

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**NIVELES DE NITRATO DE CALCIO EN EL RENDIMIENTO DEL  
CULTIVO DE *Arachis hypogaea* L. (MANÍ)**

**Para optar el título profesional de  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Elaborado por**

**ÉDINSON CARLOS OLAZÁBAL PANDURO**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2022**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe).

*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**N° 007 -2022-FA-UNAS**

BACHILLER : **ÉDINSON CARLOS OLAZÁBAL PANDURO**

TÍTULO : **“NIVELES DE NITRATO DE CALCIO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Arachis hypogaea* L. (MANÍ)”**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano  
VOCAL : M.Sc. Jorge Adriazola del Águila  
VOCAL : M.Sc. Ceila Paquita Lao Olivares

ASESOR : M. Sc. Jaime Joseph Chávez Matías

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 13/04/2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 7:30 pm.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala virtual - Facultad de Agronomía

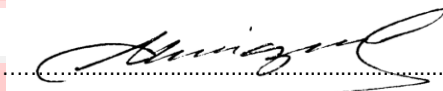
CALIFICATIVO : Bueno


RESULTADO : Aprobado


OBSERVACIONES A LA TESIS : En hoja adjunta

Tingo María, 13 de Abril de 2022

  
.....  
Dr. José Wilfredo, Zavala Solórzano  
PRESIDENTE

  
.....  
M.Sc. Jorge Luis Adriazola del Águila  
VOCAL

  
.....  
M.Sc. Ceila Paquita Lao Olivares  
VOCAL

  
.....  
M.Sc. Jaime J. CHAVEZ MATIAS  
ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE  
TÍTULO**

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis	: Niveles de nitrato de calcio en el rendimiento del cultivo <i>Arachis hypogaea</i> L. (MANÍ)
Autor	: Edinson Carlos Olazabal Panduro
DNI	: 44435468
Correo electrónico	: edinson.olazabal@unas.edu.pe
Asesor	: Jaime Josseph Chávez Matías
Escuela Profesional	: Agronomía
Programa de Investigación	: Suelos y fertilizantes
Línea (s) de Investigación	: Fertilidad, clasificación, recuperación y manejo de suelos
Eje temático de investigación	: Uso de nitrato de calcio en el rendimiento de maní
Lugar de Ejecución	: Tocache, San Martín
Duración del trabajo	: 8 meses
Fecha de Inicio	: Octubre – 2018
Término	: Mayo – 2019
Financiamiento	: S/ 4,965.00
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO

**Tingo María - Perú - agosto, 2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios divino creador de todo el universo; quien me dio la vida, me dotó de inteligencia para lograr uno de mis mayores anhelos.

A mis padres: Carlos Fidel y Rosa por darme la vida y ser la fuerza que me impulsan para lograr mis metas y sueños.

A mi futura esposa Karolin, por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales. Gracias por ser mi fuente de inspiración en mi deseo de seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por el apoyo y confianza; pero en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los miembros de jurado de tesis: al presidente Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, y a los vocales Ing. M. Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila e Ing. M. Sc. Ceila Paquita Lao, por sus observaciones y recomendaciones en la ejecución de la investigación y elaboración del informe final de la tesis.
- A mi asesor; el Ing. M. Sc. Jaime Joseph Chávez Matías, por su orientación y guía durante la investigación; pero también por las correcciones y aportes en la mejora del informe final de la presente tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Cultivo de <i>Arachis hypogaea</i> L. (maní) .....	2
2.1.1. Origen y distribución geográfica del cultivo del maní.....	2
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	2
2.1.3. Valor nutritivo del fruto .....	2
2.1.4. Características botánicas del cultivo.....	3
2.1.5. Condiciones edafoclimáticas .....	4
2.1.6. Aspectos agronómicos del cultivo de maní .....	5
2.1.7. Fertilización .....	6
2.1.8. Plagas y enfermedades.....	7
2.2. Calcio.....	7
2.2.1. Calcio en el suelo .....	7
2.2.2. Aspectos ecológicos.....	8
2.2.3. Calcio en la fisiología de la planta.....	8
2.2.4. Calcio en el <i>Arachis hypogaea</i> L. (maní) .....	10
2.2.5. Nitrato de calcio.....	11
2.3. Trabajos relacionados con nuestra investigación .....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15
3.1.1. Ubicación política .....	15
3.1.2. Ubicación geográfica .....	15
3.1.3. Mapa de ubicación .....	15
3.2. Metodología.....	15
3.2.1. Metodología estadística .....	15
3.2.2. Metodología en campo.....	18
3.2.3. Observaciones a evaluar .....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Biometría de la planta.....	23
4.1.1. Análisis de variancia .....	23

4.1.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) .....	23
4.2. Biometría de la vaina del maní .....	26
4.2.1. Análisis de variancia .....	26
4.2.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) .....	27
4.3. Peso de la vaina y granos del maní .....	28
4.3.1. Análisis de variancia .....	28
4.3.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) .....	29
4.4. Rendimiento del cultivo de maní .....	30
4.4.1. Análisis de variancia .....	30
4.4.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) .....	31
4.5. Análisis de rentabilidad .....	32
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. RECOMENDACIONES .....	36
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	37
VIII. ANEXO.....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Descripción de los tratamientos en estudio.....	16
2. Esquema del análisis de variancia.....	17
3. Análisis físico - químico del suelo de la parcela experimental.....	19
4. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas por planta de maní.....	23
5. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas por planta a los 120 días después de la siembra (dds) de los tratamientos en estudio. ....	24
6. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de vainas por planta, longitud y diámetro de vaina cosechada del cultivo de maní.....	26
7. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de vainas por planta, longitud y diámetro de la vaina del maní de los tratamiento en estudio. ....	27
8. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el peso fresco y seco de las vainas y peso seco de granos de maní cosechados. ....	28
9. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el peso fresco y seco de las vainas y peso seco de los granos de los tratamiento en estudio.....	29
10. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para rendimiento del cultivo de maní. ....	30
11. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para rendimiento del cultivo de maní. ....	31
12. Análisis de beneficio y costo para la producción de una hectárea de maní en función a los tratamientos en estudio. ....	33



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Mapa de ubicación del campo experimental.....	15
2. Disposición experimental de los tratamientos en estudio. ....	18
3. Altura de planta de maní por 120 días después de la siembra de los tratamientos en estudio. ....	25
4. Diámetro de planta por 120 días después de la siembra de los tratamientos. ....	26

## RESUMEN

En la provincia de Tocache, se evaluó diferentes niveles de nitrato de calcio sobre el rendimiento de *Arachis hypogaea* L. (maní), a los que se le adicionó la dosis de 40 N - 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 80 K<sub>2</sub>O kg/ha. Los tratamientos en estudio fueron T<sub>1</sub> (Testigo), T<sub>2</sub> (NPK), T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y los cuales fueron distribuidos en un diseño de cuatro bloques al azar. Después de 120 días que aproximadamente duró el ciclo fenológico del cultivo de *A. hypogaea* L. (maní), se comprobó estadísticamente que el mejor nivel de nitrato de calcio fue 300 kg/ha, porque logró alcanzar un rendimiento de grano de 2123.00 kg/ha, con plantas con mayor altura, mayor número de ramas por planta (5.75), mayor número de vainas por planta (37.23) y vainas con mayor longitud y diámetro en comparación a los demás tratamientos en estudio. Se comprobó también, que a medida que la dosis de nitrato de calcio aumentó; el rendimiento del cultivo también aumentó, porque en cuanto rendimiento, la dosis de 300 kg/ha de nitrato de calcio fue seguido por los niveles de 200 y 100 kg/ha de nitrato de calcio, respectivamente, porque sus rendimientos de grano fueron iguales a 1555.56 y 1327.15 kg/ha, respectivamente y siendo estadísticamente mayores a los rendimientos de grano obtenidos por los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK) y T<sub>1</sub> (Testigo). Finalmente, al realizar el análisis de rentabilidad en función a la relación de beneficio y costo, se comprobó que los tratamientos con los niveles de nitrato de calcio 300, 200 y 100 kg/ha obtuvieron las mayores rentabilidades de beneficio/costo (B/C) con 2.39, 1.81 y 1.61 soles, respectivamente; mientras los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK) y T<sub>1</sub> (Testigo), alcanzaron rentabilidades de B/C iguales a 1.20 y 1.05 soles, respectivamente. Es decir, por cada 1 sol de inversión en la producción de *A. hypogaea* L. (maní) con los tratamientos T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y T<sub>1</sub> (Testigo), se recupera el sol invertido en la producción más una utilidad de 1.39 y 0.05 soles, respectivamente.

## ABSTRACT

In the province of Tocache, different levels of calcium nitrate were evaluated on the yield of *Arachis hypogaea* L. (peanut), to which the dose of 40 N - 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 80 K<sub>2</sub>O kg/ha was added. The treatments under study were T<sub>1</sub> (Control), T<sub>2</sub> (NPK), T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha of Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha of Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) and T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha of Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) and which were distributed in a four random block design. After approximately 120 days, which the phenological cycle of the *A. hypogaea* L. (peanut) crop lasted approximately, it was statistically verified that the best level of calcium nitrate was 300 kg/ha, because it managed to reach a grain yield of 2123.00 kg/ha. ha, with plants with greater height, greater number of branches per plant (5.75), greater number of pods per plant (37.23) and pods with greater length and diameter compared to the other treatments under study. It was also verified that as the dose of calcium nitrate increased; crop yield also increased, because as a yield, the 300 kg/ha calcium nitrate rate was followed by the 200 and 100 kg/ha calcium nitrate levels, respectively, because their grain yields were equal to 1555.56 and 1327.15 kg/ha, respectively and being statistically higher than the grain yields obtained by treatments T<sub>2</sub> (NPK) and T<sub>1</sub> (Control). Finally, when performing the profitability analysis based on the benefit and cost ratio, it was found that the treatments with calcium nitrate levels of 300, 200 and 100 kg/ha obtained the highest benefit/cost returns (B/C ) with 2.39, 1.81 and 1.61 soles, respectively; while treatments T<sub>2</sub> (NPK) and T<sub>1</sub> (Control), reached B/C returns equal to 1.20 and 1.05 soles, respectively. That is, for every 1 sol of investment in the production of *A. hypogaea* L. (peanut) with treatments T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha of Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) and T<sub>1</sub> (Control), the inverted sol is recovered in production plus a profit of 1.39 and 0.05 soles, respectively.

