelas con las láminas de polietileno (Figura 3).

Cuadro 1. Ensayo de Sequía. Materiales experimentales utilizados en la campaña 2013/2014.

Líneas	Identificación
1	Granoleico
2	7698-7-A
3	9499-2-A-II
4	I.09-21
5	I.10-18
6	I.99-11
7	24408-9



Figura 3. Ensayo de Sequía. Condición Sequía: genotipos cubiertos bajo túnel de polietileno. Condición Control: genotipos bajo condiciones de campo (Tesis de Maestría en Genética Vegetal, campaña 2009/2010; Soave, 2011).



Figura 4. Ensayo de evaluación de genotipos de maíz por su comportamiento frente a sequía durante la toma de muestras de concentración de clorofila. Campaña 2013/2014.

A partir de los 60 días desde la siembra, una de las parcelas se sometió a un período de restricción hídrica hasta que el potencial mátrico del suelo, alcanzó -100 kPa; a partir de esta lectura se continuó con la restricción hídrica por 15 días más. La parcela restante estuvo en secano durante todo el ciclo de cultivo. Pasados los 15 días se realizó la evaluación de los genotipos mediante las variables medidas en cada una de las 10 plantas identificadas por cada genotipo por cada condición hídrica:

A)- Contenido de clorofila (CC). Esta variable se midió sobre cada uno de los cuatro folíolos de la segunda hoja totalmente expandida de las plantas precintadas, con el medidor Opti-Sciences CCM-200, que emplea la absorbancia a ciertas longitudes de onda para estimar el contenido de clorofila en el tejido foliar, el que puede ser correlacionado directamente con la salud y las condiciones vegetales vitales de crecimiento generales de la planta (Serraj *et al.*, 2004; Sheshshayee *et al.*, 2006) (Figura 5).

B)- Determinación en laboratorio del contenido de malondialdehído (MDA). Para medir esta variable se extrajo la hoja medida de cada una de las plantas y se las conservó en hielo seco para la posterior determinación que se realizó de acuerdo al protocolo de Heath y Packer (1968). La concentración de peróxidos de lípidos fue cuantificada en términos de concentración de MDA expresándolo como mMol/mg de peso fresco.

C)- Rendimiento. El rendimiento se midió en caja (peso de los frutos), éstas fueron cosechadas y colocados en bolsas aireadas para su posterior secado y toma del peso que se registró luego que la planta alcanzó la madurez de cosecha (Figura 6).



Figura 5. Medición del contenido de clorofila.



Figura 6. Bolsas con cajas (frutos) de maní en el momento de la cosecha.

Para cada genotipo se calculó la diferencia entre los valores registrados en cada variable en cada parcela control, y los valores registrados en la parcela bajo condiciones de estrés hídrico (DIF_RTO: diferencia de rendimiento, DIF_CC: diferencia de concentración de clorofila y DIF_MDA: diferencia de concentración de malondialdehído). Estas diferencias fueron evaluadas estadísticamente mediante un análisis de componentes principales (ACP), análisis de conglomerados, y análisis de árbol de recorrido mínimo. La variable rendimiento fue analizada con un análisis de la varianza (ANAVA). Todos los análisis se realizaron con el programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2014).

RESULTADOS

En el gráfico biplot se observa que las dos primeras componentes principales (CP) explican el 80% de la variabilidad de los datos (Figura 7). La correlación entre DIF_MDA y DIF_CC, es positiva debido a que el ángulo es menor a 90° . A su vez estos diferenciales presentan correlación negativa con el DIF_RTO, debido a que mientras mayor es el rendimiento menor son los valores de estrés oxidativo (MDA). Las observaciones de los genotipos se ubican como puntos azules en el mismo gráfico, los que se encuentran en una misma dirección que una variable presentan valores relativamente altos para ésta y valores bajos si se grafican en la dirección opuesta. Sin embargo, debido a que se trabaja con diferencial (DIF_RTO, DIF_CC y DIF_MDA) la interpretación es opuesta. En este gráfico se debe hacer énfasis en la distribución de los genotipos, ya que esto nos orienta para la selección de los mismos.

