



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

## **FACULTAD DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**ANÁLISIS FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICO Y PRODUCTIVO DE  
GENOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) EN RESPUESTA AL  
ESTRÉS POR SEQUÍA.**

**AUTORES:**

**CASTRO POSLIGUA GENESSIS JOSSELYN  
CEVALLOS CEDEÑO HÉCTOR ONIDES**

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**ING. GEORGE ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA Dr,Sc,**

**SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este esfuerzo se lo dedico primeramente a Dios quien es la guía principal en todo lo que me propongo, en segundo lugar, a mi Madre que gracias a su gran esfuerzo me inspiro a ser la mujer y la persona que soy ahora, a mi hermano que es como mi segundo papa por haberme apoyado económicamente en mi largo recorrido de estudio, y finalmente agradecer a todas las personas que aportaron con un granito de arena para alcanzar y terminar esta meta para todos ellos hago esta dedicatoria.

*Génessis Castro*

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria va inspirada a Dios por ser el principal guía en este largo camino lleno de altos y bajos, donde aprendí que el esfuerzo que mis padres han hecho en esta etapa de mi vida ha tenido buenos frutos.

Resumo estas breves palabras dando las gracias a estos dos grandes seres que son mis padres los cuales han sido promotores, guías y de vital apoyo para poder formarme académicamente y ser la persona que actualmente soy.

*Héctor Cevallos*

## **AGRADECIMIENTOS**

La vida se encuentra llena de retos, y uno de ellos es la universidad tras vernos dentro de ella, nos pudimos dar cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para nuestro entendimiento del campo en el que nos hemos visto inmerso sino, para lo que concierne a la vida y nuestro futuro.

Le agradecemos a la Universidad Técnica de Manabí a nuestra querida Facultad de Ingeniería Agronómica y nuestros docentes los cuales nos ayudaron y nos enriquecieron con sus conocimientos para que finalmente pudiéramos concluir con nuestro propósito.

A nuestro tutor Ing. George Alexander Cedeño García Dr.Sc. por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.

Y finalmente a todas las personas las cuales han aportado con un granito de arena durante este proceso investigativo.

**LOS AUTORES.**

## **Certificación del Director de Tesis**

Ing. George Alexander Cedeño García Dr.Sc., Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifica:

Que el trabajo de titulación **“ANÁLISIS FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICO Y PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) EN RESPUESTA AL ESTRÉS POR SEQUÍA”**, es trabajo original realizado por los estudiantes **GÉNESSIS JOSSELYN CASTRO POSLIGUA** y **HÉCTOR ONIDES CEVALLOS CEDEÑO**, el cual fue realizado bajo mi tutoría.

---

Ing. George Alexander Cedeño García Dr.Sc.  
**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

# **Certificación de la Comisión de Revisión y Evaluación**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

TEMA: ANÁLISIS FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICO Y PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) EN RESPUESTA AL ESTRÉS POR SEQUÍA”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión, Sustentación y Legalidad por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADO POR:

---

ING. GEORGE ALEXANDER CEDEÑO GARCIA Dr.Sc.  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

---

Ing.....  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing.....  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

Ing.....  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **Declaración sobre derechos de autor**

**GÉNESSIS JOSSELYN CASTRO POSLIGUA y HÉCTOR ONIDES CEVALLOS CEDEÑO**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de los autores.

---

**CASTRO POSLIGUA GÉNESSIS JOSSELYN**

**AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**CEVALLOS CEDEÑO HÉCTOR ONIDES**

**AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

## RESUMEN

El cultivo de maní es entre las leguminosas uno de los cultivos más importantes en el ámbito alimenticio y de salud, por los beneficios en sus componentes nutricionales que proporciona. Además, se caracteriza por cultivarse en zonas que constantemente son azotadas por periodos de sequía y condiciones adversas que perjudican el desarrollo y producción. Esta investigación tuvo como objetivo de evaluar los efectos fisiológicos, bioquímicos y productivos de dos variedades de maní sometidos a estrés por sequía. Se evaluaron las variedades de maní Caramelo y Rosita 380, el cual fueron sometidos a cuatro periodos de sequía. Fueron evaluadas variables fisiológicas, morfológicas bioquímicas y productivas como conductancia estomática, potencial hídrico, índice de clorofila, número de nódulos y de vainas, peso seco de las plantas y producción de granos, además del contenido de proteínas, grasa, ácidos grasos saturados e insaturados. El experimento se desarrolló mediante un diseño de Bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas, con tres repeticiones. Entre los principales resultados obtenidos, existen diferencias de potencial hídrico y conductancia estomáticas en los tratamientos sometidos a los 15 y 30 días de sequía, además existe una respuesta de reducción de la producción por el efecto de la sequía y un efecto varietal en la producción. El contenido bioquímico reportado se manifiesta en un incremento del contenido de ácidos grasos saturados e insaturados a partir de los 15 días de sequía en la variedad caramelo. Como conclusión, se determinó un efecto negativo de los períodos de sequía en las respuestas fisiológicas de las variedades de maní y en el rendimiento, aunque en respuesta del contenido de mayores ácidos grasos reflejado por el período de sequía es un tema que podría ser interesante desde el punto de vista nutricional.



## SUMMARY

The peanut crop is between legumes one of the most important food crops in the field and health benefits in providing nutritional components. In addition, it is characterized by being grown in areas that are constantly hit by periods of drought and adverse conditions that harm development and production. Research was developed with the objective of evaluating the physiological, biochemical and productive two peanut varieties under water deficit. The experiment was conducted evaluating varieties of peanut candy and Rosita 380, which underwent four periods of drought. Physiological, morphological, biochemical and productive variables were evaluated such as stomatal conductance, water potential, chlorophyll index, number of nodules and pods, dry weight of the plants and grain production, in addition to the content of proteins, fat, saturated and unsaturated fatty acids. The experiment was developed using a completely randomized block design with AxB factorial arrangement with three repetitions. Among the main results obtained, there are differences in water potential and stomatal conductance in the treatments subjected to 15 and 30 days of drought, in addition there is a response of reduction of production due to the effect of drought and a varietal effect on production. Biochemical reported content is manifested in an increase of the content of saturated and unsaturated fatty acids from 15 days of drought in the candy variety. In conclusion a negative effect of drought periods on physiological responses of varieties of peanuts and the yield was determined, although in response to the content of higher acids reflected fatty for the period of drought is an issue that could be interesting from the nutritional point of view.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
Certificación del Director de Tesis.....	iv
Certificación de la Comisión de Revisión y Evaluación.....	v
Declaración sobre derechos de autor.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
General. –.....	3
Específicos. –.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Distribución e importancia del maní.....	4
2.2. Taxonomía.....	5
2.3. Variedad INIAP 381 – Rosita.....	6
2.4. Variedad INIAP 383 – Caramelo.....	6
2.5. Contenido bioquímico del grano de maní.....	7
2.6. Factores que limitan la producción del maní ( <i>Arachis hypogae</i> L).....	7
2.7. Mecanismos en la productividad de genotipos de maní ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) en respuesta al estrés por sequía.....	7
2.8. Efectos del estrés por sequía en el cultivo de maní.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1. Ubicación y características del ensayo.....	9
3.2. Descripción de la investigación.....	9
IV. RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN.....	20
V. CONCLUSIONES.....	23
VI. RECOMENDACIONES.....	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXOS.....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis de varianza y <sup>comparación</sup> de medias en el índice de clorofila y conductancia estomática entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní. ....	13
<b>Tabla 2.</b> Análisis de varianza y comparación de medias en Producción qq ha-1 entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.....	14
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza y comparación de medias en Temperatura en la Hoja y Potencial hídrico xilemático (bares) entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní. ....	15
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza y comparación de medias en CRA (%) y Número de nódulos entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.....	16
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza y comparación de medias en (Peso Seco de las Plantas y Numero de vainas ha-1) entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní. ....	18
<b>Tabla 6.</b> Análisis de contenido de proteínas, grasa total, grasa saturada, insaturada (monosaturadas y poliinsaturadas) en dos variedades de maní sometidos a periodos de sequía .....	19