## I. INTRODUCCIÓN

*Arachis hypogaea* L. (maní) es una leguminosa que produce granos oleaginosos y crecen en zonas templadas, subtropicales y tropicales como Tocache, y es demandado por sus ricas propiedades nutricionales debido a su contenido en aceite (47.70 %), proteínas (30.40 %) y vitaminas B y E, los cuales son importantes para el consumo humano (Marleni, 2005). Es por eso, que se necesita esfuerzos en renovar y mejorar la producción de maní para satisfacer la demanda interna del país. En zonas tropicales, la producción de maní es realizado por pequeños agricultores en suelos con pH ácidos con deficiencias de materia orgánica, y elementos como fósforo y calcio, siendo el calcio un macronutriente secundario pero con rol muy importante en este cultivo, porque en la producción de biomasa; elementos como nitrógeno, fósforo, potasio y especialmente calcio, son indispensables para la mejora y desarrollo de los frutos y granos de maní (Hawkesford *et al.*, 2012) e incrementando los rendimientos (Bonadeo y Moreno, 2006).

Debido a la gran importancia del calcio en este cultivo; su deficiencia en los suelos representa un problema para el agricultor, porque le impide aumentar los rendimientos y calidad del grano de maní, y a su vez, alcanzan utilidades bajas que no satisfacen al productor. Frente a ello, es muy necesario buscar alternativas que ayuden a incrementar el contenido del calcio en el suelo y a su vez, mejore la nutrición del cultivo de maní. Por eso en el mercado de fertilizantes se recomienda el nitrato de calcio como una alternativa potencial para aumentar los rendimientos de los cultivos que crecen en suelos carentes de calcio, porque se ha comprobado que su aplicación en otros cultivos, ayuda a recomponer esa deficiencia. Sin embargo, no se tiene información contrastada del nivel óptimo de nitrato de calcio para la producción de maní en estas zonas e interactúa en conjunto con otras fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio.

Razón por el cual; evaluaremos diferentes niveles de nitrato de calcio en la producción de *Arachis hypogaea* L. y, por lo tanto, nuestra hipótesis es “que al menos una dosis de nitrato de calcio alcanzará los mejores rendimientos”. Finalmente proponemos los siguientes objetivos:

### **Objetivo general:**

1. Determinar el efecto de los diferentes niveles de nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) en el rendimiento del cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní).

### **Objetivos específicos:**

1. Determinar el mejor nivel de nitrato de calcio en la biometría de la planta y rendimiento de grano del cultivo *A. hypogaea* L. (maní).
2. Efectuar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní)

#### 2.1.1. Origen y distribución geográfica del cultivo del maní

*Arachis hypogaea* L. es un cultivo que se originó en Perú, y las evidencias se encontraron en los departamentos de Ayacucho, Ancash, La Libertad y Lambayeque, donde se encontró el fruto de esta planta en forma de collares de oro y plata en los restos, arqueológico de la tumba del Señor de Sipán (Burgos *et al.*, 2006); el maní con más de 5000 años de antigüedad es una importante fuente de aceite para cocinar alimentos en América tropical, ocupando el segundo lugar después de la palma aceitera, razón por la cual los españoles lo llevaron al continente asiático, que es el segundo centro genético, donde se realizó su domesticación (Amaya y Julca, 2006; Jiménez, 2016). Por otro lado, el *A. hypogaea* fija nitrógeno en simbiosis con *Rhizobium* sp., en ese sentido para las zonas pobres en nitrógeno representa un cultivo agroindustrial de amplia potencialidad (Méndez, 2002). Asimismo, el maní es rico en proteínas, grasas, minerales y vitaminas, lo que puede asegurar un alto contenido energético en la dieta. También se puede utilizar para el consumo humano y animal. Se cultiva en todos los países tropicales y subtropicales, principalmente en México, Haití, Nicaragua, Cuba, Argentina, Brasil y Bolivia (FAO, 2005; Bode, 2014; Araujo, 2019).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Integrated Taxonomic Information System (2022), *Arachis hypogaea* (maní) presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Plantae
División	: Tracheophyta
Subdivisión	: Spermatophytina
Clase	: Magnoliopsida
Superorden	: Rosanae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: <i>Arachis</i>
Especie	: <i>A. hypogaea</i> L.
Nombre común	: Maní, cacahuete.

#### 2.1.3. Valor nutritivo del fruto

Como planta leguminosa, el maní es un buen precedente para el cultivo de otras especies (como cereales), y el valor de su aceite producido en el mercado mundial supera

el valor del aceite de girasol (*Heliantus annus* L.) y soja (*Glycine max* L.) (Funes *et al.*, 2003 y Quintero, 2014). El maní es importante para la nutrición humana, porque sus semillas contienen de 30 a 35 % de proteína y de 45 a 55 % de aceite (Barreda, 2008).

#### **2.1.4. Características botánicas del cultivo**

##### **a. Raíces**

La profundidad que alcanzan depende de las características de suelo, clima y cultivar. Asimismo, su sistema radicular de este cultivo consta de una raíz pivote central, que produce una gran cantidad de raíces secundarias y terciarias hasta llegar al pelo absorbente. Como otras leguminosas, los nódulos se originan en las raíces debido a la presencia de bacterias nitrificantes, estos nódulos aparecen unos 15 días después de la germinación y su tamaño puede variar desde el tamaño de un alfiler hasta unos 4 mm. El número de ellos puede oscilar entre 800 y 4000 (Ceballos, 2002).

##### **b. Tallo**

El maní es una hierba anual rastrera y puede ser erecto o erguido; en la mayoría de las variedades comerciales, es erguido y su altura varía de 15 a 70 cm. Produce ramas desde la base, ligeramente pubescentes, y generalmente ramas de color verde claro, verde oscuro, aunque en algunas variedades también pueden ser moradas. Son angulares en sección transversal en la juventud y se vuelven cilíndricos con la edad, la médula en el centro desaparece con el tiempo y el tallo a cierta edad es hueco (Ceballos, 2002; Maya y Julca, 2006; Ramírez, 2009; Ramírez, 2017). Las primeras 4 o 5 basales tienen más desarrollo y contienen mayor parte de la producción, excepto en el grupo botánico Runner, al presentar hábito rastrero fructifican a lo largo de las ramas (Amaya y Julca, 2006).

##### **c. Hojas**

Son uniformemente pinnadas con dos pares de folíolos oblongos ovados de 4 a 8 cm. de largo, obtusos o ligeramente puntiagudos en el ápice, con márgenes completos; las estípulas son lineares puntiagudas, grandes, prominentes, y llegan hasta la base del pecíolo (Amaya y Julca, 2006).

##### **d. Flores**

Son ostentosas y sésiles al principio, y luego crecen en inflorescencias cortas, densas y axilares. El cáliz es tubular, el diámetro de la corola es de 0.9 a 1.4 cm de color amarillo brillante y el patrón más grande tiene manchas moradas continuas. Después de fertilizado las flores, el pedicelo verdadero se convierte en tallos o esquejes de 3 a 10 cm de largo, que empujan gradualmente el ovario hacia el suelo. Tan pronto como la flor produce esquejes que

caen al suelo, la flor desaparece y el fruto madura (Amaya y Julca, 2006). Las flores más fértiles son las inferiores, y las flores del piso medio y superior son estériles (Funes *et al.*, 2003).

#### **e. Inflorescencia**

La inflorescencia del maní consta de 5 a 15 flores, y en la planta se forman de 200 a 2000 flores papilionáceas, que se auto polinizan. La floración comienza unos 30 días después de la siembra, y aparecen las pequeñas flores por primera vez en las axilas del cotiledón y las hojas de los nódulos laterales inferiores del tallo. Posteriormente, las flores dispuestas arriba aparecen gradualmente después de la fertilización, y el ovario se extiende para formar un pedúnculo fructífero o ginóforo, que inicialmente crece hacia arriba (tres a siete días), luego gira bruscamente para seguir creciendo, pero en la dirección de la tierra. Después de llegar al suelo, se enterrará entre 2 a 6 cm, según el tipo, hasta 20 cm de largo (Funes *et al.*, 2003).

#### **f. Fruto**

El fruto es una legumbre en forma de capullo y contiene hasta seis semillas, la cáscara es reticular, de grosor variado y constituye el 22 a 27 % del peso de la caja (Funes *et al.*, 2003). La planta entierra a sus frutos de 3 a 10 cm por debajo de la superficie, miden de 1 a 7 cm de largo, están hinchadas por dentro, tienen de uno a cuatro semillas de color marrón amarillento, con bordes prominentes reticulados y más o menos deprimidos entre las semillas. Las testas son de color rojo claro o rojo oscuro (Amaya y Julca, 2006).

### **2.1.5. Condiciones edafoclimáticas**

#### **a. Clima**

La temperatura óptima para la germinación es de 30 a 34 °C. A una temperatura inferior a 20 °C, el poder de germinación, el crecimiento y el desarrollo se reducirán considerablemente, y se detendrá por completo a los 14 °C. Para el crecimiento vegetativo, la temperatura óptima es de 25 a 30 °C. Las temperaturas superiores a 34 °C no son propicias para inducir flores, además afecta la tasa fotosintética neta, inducción de flores y el desarrollo de la vaina, y por lo tanto tiene un efecto decisivo en los rendimientos más altos fuera de las regiones tropicales cálidas. La temperatura nocturna durante la maduración del fruto no debe ser menor a 10 °C. Además, las temperaturas extremadamente frías siempre son fatales (Terranova, 2001). El maní es tolerante a la sombra y se puede plantar debajo de los árboles; en esas condiciones la superficie de las hojas se agranda y la cantidad de órganos reproductores se reduce (producidos en grandes cantidades de cualquier manera) y donde la sombra excesiva provocará una disminución en el rendimiento. La tasa fotosintética del maní alcanza el máximo con mucha luz. El maní es considerado como neutral respecto a la sensibilidad fotoperiódica, sin embargo, existen tanto variedades sensibles como neutrales al respecto (Pedelini, 2008).

## **b. Suelo**

El suelo ideal para el maní debe tener buen drenaje, con estructura limosa arenosa suelta, maciza, suficiente contenido de cal y buen contenido de materia orgánica, en esa condición se pueden obtener buenos rendimientos en una variedad de suelos, sin embargo, no debe haber compactación ni acumulación de agua. Al brotar, los cotiledones más grandes deben sobresalir y después de la floración los carpóforos deberán poder penetrar el suelo para que las vainas se puedan formar correctamente. Finalmente, el maní desarrolla mejor con un pH ligeramente ácido 6.00 a 6.50; un pH de 5.50 a 7.00 es aceptable y variedades locales pueden adaptarse a valores de pH hasta 7.80 (Pedelini, 2008).