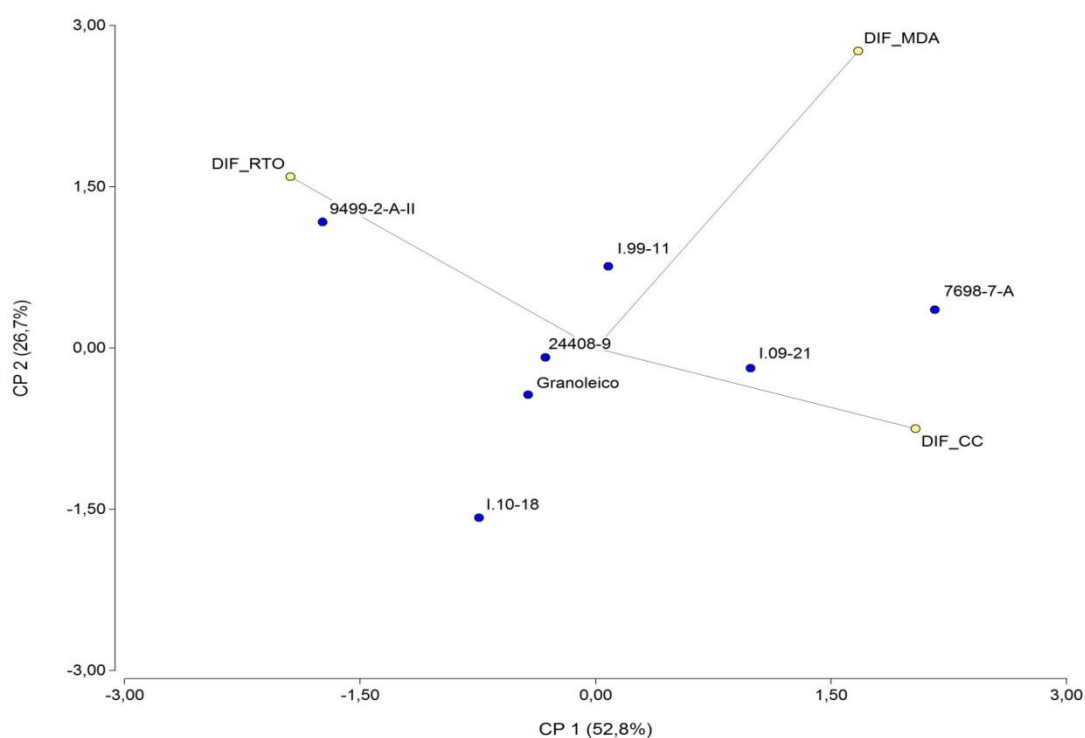


Figura 7. Análisis de componentes principales de tres variables para la evaluación de genotipos de maní frente a sequía en la campaña agrícola 2013/2014. Variables: DIF_CC: diferencia del contenido de clorofila; DIF_RTO: diferencia del rendimiento; DIF_MDA: diferencia del contenido de malondialdehído.

El análisis de conglomerados permitió definir grupos de genotipos en función de la distancia euclídea (Figura 8). Al realizar un corte arbitrario a una distancia del 70% podemos

observar por una parte que tres de los genotipos de maní, I.10-18, 9499-2-A-II y Granoleico, se encuentran separados del resto. Estos materiales están asociados a mayor diferencia de rendimiento, por lo cual sus rendimientos en condiciones de sequía no serían buenos.

Por otra parte podemos observar un grupo que lo constituyen los materiales que se alejan de la variable diferencial de rendimiento. Esto permite complementar los resultados obtenidos en ambos análisis multivariados y determinar que los genotipos de maní I.09-21, 7698-7-A, I.99-11 y 24408-9 presentarían tolerancia superior a sequía. Cabe aclarar que en esta campaña 2013/2014, se está trabajando con materiales ya evaluados como tolerantes en campañas previas.

El árbol de recorrido mínimo permite corroborar los resultados obtenidos con los análisis realizados (Figura 9).

