



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

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

**CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE
FRUTOS Y GRANOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea L.*) EN LA REGIÓN
MANISERA DE CÓRDOBA, ARGENTINA.**

Strube Melisa Micaela

DNI: 37.848.019

Director: Oscar Giayetto

Co-Director: Federico D. Morla

Río Cuarto, Córdoba

Septiembre, 2019

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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**Caracterización del crecimiento y desarrollo de frutos y granos de maní
(*Arachis hypogaea* L.) en la región manisera de Córdoba, Argentina.**

Autor: Strube Melisa Micaela

Director: Oscar Giayetto

Co-Director: Federico D. Morla

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

Ing. Agr. MSc. Plevich José Omar _____

Ing. Agr. MSc. Cerliani Cecilia _____

Fecha de Presentación: ____ / ____ / ____.

Aprobado por la secretaría Académica: ____ / ____ / ____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A mi director, Oscar Giayetto; y co-director, Federico Morla; por la predisposición y ayuda brindada durante la elaboración de este trabajo final.

A mis amigas, por transitar este camino junto a mí, escucharme, guiarme y aconsejarme cada vez que lo necesitaba.

A la familia Yedro, por brindarme su ayuda a lo largo de este camino de estudio.

A Bruno, por acompañarme desde el inicio de la carrera, regalarme su tiempo, paciencia y ayuda para que pueda ser madre y estudiante a la vez.

A mi familia, que siempre creyó en mí. Por su apoyo incondicional, ayuda y alegría con la que siempre me acompañaron.

A mi hija Malvina, por llenar de alegría mis últimos años de estudio, darme las fuerzas para seguir adelante y ser mi compañera en los últimos exámenes.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo final a mis padres, Nancy y Sergio, por inculcarme los mejores valores en la vida y por esforzarse diariamente para que reciba la mejor educación, permitiendo que hoy pueda formarme como una persona profesional.

ÍNDICE DE TEXTO

Certificado de aprobación	I
Agradecimientos	II
Dedicatoria	III
Índice de texto	IV
Índice de cuadros	V
Índice de figuras	VI
Índice de imágenes	VII
Resumen	VIII
Summary	IX
Introducción	1
Objetivo general	3
Materiales y métodos	4
Instalación del experimento y tratamientos	4
Observaciones y mediciones realizadas sobre el cultivo	4
Resultados y discusión	6
Temperatura	6
Cultivo	6
Conclusión	12
Bibliografía	13
Anexo	16

ÍNDICE DE CUADROS

Peso seco de frutos, granos y cáscara de igual edad en función de los DDM.....	7
Fotografías de frutos y granos muestreados en diferentes momentos (días) después de la marcación como clavos de 2 cm y su tiempo hasta madurez	10
Estadios de desarrollo de los frutos de maní en función de las características del pericarpio y de la semilla. Pattee <i>et al.</i> (1974)	16
Clave fenológica del cultivo de maní (adaptada de Boote, 1982).....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Temperatura media (°C) durante el período de evaluación del crecimiento de los frutos de maní marcados (desde el 17/01/2017) y datos de la serie 1974-2006	6
Curvas de crecimiento de un fruto y un grano (g) de maní en función del tiempo calendario y tiempo térmico (°Cd) desde su marcación (estadío individual de R2)	9

ÍNDICE DE IMÁGENES

Clavos marcados mediante lazos de colores	18
1 ^{er} muestreo (02/02/2017) - Comienzo del crecimiento de frutos, 16 DDM	18
2 ^{do} muestreo (17/02/2017) - Frutos en crecimiento, comienza el desarrollo de granos; 31 DDM	19
3 ^{er} muestreo (01/03/2017) - Frutos de maní completamente desarrollados; 43 DDM	19
3 ^{er} muestreo (01/03/2017) - Frutos y granos de maní tras secado en estufa; 43 DDM	20
4 ^{to} muestreo (10/03/2017) - Frutos de maní 52 DDM	20
4 ^{to} muestreo (10/03/2017) - Frutos y granos de maní sometidos a secado en estufa; 52 DDM	21
5 ^{to} muestreo (22/03/2017) - Frutos de maní en R6; 64 DDM	21
5 ^{to} muestreo (22/03/2017) - Frutos y granos de maní en R6 sometidos a secado en estufa; 64 DDM	22
6 ^{to} muestreo (03/04/2017) - Frutos de maní en madurez fisiológica (R7); 76 DDM	22
6 ^{to} muestreo (03/04/2017) - Frutos y granos de maní en R7 tras secado en estufa; 76 DDM	23

RESUMEN

La producción del cultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*) es una de las más importantes en la provincia de Córdoba; es por ello que se torna imprescindible el conocimiento de su crecimiento y desarrollo bajo las condiciones climáticas que ofrece la zona. De esta manera se podrá brindar las mejores condiciones posibles para el cultivo y potenciar su rendimiento y calidad. Entre los factores que se debe estudiar para lograr un cultivo ejemplar se destaca el crecimiento de los frutos y granos; elementos determinantes del rendimiento. En el presente trabajo se buscó contribuir al conocimiento y caracterización del crecimiento del fruto y grano de maní bajo condiciones ambientales locales. El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2016/2017, en el campo de docencia y experimentación de la Universidad Nacional de Río Cuarto (CAMDOCEX). El cultivo fue conducido sin limitaciones hídricas ni nutricionales y se realizaron controles fitosanitarios con el fin de minimizar el efecto de malezas, plagas y enfermedades. Para estimar la curva de crecimiento de los frutos y granos, en el estado fenológico R2-R3 se marcaron los clavos de la misma edad (de aproximadamente 2 cm de longitud); y a intervalos regulares de aproximadamente 10 días se muestrearon de 7 a 10 clavos/frutos en forma aleatoria. Se calculó el tiempo térmico ($T_b: 10,3^{\circ}\text{C}$) y a partir de las curvas de crecimiento de frutos y granos se determinó el inicio y fin del mismo. El comienzo del crecimiento del fruto fue a los 16 días después de la marcación (DDM), mientras que el del grano fue a los 28 DDM. Un fruto que crece en condiciones no limitantes de agua y nutrientes necesita 69 días para llegar a madurez, estabilizando su peso seco en 1,35 g, desde que es un clavo de aproximadamente 2 cm (R2). De igual manera el grano llega a su máxima acumulación de biomasa (0,55 g) al mismo tiempo (69,1 días).