## I. INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea*. L) es una leguminosa de grano con altos contenidos de aceite y proteínas comestibles que son de mucha importancia, y por ende es la fuente más importante de proteína vegetal en la alimentación humana y animal. A nivel mundial se estima que la producción es de 35,9 millones de toneladas, enmarcándose como el principal productor China con el 39 % de la producción (Pilon, 2018). El maní (*Arachis hypogaea* L), es originario de la región andina del noroeste de Argentina y sur de Bolivia, por hallarse ahí una gran variabilidad genética de parientes silvestres y razas primitivas. Su cultivo tiene una amplia adaptación a climas tropicales y semiáridos, en ambientes semiáridos, las precipitaciones irregulares y las altas temperaturas influyen en la fenología del cultivo (Pereira, 2018).

En Ecuador, el maní ha sido un cultivo tradicional que no ha tenido un adecuado desarrollo, y su explotación se ha constituido en una actividad tipo familiar, su producción ha sido destinada principalmente al consumo directo (Ayala, 2010). Loja es una de las principales provincias productoras, la cual produce alrededor de 330 toneladas métricas de maní al año (Jaramillo, 2019).

Generalmente es cultivada en regiones semiáridas, con sequías considerable afectando el crecimiento y producción del cultivo entre ellos la calidad del producto (Pereira, 2018). El déficit hídrico en el maní en etapas fenológicas reduciendo significativamente el rendimiento, además de sus características bioquímicas en la concentración de aceites y actividades fisiológicas inhibiendo el crecimiento, induce el cierre de estomas, y por lo tanto reduce la fotosíntesis (Meher, 2018). Las plantas tolerantes a la sequía pueden sobrevivir al estrés en condiciones leves, pero mueren después de largos períodos de deshidratación cuando el contenido relativo de agua cae aproximadamente por debajo del 60% del agua disponible. El estrés causado por el agua crea una respuesta primaria al provocar senescencia en las hojas reduciendo la fotosíntesis (Challabathula, 2018).

Al evaluar varios rasgos fisiológicos y bioquímicos en genotipos interespecíficos de *Arachis* sometidos a estrés hídrico moderado, el ajuste osmótico y la actividad de las enzimas antioxidantes los autores mencionan que estos rasgos son más efectivos en

plantas tolerantes, como respuesta para evitar un daño importante al metabolismo celular. Azevedo Neto et al. (2009). En el aspecto agronómico, los criterios para la selección de la resistencia a la sequía del maní a menudo se basan en la producción de biomasa y el rendimiento de la vaina en condiciones de estrés hídrico (Reddy et al., 2003). Las plantas estresadas por la sequía pierden humedad de las vainas, lo que puede llevar a una reducción de la actividad fisiológica de las semillas y, por consiguiente, afecta tanto el rendimiento como la calidad nutricional (Santos et al., 2013).

Las respuestas fotosintéticas de las plantas hacia la deshidratación dependen de la intensidad, la duración y la tasa de progresión del estrés, dado que el límite de tolerancia a la sequía varía en diferentes especies (Meher, 2018). Las respuestas de aclimatación a la sequía incluyen inhibición del crecimiento durante condiciones de estrés, desprendimiento de hojas, restricción del uso de agua de los tejidos de origen y regulación de la transpiración, estas respuestas son esenciales para mantener el estado hídrico de la planta y la asimilación del carbono (Zhang et al., 2020). Dentro de este contexto, la investigación tiene como objetivo evaluar las respuestas fisiológicas, bioquímicas y productivas de genotipos de maní al estrés por sequía.

## **OBJETIVOS**

### **General. –**

- Evaluar respuestas fisiológicas, bioquímicas y productivas de genotipos de maní al estrés por sequía

### **Específicos. –**

- Evaluar la variación de los parámetros fisiológicos en genotipos de maní sometido a estrés por sequía.
- Determinar la variación bioquímica en los granos de genotipos de maní sometido a estrés por sequía.
- Analizar la tolerancia a la sequía en genotipos de maní

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Distribución e importancia del maní

Su origen está en la región Andina del noroeste de Argentina y el sur de Bolivia, de donde se ha ido expandiendo por los diferentes países de Sudamérica y hoy en día se lo cultiva en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, siendo China, India, Estados Unidos y Argentina los principales productores respectivamente. Su importancia radica porque posee altos contenidos de aceites, proteínas, vitaminas y minerales que convierten al maní en una excelente fuente alimenticia tanto humano como animal. El maní (*Arachis hypogaea* L.), es un cultivo global que se siembra en más de 100 países y es consumido en la mayoría de los países del mundo. En la actualidad, el maní se cultiva en 26,5 millones de hectáreas en todo el mundo y produce 43,9 millones de toneladas con una tasa de productividad de 1,65 toneladas/hectárea (t/ha) (FAOSTAT, 2020).

En Ecuador, el maní ha sido un cultivo tradicional que no ha tenido un adecuado desarrollo, y su explotación se ha constituido en una actividad de tipo familiar, su producción ha sido destinada principalmente para el consumo interno, para la industria de aceites comestibles y los confites (pasta de maní) o elaborados (dulces, maní tostado y chocolates), así como también es utilizado para la elaboración de ciertos platos de comida. Entre las principales provincias productoras del país son Manabí, Los Ríos, Guayas y Loja. Su distribución a nivel de la zona central del litoral ecuatoriano, que siembran maní son Santa Ana, Jipijapa y Rocafuerte, la gran mayoría de productores siembran durante la época lluviosa debido a que no cuentan con un sistema de riego adecuado (Cárdenas, 2014).

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una de las leguminosas muy importante a nivel mundial porque contribuye al desarrollo agrícola e industrial de los países donde se cultiva. A más de ser una fuente de metabolitos secundarios para la salud, es rico en nutrientes como proteínas, minerales, vitaminas, ácidos grasos, fibra y compuestos fenólicos. De hecho, los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios en las plantas, que se derivan de la vía fenilpropanoide. Estos compuestos fenólicos tienen varios beneficios en la salud, entre ellos, antioxidantes, antiinflamatorios,

anticancerígenos e inhibidores de las enfermedades cardiovasculares (Pereira et al., 2016).

El grano está compuesto por 45% de aceite y 25% de proteína; de su vaina el 70 al 75% es almendra (Krapovickas et al., 2009). Comprende seis variedades botánicas, reunidas en dos subespecies: subsp. *hypogaea* Waldron y subsp. *fastigiata* Waldron. Actualmente se encuentra ampliamente distribuido alrededor del mundo y es conocido con diferentes denominaciones: amendoim, peanut, cacahuete, maní, cacahuete, cacahué, cacahuey, caranga, ginguba, mandobí, mandoví, mandubí, manduví, mendobí, pinotes (Benjamín, 2001). El maní contribuye con el 30% de proteínas y 50% de grasas no saturadas, es rico en vitamina E y aporta minerales como sodio, potasio, hierro, magnesio, yodo, cobre, calcio. Su consumo es muy amplio, por la gran cantidad de grasa de buena calidad, que aporta energía diaria al cuerpo, ayudando al sistema cardiovascular, al buen funcionamiento al hígado, al páncreas a procesar el azúcar, al sistema digestivo, reduce los niveles de colesterol en la sangre, en fin, otorga muchos beneficios al cuerpo humano (Pereira et al., 2016).