Al realizar el análisis de la varianza (ANAVA) de la variable rendimiento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos evaluados (Anexo 2). Se debe aclarar que si bien el diseño experimental del ensayo se realizó en Parcelas Divididas, el mismo fue analizado como Diseño en Bloques Completos Aleatorizados (DCBA), dado a que se utiliza un solo valor de rendimiento que es la diferencia entre las condiciones hídricas.

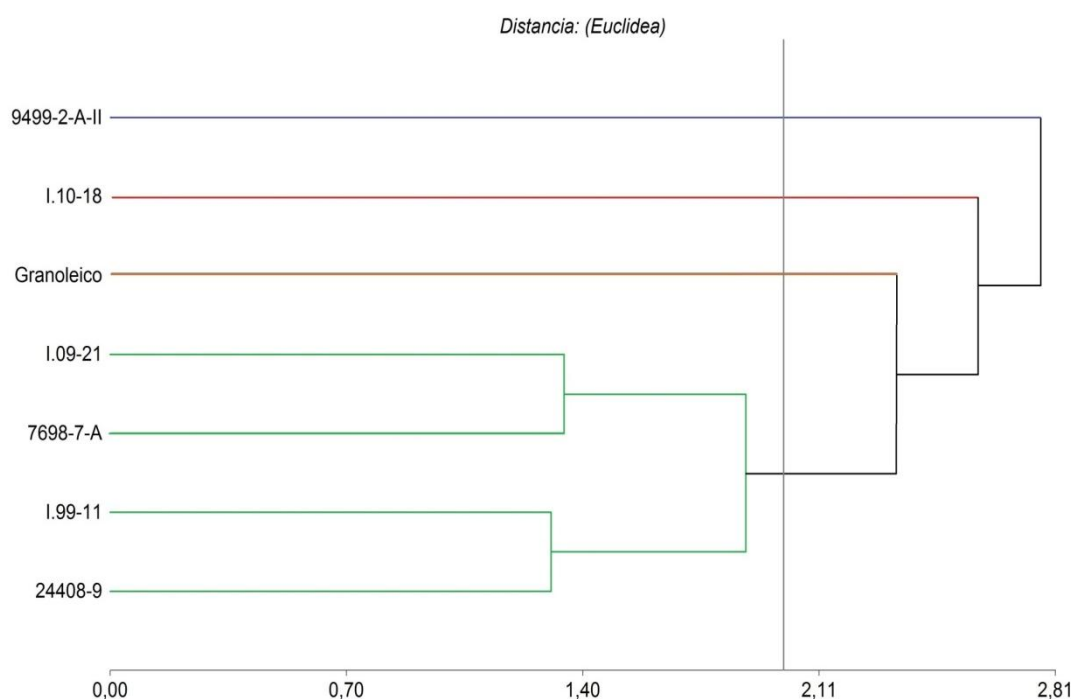


Figura 8. Análisis de conglomerados de la variable rendimiento, para los siete genotipos de maní evaluados en la campaña agrícola 2013/2014.