Palabras claves: *Arachis hypogaea L.*; maní; crecimiento del fruto y grano.

SUMMARY

The production of peanuts (*Arachis hypogaea L.*) is one of the most important in the province of Cordoba, which is why it is essential to know their growth and development under the climatic conditions offered by the area. In this way it will be possible to offer the best possible conditions for the culture and to harness its yield and quality. Among the factors that must be studied to achieve an exemplary crop is the growth of pods and seeds, determining elements of yield. The present work sought to contribute to the knowledge and characterization of the growth of the fruit and peanut grain under local environmental conditions. The trial was carried out during the 2016/2017 campaign, in the field of teaching and experimentation of the National University of Rio Cuarto (CAMDOCEX). The crop was conducted without hydric or nutritional limitations and phytosanitary controls were carried out in order to minimize the effect of weeds, pests and diseases. To estimate the growth curve of fruits and grains, in the phenological state R2-R3, cloves of the same age (approximately 2 cm long) were marked; and at regular intervals of approximately 10 days, 7 to 10 cloves/fruits were randomly sampled. The thermal time was calculated ($T_b: 10,3^{\circ}\text{C}$) and from the growth curves of fruits and grains the beginning and end of the same one was determined. The beginning of fruit growth was 16 days after marking (DAM), while the grain was 28 DAM. A fruit that grows in non-limiting conditions of water and nutrients needs 69 days to reach maturity, stabilizing its dry weight at 1.35 g, since it is a clove of approximately 2 cm (R2). Similarly the grain reaches its maximum biomass accumulation (0.55 g) at the same time (69.1 days).

Keywords: *Arachis hypogaea L.*; peanut; fruit and grain growth.

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea L.*) es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina. Estudios recientes, señalan que el maní es un cultígeno (*planta o grupo conocido únicamente en cultivo; regularmente originado por domesticación; contrasta connativo*) que pruebas moleculares demuestran su origen en el sur de Bolivia, en las partes bajas cercanas al límite con Argentina (Giayetto, 2017). En nuestro país, el primer registro estadístico data del año 1872/73 con una superficie cultivada de 2.388 hectáreas. A partir de 1896/97, se poseen datos continuos con valores de 13.709 ha para esa campaña agrícola, de las cuales sólo 300 correspondían a la provincia de Córdoba (Giayetto, 2017).

Actualmente, Argentina se encuentra entre los 10 principales productores de maní a nivel mundial. Participa del 2,4% de la producción mundial de maní en caja, que en la última década se ha mantenido relativamente estable, fluctuando entre las 40 y 45 millones de toneladas (Calzada y Rozadilla, 2018). Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba, anualmente se siembran alrededor de 350.000 hectáreas con un rendimiento que ronda los 2.165 kg de maní en vainas por hectárea (MAGyA, 2019).

La industria argentina del maní, localizada principalmente en Córdoba, se destaca debido a sus altos estándares de calidad, lo que le permite posicionarse como uno de los principales participantes del comercio internacional. El bajo consumo interno le permite exportar cerca del 95% de lo que produce, siempre con agregado de valor, dejándolo como el principal exportador de maní de calidad y de aceite de maní (Calzada y Rozadilla, 2018).

Como en cualquier otro cultivo, la rentabilidad del maní depende del rendimiento y de la calidad del producto cosechado. Es por ello que requiere una cuidadosa planificación de tareas previas y durante el cultivo para lograr elevados rendimientos y una excelente calidad de la producción (Pedelini, 2016).

El maní es una planta de hábito de crecimiento marcadamente indeterminado, donde la floración, formación de clavos (ginóforos), frutos y granos ocurren de manera simultánea y durante un extenso período del ciclo de crecimiento del cultivo (Giayetto *et al.*, 2017). Tal es así, que aproximadamente 30 días después de su siembra comienza la floración y a los 90 días de ésta ya se encuentran los primeros frutos maduros. Debido a esta característica del cultivo (Stalker, 1997), al momento de la cosecha es común encontrar flores, clavos en formación y frutos en diferentes estados de desarrollo y, consecuentemente, granos con diferente composición (Lamb *et al.*, 2017).

Cada día, emerge una flor por inflorescencia (Bunting y Elston, 1980). La autopolinización ocurre, generalmente, en cortos periodos de tiempo, antes de la apertura de los pétalos. El tubo polínico una vez que alcanza el saco embrionario, lo fecunda, y en consecuencia comienza el proceso de diferenciación. Luego de la fertilización las células se dividen rápidamente, dando origen al ginóforo, en cuyo extremo está el ovario protegido por una camada de células lignificadas (Fernández *et al.*, 2006). Los ginóforos, además de su función de sostén de los frutos y comunicación con la parte aérea, poseen pelos (Smith, 1956), que durante el llenado de los frutos contribuyen a la absorción de P hasta en un 20 % (Wissuwa y Ae, 2001). Luego de su penetración al suelo, cesa su crecimiento y comienza a desarrollarse el fruto en el extremo distal que ha tomado una posición horizontal donde está ubicado el ovario (Giayetto *et al.*, 2017). Para que este desarrollo sea normal; es necesario oscuridad, estímulos mecánicos del medio, humedad y calcio (Fernández *et al.*, 2006). En presencia de luz no hay formación de frutos y sin estímulo mecánico se desarrollan frutos anormalmente alargados (Zamski y Ziu, 1976).