## **2.2. Taxonomía**

La clasificación taxonómica del maní según Roskov et al. (2021) es la siguiente:

Reino: Plantae

Filo: Traqueofita

Clase: Magnoliopsida

Orden. Fabales Bromhead

Familia: Fabaceae

Género: *Arachis*

Especie: *Arachis hypogaea* L.

El maní cultivado es un alotetraploide ( $2n = 4x = 40$ ) y se cree que se originó de un cruce entre las especies diploides *A. duranensis* y *A. ipaensis* (Seijo 2004, 2007). El tallo principal de la planta es erguido o postrado (12-65 cm de longitud) y se desarrolla



a partir de una yema terminal del epicótilo mientras que dos cotiledones laterales (postrados, tipo corredor o verticales) crecen en lados opuestos. El tallo suele tener hojas tetrafoliadas, los folíolos en el tallo principal difieren en forma y tamaño de los de las ramas laterales. Las flores son típicamente papilionáceas y zigomorfas y están representadas por una flor solitaria (inflorescencia simple) o por un racimo que contiene de dos a cinco flores (inflorescencia compuesta) en las axilas de los catáfilos. Las flores nacen por vía aérea, pero el desarrollo de la vaina se desarrolla bajo el suelo debido al movimiento geotrópico de los ginóforos (clavijas) (Krapovickas y Gregory 2007).

La floración del maní es sensible a la luz, la temperatura y la humedad relativa. Las temperaturas entre 22 y 33 °C y una humedad del suelo del 40% son ideales para la floración, mientras que la intensidad de la luz solar ayuda a un desarrollo floral óptimo. En condiciones normales, las flores abren al amanecer, pero las bajas temperaturas pueden retrasar la apertura. La dehiscencia de las anteras puede tener lugar 7- 8 h antes de la apertura de la flor en algunas variedades mientras que en otras puede no hacerlo ni siquiera en apertura de la flor (Bolhuis et al., 1965). El estigma se vuelve receptivo unas 24 horas antes de la antesis y su receptividad puede persistir durante unas 12 horas después de la de la antesis. La autopolinización tiene lugar dentro de la quilla cerrada de la flor. Alrededor del 40% de las flores no logran iniciar el desarrollo de la vaina y otro 40% abortan antes del desarrollo de la vaina (Bolhuis et al., 1965).

### **2.3.Variedad INIAP 381 – Rosita**

Presenta un crecimiento semierecto, el grano es de color rosado rojizo, y la estructura de su vaina es lisa de forma esférica o redondeada, es una variedad precoz de un ciclo vegetativo de 90 – 95 días (Caiza, 2015).

### **2.4.Variedad INIAP 383 – Caramelo**

Material tipo Runner de crecimiento rastrero, no poseen flores en el eje central y presenta una abundante ramificación, siendo su disposición de yemas productivas de tipo alternada. Se caracteriza por poseer frutos con reticulaciones uniformes y granos medianos cas sin contricciones entre ellos, con tegumento seminal de diversas coloraciones de crema a rojo o combinado, es de tipo caramelo o barriga de sapo.

Además, los contenidos de ácidos grasos insaturado son altos, sobresaliendo el oleico (monoinsaturado) sobre el linoleico (Caiza, 2015).

### **2.5. Contenido bioquímico del grano de maní**

Los granos de maní son altamente nutritivos y en consecuencia muy importante en la dieta de millones de personas que carecen de proteínas y de grasas naturales, en cuanto a su composición bioquímica los componentes que el grano posee están dado por el 5.0 % de humedad, 28.5 % de proteínas, 46.3% de lípidos, 2.8 % de fibra cruda, 2.9 % de cenizas, 0.2 % azúcares reducidos, 4.5% de azúcares disacáridos, 4.0 % de almidón, 2,5 de pentosas (Zambrano,2011).

### **2.6. Factores que limitan la producción del maní (*Arachis hypogae* L).**

Con este contexto la sequía es una de las principales limitaciones para la producción de maní, especialmente cuando ocurre en las etapas de formación de vainas y semillas. (Pereira, 2018). Sin embargo, incluso si se cultiva bajo riego, el maní puede sufrir sequías debido al suministro limitado de agua o porque el agua de riego se aplica en cantidades o en frecuencias que no son óptimas para el crecimiento de las plantas, especialmente durante el llenado de vainas y semillas (Pereira, 2016). En estudios realizados anteriormente mencionan que la reproducción de maní para la resistencia a la sequía tardía requiere información sobre las respuestas morfológicas y fisiológicas del maní a la sequía y los mecanismos subyacentes a la adaptabilidad del cultivo para minimizar la pérdida de rendimiento (Koolachart, 2018). Es evidente entonces que la respuesta antioxidante, que contrarresta el estrés oxidativo, y el ajuste osmótico, que compensa la disminución del potencial hídrico en los tejidos, son dos mecanismos relacionados a la tolerancia (INTA, 2017).

### **2.7. Mecanismos en la productividad de genotipos de maní (*Arachis***

#### ***hypogaea* L.) en respuesta al estrés por sequía.**

Los genotipos de maní pueden usar dos mecanismos durante el período de déficit de agua para responder a las condiciones de sequía antes de la floración. El primer mecanismo es el aumento de la proporción de raíces en las capas inferiores del suelo

que aún tienen una alta humedad del suelo durante el período de sequía, y la capacidad de transpiración de las plantas es ilimitada. Una forma de reducir la pérdida de agua por disminución de la transpiración ocurre cuando se la somete a un déficit de agua, pero sin cambios en los rasgos de enraizamiento (Nawade et al., 2018).

Otro de los mecanismos por los cuales la sequía limita la productividad en los campos es al disminuir la fuerza de la fuente, que es el producto del área foliar y la eficiencia fotosintética promedio de las hojas en el dosel (Koolachart, 2018). Varios investigadores se han dirigido a estudiar el eslabón débil en la respuesta fotosintética al déficit de agua para varias especies de plantas, además ha habido un debate prolongado sobre si la fotosíntesis se inhibe principalmente durante la sequía por limitaciones estomáticas o no estomáticas a la asimilación de carbono. La capacidad de las plantas para tolerar altas temperaturas debería ser un factor importante que influya en el rendimiento de la planta durante la sequía (Pilón, 2018).I

## **2.8. Efectos del estrés por sequía en el cultivo de maní.**

Las condiciones de sequía a menudo limitan la producción de maní y dañan los mecanismos de defensa de la planta, principalmente cuando el estrés por sequía ocurre durante el desarrollo productivo, aunque un corto periodo de sequía no siempre resulta en una reducción en el rendimiento del maní debido al hábito de crecimiento indeterminado, la disminución de la productividad en la sequía se debe a una disminución de fotosíntesis de todo el dosel debido a la disminución del área foliar y la eficiencia fotosintética por unidad de área foliar (Girdthai et al., 2010). Los declives en la fotosíntesis neta han sido ampliamente reportados en el maní en condiciones de sequía leve, y varios autores han intentado abordar las bases fisiológicas de la inhibición fotosintética inducida por la sequía o los mecanismos subyacentes que contribuyen a la tolerancia a la sequía en el maní (Pilón, 2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y características del ensayo

La presente investigación se realizó en el campus la Teodomira de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, la cual se encuentra situada en la Parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí. (Coordenadas: 01°09' 55'' de Latitud Sur y 80° 23' 24'' de Longitud Oeste) cuya altitud es de 60 msnm, temperatura media anual de 26.58 °C, humedad relativa del 83 %, precipitación media anual 497.40 mm año<sup>-1</sup> y heliofanía anual de 1233 horas luz. El ensayo se instaló bajo cubierta de producción, asegurando el control de precipitaciones futuras. Las condiciones pedológicas del área de estudio se enmarcan en una topografía plana, suelo franco – arcilloso y con drenaje natural. La investigación tuvo una duración de 8 meses empezando su ejecución desde febrero del 2019 hasta octubre del 2019, incluida el trabajo en terreno, laboratorio y redacción del documento final.