## **c. Agua**

El momento óptimo para la siembra, que coincide en muchos lugares con el inicio de la época lluviosa, depende de las precipitaciones, los rendimientos descienden considerablemente cuando se realiza el cultivo fuera de la temporada óptima. Para la germinación se requiere suficiente aireación del suelo. La planta de maní desarrollada tolera inundaciones hasta una semana de duración siempre y cuando el agua puede penetrar posteriormente sin ocasionar encharcamiento (Jiménez, 2016). El maní resiste mejor la sequía a largo plazo que el algodón, pero son menos tolerantes en comparación al sorgo. La capacidad de fijar nitrógeno puede verse afectada en condiciones de sequía. Las variedades tardías (hasta 145 días de ciclo de nutrientes) requieren de 500 a 1000 mm de lluvia para obtener rendimientos satisfactorios de 300 a 500 mm permiten el cultivo de variedades precoces (hasta 100 días de ciclo vegetativo) de 250 a 400 mm son suficientes, siempre y cuando estén bien distribuidos para variedades extremadamente precoces (Pedelini, 2012). Entre la germinación y la floración principal se necesitará 300 mm para garantizar un buen crecimiento vegetativo existiendo una relación directa entre el número de brotes, flores y la formación siguiente de vainas. En este caso, el tipo de suelo está relacionado con la capacidad de retención de agua y el grado de saturación del suelo al momento de la siembra, lo que tiene un impacto importante en el suelo. La distribución media de las precipitaciones en la zona ayuda a seleccionar variedades más adecuadas para que madure antes de la estación seca (Ullaury, *et al.* 2004).

### **2.1.6. Aspectos agronómicos del cultivo de maní**

#### **a. Preparación de suelos**

Según Amaya y Julca (2006), recomiendan arar dos veces a una profundidad de aproximadamente 30 cm para mantener la superficie del suelo suelta y promover el crecimiento de semillas. Debe incluir la destrucción del rastrojo, tres pases de arado y la formación de muros. La siembra debe comenzar al menos 45 días antes de la siembra para



descomponer los residuos vegetales (Casanova y García, 2014; Mercado, 2019). La labranza y el rastrillado deben asegurar que el suelo esté completamente mezclado sin rastros (Quintero, 2014). El arado debe realizarse a una profundidad de 8 a 12 pulgadas para mezclar los residuos de cosecha, los fertilizantes, semillas de malezas y eliminar plagas (Pedeline, 2008).

#### **b. Época de siembra**

Para Funes *et al.* (2003) y Quintero, (2014), el maní se puede sembrar en distintas épocas, pero la más eficaz es de marzo a junio y de julio a septiembre. Estos últimos meses se usan para la producción de semillas, siendo el inicio del invierno porque el período de cosecha coincide con el período seco.

#### **c. Distancia y profundidad de siembra**

La distancia depende de si se utilizan herramientas agrícolas o no. Además, la distancia puede ser variable. Por ejemplo, la distancia entre hileras puede ser de 50 a 80 cm, y la distancia entre plantas puede ser de 10 a 15 cm (Alemán *et al.*, 2008; y Barreda, 2014). Según mencionan Fundora *et al.* (2006) y Quintero (2014), la siembra debe realizarse como máximo a 3 a 4 cm de profundidad, en suelos arcillosos y en suelos arenosos de 2 a 3 cm.

#### **d. Cosecha**

Se recomienda cosechar al 95% de madurez., cuando parecen manchas negras en sus paredes internas y las hojas se tornan amarillas. Este trabajo se realiza a mano, y se recomienda remojar el área debido a que facilita la extracción de las vainas, las plantas también deben cortarse del suelo a un tamaño de 20 a 30 cm para eliminar parte de las hojas y facilitar los trabajos posteriores de arranque, giro y agitación. Se debe procurar que las vainas se separen rápidamente de la planta para evitar su contaminación con residuos de hojas. El método más conveniente es secar en la vaina. Es bien sabido que cuando las semillas se mueven libremente en la vaina, las semillas están secas y están completamente secas y quebradizas, y las semillas tienen signos evidentes de sabor (Fundora *et al.*, 2006).

#### **2.1.7. Fertilización**

Se recomiendan aplicar cal o yeso en una proporción de 0.22 a 0.45 t/ha durante el proceso de preparación del suelo o en ambos lados de la planta (Fundora *et al.*, 2006). El nitrógeno en el cultivo de maní se fija desde el aire por bacterias que forman nódulos en las raíces. Sin bacterias específicas, la sequía, el anegamiento o la formación de costras restringen la aireación del suelo y perjudican la efectividad de la fijación de nitrógeno. Cuando la efectividad del nitrógeno es insuficiente, las hojas de los cultivos presentan color verde claro a ligeramente amarillo (Pedelini, 2008). Se usan tres tipos de nitrógeno para el crecimiento y llenado de semillas: el nitrógeno en el suelo, el nitrógeno atmosférico en la fijación biológica y

nitrógeno en los órganos de acumulación temporal debido al aumento de precipitación que se produce durante el ciclo de cultivo (Castro *et al.*, 2006). El contenido de fósforo en el maní es relativamente pequeño, pero esta planta es capaz de absorber el fósforo en suelos muy pobres con este elemento (Pérez, 2007). El fósforo activa el crecimiento del maní y acelera la maduración del maní al afectar el tamaño, cantidad y calidad de los granos, aumentando la productividad del cultivo; este elemento se encuentra en áreas de crecimiento activo (Bonilla y Pichaedo, 2020). El contenido de este elemento puede ser muy diferente en las plantas, si se encuentra en un medio rico en  $K_2O$ , la planta puede absorberlo en grandes cantidades. Una vez que se absorbe el potasio, se puede transferir de la parte más vieja a la más joven. Este elemento es fundamental para la formación de granos y debe ser suministrado a las plantas en grandes cantidades entre los 30 y 100 días, y cuanto mayor sea el tamaño de grano de la variedad utilizada, esto cobra especial importancia. Si el calcio existe en forma soluble, las plantas pueden absorberlo fácilmente. La falta de calcio impide que las vainas se llenen, provocando que se vuelvan quebradizas y reduciendo el índice de fertilidad de las flores (Vijil *et al.*, 2001).

#### **2.1.8. Plagas y enfermedades**

Las plagas en el cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní) más comunes son los siguientes: Gusano cogollero (*Stegasta bosquella* Chambers), trips (*Frankliniella* sp.), gallina ciega, chiza o cutzo (*Phyllophaga* sp.) y lorito verde (*Empoasca* sp.). Las enfermedades son causadas principalmente por hongos como roya (*Puccinia arachidis*), cercosporosis o viruela (*Cercospora arachidicola* o *C. personata*), marchitez por *Sclerotium* (*Sclerotium rolfsii*), marchitez por *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solanikuetin*), pudrición negra de la base del tallo (*Rhizoctonia* sp.) y manchas foliares (Motoche, 2015).

### **2.2. Calcio**

#### **2.2.1. Calcio en el suelo**

El contenido medio de calcio que está presente en la corteza terrestre supera cerca de 3.64 % y es, por lo tanto, un elemento mayor que la mayoría que otros nutrientes vegetales. El calcio en el suelo se genera en diversos minerales primarios, incluyendo aluminosilicatos que poseen calcio, como anfíboles y feldespatos, carbonatos y fosfatos de calcio. Al respecto, tanto los carbonatos como los fosfatos de calcio son importantes en suelos calcáreos y se presentan como dolomita ( $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ) o calcita ( $CaCO_3$ ). El contenido de calcio de distintos tipos de suelo varía según el material parenteral y el grado al cual la lixiviación y temporización ha influido en el desarrollo del suelo, porque suelos que son derivados de piedras yeso o calizas, son suelos ricos en calcio con altos contenidos de  $CaCO_3$  de 10 a 70 % de calcio. Los iones hidrógeno y agentes quelatantes, atacan el calcio de la estructura de lattice de los

minerales, lo que provoca la disolución del mineral y libera  $\text{Ca}^{2+}$ . La temporización y liberación del  $\text{Ca}^{2+}$  de lugares de intercambio de los coloides de suelo por  $\text{H}^+$ , detallan las cantidades de calcio lixiviado en condiciones climáticas húmedas. La tasa de lixiviación de  $\text{Ca}^{2+}$  incrementa con la precipitación anual y contenido de minerales que contiene calcio en el suelo, y bajo condiciones templadas lixivian una cantidad de 200 a 300 kg de Ca/ha (Mengel y Kirkby, 2000).

### **2.2.2. Aspectos ecológicos**

Los suelos ampliamente difieren en contenidos de pH y calcio, y es por eso que las especies vegetales se han ido adaptado a diferentes condiciones de pH y calcio, y razón por el cual hay diferencias de tolerancia entre especies y variedades de una misma especie a un determinado suelo. En este sentido, las especies se dividen en calcífugas (especies que crecen en suelos ácidos pobres en calcio) y calcícolas (especies que crecen en suelos calcáreos). La mayoría de las especies calcícolas poseen altísimos niveles de calcio intracelular y altas concentraciones de malato, mientras que las especies calcífugas son normalmente bajas en calcio soluble. Una investigación se basó en la comparación de una especie calcífuga (*Agrostis setacea*) con otra calcícola (*Agrostis stolonifera*) en respuesta al  $\text{Ca}^{2+}$ , las cuales fueron cultivadas en una solución nutritiva con pH 4.50 con cantidades crecientes de  $\text{Ca}^{2+}$ , donde se observó que *Agrostis setacea* fue poco influida en su crecimiento por el calcio adicionado, en cambio *Agrostis stolonifera* respondió mejor a los tratamientos de calcio más altos. El nivel de calcio en el suelo, no es el único factor diferencial entre especies calcícolas - calcífugas, porque los suelos ácidos y calcáreos se diferencian en otros aspectos. Los suelos calcáreos son de pH más alto y contienen carbonatos, son ricos en nutrientes, los metales pesados solubles son más bajo y la actividad bacteriana de fijación y nitrificación es más alta (Mengel y Kirkby, 2000).

### **2.2.3. Calcio en la fisiología de la planta**

#### **a. Absorción y translocación**

Las plantas por lo general contienen calcio en cantidades apreciables y en un orden de 5 a 30 mg Ca/g de materia seca (MS). Estos alto contenidos de calcio, es debido al los altos niveles de calcio en la solución de suelo y evidentemente al mecanismo de absorción eficiente de calcio por las células de la raíz de la planta. Aunque la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  de la solución suelo es aproximadamente diez veces más alta que la concentración de  $\text{K}^+$  en el suelo; pero la tasa de absorción de  $\text{Ca}^{2+}$ , es menor que la del  $\text{K}^+$ , porque el  $\text{Ca}^{2+}$  solo se absorbe por las puntas jóvenes de la raíz, que cuentan con paredes celulares de la endodermis que aún están sin suberizar, y porque existen cationes como  $\text{K}^+$  y  $\text{NH}_4^+$  que son absorbidos rápidamente a diferencia de  $\text{Ca}^{2+}$ . Asimismo, el contenido de calcio en plantas es mayoritariamente controlada genéticamente y casi nada afectada por el suministro de calcio que existe en el medio radicular,

siempre y cuando la disponibilidad de calcio sea óptima para el desarrollo normal de las plantas. En las hojas, el influjo de calcio disminuye después de la madurez de la hoja y del fruto, aun cuando la tasa de transpiración es constante. En plantas en desarrollo, existe evidencias que el  $\text{Ca}^{2+}$  se transloca de preferencia hacia el ápice de los brotes aun cuando la tasa de transpiración es más baja que las hojas maduras (Mengel y Kirkby, 2000).