Los frutos de maní, como los de otras leguminosas, alcanzan el tamaño máximo cuando las semillas aún son muy pequeñas (estadio 5; Pattee *et al.*, 1974 – Cuadro 3). Si ocurre un déficit durante el desarrollo de los frutos (estadios 4-5) y luego se restablece la condición hídrica durante el llenado (estadios 7-10) (Pattee *et al.*, 1974); es posible observar, al final de este periodo, frutos con semillas expuestas -debido a grietas que se producen en el pericarpio- que serán desvalorizadas en la comercialización por tegumentos manchados y, posiblemente, por contaminación con aflatoxina. Además, la ocurrencia de estrés durante los primeros estadios de desarrollo de los frutos, puede reducir la calidad comercial del producto cosechado evaluada mediante granometría, relación grano/caja (Cerioni, 2003), y la calidad fisiológica validada mediante germinación y vigor (Fernández *et al.*, 1999 a y b).

El proceso de floración abarca casi el 80% del ciclo evolutivo del maní (Scandaliaris *et al.*, 1978), superponiéndose con la fructificación. Esta concurrencia, junto al desarrollo de las estructuras vegetativas, va en detrimento del rendimiento y la calidad de los frutos (Yu-Jen y Ke, 1988). Debido al alto grado de indeterminación del maní, existe una marcada superposición de las etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo. Si bien durante el periodo reproductivo del cultivo hay una alta competencia por asimilados entre los órganos componentes de la planta, vegetativos y reproductivos, en activo crecimiento, se ha encontrado evidencia que el cultivo de maní está principalmente limitado por destinos reproductivos (Haro *et al.*, 2013; Morla *et al.*, 2017 a), es decir por frutos maduros que lleguen a ser cosechados.

Morla *et al.* (2017 a) señalan que existe una posibilidad de lograr aumentos del rendimiento a través de mejoras del tamaño de los destinos aún a expensas de una disminución de la capacidad de la fuente de fotoasimilados. En este sentido, Haro *et al.* (2013), remarcan que la productividad del cultivo puede ser mejorada por un aumento del número de frutos fijados, ya que el maní presenta una muy baja eficiencia reproductiva (número de frutos formado por cada flor desarrollada) presentando valores de 0,16 para genotipos Valencia y Español y 0,25 para maní tipo runner (Haro *et al.*, 2015). Este aspecto ha sido ampliamente estudiado, y se encontraron mejoras en el rendimiento y calidad (granometría) al controlar la formación de estructuras reproductivas tardías que no contribuirán a los frutos cosechables. Algunos mediante la remoción manual de flores (Hemsey *et al.*, 1974), la aplicación de reguladores de crecimiento (Senoo e Isoda, 2003) o de herbicidas (Lamb *et al.*, 2017).

Un aspecto que puede contribuir a la adopción de estas técnicas que permitan mejorar la eficiencia reproductiva del maní, y de otras como el cálculo adelantado de frutos que potencialmente llegarán a ser cosechados, es conocer la dinámica del crecimiento individual del fruto que llega a madurez de cosecha, y la duración de dicha etapa de formación (Morla *et al.*, 2017b). Si bien existen datos en la bibliografía sobre el crecimiento y desarrollo del clavo, fruto y grano (Coolbear, 1994), a nivel local no se conocen con precisión los tiempos que necesita un fruto para llegar a ser cosechable. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue contribuir al conocimiento y la caracterización del crecimiento del fruto y grano de maní bajo condiciones ambientales locales.

Objetivo general

Caracterizar el crecimiento del fruto y grano a lo largo del ciclo del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) bajo condiciones ambientales de la región manisera de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Instalación del experimento y tratamientos

El ensayo experimental se realizó durante el ciclo 2016/17 en el campo de docencia y experimentación CAMDOCEX-FAV-UNRC (33° 07' de latitud sur, 64° 14' de longitud W y a una altitud de 421m sobre el nivel del mar), en un suelo Hapludol típico (taxonomía de suelos del USDA) de textura franca arenosa fina. El 2 de noviembre de 2016 se sembró el cultivar Granoleico, tipo *runner* alto oleico (*Arachis hypogaea* L. subsp. *hypogaea*), ampliamente cultivado en la región manisera argentina; con una distancia entre hileras de 70 cm y una densidad de 17,8 pl m⁻². El cultivo fue conducido sin limitaciones hídricas ni nutricionales. Para ello se regó el cultivo mediante un sistema de riego por goteo con el fin de que el contenido de agua útil del suelo no fuese menor al 50% de su capacidad de almacenaje. Se realizaron controles fitosanitarios con el fin de minimizar el efecto de malezas, plagas y enfermedades.

La temperatura media diaria se registró en una estación agrometeorológica de la UNRC situada en la proximidad del ensayo.

Observaciones y mediciones realizadas sobre el cultivo

En el estado fenológico R2-R3 (Boote, 1982) registrado el 17 de enero de 2017, cuando la mayoría de las plantas producían una alta cantidad de clavos por día, se marcaron por medio de lazos los clavos de la misma edad (ver fotografía en anexo). Para ello, se consideraron como tales aquellos clavos que presentaban 2 ó 3 cm de longitud producidos en los primeros nudos reproductivos de las ramas cotiledonales, más cercanas al suelo. De esta manera, se buscó disminuir la variabilidad temporal y espacial de los frutos y granos a analizar.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, y cada clavo/fruto muestreado se consideró una unidad de muestreo.