#### 3.2. Descripción de la investigación

En el presente trabajo se evaluaron dos genotipos de maní (Rosita, y caramelo) altamente difundido y utilizados en las zonas maniceras de la Provincia y del País, con características de crecimiento, adaptabilidad y producción variable. Desde el momento de la siembra hasta el inicio de la floración, crecieron con requerimientos hídricos óptimo, luego fueron sometidos a periodos de siete, quince y treinta días de restricción hídrica. La humedad del suelo se registró constantemente las 24 horas del día a través de sensores de humedad y temperatura del suelo (GS3, DECAGON).

La presente investigación estuvo conformada por nueve tratamientos y tres testigos conformados por la combinación de dos factores descritos a continuación:

##### **Factor A: Déficit hídrico**

) 7 días de restricción hídrica

) 15 días de restricción hídrica

) 30 días de restricción hídrica

**Factor B: Genotipos de maní**

) Rosita

) Caramelo

) Testigo. (riegos frecuentes capacidad de campo)

El experimento se realizó bajo un diseño de Bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas, con tres repeticiones por tratamiento, donde las parcelas principales fueron delimitadas por las restricciones hídricas, y las sub parcelas por los genotipos de maní. Cada unidad experimental fue de dos metros cuadrados de superficie y el distanciamiento de siembra de cada genotipo fue de 0.30 metros entre hileras x 0.25 metros entre plantas, asegurando una densidad poblacional de 133.333 plantas ha<sup>-1</sup>. El análisis de datos se lo efectuó mediante ANOVA, y la separación de medias con la prueba de LSD<sub>0.05</sub>. Ambos procesos estadísticos fueron realizados con el software informático Infostat profesional 2018.

**Variabes a evaluar.** - en el desarrollo de la investigación se midieron variables fisiológicas durante el crecimiento y producción, variables bioquímicas en la producción y variables de rendimientos el cual se describen a continuación:

**Índice de clorofila.** - Con el uso de un clorofilmetro SPAD (DECAGON), se calculó el índice de clorofila en unidades SPAD-502 (Konica Minolta, Tokyo, Japan). Las mediciones se realizaron en las mismas hojas en cual se evaluó la fluorescencia de la Clorofila.

**Potencial hídrico xilemático:** La medición del potencial hídrico xilemático en la hoja se realizó entre las 11:00 y las 14:00 horas al finalizar cada periodo de restricción hídrica. Las mediciones se realizaron en hojas maduras no terminales de las ramas del tercio medio de la planta expuestas a radiación solar directa, utilizando una cámara de presión Schölander.

**Conductancia estomática:** Las mediciones se realizaron en hojas maduras no terminales de las ramas del tercio medio de la planta expuestas a radiación solar directa, utilizando un Porómetro de difusión (Porometer SC-1).

**Contenido relativo de agua (CRA).** - Se determinó extrayendo folíolos de tres plantas por unidad experimental. Siguiendo la metodología propuesta por Yactayo et al. (2013), los muestreos se realizarán temprano por la mañana 06h00 – 07h00. Se tomó

el peso fresco (PF) de los foliolos recién cosechados utilizando una balanza analítica, luego se sumergirán en agua destilada durante 24 horas y volverán a ser pesados para obtener el peso túrgido (PT), los foliolos se llevarán a estufa durante 48 horas a 65°C para obtener su peso seco (PS).

El contenido del agua se obtiene a través de la relación:

$$\text{CRA} = (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS}) \text{ (g g}^{-1}\text{)}$$

**Número de nódulos.** - Al finalizar cada tratamiento de restricción hídrica, se cosecharon dos plantas al azar en cada unidad experimental. Fueron contabilizados el total de nódulos de cada planta independientemente del tamaño y condición que se encuentren (Activos e Inactivos).

**Materia seca.** - Se evaluó cosechando dos plantas por unidad experimental al finalizar cada restricción hídrica y colocada en estufa a 70 ° C durante 48 horas. Luego será tomado el peso seco total.

**Número de vainas.** - se cosecho una superficie de 1m<sup>2</sup> por cada unidad experimental. Se contabilizaron todas las vainas producidas en la superficie evaluadas y se clasificaron en vainas comerciales y vainas vanas, deformes, y dañadas.

**Análisis Bioquímico.** – fueron tomadas muestras de granos de maní por cada unidad experimental y se determinó el contenido proteínas, ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos polinsaturado. Para la obtención de los resultados se obtuvieron 200 gr de muestra por cada tratamiento y fueron enviados al laboratorio LABOLAB para su respectivo análisis.

**Rendimiento.** - Se determino el rendimiento pesando los granos de maní recolectados en las unidades experimentales y extrapolados a rendimiento por ha<sup>-1</sup>

#### IV. RESULTADOS

El buen suministro y disponibilidad regular de agua en las plantas durante todo su ciclo de vida, determina el crecimiento y rendimiento. A través del análisis de varianza realizado no se reportó significancia estadística en los valores del índice de clorofila tanto en la interacción del tiempo de sequía por variedad, así como en los efectos principales de tiempo de sequía y variedad (Tabla 1). No obstante, para la conductancia estomática, la interacción del tiempo de sequía x variedad, así como en el efecto principal del tiempo de sequía existe alta significancia estadística ( $p > 0.0001$ ), mientras el efecto de las variedades no reportó significancia estadística (Tabla 1). El período de sequía marca tendencias distintas entre las variedades Rosita 380 y el caramelo, observando en los tratamientos controles sin déficit hídrico (T1 y T5) mayor conductancia estomática en el Rosita que en la variedad Caramelo. Sin embargo, en la variedad Rosita a pesar de reducir en 25% la conductancia estomática, demuestra estabilidad de tolerancia hasta los 15 días de sequía manteniendo valores promedios de  $200 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (T3), mientras en la variedad caramelo a partir de los 15 días de restricción hídrica la conductancia estomática cae en un 65% con valores promedios de  $163 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (T7). No obstante, tanto para la variedad Rosita y Caramelo periodos de sequía de 30 días provocó un cierre estomático drástico con valores promedios de  $15 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (T4 y T8).

**Tabla 1.** Análisis de varianza y comparación de medias en el índice de clorofila y conductancia estomática entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.