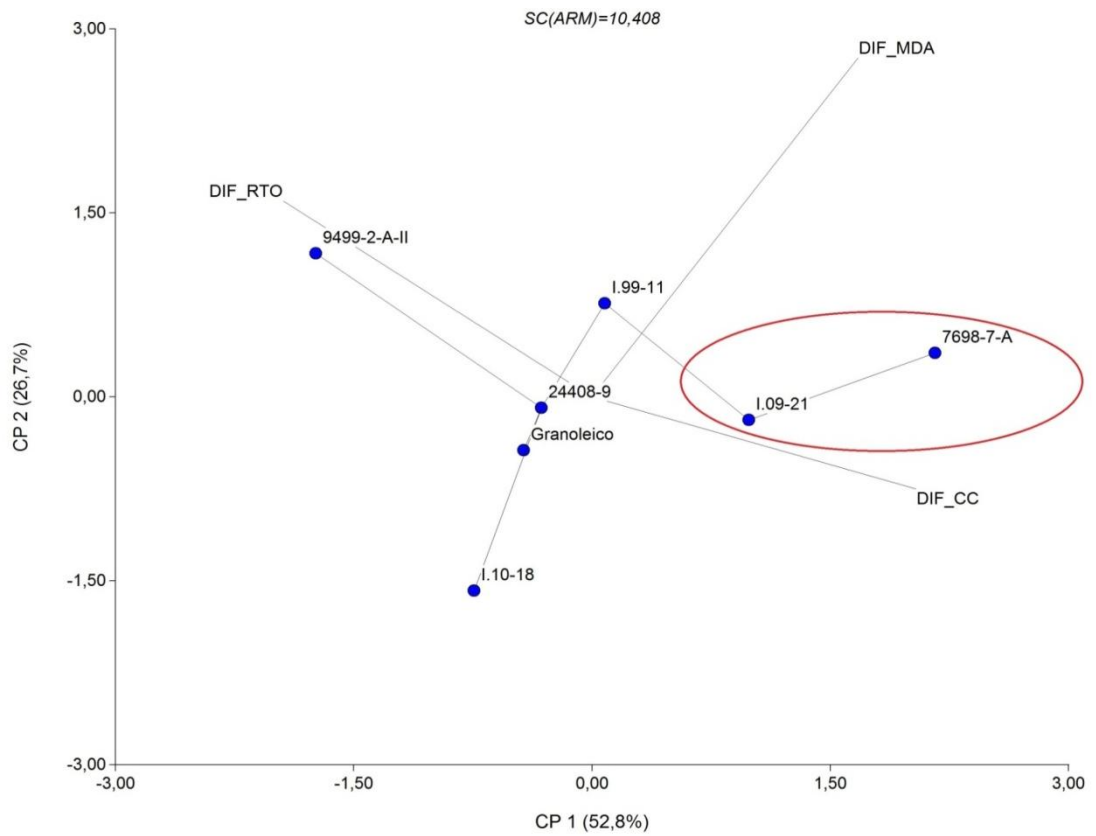


Figura 9. Árbol de recorrido mínimo (ARM), de siete genotipos de maní evaluados frente a sequía en la campaña agrícola 2013/2014. Variables: diferencia del contenido de clorofila (DIF_CC); diferencia del rendimiento (DIF_RTO); diferencia del contenido de malondialdehído (DIF_MDA).

DISCUSIÓN

Los genotipos de maní evaluados durante la campaña agrícola 2013/2014 en el campo experimental y demostrativo del Criadero de maní “El Carmen”, presentaron diferentes respuestas frente a sequía aunque no fueron estadísticamente significativas. Esto se observó claramente en la distribución de los genotipos en el biplot obtenido con el ACP (Figura 7). Para cada variable medida se evaluó la diferencia, entre los genotipos control y los genotipos bajo estrés hídrico, lo que permitió inferir que ante una mayor diferencia entre condiciones hídricas, menor sería la tolerancia al estrés. Irigoyen *et al.* (1992) observó que el contenido de MDA era mayor en tratamientos bajo estrés hídrico, Reddy y Rao (1968) informaron que los niveles de clorofila se ven disminuidos al producirse la inhibición de la síntesis de clorofila. Janamatti *et al.* (1986) mencionan que el déficit hídrico durante el desarrollo de la vaina o de la semilla, produce menor peso de ellas, reduciendo el rendimiento potencial del cultivo.