Para estimar la curva de crecimiento de los frutos y granos, se muestrearon de forma aleatoria de 7 a 10 clavos/frutos marcados a intervalos regulares de aproximadamente 10 días, y el tiempo de muestreo se calculó a partir del tiempo térmico (Tbase: 10,3°C) desde el momento de marcación del fruto.

Estas muestras se llevaron a estufa de secado hasta peso constante y se registró el peso seco del fruto y de los granos que lo componen. Con dichos registros se construyeron las curvas

de crecimiento de frutos y granos, y utilizando un modelo bilineal con *plateau* (Ecuaciones 1 y 2) se determinó el inicio y fin del crecimiento,

$$y = a + b x \quad \text{para } x < c \quad [1]$$

$$y = z \quad \text{para } x \geq c \quad [2]$$

donde a y b representan la ordenada al origen y la pendiente, respectivamente, de la regresión lineal correspondiente a la primera etapa, x es la variable independiente y c la constante que señala el límite de quiebre de la función e indica el valor de x para el cual y es máximo (z). El modelo lineal con *plateau* fue graficado en función de los días después de la marcación y en tiempo térmico y se calculó la duración de la etapa como el periodo comprendido entre el valor del parámetro x, cuando y es cero, y el parámetro c.

Para dichos análisis se utilizó una subrutina no lineal del programa estadístico GraphPadPrism versión 5.00 para Windows, (GraphPad Software, San Diego California USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura

La temperatura media del aire durante el período de crecimiento de los frutos marcados (desde el 17/01/2017) fue similar a la media normal para Río Cuarto (serie 1974-2006) para este mismo periodo, con una temperatura promedio de 20,8 y 21°C, respectivamente (Figura 1). Esto indica que se pueden considerar a las temperaturas registradas durante este trabajo experimental en correspondencia con las normales para este periodo en la regiónmanisera de Río Cuarto, Córdoba.

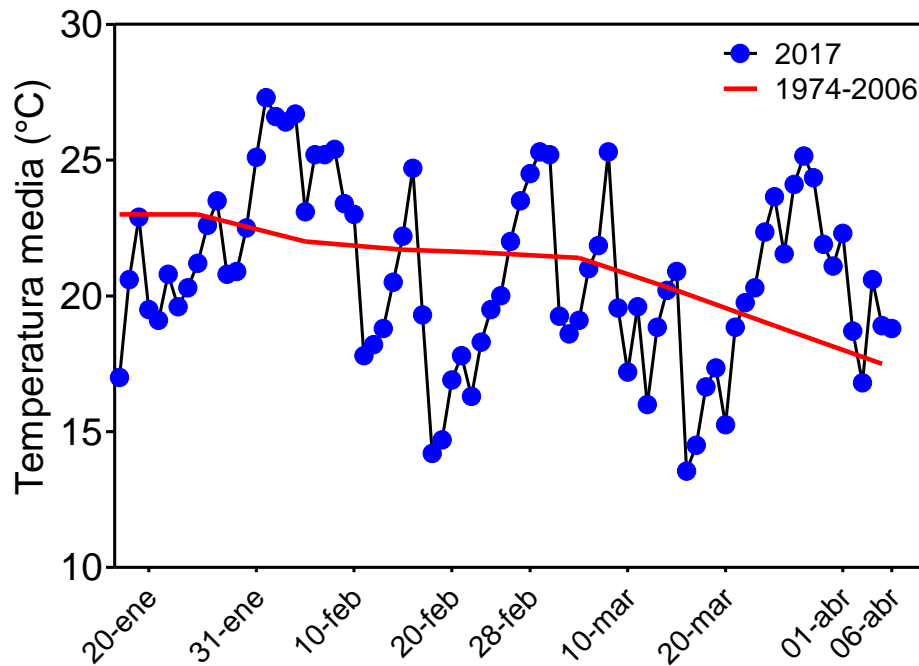







Figura 1. Temperatura media del aire (°C) durante el período de evaluación del crecimiento de los frutos de maní marcados (desde el 17/01/2017) y datos de la serie 1974-2006.

Cultivo

En el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos a lo largo del periodo de crecimiento de los frutos y granos de maní de igual edad. Allí se observa (para las diferentes fechas registradas) el número de muestreo con los días calendario desde de la marcación de los clavos (DDM), el estadio fenológico en el cual se encontraba el cultivo y el peso de los frutos y granos obtenidos en cada muestreo.

Así mismo, a partir de los datos anteriormente mencionados, se determinó el peso promedio por grano y se calculó por diferencia entre el peso de los frutos y granos el peso de la cáscara de maní –vulgarmente conocida como caja-.

Cuadro 1. Peso seco de frutos, granos y cáscara de igual edad en función de los DDM.