Tratamientos	Tiempo de sequía	variedad	Índice de Clorofila		Conductancia Estomática	
			SPAD		mmol*m <sup>2</sup> *sg	
T1	0 días	Rosita	42,97 ± 0,19		270,15 ± 13,70 a	
T2	7 días	Rosita	44,00 ± 1,10		197,70 ± 26,86 cd	
T3	15 días	Rosita	50,72 ± 5,90		206,53 ± 11,03 bc	
T4	30 días	Rosita	49,33 ± 0,63		14,10 ± 1,38 e	
T5	0 días	Caramelo	44,41 ± 1,02		243,93 ± 12,27 ab	
T6	7 días	Caramelo	43,08 ± 2,17		227,28 ± 25,58 bc	
T7	15 días	Caramelo	52,49 ± 7,17		163,28 ± 14,69 d	
T8	30 días	Caramelo	49,37 ± 2,12		15,17 ± 1,96 e	
Tiempo de sequía						
	0 días		43,69 ± 0,56		257,04 ± 10,10 a	
	7 días		43,54 ± 1,10		212,49 ± 16,14 b	
	15 días		51,70 ± 3,95		184,91 ± 12,68 b	
	30 días		49,35 ± 0,99		14,63 ± 1,10 c	
Variedad						
		Rosita	46,76 ± 1,50		172,12 ± 29,49	
		Caramelo	47,38 ± 2,03		162,42 ± 27,88	
		C.V. %	12,94		14,2	
<i>p</i> - value ANOVA						
	Tiempo de sequía		0,0837	n.s	0,0001	**
	Variedad		0,8039	n.s	0,3341	n.s
	Tiempo de sequía x Variedad		0,975	n.s	0,0001	**

A través del análisis de varianza se reporta alta significancia estadística tanto para la interacción entre el tiempo de sequía x variedades, así como en los efectos simples individuales en el tiempo de sequía y variedades en la producción del maní ( $p < 0.05$ ) (Tabla 2). El mayor rendimiento en Producción ha<sup>-1</sup> Kg se reporta con la variedad Rosita en las frecuencias de riego cada 7 días y riego diarios (riego por goteo) T1 y T2, el cual comparado con la variedad caramelo bajo la misma situación de suministro de agua T5 y T6 se reduce en un 30% indicando un claro efecto genético entre las variedades aquí evaluadas. El efecto de los riegos cada 15 y 30 días en los análisis de los datos reportados reduce la producción para ambas variedades hasta en un 40% en comparación a frecuencias de riego constante (siembre a capacidad de campo) y cada siete días (Tabla 2).



**Tabla 2.** Análisis de varianza y comparación de medias en Producción qq ha<sup>-1</sup> entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.

Tratamientos	Tiempo de sequía	variedad	Producción ha <sup>-1</sup>	
			qq	
T1	0 días	Rosita	119,74	± 24,82
T2	7 días	Rosita	142,45	± 9,64
T3	15 días	Rosita	103,07	± 4,52
T4	30 días	Rosita	93,24	± 16,17
T5	0 días	Caramelo	101,41	± 22,77
T6	7 días	Caramelo	87,15	± 8,98
T7	15 días	Caramelo	55,42	± 6,23
T8	30 días	Caramelo	42,02	± 5,92
Tiempo de sequía				
	0 días		110,56	± 15,61 ab
	7 días		114,80	± 13,69 a
	15 días		79,34	± 11,15 bc
	30 días		67,63	± 13,80 c
Variedad				
	Rosita		114,62	± 8,75 a
	Caramelo		71,75	± 9,05 b
	C.V. %		27,31	
<i>p</i> - value ANOVA				
	Tiempo de sequía		0,0146	*
	Variedad		0,001	**
	Tiempo de sequía x Variedad		0,592	n.s

Debido a las condiciones ambientales desfavorables, las plantas están sujetas a diversas tensiones bióticas y abióticas que afectan su crecimiento, su metabolismo y rendimiento. El efecto del periodo de sequía en la temperatura de las hojas es alta significativa en comparación con el efecto de la temperatura entre las variedades y la interacción del tiempo de sequía x variedad donde no existió significancia estadística (tabla 3). Sin embargo, mediante mediciones realizadas en el potencial hídrico de las hojas se reporta que la interacción entre el tiempo de sequía x la variedad no existe significancia estadística, no obstante, en el efecto simple de los factores evaluados se reporta significancia estadística tanto para los tiempos de sequía como entre las dos variedades de maní evaluadas. En el tiempo de sequía generalmente el potencial hídrico de las variedades de maní oscila en los -4,3 bares cuando se mantiene un riego constante, sin

embargo, reportado los 8 días hasta los 30 días sin suministro de agua el potencial aumenta por encima de los -6 bares. El efecto entre la variedad rosita y caramelo evaluado, existen significancia estadística entre ambas en cuanto al potencial hídrico de cada variedad, reportando un potencial de -4,5 bares para la variedad caramelo y de -7,4 bares para el rosita 380 (tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis de varianza y comparación de medias en Temperatura en la Hoja y Potencial hídrico xilemático (bares) entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.

Tratamientos	Tiempo de sequía	variedad	Temperatura Hoja (T°)	Potencial Osmotico ( S) (bares)
T1	0 días	Rosita	28,2 ± 0,46	-4,7 ± 0,66
T2	7 días	Rosita	29,0 ± 0,17	-7,5 ± 0,50
T3	15 días	Rosita	27,1 ± 0,20	-8,3 ± 2,02
T4	30 días	Rosita	27,2 ± 0,63	-9,0 ± 1,44
T5	0 días	Caramelo	28,5 ± 0,39	-4,0 ± 1,15
T6	7 días	Caramelo	29,1 ± 0,12	-6,2 ± 1,20
T7	15 días	Caramelo	26,9 ± 0,11	-6,5 ± 0,33
T8	30 días	Caramelo	26,4 ± 0,23	-3,3 ± 0,66
Tiempo de sequía				
	0 días		28,35 ± 0,27 a	-4,3 ± 0,64 b
	7 días		29,08 ± 0,09 a	-6,8 ± 0,65 a
	15 días		26,98 ± 0,11 b	-6,5 ± 1,23 ab
	30 días		26,82 ± 0,35 b	-6,2 ± 1,45 a
Variedad				
	Rosita		27,89 ± 0,29	-7,38 ± 0,74 a
	Caramelo		27,73 ± 0,35	-4,54 ± 0,50 b
	C.V. %		2,18	28,28
<i>p</i> - value ANOVA				
	Tiempo de sequía		0,0001	**
	Variedad		0,5122	n.s
	Tiempo de sequía x Variedad		0,4581	n.s

El contenido relativo de agua en una planta influye mucho en el crecimiento, metabolismo y rendimiento de un cultivar, siendo un indicador fundamental donde se puede calcular el porcentaje de agua en el tejido, además de identificar si el tejido de la planta está o no pasando por un estrés por sequía. Mediante el ANOVA realizado en el CRA, no se reportó significancia estadística para la interacción entre el tiempo de sequía por variedad, así

también para el efecto principal simple entre los tiempos de sequías evaluados y las dos variedades en estudio (Tabla 4).

Entendiéndose que debido a un alto índice de sequía las plantas leguminosas pueden verse afectadas en el número de nódulos, se realizó un análisis de varianza el cual existe significancia estadística entre los periodos de sequía, reduciendo alrededor del 50% la producción de nódulos entre tratamientos que no están sometidos a sequías y os que son afectados por 30 días de suministro hídrico. Entre las variedades evaluadas como rosita 380 y caramelo no existe diferencias estadísticas al igual que la interacción entre los niveles de los factores evaluados (Tabla 4).

**Tabla 4.** Análisis de varianza y comparación de medias en CRA (%) y Número de nódulos entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.