#### **b. Función del calcio**

El calcio es muy esencial para diversas funciones de la planta como la división celular y elongación adecuada, desarrollo de la pared celular, coopera con la absorción de nitrato y metabolismo, es activador enzimático y del metabolismo del almidón. El calcio es transportado por el xilema por intercambio de iones para unirse a las moléculas de lignina y de cambio con el calcio un otro catión similar ( $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , etc.). En el suelo, el calcio no es muy móvil, tampoco en el tejido vegetal y por eso se debe suministrar continuamente. El calcio es absorbido en forma de  $\text{Ca}^{++}$  y es esencial para formar compuestos que son parte de la configuración de la pared celular como pectato de calcio. El calcio mantiene la integridad de la membrana celular, porque la absorción de nutrientes se puede ver perjudicar o limitar el flujo de nutrientes hacia el interior de la raíz. También es parte de la enzima alfa-amilasa y tiene la capacidad de interferir para que el magnesio active las enzimas y contribuye en varios sistemas enzimáticos. Finalmente, reduce la acidez del suelo y beneficia a la planta al minimizar el efecto negativo del aluminio y manganeso (Díaz *et al.*, 2007; Medina, 2008).

#### **c. Contenidos y formas de calcio**

El calcio sucede en tejidos de la planta, como  $\text{Ca}^{2+}$  libre y adsorbido a iones no difusibles como grupos fosforílicos, carboxílicos e hidroxifenólicos. Suele también presentarse en oxalatos, fosfatos y carbonatos de calcio. Por lo general estos compuestos se presentan como reservorios en las vacuolas de las células. El calcio es predominantemente como sal del ácido inositol hexafosfórico (ácido fítico) en las semillas, y se encuentra asociado con grupos carboxílicos libres de pectinas en la pared celular. La interrelación entre el calcio libre y ligado es importante en la maduración del fruto, porque es un caso de senescencia que está asociado con el incremento de etileno. Un sistema enzimático que está en el complejo de membranas de la pared celular, llega a regular la síntesis del etileno y cuya producción sumada a la permeabilidad de las membranas productos de una reducción de  $\text{Ca}^{2+}$  fisiológicamente activo, vienen a ser los pasos esenciales en la maduración del fruto (Mengel y Kirkby, 2000).

#### **d. Deficiencia de calcio en la planta**

La reducción del crecimiento de los tejidos meristemáticos es producto de la deficiencia de calcio, que se observa con la deformación y manchas cloróticas en los brotes

de crecimiento y hojas más jóvenes, y seguido por una necrosis en los márgenes de las hojas. La deficiencia de calcio vuelve blando a los tejidos debido a la disolución de la pared celular, produciéndose sustancias castañas que se acumulan en espacios intracelulares y tejido vascular, y que afectan el mecanismo de transporte. Sin embargo, una deficiencia absoluta de calcio en las plantas, ocurre relativamente muy rara vez, porque los minerales suelos son ricos en calcio disponible. La translocación de  $\text{Ca}^{2+}$  en la savia del xilema se deprime por la nutrición con  $\text{NH}_4$ , altas concentraciones salinas en el suelo y estrés hídrico. El calcio cuando se transporta desde el suelo a las partes superiores de las plantas por medio de las puntas radiculares y si estas se ven afectadas en su crecimiento (pobre aireación, bajas temperaturas, etc.) limitaría la absorción de calcio, induciendo a deficiencias en las plantas, que ocurren en suelos que son suministrados correctamente con calcio y donde el clima parece ser un factor que limita la absorción de calcio (Mengel y Kirkby, 2000). Es así, que la deficiencia común del calcio es un pobre crecimiento radical, tornándose negras y se pudren; los brotes y tejidos en crecimiento detienen su desarrollo y pueden morir. Las leguminosas presentan mayor demanda de calcio y si existe deficiencia brotes nuevos también se pueden deformar (Díaz *et al.*, 2007; Medina, 2008).

#### **e. Factores que afectan la disponibilidad de calcio**

En suelos ácidos tienen menos contenido de calcio y en suelos de alto pH, normalmente presentan más contenido de calcio, porque a medida que incrementa el pH del suelo por encima de pH de 7.20, debido a la adición de calcio al suelo, porque el adicional de calcio “libre” no se adsorbe sobre el suelo. Asimismo, gran parte de las formas de Ca “libres” son casi insolubles con otros elementos como el fósforo, con lo que en el suelo existe menos fósforo disponible. Por otro lado, los suelos con baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) tienen menos contenido de calcio y suelos con alta CIC, tienen más contenido de calcio. Niveles anormalmente más altos del porcentaje de calcio en la saturación de CIC bajo aplicaciones altas de otros cationes, reduce la absorción de calcio. El exceso de sodio en el suelo suele competir con calcio y otros cationes, y limitan su disponibilidad a las plantas. El calcio también se limita por la adición de nitrógeno cuando se hace con  $\text{NH}_4$ , porque la asimilación de calcio se reduce por la competencia entre estos dos cationes; en cambio cuando el suministro de nitrógeno se realiza con  $\text{NO}_3$ , la asimilación de calcio aumenta (Díaz *et al.*, 2007; Medina, 2008).

#### **2.2.4. Calcio en el *Arachis hypogaea* L. (maní)**

Debido al lavado por lluvia, todos los suelos pierden calcio continuamente y no cuentan con reserva de piedra caliza o yeso, lo que conlleva a la acidez, porque el agua lixivia calcio aproximadamente 225 kg/ha de piedra caliza por año de tierra cultivable en áreas de baja precipitación pluvial; pero en áreas de alta precipitación, estas pérdidas son mayores.

El calcio es el catión intercambiable más abundante en todos los suelos, presente en minerales como anfíboles, apatita, calcita, dolomita, feldespato, piroxenos y yeso. Los suelos derivados de rocas con bajo contenido de esos minerales tienen poco calcio y es por eso, que, en los suelos tropicales al ser altamente intemperizados, la concentración de calcio alcanza valores tan bajos hasta de 0.10 %; en cambio, en suelos desarrollados con materiales primarios calcáreos contiene de 20 a 50 % de calcio. Por eso, aplicar fuentes de calcio se hace para incrementar el pH de suelos ácidos a un valor de pH más favorable y mejorar la estructura de los suelos. Pero para producir un cambio en la reacción del suelo es alta, sólo se necesitan pequeñas dosis de calcio para satisfacer la demanda de la planta. El calcio en la planta activa la temperatura, formación y crecimiento de las raicillas, para mejorar el vigor general de la planta, neutralizar los tóxicos que genera la planta, estimula la producción de vaina y grano, y llega a incrementar el contenido de calcio en alimento (Fernández *et al.*, 2006; Vijil *et al.*, 2001).

La planta de *Arachis hypogaea* L. (maní) absorbe nutrientes a través de sus raíces y sus ginóforos de la solución del suelo, donde los ginóforos desempeñan un papel importante respecto a la absorción del calcio, porque el elemento más crítico para la producción de *Arachis hypogaea* L. (maní) es el calcio, porque una limitada y falta de absorción de calcio por parte de la planta de *A. hypogaea* L. durante la fructificación genera vainas vanas o vacías de granos o presentan granos muy pequeños, que por lo general no germinan. El calcio es muy importante para una buena fructificación y dando mejor consistencia a la textura de la cáscara que cubre la vaina, porque es un componente estructural de las membranas vegetales. Además, sin la absorción óptima, incrementa la susceptibilidad a enfermedades ligadas a la fortaleza de las membranas celulares. Por lo general, el suelo posee niveles adecuados de calcio para buen crecimiento de las plantas de maní, pero no para buen desarrollo de vainas y granos de calidad, y por eso la provisión de calcio durante la fructificación, se puede aplicar fuentes de calcio. Aun cuando en los suelos haya adecuada fertilidad de calcio, puede que no sea suficiente para obtener altos rendimientos; por eso, la zona donde se desarrolla los granos dentro de tierra, debe existir calcio soluble, porque el calcio no se transporta por el floema (hacia abajo) sino a través del xilema (hacia arriba) (Bonadeo y Moreno, 2006).

### **2.2.5. Nitrato de calcio**

#### **a. Características generales**

El nitrato de calcio (16 % N más 27 % CaO) es un fertilizante 100 % hidrosoluble que está compuesto de nitrógeno nítrico y particularmente calcio, que se utiliza para corregir déficit de calcio en el suelo. El calcio produce incremento de la resistencia de la pared celular, generando mayor calidad y duración de vida de los alimentos en la cadena de la

distribución desde el campo hasta el consumidor final. Debido a que el calcio es poco móvil en la planta y por eso debe ser aplicado de forma continua durante el ciclo del cultivo con el fin de mantener los niveles óptimos en los tejidos. El nitrato de calcio puede ser mezclado con otros fertilizantes solubles en agua, con excepción con soluciones madre que contengan sulfatos y fosfatos. En el suelo, el sodio es desplazado por el calcio aportado por las aguas salino – sódicas, mejorando el medio de desarrollo de los cultivos, por su bajo índice de salinidad es seguro para los cultivos (Fermagri, 2018; Haifa Chemicals, 2019).

### **b. Propiedades físicas y químicas**

De acuerdo a Fermagri (2018), el nitrato de calcio está representado por características físicas y químicas como:

Fórmula química	: $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\text{NH}_4\text{NO}_3\cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Apariencia	: Gránulos color blanco
Peso molecular	: 1080 g/mol
Nitrógeno total (N)	: 15.50 %
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	: 1.04 %
Nitrógeno nítrico	: 15.60 %
Agua total	: 12.30 %
Cloro (Cl)	: < 0.001 %
Sodio (Na)	: < 0.01 %
Calcio soluble en agua	: 27.00%
Angulo de reposo	: 30°
Densidad al granel (kg/m <sup>3</sup> )	: 1100 – 1200
pH (10 %)	: 6 – 7
Solubilidad en agua	: Altamente soluble

### **c. Aplicaciones**

La mezcla de nitrato y sulfato de calcio es incompatible y también puede ser incompatible con el fosfato. Está compuesto por una sal doble de nitrato de calcio y nitrato de amonio, aportando un 14.50 % de nitrógeno en forma de ácido nítrico, un pequeño porcentaje en forma de amoníaco y un 27.00 % de óxido de calcio. Es completamente soluble y muy adecuado para prevenir y corregir la deficiencia de calcio en cítricos, frutales, lechugas, melones, pimientos, tomates y verduras, respectivamente. Reducen el riesgo de inundación de suelos no calizos cuando se riegan con agua salada. Se recomienda preparar una solución madre y luego mezclar con agua de riego. Según sea invierno o verano, se pueden disolver hasta 30 kg de producto en 100 L de agua (Haifa Chemicals, 2019).