Fecha		DD M	Estadi o fenoló-	Peso fruto (g)	Peso grano s (g)	Peso promedio grano (g)	Peso cáscar a (g)	
17/1/1	Marcado	0	R2	-	-		-	
02/2/1 7	1° muestreo	16	R3	0,02	-		-	
				0,04				
				0,01				
				0,02				
17/2/1 7	2° muestreo	31	R5	0,49	0,315	0,315	0,184	
				0,42	0,048	0,024	0,329	
				0,14	-	-	-	
				0,09	-	-	-	
1/3/17	3° muestreo	43	R5	0,60	0,295	0,147	0,308	
				0,88	0,468	0,234	0,413	
				0,49	0,298	0,298	0,194	
				0,81	0,510	0,255	0,304	
				0,68	0,427	0,213	0,253	
				0,73	0,456	0,228	0,281	
				0,92	0,512	0,256	0,409	
10/3/1 7	4° muestreo	52	R5	1,02	0,717	0,358	0,311	
				1,43	0,812	0,406	0,626	
				0,74	0,520	0,260	0,224	
				0,98	0,675	0,337	0,309	
				0,60	0,378	0,378	0,228	
				0,99	0,708	0,354	0,284	
				1,22	0,879	0,439	0,348	
22/3/1 7	5° muestreo	64	R6	1,42	1,110	0,555	0,319	
				1,36	0,987	0,493	0,382	
				0,71	0,508	0,508	0,203	
				0,82	0,654	0,327	0,167	
				1,31	0,939	0,469	0,371	
				0,91	0,681	0,340	0,231	

3/4/17	6° muestreo	76	R7	1,573	1,244	0,622	0,329	
				1,039	0,871	0,435	0,168	
				1,385	1,159	0,579	0,226	
				1,309	1,059	0,529	0,250	
				1,166	0,956	0,478	0,210	
				1,447	1,178	0,589	0,269	
				1,552	1,245	0,622	0,307	
				1,17	0,924	0,462	0,246	

(*) Según clave fenológica del cultivo de maní (adaptada de Boote, 1982)- Cuadro 4 ANEXO.

Como puede observarse, los primeros datos obtenidos manifiestan un desarrollo incipiente de los frutos, los cuales presentaban un peso alrededor de 0,012 y 0,047 g; indicando que los 16 días previos, días transcurridos entre la marcación y el primer muestreo-corresponden a la elongación de los clavos, su penetración en el suelo y el posicionamiento de los mismos para dar inicio al crecimiento de los frutos, coincidiendo con lo descrito por Coolbear (1994). A su vez, en la imagen del primer muestreo, los frutos presentan la forma de “torpedo” característica del estadio 1 según la escala de Pattee *et al.* (1974). En dicho estadio el extremo del ginóforo comienza a aumentar en volumen sin llegar a definirse la forma final del fruto; y la longitud máxima que adquiere es de 1 cm.

A los 31 días de la marcación de clavos, el cultivo se encontraba en R5, y algunas de las muestras obtenidas correspondían a ese estadio fenológico, con frutos completamente desarrollados y un crecimiento inicial de sus granos. Sin embargo, en las muestras restantes, la ausencia de granos sumada al desarrollo incipiente de los frutos (con peso menor a los 0,15 g), indicaba el estadio R3. Estas características confirman una vez más el alto grado de indeterminación propio de este cultivo ya que si bien los clavos analizados presentaban la misma edad y era de esperarse un crecimiento homogéneo de sus frutos y granos, esto no fue lo que ocurrió, y la desigualdad en el crecimiento igualmente se manifestó.

Entre ambos estadios (R3- Inicio de formación de frutos y R5- Inicio de formación de semillas) el fruto de maní crece hasta alcanzar las dimensiones características del cultivar; y una vez logrado el desarrollo total del mismo comienza en su interior el crecimiento de los cotiledones de las semillas (Boote, 1982).

Al analizar el peso de los frutos en los dos muestreos posteriores puede observarse que, como es de esperarse, aumenta de un muestreo al siguiente; sin embargo, si se analiza el resto de los componentes se observa que dicho aumento se debe exclusivamente al incremento del peso de los granos contenidos en su interior. Ya que si bien el fruto en promedio crece poco menos de

0,3 g (pasa de 0,73 a 1 g en promedio), son los granos que realmente aumentan de peso, pasando de 0,23 a 0,36 g promedio por grano (0,46 y 0,72 g totales); y manteniéndose el peso de la cáscara alrededor de los 0,27 g.

El 22/03/17 los granos se encuentran totalmente desarrollados llenando la totalidad de las cavidades del fruto (cultivo en R6). Los frutos continúan incrementando su peso, pero al igual que lo anteriormente explicado, eso se debe al incremento del peso seco de los granos en su interior. Los frutos alcanzan un peso promedio de 1,09 g; 0,45 cada grano g y la cáscara no supera los 0,2 g. Por último, el día 03/04 (último muestreo realizado) el cultivo de maní alcanzó la madurez (R7) y el peso de los frutos y granos se estabiliza en un peso máximo promedio de 1,33 y 0,54 g, respectivamente.

Las curvas de crecimiento del fruto y grano ajustaron significativamente a un modelo de regresión lineal-plateau (R^2 : 0,9843 y 0,9991, respectivamente) (Figura 2). Así, los parámetros de la ecuación obtenidos para el crecimiento del fruto fueron: $y=0,02548 x - 0,4054$; sí $x < 69$ cuando se analizó el crecimiento en días calendario y de $y=0,002610 x - 0,5219$; sí $x < 718$ cuando se analizó en función del tiempo térmico. Mientras que para el crecimiento de un grano los parámetros obtenidos fueron: $y=0,01313 x - 0,3562$; sí $x < 69,09$ para días calendario y de $y=0,001575 x - 0,5420$; sí $x < 694$ en tiempo térmico ($^{\circ}\text{Cd}$, T_b : $10,3^{\circ}\text{C}$). Como el año analizado en este trabajo presentó temperaturas similares a las de un año normal de la región (Figura 1), el análisis de los datos se referenciará a días calendario.