Tratamientos	Tiempo de sequía	Variedad	CRA %	# de Nodulos		
T1	0 días	Rosita	0,81 ± 0,05	250 ± 22,42		
T2	7 días	Rosita	0,73 ± 0,08	167 ± 26,21		
T3	15 días	Rosita	0,74 ± 0,11	140 ± 14,57		
T4	30 días	Rosita	0,85 ± 0,07	121 ± 16,82		
T5	0 días	Caramelo	0,92 ± 0,03	188 ± 45,17		
T6	7 días	Caramelo	0,82 ± 0,11	194 ± 18,90		
T7	15 días	Caramelo	0,92 ± 0,08	172 ± 22,36		
T8	30 días	Caramelo	0,84 ± 0,04	133 ± 22,81		
Tiempo de sequía						
0 días			0,87 ± 0,03	218,67 ± 26,43 a		
7 días			0,78 ± 0,06	180,67 ± 15,69 ab		
15 días			0,83 ± 0,07	155,75 ± 13,89 b		
30 días			0,84 ± 0,03	126,83 ± 12,97 b		
Variedad						
Rosita			0,78 ± 0,04	169,25 ± 17,21		
Caramelo			0,88 ± 0,03	171,71 ± 14,38		
C.V. %			17,75	25,61		
<i>p</i> - value ANOVA						
Tiempo de sequía			0,752	n.s	0,0171	*
Variedad			0,1421	n.s	0,8923	n.s
Tiempo de sequía x Variedad			0,7229	n.s	0,2597	n.s

La producción del cultivo de maní puede verse afectada por distintos factores como el déficit hídrico, afectando significativamente la producción una vez realizada las cosechas tanto en peso y número de las vainas. A través del análisis de varianza realizado se reporta

significancia estadística ( $p < 0.05$ ) y alta significancia estadística ( $p > 0.0001$ ), en el peso seco de plantas y número de vainas por  $ha^{-1}$  tanto para la interacción entre los niveles de los factores en estudio (tiempo de sequía x variedad) como en el efecto principal simple de los factores tiempo de sequía y variedad (Tabla 5).

Mediante la comparación de medias realizada para el peso seco de las plantas evaluadas se evidencia un efecto significativo del periodo de sequía sobre el crecimiento, especialmente en la variedad caramelo, cuya característica de la masa seca de la variedad se centra en plantas con mayor volumen de crecimiento relacionadas al peso en comparación con la variedad Rosita 380. En la variedad Rosita no representada por los tratamientos del T1 al T4 en los 4 periodos de suministro hídrico, no se reporta un patrón claro de la reducción del peso seco de las plantas; sin embargo, en la variedad caramelo representada desde el T5 al T8 se observa la reducción de la masa seca de las plantas a medida que los tiempos de sequías son mayores, siendo muy significativo con una reducción del peso del 50% en el tratamiento con 30 días de sequía (Tabla 5). No obstante, haciendo un análisis de comparación de medias al efecto principal del factor de los periodos de sequía muestra una diferencia significativa del peso a medida que los tiempos de sequía se extienden. El efecto varietal en cuanto al peso seco entre las dos variedades evaluadas indistintamente del período de sequía, se reporta que las plantas de la variedad caramelo son significativamente de mayor crecimiento que la variedad Rosita 380 reflejando mayor peso de materia seca.

El número de vainas registradas en la presente investigación, estuvo enmarcada tanto por el efecto varietal y el tiempo de sequía el cual fueron sometidas ambas variedades. Mediante la comparación de medias registradas (LSD 5%), Desde el tratamiento 1 al 4 enmarcado específicamente por la variedad Rosita 380, no se reporta diferencias estadísticas a pesar de los días de restricción hídrica. Sin embargo, en los tratamientos conformados por la variedad caramelo representados desde el tratamiento 5 hasta el 8, se observa que es significativamente afectado la producción de vainas a medida transcurre el periodo de sequía, pasando de obtener alrededor de 2400000 en el tratamiento sin restricción hídrica a 1100000 de vainas por hectárea en tratamiento con 30 días sin agua (Tabla 5).

No obstante, en la comparación de medias para los efectos simples de los niveles en cada factor, si se reporta una reducción estadística significativa entre los periodos de sequía a partir de los 15 días sin recibir agua los cultivos de maní. De la misma manera se reporta una diferencia de producción en el número de vainas entre las dos variedades evaluadas,

siendo la variedad Rosita la de mayor producción en comparación a la variedad caramelo (Tabla 5).

**Tabla 5.** Análisis de varianza y comparación de medias en (Peso Seco de las Plantas y Numero de vainas ha<sup>-1</sup>) entre la interacción de tiempo de sequía por variedad, y efectos simples principales de efecto de sequía y variedad de maní.

Tratamientos	Tiempo de sequía	variedad	Peso Seco de las plantas		# de Vainas ha <sup>-1</sup>	
			(gramos)			
T1	0 días	Rosita	67,75 ±	5,34 c	2886667 ±	47,00 ab
T2	7 días	Rosita	50,75 ±	0,95 de	3346667 ±	75,33 a
T3	15 días	Rosita	83,45 ±	3,49 b	2603333 ±	100,67 ab
T4	30 días	Rosita	44,85 ±	0,49 e	2603333 ±	74,33 ab
T5	0 días	Caramelo	127,30 ±	3,29 a	2406667 ±	51,00 abc
T6	7 días	Caramelo	67,75 ±	0,37 c	2026667 ±	30,00 bcd
T7	15 días	Caramelo	79,93 ±	7,85 b	1386667 ±	29,00 cd
T8	30 días	Caramelo	59,50 ±	2,48 cd	1153333 ±	26,33 d
Tiempo de sequía						
	0 días		97,53 ±	13,60 a	2646667 ±	49,00 a
	7 días		59,25 ±	3,82 c	2686667 ±	52,67 a
	15 días		81,69 ±	3,92 b	1995000 ±	64,83 ab
	30 días		52,18 ±	3,46 c	1878333 ±	50,33 b
Variedad						
	Rosita		61,70 ±	4,76 b	2860000 ±	74,33 a
	Caramelo		83,62 ±	8,13 a	1743333 ±	34,08 b
	C.V. %		9,4		25,46	
<i>p</i> - value ANOVA						
	Tiempo de sequía		0,0001	**	0,0587	*
	Variedad		0,0001	**	0,0004	*
	Tiempo de sequía x Variedad		0,0001	**	0,5009	*

El efecto de la restricción hídrica sobre los contenidos de proteínas, grasa total, grasas saturadas e insaturadas, al cual fueron sometidas dos variedades de maní, variedad caramelo de tipo Runner y variedad Rosita 380 de tipo Valencia. En el contenido de proteína el efecto de los días de restricción hídrico no causó variación significativa en ambas variedades, aunque si existe una variación en el contenido proteico con un promedio de 29% en la variedad caramelo y 31% en la variedad Rosita 380. En el contenido de grasa total, tomando en cuenta los testigos el cual no fueron sometidos a restricción hídrica manteniendo siempre a capacidad de campo los contenidos de humedad en el suelo, la variedad Rosita 380 reporta mayor contenido de grasas en

comparación a la variedad caramelo con promedios de 31% y 28% respectivamente; sin embargo, la restricción hídrica a partir de los 15 días causó aumento en el contenido graso en la variedad caramelo, de la misma manera también se incrementó el contenido de los ácidos monosaturados y poliinsaturados perteneciente a los ácidos insaturados, y transcurrido los 30 días de restricción hídrica los contenidos de grasas tanto saturados e insaturados se redujeron a valores normales; mientras en la variedad Rosita 380 el efecto de la sequía no causó variación en el contenido de grasas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Análisis de contenido de proteínas, grasa total, grasa saturada, insaturada (monosaturadas y poliinsaturadas) en dos variedades de maní sometidos a periodos de sequía