En los resultados obtenidos en el presente estudio se encontró que la correlación entre DIF_MDA y DIF_CC es positiva, a su vez estos diferenciales presentan correlación negativa con el DIF_RTO, debido a que mientras mayor es el rendimiento menor son los valores de estrés oxidativo (MDA) y de concentración de clorofila. Hay muchas opiniones encontradas en la literatura sobre el cambio en el contenido de clorofila de las hojas en condiciones de sequía. Algunos estudios realizados para investigar el contenido de clorofila en condiciones de sequía han encontrado reducciones en algodón (Massacci *et al.*, 2008), girasol (Kiani *et al.*, 2008) y *Vaccinium myrtillus* (Tahkokorpi *et al.*, 2007). En contraste, los incrementos en el contenido de clorofila en condiciones de sequía fueron informados por Mensah *et al.* (2006) en sésamo, Beeflink *et al.* (1985) en cebolla y Rahman *et al.* (2004) en maíz. Una razón para estos resultados inconsistentes pueden ser las diferencias en las condiciones de estudio tales como la intensidad y la duración del estrés. Contenidos de alta clorofila están asociados con plantas tolerantes al estrés por sequía (Kraus *et al.*, 1995). La expansión celular y la división celular pueden ser influenciados por el estrés por sequía relativa, incluso antes de que se vea afectada la fotosíntesis o la respiración. La expansión de la superficie de la hoja a menudo disminuye en condiciones de sequía, de manera que la superficie de transpiración se reduce drásticamente (Munns *et al.*, 2000).



Figura 10. Genotipos bajo condiciones hídricas de sequía (izquierda: verde oscuro y surco abierto) y genotipos en condición hídrica de secano (derecha: verde claro y surco cerrado).

En lo que respecta a los genotipos se puede observar que los materiales 7698-7-A y I.09-21, están más relacionados con el rendimiento que con MDA (Figura 7). El genotipo 7698-7-A debido a esto y a que mostró diferencias en el tiempo respecto a los demás materiales en sucesivos ensayos en el Criadero “El Carmen” es que actualmente fue registrado en el INASE (Instituto Nacional de Semillas). Este genotipo, inscripto como EC-98 (AO) cumplió con las características para su selección, ya que presenta un rendimiento total equivalente o superior a la variedad de maní Granoleico que actualmente es la más difundida en la región manisera de la provincia de Córdoba. Además, la variedad EC-98 (AO) presenta una producción significativamente mayor de granos de calidad comercial, más uniformes y redondeados, y un ciclo de cultivo cinco días más corto que la variedad Granoleico.

Esta práctica profesional al realizar el seguimiento del cultivo de maní, permitió adquirir conocimiento de las distintas etapas del mismo. Además, permitió evaluar a distintos genotipos por su reacción frente a un estrés abiótico como es la condición hídrica con sus dos niveles, sequía y secano. Los resultados obtenidos posibilitaron la identificación de materiales con buen comportamiento frente a sequía. Estos genotipos son un recurso muy valioso para la obtención de cultivares comerciales con buena tolerancia, tanto por disminuir las pérdidas ocurridas por la sequía misma como también la de estabilizar la producción en el tiempo.