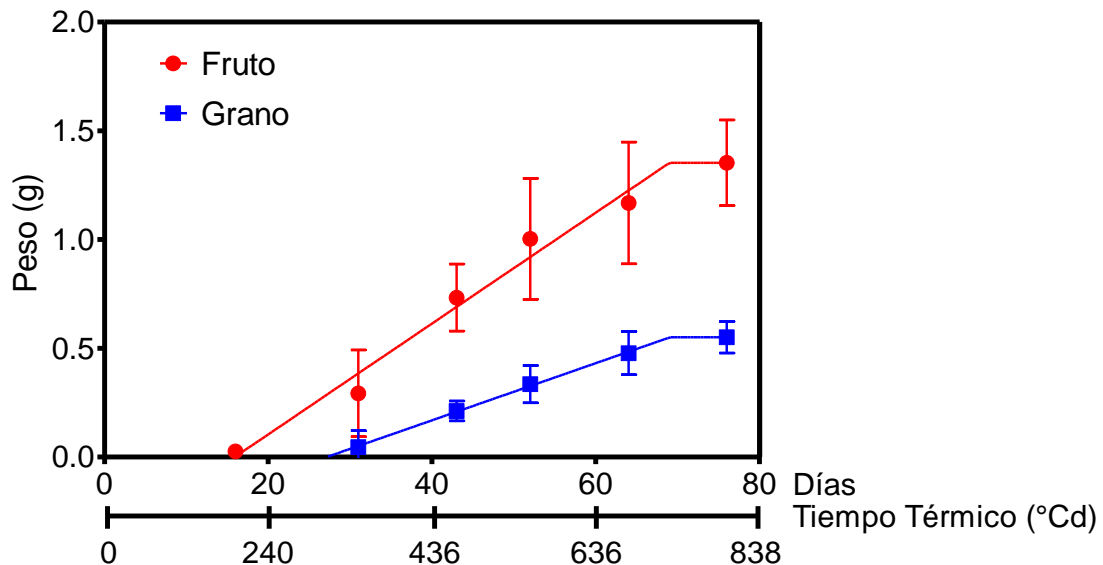


Figura 2. Curvas de crecimiento de un fruto y un grano (g) de maní en función del tiempo calendario y tiempo térmico ($^{\circ}\text{Cd}$) desde su marcación (estadio individual de R2).

En la figura 2 se observa que un fruto que crece en condiciones no limitantes de agua y nutrientes necesita 69 días para llegar a madurez (estabilizando su peso seco en 1,35 g) desde la etapa de clavo de aproximadamente 2 cm de longitud (R2). De igual manera, el grano llega a su máxima acumulación de biomasa (0,55 g) al mismo tiempo (69,1 días). El comienzo del crecimiento del fruto fue a los 16 días después de la marcación (DDM), mientras que el del grano fue a los 28 DDM. En esos 16 días de diferencia ocurrió el crecimiento del clavo, su penetración en el suelo y posterior posicionamiento en la zona de fructificación, además de la fase “lag” del crecimiento (Giayetto *et al.*, 2017). Según describe Coolbear (1994), en condiciones de laboratorio, el ingreso del clavo al suelo se produce aproximadamente a los 12-16 días desde la fecundación (6 a 10 días desde un clavo de 2 cm), dependiendo de la ubicación del nudo reproductivo en la planta.

Cuadro 2. Fotografías de frutos y granos muestreados en diferentes momentos (días) después de la marcación como clavos de 2 cm y su tiempo hasta madurez.

16 DDM	31 DDM	43 DDM	52 DDM	64 DDM	76 DDM
53 días a madurez	38 días a madurez	26 días a madurez	17 días a madurez	5 días a madurez	Fruto Maduro

El período de crecimiento lineal del fruto fue de 53 días y su tasa de crecimiento (TC) de $0,0255 \text{ g d}^{-1}$; mientras que el del grano fue de 41 días con una TC de $0,0131 \text{ g d}^{-1}$. Al analizar este último periodo, es decir desde los 28 a los 69 días DDM correspondiente inicio del crecimiento del grano y la madurez (de frutos y granos), se observa que el 100% del aumento de peso del fruto está dado por el crecimiento de los granos; donde se igualan la tasa de crecimiento de ambos. Esto sucede debido a que el peso fresco del fruto se incrementa rápidamente y alcanza el máximo valor a los pocos días del inicio de crecimiento de los granos para luego convertir su tejido interno de apariencia esponjosa-algodonosa en sustrato de reserva para las semillas en crecimiento. Es por ello que al multiplicar la TC del grano por el número de granos encontrados por fruto (en este trabajo se encontró 2 granos por fruto en todos los muestreos realizados) se obtendrá la tasa de crecimiento del fruto.

De esta manera, y en base a lo anteriormente mencionado, puede decirse que el período comprendido entre los 16 a 28 DDM (12 días) correspondería al crecimiento estructural de la caja.

Estos datos coinciden con lo señalado en la literatura donde se describe que el crecimiento del fruto (fase lineal), en un cultivar Virginia bunch (NC 2), es de 42 días (6 semanas) (Schenk, (1961) citado por Coolbear (1994)); mientras que un grano tarda aproximadamente 35 días (5 semanas) (Aldana *et al.* (1972) citados por Coolbear (1994)).

CONCLUSIÓN

Un fruto de maní que crece bajo condiciones no limitantes de agua y nutrientes en la región manisera de la provincia de Córdoba tarda aproximadamente 69 días en llegar a madurez desde su marcación en R2 (correspondiente a una longitud del clavo de alrededor de 2 cm).

La fase de crecimiento lineal de este fruto fue de 53 días. Del total de días, durante los primeros 12 días creció la estructura del fruto, comúnmente llamado caja; mientras que durante los 41 días restantes ocurrió el crecimiento lineal de los granos.