VARIEDAD RESTRICCIÓN HÍDRICA		CAMELO				ROSITA 380			
		testigo	7 días	15 días	30 días	testigo	7 días	15 días	30 días
PROTEINA	%	28,72	29,01	29,11	29,16	31,03	31,44	32,95	30,19
GRASA	%	39,53	39,56	57,47	41,86	42,06	43,01	41,98	41,83
SATURADA	%	8,05	7,37	10,29	7,69	7,72	8,01	7,92	7,8
TRANS	%	0	0	0	0	0	0	0	0
MONOSATURADAS	%	13,3	15,12	23,16	16,91	12,98	13,72	13,55	13,41
POLIINSATURADAS	%	18,18	17,07	24,02	17,26	21,36	21,29	20,51	20,62

## DISCUSIÓN

El maní es un cultivo de semillas oleaginosas de gran importancia en todo el mundo, generalmente cultivado en clima tropical, subtropical y templado cálido (Bertioli, 2016). Uno de los mecanismos por los cuales la sequía limita la productividad en los cultivos de campo es la disminución de la fuerza de los procesos y tejidos indispensable como el área foliar y la eficiencia fotosintética. El efecto del estrés hídrico en la hoja de la planta reduce principalmente la producción de biomasa y la cantidad relativa de clorofila que está directamente relacionada con la capacidad fotosintética de las plantas principales (Clavel et al., 2006) y que en esta investigación no se reportó un efecto significativo en el índice de clorofila mediante las unidades SPAD (Tabla 1). Además del contenido de clorofila, el estrés por sequía juega un papel importante en afectar las enzimas involucradas en el ciclo de Calvin y el aumento de las especies reactivas de oxígeno (ROS) (Pilón et al., 2018).

Otra consecuencia del estrés por sequía es un aumento en la temperatura de las hojas debido a la baja conductancia estomática, aunque en los resultados reportados refleja una baja de temperatura de las hojas a medida que avanza el periodo de sequía (Tabla 3), lo que probablemente estaría ligado a las condiciones ambientales propias de los meses durante el desarrollo de la investigación o al efecto del microclima creado bajo la cubierta donde se instaló el ensayo. Por lo tanto, la capacidad de las plantas para tolerar altas temperaturas debería ser un factor importante que influya en el rendimiento bajo sequía (Pilón et al., 2018). La disminución del potencial hídrico xilemático ante el déficit hídrico aquí reportado entre los cuatro periodos de sequía y especialmente la diferencias en ambas variedades (Tabla 3) se debe a un aumento en la concentración de solutos en las células con la finalidad de lograr la retención del volumen de agua celular.

Las variedades de maní evaluadas muestran diferencias en el rendimiento entre ellas bajo las condiciones de sequía sometidas, especialmente la variedad Rosita 380 con un promedio de 114 qq ha<sup>-1</sup> (Tabla 2), asociada generalmente que bajo condiciones restringidas de agua poseen un alto ajuste osmótico (Tabla 3). En numerosas especies, la acumulación de solutos durante el declive en el potencial hídrico de la hoja es esencial para mantener la hidratación foliar, evitando el daño por la desecación celular y promueve la resistencia a la sequía en las plantas. Las condiciones de sequía a menudo limitan la

producción de maní y afectan los mecanismos de defensa de la planta, aunque un corto período de sequía no siempre resulta en una reducción en el rendimiento del maní debido a su hábito de crecimiento indeterminado (Pilón et al., 2018).

El rendimiento generado tanto por el efecto de la sequía como por el comportamiento varietal aquí reportado (Tabla 2), está directamente relacionado con el número de vainas cosechadas en cada uno de los tratamientos (Tabla 5) y no por el peso de cada grano, lo que coincide con investigaciones realizadas por Haro et al. (2011), los cuales realizaron un ensayo con dos variedades de maní en dos regímenes de agua, demostrando una disminución proporcional en el número de vainas cosechadas. No obstante, probablemente la reducción del número de vainas cosechadas y la reducción de las mismas por los períodos de sequía más drásticos está dada por unas pérdidas en la acumulación de materia seca de las plantas (Tabla 5), provocando así, pérdidas en las funciones morfológicas de los ginoforos perjudicando la viabilidad y fecundación de los ovarios. En consecuencia, la sequía se considera el factor más limitante para el rendimiento de semillas de maní, debido que cuando se produce un déficit de agua durante el enclavamiento de los ginoforos, las reducciones en el rendimiento de las semillas están relacionadas principalmente con la disminución de la producción de vainas y, en menor medida, con la disminución del peso de las semillas (Haro et al., 2008). Esta respuesta se debe a los efectos directos del déficit hídrico en el crecimiento de las plantas (Haro et al., 2010), pero también a los efectos indirectos vinculados a la resistencia máxima del suelo en la fijación de los ginoforos (Meena et al., 2016).

Los granos de maní se componen principalmente de proteínas, grasas insaturadas y fibra, lo que hace de este cultivo una importante fuente de proteínas, principalmente en países subdesarrollados (Davis et al., 2016). Las variedades difieren en tamaño, forma, sabor y composición nutricional; así, los productores seleccionan las variedades que mejor se adaptan a la región y al mercado (Muñoz-Arrieta et al., 2021). En esta investigación se confirma lo mencionado en la variabilidad dentro de la composición nutricional, existiendo promedios de proteína superiores al 31% en variedad Rosita 380 y menores a 29% en la variedad caramelo. No obstante, no existe reporte sobre el efecto de la sequía durante el crecimiento de los cultivares de maní en la composición nutritiva, sin embargo, en nuestra investigación se reporta variación en el contenido de grasas totales, saturadas e insaturadas (monoaturadas y poliinsaturadas) para la variedad caramelo del tipo runner



a los 15 días de establecido la restricción hídrica, aunque estos valores se normalizan a los 30 días de sequía, mientras que en la variedad Rosita 380 del tipo de maní virginia no existe alteraciones de los componentes nutricionales evaluados en ninguna de las etapas de restricción hídrica (Tabla 6). Probablemente las variedades de maní tipo runner como el reportado en la variedad caramelo sea afectado por la sequía y el aumento de los contenidos de grasas sean manifestado como respuesta de protección a la deshidratación. La variación en los ácidos grasos generados por los 15 días de sequía mejoraría el componente nutricional por el cual el mercado estaría interesado debido que la calidad nutricional, el sabor y la vida útil de los productos de maní y sus semillas dependen de la cantidad relativa de varios ácidos grasos (AG) como los ácidos grasos saturados monoinsaturados (MUFA) y los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) presentes en su grasa (Nawade et al., 2018), además mencionan que la composición de ácidos grasos de cualquier genotipo de maní está influenciada por una variedad de factores que incluyen las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la disponibilidad de humedad, la madurez de la semilla, los factores genéticos y la interacción entre estos factores.

## V. CONCLUSIONES

- ) Entre los parámetros fisiológicos evaluados en la investigación se determinó que en el contenido de clorofila y contenido relativo de agua (CRA) no se vio afectada por la sequía al cual fueron sometidas ambas variedades de maní, no obstante, en cuanto a la conductancia estomática y potencial hídrico se reportó variación a medida que aumenta el periodo de sequía, además de existir variación del potencial específico en cada variedad de maní.
- ) Existe variación entre las variedades de maní en el contenido nutricional de las semillas sin que exista efecto de sequía, pero además en la variedad caramelo se reportó un incremento en contenido de ácidos grasos saturados e insaturados a los 15 días de sequía.
- ) Mediante las variables fisiológicas y de producción y rendimiento de las variedades de maní evaluadas en esta investigación, se determina una clara tendencia del Rosita 380 a soportar los efectos de la sequía en comparación a la variedad caramelo

## **VI. RECOMENDACIONES**

En relación a los resultados y conclusiones obtenidos en esta investigación, se recomienda repetir este tipo de experimento involucrando la mayor cantidad de variedades posibles y clasificarlas en las categorías correspondiente, además de hacer análisis fisiológicos y bioquímicos con frecuencias de mediciones cada 2 días con la finalidad de obtener datos certeros en la evolución de la sequia sobre el crecimiento y producción de las variedades de maní