#### d. Ventajas y desventajas

Respecto a las ventajas, se los denomina alcalizantes, porque poseen una fuente de calcio 100 % soluble para la planta y elevan fuertemente el pH y por eso se usan en suelos fuertemente ácidos (pH inferior a 5), además el nitrógeno es rápidamente disponible para la planta sin acidificar el suelo. Tiene una acción inmediata frente al cultivo después de su aplicación, mejorando la estructura del suelo y actividad microbiana del suelo, aportando nitrógeno y calcio, y contribuyendo a una mayor disponibilidad de los nutrientes. Sobre las desventajas, eleva la reacción del suelo con efecto negativo en el aumento de daños debidos a la salinidad; también aporta nutrientes ajenos a los necesarios, como azufre, sodio y boro. Causa daños por salinidad debido a una dosificación excesivamente alta, variación de la reacción del suelo, acidificación con efecto negativo en la movilización de los nutrientes. Causa daños también por las impurezas y los productos de descomposición (Calle y Cazares, 2012).

#### 2.3. Trabajos relacionados con nuestra investigación

Se evaluó el efecto de la fertilización con nitrato de calcio (Nitrabor™) en el rendimiento de *Arachis hypogaea* L.; donde se estudiaron tres tratamientos: (i) Testigo (sin fertilizar), (ii) 130 kg/ha del fertilizante Nitrabor™ aplicado (voleado) al inicio del clavado e inicio de la formación de frutos, y (iii) aplicación dividida en dos momentos separados de 20 a 25 días entre sí a una dosis de 65 kg/ha cada uno, respectivamente. Y se concluyó que el mayor número de frutos por área, fue cuando se aplicó Nitrabor™ y es la explicación de los mayores rendimientos obtenidos en 69 % de los lugares donde se realizó este estudio (11 de 16 sitios). Hubo una tendencia de respuesta creciente a la fertilización con calcio a medida que el ambiente fue más productivo, lo que indica que, ante un mayor requerimiento del calcio, el suelo no es capaz de proveerlo en tiempo y forma. Y la aplicación de calcio, no cambió el peso individual de los frutos y granos, tampoco produjo diferencias en el rendimiento (Morla *et al.*, 2016).

Se realizó una investigación donde se evaluó el efecto de la fertilización cálcica en la producción de *Arachis pinto*i (maní forrajero) y se concluyó que la fertilización cálcica no afectó el rendimiento, pero sí tuvo efectos en la producción de semilla, obteniéndose valores más altos con la aplicación de 160 kg/ha de Fosfopoder®, 145 kg/ha de nitrato de calcio y 400 kg/ha de cal agrícola. Además, más del 80 % de los frutos maduros, se concentraron en el estrato entre 0 y 10 cm de profundidad. La germinación y el índice de vigor fueron favorecidas por la aplicación de 160 kg/ha de Fosfopoder®, mientras que dosis altas de nitrato de calcio, Fosfopoder® y cal agrícola, tienen efectos adversos en estas variables (Barrios *et al.*, 2012).

En San Martín, se evaluó varias dosis de humus de lombriz más magnecal en el cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní) y se concluyó que la dosis de 6 t/ha de humus de lombriz



más magnecal (36 % CaO) obtuvo un rendimiento promedio de 866.822 kg/ha, siendo significativamente mayor a los rendimientos obtenidos por los demás tratamientos, y mayor comparado con el tratamiento en base a una fertilización de NPK que obtuvo 626.255 kg/ha. Asimismo, obtuvo en promedio 14 vainas por planta, mientras que el tratamiento en base a NPK en promedio obtuvo 10 vainas por planta (Ramírez, 2009).

Se evaluó la respuesta del cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní) variedad INIAP – 380 a la fertilización química y orgánica; donde se encontró que existe una diferencia entre los fertilizantes químicos y orgánicos en el modo de acción que tienen sobre la planta, afectando el balance de nutrientes y rendimiento del cultivo de maní (González e Intriago, 2011). Al evaluar varias densidades de siembra en el cultivo de varias variedades de *A. hypogaea* L. (maní); donde se concluyó que los mejores rendimientos de maní se obtuvieron con densidades de 166,666 y 111,111 plantas/ha, porque se obtuvo rendimientos de 1,692.71 y 1,663.77 kg/ha de grano, respectivamente. Las características biométricas y el total de nódulos no se vieron afectados por la densidad de siembra; pero sí hubo diferencias significativas entre las variedades. El cultivar Maní Angelito obtuvo vainas más grandes (4.21 cm), más granos (3.45) y presentó la mayor cantidad de nódulos (145.84) (Trujillo, 2010).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El trabajo se realizó en el Fundo Olazábal y donde se seleccionó un suelo de fisiografía plana, ubicado:

##### 3.1.1. Ubicación política

Distrito : Tocache.  
Provincia : Tocache.  
Región : San Martín.

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

Longitud este : 329315 m E  
Latitud norte : 9093338 m N  
Altitud : 523 msnm.

##### 3.1.3. Mapa de ubicación



**Figura 1.** Mapa de ubicación del campo experimental.

#### 3.2. Metodología

##### 3.2.1. Metodología estadística

###### a. Componentes en estudio

###### ❖ Variable dependiente

- Cultivo de *Arachis hypogaea* L. variedad “Tingo María”.

### ❖ Variable independiente

- Dosis de nitrato de calcio:  
100 kg/ha.  
200 kg/ha.  
300 kg/ha.

### b. Tratamientos en estudio

La descripción de los tratamientos en estudio es (Tabla 1):

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Fertilización inorgánica (kg/ha)			
Clave	Descripción	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	Testigo	0	0	0	0
T <sub>2</sub>	NPK	40	40	80	0
T <sub>3</sub>	NPK + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	40	80	100
T <sub>4</sub>	NPK + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	40	80	200
T <sub>5</sub>	NPK + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	40	40	80	300

### c. Diseño experimental

El experimento se hizo en un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro bloques. Para las comparaciones de medias, se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0.05$ ), usándose el programa InfoStat; el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Respuesta del  $i$ -ésimo nivel de nitrato de calcio en el  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel de nitrato de calcio.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\xi_{ij}$  = Error experimental.

Para:

$i$  = 1, 2, ..., 5 tratamientos.

$j$  = 1, 2, ..., 4 repeticiones.

#### d. Análisis estadístico

Las variables evaluadas de cada tratamiento se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de confianza del 5 % (Tabla 2).

**Tabla 2.** Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.
Tratamientos	T-1	SC <sub>trat</sub>	SC <sub>trat</sub> /gl <sub>trat</sub> = CM <sub>trat</sub>	CM <sub>trat</sub> /CM <sub>ee</sub>	F <sub>α</sub> (gl <sub>trat</sub> ,gl <sub>ee</sub> )
Bloques	B-1	SC <sub>bloq</sub>	SC <sub>bloq</sub> /gl <sub>bloq</sub> = CM <sub>bloq</sub>	CM <sub>bloq</sub> /CM <sub>ee</sub>	F <sub>α</sub> (gl <sub>bloq</sub> ,gl <sub>ee</sub> )
Error experimental	(T-1)×(B-1)	SC <sub>ee</sub>	SC <sub>ee</sub> /gl <sub>ee</sub> = CM <sub>ee</sub>		
Total	(T×B)-1	SC <sub>total</sub>			

#### e. Características del campo experimental

##### ❖ Bloques

Número de bloques	: 4
Largo de bloques	: 26.00 m
Ancho de bloques	: 3.30 m
Área de bloques	: 85.80 m <sup>2</sup>
Calle entre bloques	: 1.00 m

##### ❖ Parcelas

Número total de parcelas	: 20
Número de parcelas por bloque	: 5
Largo de cada parcela	: 3.60 m
Ancho de cada parcela	: 3.30 m
Área total de parcela	: 11.88 m <sup>2</sup>
Área neta de la parcela	: 1.80 m <sup>2</sup>

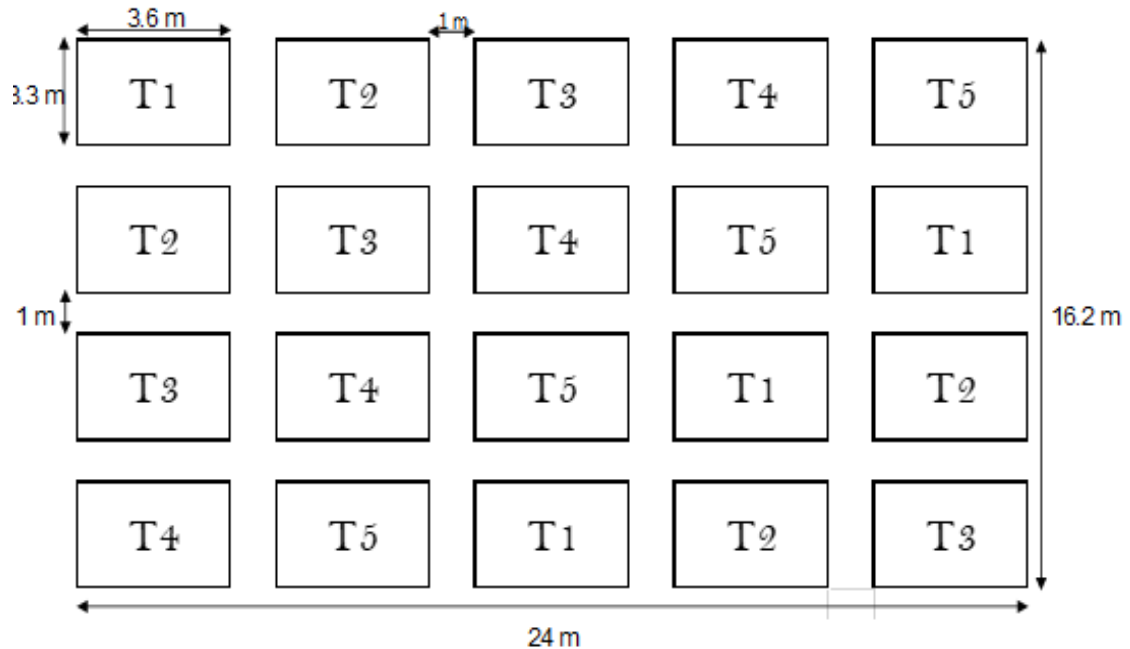
##### ❖ Distanciamiento de siembra

Distancia entre plantas	: 0.30 m
Distancia entre hileras	: 0.60 m
Número de golpes por hilera	: 11
Número de plantas por parcela	: 66
Total de plantas evaluadas por parcela	: 10
Total de plantas evaluadas por bloque	: 80
Total de plantas evaluadas por experimento	: 320

Área neta	: 1.80 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 388.80 m <sup>2</sup>

### ❖ Croquis del campo experimental

Las mediciones de parcelas y bloques, y del campo experimental se grafica a continuación (Figura 2):



Leyenda:

T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPK

T<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

**Figura 2.** Disposición experimental de los tratamientos en estudio.

### 3.2.2. Metodología en campo

#### a. Preparación del área experimental

##### ❖ Preparación del terreno

Se procedió a hacer una limpieza manual, usando un machete, seguido de un arado profundo de aproximadamente 30 cm, con el único fin de dejar bien suelta la superficie del suelo y mejorar la germinación. Luego se realizó el trazado del terreno de acuerdo a la disposición experimental del campo y que está indicada en el croquis (Figura 2).