El registro fotográfico de frutos de la misma edad en diferentes momentos de muestreo puede ser una herramienta útil para un cálculo anticipado a campo de la cantidad de frutos maduros esperables a cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

- BOOTE, K. J. 1982. *Growth Stages of Peanut (Arachis hypogaea L.)*. Peanut Science. 9(1): 35-40.
- BUNTING, A. H. y J. ELSTON. 1980. Ecophysiology of growth and adaptation in the groundnut: an essay on structure, partition and adaptation. En: Sumerfield, R. J. y A. H. Bunting. *Advances in Legume Science*. Royal Botanic Gardens. p: 495-500
- CALZADA J. Y B. ROZADILLA. 2018. *COMMODITIES: Argentina tercer exportador mundial de "maní sin cáscara" y N°1 en aceite de maní*. En: www.bcr.com.ar/Publicaciones/Informativo%20semanal/bcr2018_11_02.pdf. Consultado: 25-04-2019.
- 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. FAV–UNRC. Río Cuarto - Cba. 95 p.
- COOLBEAR, P. 1994. *Reproductive biology and development.in The Groundnut Crop: A Scientific Basis for Improvement*. J. Smart Ed. Chapman& Hill, UK. p138– 172
- FERNANDEZ, E.M.; E. BONADEO E I.S. MORENO. 1999a. Relação entre níveis de precipitação e de cálcio na qualidade de sementes de amendoim. XI Congresso Brasileiro de Sementes. Foz de Iguaçu – PR – Brasil, 9(1/2): 68.
- FERNANDEZ, E.M.; G.A. CERIONI Y O. GIAYETTO. 1999b. Relación entre el estrés hídrico y el tamaño sobre la calidad de las semillas de maní. 14° Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera - Cba. 30/09/99. p: 31-32.
- FERNANDEZ, E. M., O. GIAYETTO y L. CHOLAKY SOBARI. 2006. Crecimiento y desarrollo. En: FERNANDEZ, E. M. y O. GIAYETTO. 2006. *El cultivo de maní en Córdoba*. Capítulo IV. p: 73-88.
- GIAYETTO O. 2017. Origen, historia y clasificación. En:FERNÁNDEZ E. M. Y O. GIAYETTO.*El Cultivo de Maní en Córdoba*. 2^{da} ed. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 1. 27-38p.
- GIAYETTO O., E. M. FERNANDEZ, G. A. CERIONI Y MORLA F. D. 2017. Crecimiento. En: FERNÁNDEZ E. M. Y O. GIAYETTO. *El Cultivo de Maní en Córdoba*. 2^{da} ed. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto. Cap. 4. 67-94p.
- HARO, R.J., BALDESSARI, J. Y OTEGUI, M.E. 2013. *Genetic improvement of peanut in Argentina between 1948 and 2004: Seed yield and its components*. Field Crops Research, 149.76-86.

- HARO, R. J., BALDESSARI, J., & OTEGUI, M. E. 2015. *Genetic improvement of peanut in Argentina between 1948 and 2004: Links between phenology and grain yield determinants*. Field Crops Research, 174, 12-19.
- HEMSY V., E.L. RODRIGUEZ, J. SCANDALIARIS, H. LOZANO MUÑOZ & J.A. CABRAL. 1974. *Posibilidad de aumentar la producción de maní (Arachis hypogaea L.) controlando la floración*. Rev. Agron. N.O. Argent. XI (3-4) 163-178.
- LAMB M.C., R. B. SORENSEN, C.L. BUTTS, P.M. DANG, C.Y. CHEN, & R.S. ARIAS. 2017. *Chemical Interruption of Late Season Flowering to Improve Harvested Peanut Maturity*. Peanut Science.44 (1):60-65.
- MAGyA. 2019. Indicadores publicados – Maní – Rendimiento – Superficie sembrada. En <https://agricultura.cba.gov.ar/institucional/consulta-indicadores.php>. Consultado: 18-05-2019.
- MORLA F.D., O. GIAYETTO, G.A. CERIONI Y E.M. FERNANDEZ. 2017a. *Source-sink analysis of runner type cultivars grown in Argentina*. 9th International Conference of the Peanut Research Community: Advances in Arachis through Genomics & Biotechnology. Córdoba, Argentina.
- MORLA F.D., O. GIAYETTO, G.A. CERIONI, E.M. FERNANDEZ, M.G. VIOLANTE Y M.M. STRUBE. 2017b. *Caracterización del crecimiento del fruto de maní*. Jornada nacional de maní. 32° Jornada Nacional de Maní. General Cabrera – Córdoba, Argentina.
- PATTEE, H.E.; E.B. JOHNS; J.A. SINGLETON Y T.H. SANDERS. 1974. *Composition changes of peanut fruit parts during maturation*. Peanut Sci. 1: 57-62.
- PEDELINI, R. 2016. *Maní: Guía práctica para su cultivo*. Boletín de divulgación técnica N° 2. Editorial INTA. 19p.
- SCANDALIARIS, J.; V. HEMSY; E.L. RODRIGUEZ MARQUINA; H. LOZANO MUÑOZ Y J.A. CAJAL. 1978. *Ciclo de floración en maní (Arachis hypogaea L.) y factores que lo influyen*. Rev. Agron. NOA.Serie Prod. Veg. XV. Fac. 1. Public.1221: 1-54.
- SENOO, S., & ISODA, A. 2003. *Effects of paclobutrazol on dry matter distribution and yield in peanut*. Plant production science, 6(1), 90-94.
- SMITH, B.W. 1956. *Embryogeny and effect of peg elongation upon embryo and endosperm growth*. Amer. J. Bot. 43: 233-240.
- STALKER, H. T. 1997. *Peanut (Arachis hypogaea L.)*. Field Crops Research 53: 205-217.
- WISSUWA, M. Y N. AE. 2001. *Genotypic differences in the presence of hairs on roots and gynophores of peanuts (Arachis hypogaea L.) and their significance for phosphorus uptake*. J. Exp. Botany. 52(361): 1703-1710.