## BIBLIOGRAFÍA

- ) Ayala. (2010). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de maní (*Arachis hypogaea L.*) en el canton Jipijapa, provincia de Manabi.pp.2-3 disponible en: [repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/847/1/91546.pdf](http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/847/1/91546.pdf).
- ) Azevedo Neto, A.D., Nogueira, R.J.M.C., Melo Filho, P.A., Santos, R.C. (2009). Physiological and biochemical responses of peanut genotypes to water deficit. *J. Plant Interact*, 5, 1–10.
- ) Benjamin, J. (2001). *EL CULTIVO DE MANÍ*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2928/4/01.pdf>.
- ) Bertioli, D. (2016). The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. *Nature Genetics*, 48, 438-466.
- ) Challabathula, D., Zhang, Q., Bartels, D. (2018). Protection of photosynthesis in desiccation-tolerant resurrection plants. *Journal of Plant Physiology*, 227, 84-92.
- ) Clavel, D., Clavel, O., Diouf, J.L., Khalfaoui, S., Braconnier. (2006) Genotypes variations in fluorescence parameters among closely related groundnut (*Arachis hypogaea L.*) lines and their potential for drought screening programs *Field Crops Res.*, 96, 296-306
- ) Davis, J. P., Price, K. M., Dean, L. L., Sweigart, D. S., Cottonaro, J. M., & Sanders, T. H. (2016). Peanut oil stability and physical properties across a range of industrially relevant oleic acid/linoleic acid ratios. *Peanut Science*, 43, 1–11.
- ) FAOSTAT. <http://faostat.fao.org>
- ) Girdthai, T., Jogloy, S., Vorasoot, N., Aran-Patanothai. (2010). Heritability of, and genotypic correlations between, aflatoxin traits and physiological traits for drought tolerance under end of season drought in peanut (*Arachis hypogaea L.*). *Field Crops Research*, 118(2), 169-176.
- ) Haro, R., Mantese, A., Otegui, M. (2011). Peg viability and pod set in peanut: Response to impaired pegging and water deficit. *Flora*, 206, 865-871.

- J Haro, R.J., Dardanelli, J.L., Otegui, M.E., Collino, D.J. (2008). Seed yield determination of peanut crops under water deficit: soil strength effects on pod set, the source-sink ratio and radiation use efficiency. *Field Crops Res.* 109, 24–33.
- J Haro, R.J., Dardanelli, J.L., Otegui, M.E., Collino, D.J. (2010). Water deficit and impaired pegging effects on peanut seed yield: links with water and photosynthetically active radiation use efficiencies. *Crop Pasture Sci.* 61, 343–352.
- J INTA. (2017). Tolerancia a la sequía en cultivares de maní del criadero el Carmen: estados vegetativos y reproductivos. CONICET;1-1
- J Jaramillo. (2019). Caracterización química y valoración nutricional de la cáscara de maní (*Arachis hypogaea*) en la Provincia de Loja, pp.1-2: disponible en: [dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21600/1/JAIME%20DAMIAN%20JARAMILLO.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21600/1/JAIME%20DAMIAN%20JARAMILLO.pdf)
- J Krapovickas, A., Vanni, J., Pietrarelli, D., Williams, C. (2009). Las razas de maní de Bolivia. *Bonplandia (Corrientes)* 18:95-189.
- J Meena, H.N., Meena, M., Yadav, R.S. (2016). Comparative performance of seed types on yield potential of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under saline irrigation. *Field Crops Research*, 196, 305-310.
- J Meher, P., Shivakrishna, K., Ashok Reddy, D., Manohar Rao. (2018). Effect of PEG-6000 imposed drought stress on RNA content, relative water content (RWC), and chlorophyll content in peanut leaves and roots. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25, 285-289.
- J Muñoz-Arrieta, R., Esquivel-Alvarado, D., Alfaro-Viquez, E., Álvarez-Valverde, V., Krueger, C., Reed, J. (2021). Nutritional and bioactive composition of Spanish, Valencia, and Virginia type peanut skins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 98, 10386.
- J Nawade, B., Mishra, G., Radhakrishnan, T., Dodia, S., Ahmad, S., Kumar, A., Kumar, A., Kundu, R. (2018). High oleic peanut breeding: Achievements, perspectives, and prospects. *Trends in Food Science and Technology*, 78, 107-119.
- J Pereira, J., Albuquerque, M., Melo, P., Custódio, R., de Lima, L., Santos, C. (2016). Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based

- onphysiological and yield traits in a semiarid environment. *Agricultural Water Management*, 166, 70-76.
- J Pilon, C., Snider, J., Sobolev, V., Chastain, D., Sorensen, R., Meeks, C., Massa, A., Walk, T., Singh, B., Earl, H. (2018). Assessing stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation under progressive drought in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Plant Physiology*, 231, 124-134.
- J Reddy, T.Y., Reddy, V.R., Anbumozhi, V. (2003). Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration. *Plant Growth Regul.*, 41, 75-88.
- J Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P.M., Bourgoin, T., DeWalt, R.E., Decock, W., Nieukerken, E. van, Zarucchi, J., Penev, L., eds. (2021). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*, 25th March 2019. Digital resource at [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- J Santos, R.C., Queiroz, C.M., Batista, V.G.L., Silva, C.R.C., Pinheiro, M.P.N., Galvão Filho, A.L.A., Melo Filho, P.A., Lima, L.M. (2013). Variabilidade de progênies F2 de amendoim geradas por meio de seleção de genitores ISSR-divergentes. *Revista Ciência Agronômica* 44, 578–586b.
- J Seijo, G., Lavia, G., Fernandez, A., Krapovickas, A., Ducasse, A., Bertioli, D., Moscone, E. (2007). Genomic relationships between the cultivated peanut (*Arachis hypogaea*, Leguminosae) and its close relatives revealed by double GISH. *Am J Bot* 94:1963–1971
- J Seijo, G., Lavia, G., Fernandez, A., Krapovickas, A., Ducasse, A., Bertioli, D., Moscone, E. (2007). Genomic relationships between the cultivated peanut (*Arachis hypogaea*, Leguminosae) and its close relatives revealed by double GISH. *Am J Bot* 94:1963–1971
- J Seijo, J., Lavia, G., Fernandez, A., Krapovickas, A., Ducasse, D., Moscone, E. (2004). Physical mapping of the 5S and 18S-25S rRNA genes by FISH as evidence that *Arachis duranensis* and *A. ipaensis* are the wild diploid progenitors of *A. hypogaea* (Leguminosae). *Am J Bot* 91:1294–1303
- J Seijo, J., Lavia, G., Fernandez, A., Krapovickas, A., Ducasse, D., Moscone, E. (2004). Physical mapping of the 5S and 18S-25S rRNA genes by FISH as

evidence that *Arachis duranensis* and *A. ipaensis* are the wild diploid progenitors of *A. hypogaea* (Leguminosae). *Am J Bot* 91:1294–1303

- J Yactayo, W., Ramírez, D., Gutiérrez, R., Mares, V., Posadas, A., Quiroz, R. (2013). Effect of partial root-zone drying irrigation timing on potato tuber yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 123, 65–70
- J Zhang, G., Dai, L., Ding, H., Ning, T., Yan, J., Zhao, X., Yu, H., Zhang, Z. (2020). Response and adaptation to the accumulation and distribution of photosynthetic product in peanut under salt stress. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(3), 690-699.

# ANEXOS