##### ❖ Muestreo y análisis del suelo

Esta labor se realizó antes de la fertilización y con la ayuda de un tubo de muestreador, extrayendo 25 submuestras de suelo en “zigzag” a una profundidad de 10 cm por hoyo, posteriormente se conformó una sola muestra representativa de suelo de 1.00 kg. Esta muestra fue llevada al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina para su respectivo análisis químico y físico (Anexo, Figura 13). Finalmente, según el

análisis (Cuadro 3), el suelo de la parcela presentó las siguientes características: su textura es franco arcilloso, el pH es ácido (4.56), con un nivel de materia orgánica de 2.92 % (alto), el nivel de fósforo (6.30 ppm) y potasio (79 ppm) es medio, mientras que para el calcio y magnesio es bajo, estos resultados muestran que el suelo tiene una fertilidad baja.

**Tabla 3.** Análisis físico - químico del suelo de la parcela experimental.

<b>Parámetros</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Método empleado</b>
<b>Análisis físico:</b>		
Arena (%)	41.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	26.00	Hidrómetro
Limo (%)	33.00	Hidrómetro
Clase textural	Franco arcilloso	Triángulo textural
<b>Análisis químico:</b>		
pH (1:1)	4.56	Potenciómetro
M. O. (%)	2.92	Walkey y Black
P disponible (ppm)	6.30	Olsen Modificado
K disponible (ppm)	79.00	Ácido sulfúrico
Ca cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.36	EAA
Mg cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.32	EAA
K cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.23	EAA
Na cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.08	EAA
Al + H cambiable (Cmol <sup>(+)</sup> /kg)	1.80	EAA
CICe	2.78	
Saturación de bases (%)	9.00	-

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

## **b. Siembra de la semilla**

### **❖ Pregerminado de la semilla**

Primero las semillas fueron desinfectadas con un fungicida en polvo (Homai) antes de la siembra. Para una mejor y rápida germinación, antes de la siembra se realizó el pregerminado, y se colocó las semillas ya seleccionadas en remojo por doce horas.

### **❖ Siembra**

Se realizó de manera manual, utilizando un tacarpo; esta labor consistió en depositar tres semillas por golpe con distanciamientos de 0.30 m entre plantas y 0.60 m entre líneas, y se anotó la fecha de siembra.

### **c. Aplicación de fertilizantes**

Los fertilizantes superfosfato triple, cloruro de potasio y nitrato de calcio; se aplicaron por completo durante la siembra a los 20 días después de la siembra. Mientras que el fertilizante urea fue aplicado en dos momentos durante el ciclo del cultivo de forma siguiente: 1/3 al momento de la siembra y los 2/3 a los 20 días después de la siembra.

### **d. Control de plagas y enfermedades**

Esta labor se realizó con la inspección constante de las parcelas si se presentarán algunos problemas fitosanitarios en el crecimiento de la planta con aplicación preventiva de productos pesticidas a los 45 días, y un segundo a los 90 días de sembrado el maní, pero ya al finalizar el desarrollo de la planta para su etapa productiva, se pudo identificar algunos patógenos en pequeños puntos como la roya del maní (*Puccinia arachidis*), y en algunos casos moho blanco (*Sclerotium rolfsii*), el cual para su control se aplicaron los productos de fungicidas.

### **e. Control de malezas**

Se realizó en forma manual utilizando machete y palana, a los 25 y 60 días respectivamente después de la siembra. Cabe indicar que en el primer deshierbo se hizo el aporcado para lograr una mayor estabilidad en las plantas, mejorar la introducción de los ginóforos, facilitar la retención de la humedad e incrementar el aprovechamiento de los nutrientes.

### **f. Cosecha**

Esto se realizó cuando se observó un alto porcentaje de vainas maduras, lo cual se determinó mediante un muestreo aleatorio de las plantas que presentaban las características de hojas amarillentas y pardas o negras al arrancarlas. La planta se extrajo con la ayuda de lampas, y luego se agitó, para eliminar la tierra adherida a ella.

### **g. Secado**

El proceso de secado se realizó para determinar el rendimiento de peso seco de vaina y peso seco de semilla, y para ello se procedió a tender en un piso de cemento debidamente identificados por tratamientos en estudio con el fin de obtener un porcentaje de humedad del 12 % aproximadamente en las semillas.

## **3.2.3. Observaciones a evaluar**

### **a. Biometría de la planta**

Las evaluaciones se hicieron a las plantas de cada parcela neta cada 30 días después de la siembra (dds) hasta la cosecha (120 dds).

❖ **Altura de planta:** La altura de planta se midió con una cinta métrica desde la base de la superficie del suelo hasta la yema terminal.

❖ **Diámetro de tallo:** El diámetro del tallo se midió con un vernier a 3 cm desde de la base del suelo.

❖ **Número de ramas por planta:** Se contabilizó el total de ramas por planta con un contómetro.

#### **b. Biometría de la vaina del maní**

Las evaluaciones se hicieron a dos vainas cosechadas por planta de la parcela neta. En total se evaluaron a 20 vainas aproximadamente.

❖ **Longitud de la vaina:** La longitud de la vaina fue medida con un vernier digital.

❖ **Diámetro de la vaina:** Con el mismo vernier digital se midió el diámetro de la vaina.

❖ **Número de vainas:** Con un contómetro se hizo el conteo del total de vainas por planta.

#### **c. Peso de la vaina y granos**

Las evaluaciones se hicieron a las vainas por planta de la parcela neta.

❖ **Peso fresco de la vaina:** En una balanza digital se pesaron las vainas frescas cosechadas por planta.

❖ **Peso seco de la vaina:** Se hicieron secar al sol a las vainas cosechadas por planta, luego fueron pesadas en la balanza.

❖ **Peso seco de los granos:** Después de realizar el peso de las vainas secas; se extrajeron las semillas de cada vaina seca y luego todos los granos por planta se pesaron en la balanza.

#### **d. Rendimiento (kg/ha)**

El rendimiento de los tratamientos en estudio; se calculó en base al peso de semillas secas cosechadas en la parcela neta (1.80 m<sup>2</sup>) mediante la siguiente fórmula:

$$R \text{ (kg/ha)} = \frac{\text{PSAn} \times 10,000 \text{ m}^2}{1.80 \text{ m}^2}$$

Leyenda:

R = Rendimiento (kg/ha).

PSAn = Peso de los granos del área neta (kg).

#### **e. Análisis de rentabilidad**

La evaluación de la rentabilidad de los tratamientos en estudio, se hizo mediante el análisis comparativo de ingresos y costos de producción (B/C) de cada tratamiento en estudio mediante la siguiente fórmula:



$$R(B/C) = \frac{IB}{CP}$$

Dónde:

R (B/C) = Relación de beneficio y costo.

IB = Ingreso bruto.

CP = Costo de producción.

El ingreso bruto obtenido de los tratamientos en estudio se hizo multiplicando la producción de semillas de maní de 1.00 ha por el precio de 1.00 kg de maní al mercado (S/ 5.00). Los costos de producción son en base a la producción de maní para 1.00 ha.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Biometría de la planta

#### 4.1.1. Análisis de variancia

De acuerdo al análisis de varianza realizado a las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas por planta de *Arachis hypogaea* L. (maní) (Tabla 4) a los 120 días después de la siembra (dds): Se muestran que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio; es decir que la aplicación de nitrato de calcio ha generado un efecto distinto en estas variables evaluadas. Sin embargo, en los bloques en estudio no hubo diferencias estadísticas; es decir que todos los bloques son estadísticamente iguales. El coeficiente de variación fue 19.61, 8.95 y 9.35 % correspondiente a altura, diámetro y número de ramas, respectivamente (Tabla 4), y de acuerdo a Gordón y Camargo (2015), para ensayos agrícolas los coeficientes de variación se consideran bajos cuando son inferiores a 10 %, medios de 10 a 20 %, altos cuando van de 20 a 30 % y muy altos cuando son mayores al 30 %. Teniendo en cuenta la referencia manifestamos que la toma de datos para altura presenta una variación media, y para diámetro y número de ramas una variación baja. Es decir, los datos están dentro de lo recomendado por estos autores.

**Tabla 4.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas por planta de maní.

Fuente de variación	G.L.	Altura (cm)		Diámetro (mm)		Ramas/planta (N°)	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	4	394.86	S	2.48	S	4.00	S
Bloques	3	60.37	NS	0.32	NS	0.10	NS
Error experimental	12	148.11		0.32		0.18	
Total	19						
C.V. (%)		19.61		8.95		9.35	

S = significativo.

NS = No significativo.

C.M. = Cuadrados medios.

C.V. = Coeficiente de variación.

#### 4.1.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )

Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ); los tratamientos en T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de nitrato de calcio), T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha de nitrato de calcio) y T<sub>2</sub> (NPK), obtuvieron

estadísticamente plantas con mayor altura y diámetro de tallo que las plantas de maní de los tratamientos T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de nitrato de calcio) y T<sub>1</sub> (Testigo) (Tabla 5), quienes obtuvieron menores valores en cuanto a la altura y diámetro de tallo. Por otro lado, los tratamientos T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de nitrato de calcio) y T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de nitrato de calcio), estadísticamente obtuvieron mayor número de ramas por planta en comparación al total de ramas de los demás tratamientos en estudio (Tabla 5), porque el maní, responde bien a aplicaciones de nitrógeno, potasio, fósforo y calcio, respectivamente al suelo (Barrios *et al.*, 2004), y porque el total de ramas obtenido por el tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo) fue estadísticamente menor que los demás tratamientos. Es decir, la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, adicionado con dosis altas de calcio, mejoran la producción de ramas y cuya característica es importante en la producción de vainas de maní, porque para que la planta de maní pueda absorber los nutrientes, la disponibilidad de calcio en la primera capa del suelo es importante (Castro *et al.*, 2006) y posiblemente que es por eso, que las dosis altas de nitrato de calcio destacaron más que las demás dosis.