YU-JEN, S. Y A. KE. 1988. *Effect of controlling peg growth at the Stara of groundnut (Arachis hypogaea L.) flowering*. Oleagineux. 43(3): 127-134.

ZAMSKI, E. Y M. ZIU. 1976. *Pod formation and its geotropic orientation in peanut (Arachis hypogaea L.) in relation to light and mechanical stimulus*. Amer. Bot. J. 40: 631-636.

ANEXO

Cuadro 3. Estadíos de desarrollo de los frutos de maní en función de las características del pericarpio y de la semilla. Pattee *et al.* (1974).

Estadio	Fruto	Semilla
1	Comienza a aumentar el volumen del ginóforo, la longitud máxima es de 1 cm, con forma de torpedo	-
2	La sección basal comienza a elongarse, máxima longitud 1,75 cm, tiene forma de torpedo	-
3	Alargamiento de la sección basal y apical. El pericarpio es acuoso	Muy pequeñas, fuertemente retenidas por el tejido parenquimático que dificulta removerlas
4	El tejido interno es muy acuoso, blando, esponjoso	Muy pequeñas, completamente planas, blancas, principalmente constituidas por el tegumento
5	El tejido interno es blando, no acuoso, interior del pericarpio sin hendiduras	De mayor tamaño, planas, blancas o pueden tornarse rosas al final del estadio
6	Interior del pericarpio comienza a hendirse	Forma de torpedo, generalmente rosa
7	Interior del pericarpio comienza a tener apariencia algodonosa	Pasan de la forma de torpedo a redondo, el eje embrionario rosa, blanco o rosa pálido
8	Interior del pericarpio comienza a secarse, hendiduras más numerosas	Redondas, son todas de color rosa pálido
9	Interior del pericarpio es blanco pero comienza a mostrar manchas marrones	El eje embrionario es rosa oscuro
10	Muchas manchas marrones en el interior del pericarpio	Grandes, generalmente rosa oscuro, el tegumento seminal se comienza a secar
11	Interior del pericarpio totalmente marrón	Rosa oscuro, tegumento compacto contra la semilla
12	Aparecen manchas marrones oscuras en el interior del pericarpio	Igual que en el estadio 11
13	Manchas negras en más de la mitad del pericarpio	El tegumento comienza a tornarse marrón
14	Manchas negras en el pericarpio	Tegumento marrón, comprimido en casi toda la semilla

Cuadro 4. Clave fenológica del cultivo de maní (adaptada de Boote, 1982)

Clave alfanumérica	Denominación de la etapa	Descripción
Ve	Emergencia	Cotiledones cerca de la superficie del suelo y plántula mostrando alguna parte.
V0	Cotiledonar	Cotiledones abiertos y horizontales en, por debajo, de la superficie del suelo.
V1	Primera hora tetrafoliada	Primer nudo desarrollado sobre el eje principal con su hoja tetrafoliada desplegada y folíolos horizontales.
Vn	“n” hoja tetrafoliada	“n” nudos desarrollados sobre el eje principal con o sin sus hojas tetrafoliadas desplegadas y folíolos horizontales.
R1	Inicio de floración	Una flor abierta en algún nudo.
R2	Inicio de formación del clavo	Un clavo (ginóforo) elongándose.
R3	Inicio de formación del fruto	Un clavo introducido en el suelo con el extremo (ovario) de un diámetro igual a dos veces el diámetro del clavo.
R4	Fruto completamente desarrollado	Un fruto completamente desarrollado, con las dimensiones características del cultivar.
R5	Inicio de formación de semillas	Un fruto completamente desarrollado, con crecimiento visible de los cotiledones de la semilla, al efectuar un corte transversal del fruto (pasada la fase de endosperma líquido).
R6	Semilla completamente desarrollada	Un fruto con semillas que llenan las cavidades de éste.
R7	Inicio de madurez	Un fruto mostrando coloración canela o marrón en la carainterna del pericarpio en el 50% de las plantas del cultivo.
R8	Madurez de cosecha o arrancado	Igual a R7 dependiendo el porcentaje de plantas del cultivarsembrado: 70 a 75% en tipos Virginia y Español, 80% en tipo Valencia.
R9	Frutos sobremaduros	Un fruto no dañado mostrando una coloración anaranjada de la testa y/o deterioro del clavo.

Imagen 1. Clavos marcados mediante lazos de colores.



Imagen 2.1^{er} muestreo (02/02/2017) - Comienzo del crecimiento de frutos, 16 DDM.



Imagen 3. 2^{do} muestreo (17/02/2017) - Frutos en crecimiento, comienza el desarrollo de granos; 31 DDM.



Imagen 4. 3^{er} muestreo (01/03/2017) - Frutos de maní completamente desarrollados; 43 DDM.



Imagen 5. 3^{er} muestreo (01/03/2017) - Frutos y granos de maní tras secado en estufa; 43 DDM.



Imagen 6. 4^{to} muestreo (10/03/2017) - Frutos de maní 52 DDM.



Imagen 7. 4^{to} muestreo (10/03/2017) - Frutos y granos de maní sometidos a secado en estufa; 52 DDM.



Imagen 8. 5^{to} muestreo (22/03/2017) - Frutos de maní en R6; 64 DDM.



Imagen 9. 5^{to} muestreo (22/03/2017) - Frutos y granos de maní en R6 sometidos a secado en estufa; 64 DDM.



Imagen 10. 6^{to} muestreo (03/04/2017) - Frutos de maní en madurez fisiológica (R7); 76 DDM.



Imagen 11. 6^{to} muestreo (03/04/2017) - Frutos y granos de maní en R7 tras secado en estufa; 76 DDM.