CONCLUSIONES

- Los resultados permiten identificar un grupo de genotipos superiores frente a la principal limitante que es la condición hídrica del ambiente.
- El material 7698-7-A no mostró diferencias estadísticamente significativas frente al resto de los genotipos, sin embargo su comportamiento se destacó con respecto a los demás.
- El trabajo realizado permitió adquirir conocimiento y experiencia en el seguimiento del cultivo de maní como también conocer la reacción del mismo frente a distintas condiciones hídricas.
- La presente práctica profesional permitió en el aspecto personal, la integración en el medio laboral junto a otros profesionales y la incorporación de conocimientos sobre el funcionamiento de una empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAUS, J.L., G.A. SLAFER, M.P. REYNOLDS and C. ROYO. 2002. Plant breeding and water stress in C3 cereals: What to breed for? *Ann. Bot.* 89: 925-940.
- BALZARINI, M.G., A.T. ARROYO, N.C. BONAMICO and M.A. DI RENZO. 2007. Association between agronomic and molecular marker variation in genotype evaluation. International symposium agricultural field traits - today and tomorrow, Stuttgart, Hohenheim, Alemania. *Int. J. Exp. Bot.* 79: 31-38.
- BALZARINI, M.G., L. GONZALEZ, M. TABLADA. F. CASANOVES. J.A. DI RIENZO y C.W. ROBLEDO. 2008. *Manual del Usuario InfoStat*. Ed. Brujas, Córdoba, Argentina. 336p.
- BALZARINI, M.G., C. BRUNO, A. PEÑA, I. TEICH y J.A. DI RIENZO. 2010. *Estadística en Biotecnología, Aplicaciones en Info-Gen*. Ed. Encuentro Grupo Editor, Córdoba, Argentina, 228p.
- BEEFLINK, W.G., J. ROZEMA and A.E.L. HUISKE. 1985. *Ecology of Coastal Vegetation*. 2nd Edn., W. Junk Publication. USA. 640p.
- BHATNAGAR-MATHUR, P., J. SHRIDHAR RAO, V. VADEZ and K.K. SHARMA. 2010. Transgenic strategies for improved drought tolerance in legumes of semi-Arid tropics. *J. Crop. Imp.* 24: 92-111.
- BONAMICO, N.C., M.G. BALZARINI, M.A. DI RENZO and M.A. IBÁÑEZ. 2006. Generalized procrustes analysis for describing relationships between maize hybrids from multi-environment yield trial and molecular data. **XXIIIRD International Biometric Conference**, ibc2006. Montréal, Québec, Canadá. TP1.221
- BUSSO, G., M. CIVITARESI, A. GEYMONAT y R. ROIG. 2004. Situación socioeconómica de la producción de maní y derivados en la región centro-sur de Córdoba. Diagnósticos y propuestas de políticas para el fortalecimiento de la cadena. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina. 163p.
- BUTELER, M.I. and J.H SOAVE. 2011. Current status and objectives of Nursery El Carmen peanut breeding program. In: **5th International Conference of the Peanut Research Community on Advances in Arachis through Genomics and Biotechnology**. Brasilia, Brazil, 35p.

CITIVARESI, M., E. BIANCONI y L. GONZÁLEZ IRUSTA. 2002. Localización y caracterización de la producción de oleaginosas en la provincia de Córdoba. **XI Jornadas de Investigación y Trabajo Científico y Técnico de la Facultad de Ciencias Económicas-UNRC**. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 192p.

COOPER, M. and G.L. HAMMER, (eds.). 1996. *Plant Adaptation and Crop Improvement*. CAB International, Wallingford, UK. 28p.

DI RIENZO J.A., F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. *InfoStat versión 2014*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

FIANT, S., C. ALONSO, T. FONTANA, C. SPINAZZÉ, D. COSTERO y L. BONVEHI. 2011. Caracterización de la producción de maní. Campaña 2010/11. Actas de Resúmenes **XXVI Jornada Nacional del Maní**. General Cabrera, Córdoba. p: 34-36

GABRIEL, K.R. 1971. Biplot display of multivariate matrices with application to principal components analysis. *Biometrika* 58: 453-467.

HAMMONS, R.O. 1994. The origin and history of the groundnut In: *The Groundnut Crop* (Smartt, J. ed.). Chapman & Hall, London. p: 24-42

HEATH, R. and L. PACKER. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 189-198.

IRIGOYEN, J.J., D.W. EMERICH and M. SÁNCHEZ-DÍAZ. 1992. Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. *Physiol. Plant.* 84: 67-72.

JANAMATTI, V.S., V.R. SASHIDHAR, I.G. PRASAD and K.S.K. SASTRY. 1986. Effect of cycles of moisture stress on flowering pattern, flower production, gynophore length and their relationship to pod yield in bunch types of groundnuts. *Narendra Deva J. Agric. Res.* 1(2): 136-142.

KIANI, S.P., P. MAURY, A. SARRAFI and P. GRIEU. 2008. QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. *Plant Sci.* 175: 565-573.

KRAUS, T.E., B.D. MCKERSIE and R.A. FLETCHER. 1995. Paclobutrazole induced tolerance of wheat leaves to paraquat may involve antioxidant enzyme activity. *J. Plant Physiol.* 145: 570-576.

LÓPEZ, G.M. 2011. Serie de estudios sectoriales: caso del maní y derivados del maní en: Fundación INAI (Coord). Programa de Inserción Agrícola. Apoyo a los procesos de apertura e integración al comercio internacional ATN/ME-9565-RG BID/FOMIN. 138p.