**Tabla 5.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para altura de planta, diámetro de tallo y número de ramas por planta a los 120 días después de la siembra (dds) de los tratamientos en estudio.

Altura de planta			Diámetro de tallo			Ramas por planta		
Clave	(cm)	Sig.	Clave	(mm)	Sig.	Clave	(N°)	Sig.
T <sub>5</sub>	70.43	a	T <sub>5</sub>	7.26	a	T <sub>5</sub>	5.75	a
T <sub>3</sub>	63.77	a	T <sub>2</sub>	6.58	a	T <sub>4</sub>	5.40	a
T <sub>2</sub>	60.70	a	T <sub>3</sub>	6.53	a	T <sub>3</sub>	4.25	b
T <sub>1</sub>	55.22	b	T <sub>4</sub>	5.82	b	T <sub>2</sub>	4.20	b
T <sub>4</sub>	44.02	b	T <sub>1</sub>	5.21	b	T <sub>1</sub>	3.28	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes  
Sig. = Significancia.

Leyenda:

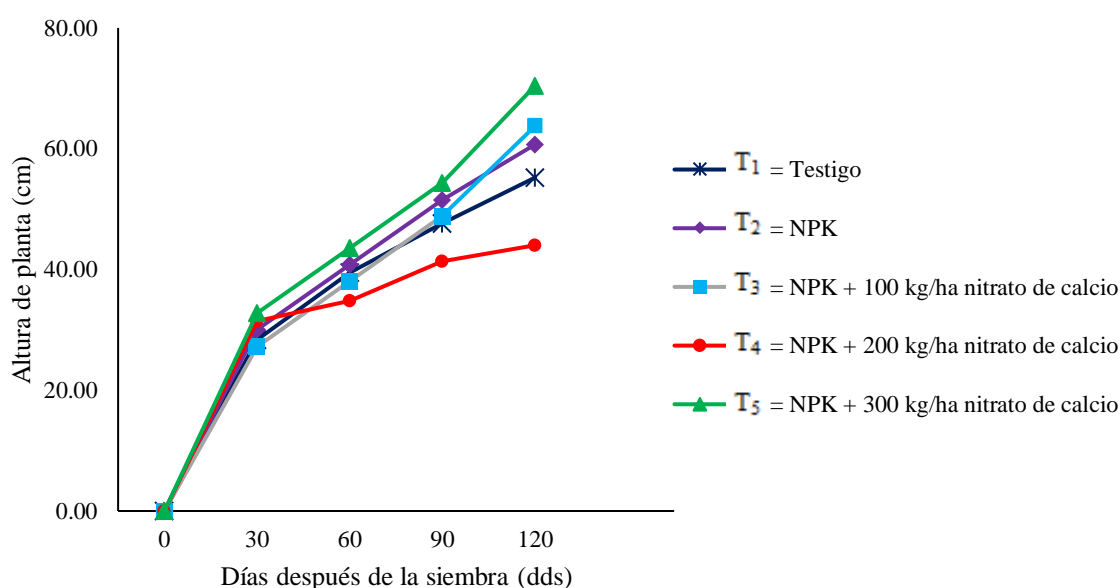
T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPK

T<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

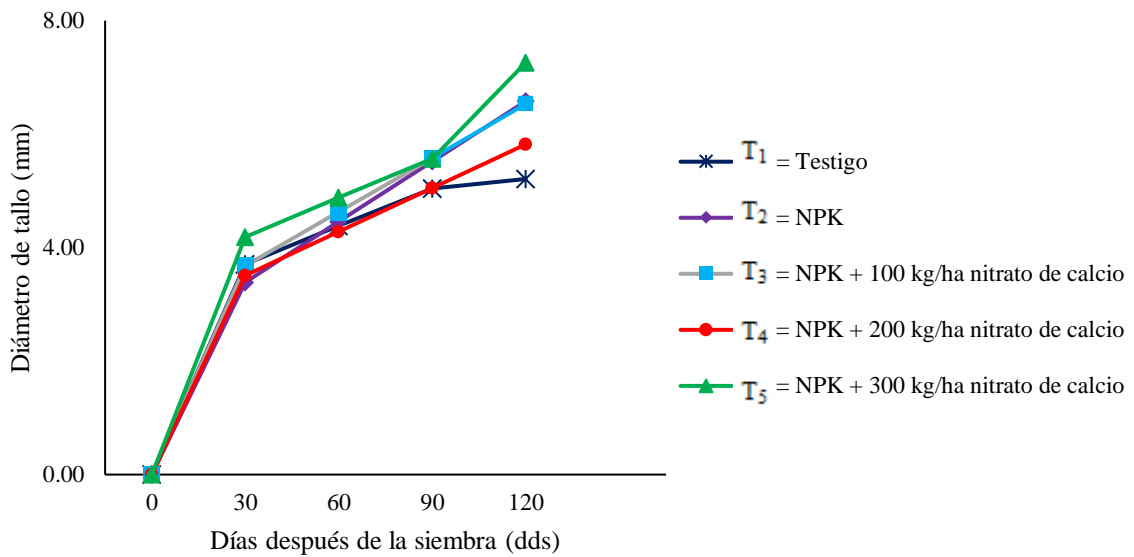
Al parecer el incremento de ramas por planta fue afectado por la cantidad de nitrato de calcio aplicado; es decir, cuanta más dosis de nitrato de calcio, más rápido fue la

tasa de emisión de ramas (Tabla 5), aunque un exceso de fertilizante puede dañar el sistema radicular y matar la planta (Martínez *et al.*, 2013). Sin embargo, los resultados del total de ramas por planta, no coincide con los resultados de altura y diámetro, porque los tratamientos T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha nitrato de calcio) y T<sub>1</sub> (Testigo), estadísticamente fueron iguales en estos resultados, probablemente se deba a la respuesta particular de algunos cultivos ante las aplicaciones de fertilizantes en ciertas variables como altura y diámetro de tallo, porque Ancín (2011), reporto que las aplicaciones de los fertilizantes químicos y orgánicos obtuvieron plantas de frijol con igual altura y diámetro, coincidiendo con Constanza *et al.* (2015), quienes vieron que las aplicaciones de nitrato de calcio, no muestran diferencias estadísticas para altura y diámetro en plantas de estevia comparados con las plantas testigo. Estas respuestas sean posiblemente a una respuesta del carácter genético de las propias plantas en estos caracteres, sin perjudicar la producción y la vigorosidad de la propia planta.



**Figura 3.** Altura de planta de maní por 120 días después de la siembra de los tratamientos en estudio.

Con respecto al desarrollo y crecimiento de las plantas de maní; en las Figuras 3 y 4, se puede observar que, hasta los 90 días el desarrollo de las plantas es casi constante. Pero a partir de los 90 días, el tratamiento T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de nitrato de calcio) reduce la velocidad de incremento de la altura y diámetro, posiblemente está influenciado por algunos factores como el genético, porque existen investigaciones con resultados similares donde las aplicaciones de calcio y testigo obtienen resultados similares en estas variables evaluadas del cultivo de maní (Constanza *et al.*, 2015; Moreno, 2017).



**Figura 4.** Diámetro de planta por 120 días después de la siembra de los tratamientos.

## 4.2. Biometría de la vaina del maní

### 4.2.1. Análisis de variancia

Según el análisis de variancia (Tabla 6); se observa que existen diferencias estadísticas significativas, es decir que la aplicación de nitrato de calcio ha generado un efecto distinto en estos parámetros. Los coeficientes de variación fueron 12.0, 6.03 y 2.66 % para el número de vainas por planta, longitud y diámetro de vaina, respectivamente, y según los datos referidos por Gordón y Camargo (2015), observamos que el número de vainas presenta una variación media, en cuanto a longitud y diámetro una baja variación.

**Tabla 6.** Análisis de variancia ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de vainas por planta, longitud y diámetro de vaina cosechada del cultivo de maní.

Fuente de variación	G.L.	Vainas/planta (N°)		Longitud (mm)		Diámetro (mm)	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Tratamientos	4	223.50	S	114.05	S	1.23	S
Bloques	3	72.07	S	0.80	NS	25.86	S
Error experimental	12	12.25		5.43		0.14	
Total	19						
C.V (%)		12.00		6.03		2.66	

S = significativo.  
 NS = No significativo.  
 C.M. = Cuadrados medios.  
 C.V. = Coeficiente de variación.  
 Sig. = Significancia.

#### 4.2.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )

Los tratamientos T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de nitrato de calcio) y T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de nitrato de calcio), estadísticamente obtuvieron plantas con mayor número de vainas; asimismo, obtuvieron vainas con mayor longitud y diámetro que los demás tratamientos en estudio (Tabla 7), porque los resultados obtenidos por los tratamientos T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha nitrato de calcio) y T<sub>2</sub> (NPK), fueron estadísticamente menores, pero estadísticamente mayores al tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo) en las variables vainas por planta y longitud de la vaina. El suelo del campo experimental presentó bajo contenido de calcio (Tabla 3) y las aplicaciones de 200 y 300 kg/ha de nitrato de calcio y cuyo contenido de calcio es 27 %, probablemente que influyeron a obtener mayor producción de vainas por planta y vainas con mayor longitud y diámetro de la vaina, porque el nitrato de calcio es bueno corrigiendo la deficiencia de calcio en los suelos (Morla *et al.*, 2016), además reforzando a las aplicaciones de 40 N - 40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 80 K<sub>2</sub>O kg/ha que se hicieron a las plantas de maní, porque además, a corregir la deficiencia de calcio, ayuda a que las plantas puedan asimilar otros nutrientes como el fósforo y potasio (Castro *et al.*, 2006).

**Tabla 7.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el número de vainas por planta, longitud y diámetro de la vaina del maní de los tratamiento en estudio.