MASSACCI, A., S.M. NABIEV, L. PIETROSANTI, S.K. NEMATOV, T.N. CHERNIKOVA, K. THOR and J. LEIPNER. 2008. Response of the photosynthetic apparatus of cotton (*Gossypium hirsutum*) to the onset of drought stress under field conditions studied by gas-exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging. *J. Physiol. Biochem.* 46: 189-195.

MENSAH, J.K., B.O. OBADONI, P.G. EROUTOR and F. ONOME-IRIEGUNA. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of Sesame (*Seasamum indicum* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 5: 1249-1253.

MORLA, F.D., O. GIAYETTO, E.M. FERNANDEZ, G.A. CERIONI, M.B. ROSSO, M.I.T. KEARNEY, M.G. VIOLANTE, J.P. CALICCIO y W.G. BARRA. 2012. Condiciones de la sequía regional del ciclo 2011/12 y su influencia en el cultivo de maní. **Jornada Nacional del Maní**. General Cabrera, Córdoba. p. 22-24.

MAGyP. 2014. MANÍ: INFORME SECTORIAL N°1. En: www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/otros/mani/informes/2014_05May.pdf. Consultado: 20-02-2015.

MUNNS, R., J.B. PASSIOURA, J. GUO, O. CHAZEN and G.R. CRAMER. 2000. Water relations and leaf expansion: importance of time scale. *J. Exp. Bot.* 51: 1495-1504.

NIGAM, S.N., S. CHANDRA, RUPA K. SRIDEVI, A.MANOHA BHUKTA, G.S. REDDY, R.C. NAGESWARA RAO, G.C.WRIGHT, P.V. REDDY, M.P. DESHMUKH, R.K. MATHUR, M.S. BASU, S. VASUNDHARA, P. VINDHIYA VARMAN and A.K. NAGDA. 2005. Efficiency of physiological trait-based and empirical selection approaches for drought tolerance in groundnut. *Ann. Appl. Biol.* 146: 433-439.

ORTOLÁN, T., V. GIRARDI, N.C. BONAMICO y M.A. DI RENZO. 2011. Ordenamiento de híbridos de maíz mediante descriptores moleculares y morfológicos. **II Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Argentina**, BV9, San Juan, Argentina.

- RAHMAN, M.U., S. GUL and I. AHMAD. 2004. Effects of water stress on growth and photosynthetic pigments of corn (*Zea mays L.*) cultivars. *Int. J. Agric. Biol.* 6: 652-655.
- REDDY, T.Y., V.R. REDDY and V. ANBUMOZHI. 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogaea L.*) to drought stress and its amelioration: a critical review. *Plant Growth Regul.* 41: 75-88.
- REDDY, A.J. and I.M. RAO. 1968. Influence of induced water stress on chlorophyll components of proximal and distal leaflets of groundnut plants. *Current Science* 5(3): 118-121.
- ROCA, W.M. y L.A. MROGINSKI. 1993. Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y Aplicaciones. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, Colombia. 970 p.
- ROLLÁN, A. 2000. Apoyo financiero clave para el maní. *La Voz del Campo (La Voz del Interior)* 28/07/00: 6-7.
- SINGH, U. and B. SINGH, 1992. Tropical grain legumes as important human foods. *Econ. Bot.* 46: 310-321.
- SERRAJ, R., T.C. HASH, R.S. YADAV and F.R. BIDINGER. 2004. Recent advances in marker-assisted selection for drought tolerance in pearl millet. **Abstracts of the 4th International Crop Science Congress**, Brisbane, Australia. 115 p.
- SHESHSHAYEE, M. S., H. BINDUMADHAVA, N.R. RACHAPUTI, T.G. PRASAD, M. UDAYAKUMAR, G.C. WRIGHT and S.N. NIGAM. 2006. Leaf chlorophyll concentration relates to transpiration efficiency in peanut. *Ann. Appl. Biol.* 148: 7-15.
- SOAVE, S.J. 2011. Selección de Germoplasma de Maní (*Arachis hypogaea L.*) con Tolerancia a Sequía. Tesis de Maestría en Genética Vegetal. Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina. 17p.
- SONGSRI, P., S. JOGLOY, C.C. HOLBROOK, T. KESMALA, N. VORASOOT, C. AKKASAENG and A. PATANOTHAI. 2008a. Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agron. Water Manage.* 96: 790-798.

SONGSRI, P., S. JOGLOY, T. KESMALA, N. VORASOOT, C. AKKASAENG, A. PATANOTHAI and C.C. HOLBROOK. 2008b. Heritability of drought resistance traits and correlation of drought resistance and agronomic traits in peanut. *Crop Sci.* 48: 2245-2253.

TAHKOKORPI, M., K. TAULAVUORI, K. LAINE and E. TAULAVUORI. 2007. After-effects of drought-related winter stress in previous and current year stems of *Vaccinium myrtillus* L. *Environ. Exp. Bot.* 61: 85-93.

WHEATLEY, A.R.D., J.A. WHITEMAN, J.H. WILLIAMS and S.J. WHEATLY. 1989. The influence of drought stress on the distribution of insects on four groundnut genotypes grown near Hyderabad. *Bull. Entomol. Res.* 79: 567-577.

WIGHTMAN, J.A. and A.S. WIGHTMAN 1994. An insect, agronomic and sociological survey of groundnut fields in southern Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 51 (3): 311-331

WRIGHT, G.C., R.C. NAGESWARA RAO and M.S. BASU. 1996. A physiological approach to the understanding of genotype by environment interactions -A case study on improvement of drought adaptation in peanut. In: Cooper, M. and Hammer, G.L. (eds.) *Plant Adapt. and Crop Improv.* CAB International, Wallingford, UK: 365-381.

ANEXOS

Anexo 1. Medidas de resumen.

GENOTIPO	Variable	Media	D.E.	Mín	Máx
24408-9	DIF_CC	-12,06	8,01	-31,70	3,50
24408-9	DIF_MDA	6,7E-04	0,01	-0,01	0,02
24408-9	DIF_RTO	290,00	133,98	120,00	435,00
7698-7-A	DIF_CC	-10,06	8,18	-32,90	11,70
7698-7-A	DIF_MDA	2,4E-03	0,01	-0,02	0,03
7698-7-A	DIF_RTO	183,75	193,49	25,00	445,00
9499-2-A-II	DIF_CC	-14,23	8,34	-32,90	5,90
9499-2-A-II	DIF_MDA	1,1E-03	0,01	-0,02	0,01
9499-2-A-II	DIF_RTO	386,25	100,36	295,00	510,00
Granoleico	DIF_CC	-10,57	8,53	-30,20	9,70
Granoleico	DIF_MDA	8,5E-05	0,01	-0,01	0,01
Granoleico	DIF_RTO	348,75	102,66	250,00	490,00
I.09-21	DIF_CC	-11,39	9,59	-42,00	23,40
I.09-21	DIF_MDA	1,4E-03	0,01	-0,01	0,02
I.09-21	DIF_RTO	198,75	66,25	130,00	265,00
I.10-18	DIF_CC	-13,12	6,95	-30,00	4,80
I.10-18	DIF_MDA	-6,6E-04	0,01	-0,01	0,01
I.10-18	DIF_RTO	198,75	82,50	95,00	270,00
I.99-11	DIF_CC	-13,00	9,99	-36,90	18,50
I.99-11	DIF_MDA	1,8E-03	4,9E-03	-0,01	0,02
I.99-11	DIF_RTO	257,50	130,42	120,00	425,00

Anexo 2. Análisis de la Varianza de la variable rendimiento.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIF_RTO	28	0,38	0,08	47,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	178243,75	9	19804,86	1,25	0,3275
BLOQUE	27181,25	3	9060,42	0,57	0,6411
GENOTIPO	151062,50	6	25177,08	1,59	0,2078
Error	285437,50	18	15857,64		
Total	463681,25	27			