Vainas por planta			Longitud de la vaina			Diámetro de la vaina		
Clave	(N°)	Sig.	Clave	(mm)	Sig.	Clave	(mm)	Sig.
T <sub>5</sub>	37.23	a	T <sub>5</sub>	44.33	a	T <sub>5</sub>	16.50	a
T <sub>4</sub>	34.20	a	T <sub>4</sub>	41.89	a	T <sub>4</sub>	15.91	a
T <sub>3</sub>	30.03	b	T <sub>3</sub>	39.94	a	T <sub>2</sub>	15.44	b
T <sub>2</sub>	26.38	b	T <sub>2</sub>	36.35	b	T <sub>1</sub>	15.23	b
T <sub>1</sub>	18.00	c	T <sub>1</sub>	30.63	c	T <sub>3</sub>	15.17	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Leyenda:

T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPK

T<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

En el caso del nitrógeno, el maní responde poco a aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, porque la propia planta es capaz de fijar la parte del nitrógeno que necesita para su desarrollo (Pérez, 2007), en cambio el calcio tiene un rol más

importante, porque las vainas de los manís, requieren grandes dosis de calcio y aunque el suelo puede poseer buenos niveles de calcio para un óptimo crecimiento de la planta, pero no necesariamente es para un buen desarrollo de vainas y granos (Quaggio *et al.*, 2004) y por eso, es muy importante la provisión de calcio en etapas críticas como la floración y fructificación del maní para un óptimo desarrollo de las vainas y granos (Martínez *et al.*, 2013), porque la formación, crecimiento y desarrollo de la vaina del maní están altamente condicionados por el contenido de calcio en la solución acuosa del suelo (Morla *et al.*, 2016).

### 4.3. Peso de la vaina y granos del maní

#### 4.3.1. Análisis de variancia

Según al análisis de varianza realizado al peso fresco y seco de las vainas y peso seco de granos de maní (Tabla 8); muestra que hay diferencias estadísticas significativas entre variables en estudio, es decir que al menos un tratamiento en estudio fue diferente estadísticamente de los demás tratamientos en las variables peso fresco y seco de las vainas, y peso seco de los grano de maní. Respecto a los bloques, se muestra que existen diferencias estadísticas significativas y según Di Rienzo *et al.* (2005) cuando los bloques son significativos están influyendo en los resultados, y que solo debe variar los tratamientos dentro del bloque más no los bloques. Los coeficientes de variación de las variables peso fresco y seco de las vainas y peso seco de los granos; fueron iguales a 15.31, 17.79 y 16.52 %, respectivamente y según los datos referidos por Gordón y Camargo (2015), observamos que el número de vainas presenta una variación media. Es decir, la toma de datos en cuanto al peso es adecuado.

**Tabla 8.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para el peso fresco y seco de las vainas y peso seco de granos de maní cosechados.

Fuente de variación	G.L.	Peso fresco de las vainas (g)		Peso seco de las vainas (g)		Peso del grano seco (g)	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
Tratamientos	4	2799.00	S	1107.00	S	426.60	S
Bloques	3	1426.80	S	752.09	S	270.90	S
Error experimental	12	327.57		155.23		53.78	
Total	19						
C.V (%)		15.31		17.79		16.52	

S = significativo.

C.M. = Cuadrados medios.

C.V. = Coeficiente de variación.

Sig. = Significancia.

### 4.3.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )

Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) a las variables peso fresco de las vainas, peso seco de las vainas y peso del grano seco (Tabla 9); no hubo diferencia estadísticas entre los tratamientos en base a fertilización de NPK y nitrato de calcio; sin embargo, si se observa que el tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo) estadísticamente obtuvo vainas con menor peso fresco y seco, y granos secos con menor peso en comparación a los demás tratamientos en estudio. Es decir, la fertilización ayudó a mejorar el contenido de materia seca de las vainas y de los granos de maní en comparación a las vainas y granos de las plantas que no fueron fertilizadas, a pesar de que el maní es una planta caprichosa respecto a su respuesta a los fertilizantes que se le aplica, debido a su particular sistema radicular, que carece de epidermis afectando la cantidad de verdaderos pelos absorbentes, absorción de nutrientes y agua a nivel radicular (Pérez, 2007). Pero en nuestra investigación se observa que la fertilización ayudó a obtener mayor peso de granos secos de maní, porque se ha comprobado que a pesar de esa particularidad de este cultivo, el peso de semilla de cada planta de aumenta con el uso de fertilizante (BODE, 2014), porque a pesar de ser una planta que tiene reacciones diferentes a las aplicaciones de nitrógeno, potasio, fósforo y calcio, estas son determinantes en la producción de carbohidratos y proteínas, en la conformación de la vaina y granos (Wendt, 2002).

**Tabla 9.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el peso fresco y seco de las vainas y peso seco de los granos de los tratamiento en estudio.

Peso fresco de la vaina			Peso seco de la vaina			Peso del grano seco		
Clave	(g)	Sig.	Clave.	(g)	Sig.	Clave.	(g)	Sig.
T <sub>5</sub>	141.18	a	T <sub>5</sub>	85.35	a	T <sub>5</sub>	55.65	a
T <sub>4</sub>	143.18	a	T <sub>3</sub>	77.75	a	T <sub>3</sub>	47.90	a
T <sub>3</sub>	128.88	a	T <sub>4</sub>	77.13	a	T <sub>4</sub>	47.43	a
T <sub>2</sub>	111.70	a	T <sub>2</sub>	76.35	a	T <sub>2</sub>	43.20	a
T <sub>1</sub>	75.08	b	T <sub>1</sub>	42.55	b	T <sub>1</sub>	27.75	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes  
Sig. = Significancia.

Leyenda:

T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPK

T<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>



Sin embargo, se observa que aritméticamente la aplicación de 300 kg/ha de nitrato de calcio más NPK (T<sub>5</sub>) obtuvo mayor peso de granos secos y vainas con mayor peso, seguido por los tratamientos en base a 200 y 100 kg/ha de nitrato de calcio más NPK (Tabla 9), porque está demostrado que el calcio es un elemento secundario importante en la consistencia de la vaina y que significativamente influye en el rendimiento del maní (Pérez, 2007; Arcos y Zambrano, 2016), porque tiene una acción rápida después de su aplicación, no solo mejorando la estructura del suelo, y contribuyendo a una mayor actividad microbiana y disponibilidad de los nutrientes (Calle y Cazares, 2012). Además, muy esencial en funciones de la planta como la división celular y desarrollo de la pared celular (Díaz *et al.*, 2007; Medina, 2008), lo que hace que las plantas tengan un mejor desempeño en su desarrollo y rendimiento tal como se observa en nuestros resultados (Tabla 9), porque está comprobado que el calcio en *Arachis hypogaea* L., le da consistencia a la textura de la cáscara de su vaina, dando fortaleza a las membranas celulares (Bonadeo y Moreno, 2006) lo cual se traduce en granos y vainas con mayor peso en comparación a los granos y vainas del tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo) (Tabla 9), debido a una mayor compactación de las paredes celulares de los granos y vainas (Fernández *et al.*, 2006).

#### 4.4. Rendimiento del cultivo de maní

##### 4.4.1. Análisis de variancia

Según el análisis de varianza realizado (Tabla 10); se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio, es decir, al menos un tratamiento en estudio estadísticamente obtuvo resultados diferentes a los demás tratamientos. El coeficiente de variación fue 21.80 %, indicando que el rendimiento del cultivo de maní presenta una adecuada homogeneidad en el desarrollo del experimento (Gordón y Camargo, 2015).

**Tabla 10.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para rendimiento del cultivo de maní.

Análisis de varianza	G.L.	C.M.	F cal.	Sig.
Tratamiento	4	1290391.93	17.08	S
Bloque	3	12531.73	0.17	NS
Error experimental	12	75565.35		
Total	19			
C.V (%)	21.80			

S = significativo.

C.M. = Cuadrados medios.

F cal. = F calculado.

C.V. = Coeficiente de variación.

Sig. = Significancia.

#### 4.4.2. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )

Según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ); el tratamiento T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de nitrato de calcio) obtuvo un rendimiento de 2123.00 kg/ha, siendo estadísticamente el mayor rendimiento (Tabla 11) en comparación a los demás tratamientos, seguido estadísticamente por los tratamientos T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de nitrato de calcio) y T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha de nitrato de calcio), con rendimientos de 1555.56 y 1327.15 kg/ha, respectivamente, siendo rendimientos mayores en comparación a los rendimientos de los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK) y T<sub>1</sub> (Testigo), quienes obtuvieron rendimientos iguales a 955.85 y 643.66 kg/ha.

**Tabla 11.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para rendimiento del cultivo de maní.

Tratamientos en estudio		Rendimiento	
Clave	Descripción	(kg/ha)	Significancia
T <sub>5</sub>	NPK + 300 kg/ha de Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	2123.00	a
T <sub>4</sub>	NPK + 200 kg/ha de Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	1555.56	b
T <sub>3</sub>	NPK + 100 kg/ha de Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1327.15	b
T <sub>2</sub>	NPK	955.85	c
T <sub>1</sub>	Testigo	643.66	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Es decir; las aplicaciones de nitrato de calcio a un suelo con deficiencia de calcio (Tabla 3), ayudaron a obtener altos rendimientos de forma significativa en comparación a los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK) y T<sub>1</sub> (Testigo) (Tabla 11), porque el nitrato de calcio es un fertilizante soluble y contribuye a elevar el pH, y hace que el nitrógeno sea más disponible sin aumentar la acidez edáfica (Calle y Cazares, 2012), porque en suelos que presentan deficiencia de calcio, se obtienen grandes rendimientos cuando se aplican materiales calizos, lo que demuestra la importancia del calcio en la producción y calidad del maní (Fernández *et al.*, 2000). Además, hay estudios que señalan que el cultivo de maní responde mejor a aplicaciones cálcicas porque aumenta el nivel del calcio en la zona de absorción y formación de ginóforos y contribuyendo así en la formación y llenado de los frutos (Barrios *et al.*, 2012), y además, distintas investigaciones que se han realizado sobre este elemento, sostienen la necesidad de que una alta concentración de calcio en el suelo para la formación de semillas del maní (Wendt, 2002; Quaggio *et al.*, 2004), porque

incrementa la absorción de otros nutrientes e influye en el transporte de proteínas y carbohidratos, y su vez en su acumulación para la formación de los granos (Basu *et al.*, 2008), lo que al final se traduce en mayor rendimiento de las plantas (Tabla 11).

Por otro lado, los rendimientos obtenidos por las aplicaciones de dosis de nitrato de calcio, fluctuaron entre 1327.15 a 2123.00 kg/ha (Tabla 11). Estos rendimientos fueron menores en comparación a los rendimientos reportado por Carlosama y Reina (2014), quienes encontraron un rendimiento promedio de 2169.00 kg/ha, aproximadamente; mientras que Rojas (2019), encontró que la aplicación de potasio a nivel foliar y suelo, alcanzó un rendimiento de 2621.88 kg/ha de maní. Es decir, los rendimientos pueden variar, porque no dependen únicamente de una adecuada fertilización, también depende de la suma de otros factores como el tipo o dosis de fertilizante, manejo del cultivo, variedad, clima, suelo, etc.; sin embargo, las aportaciones de calcio a un suelo con deficiencia de este elemento (Tabla 3), pueden ayudar significativamente a mejorar los rendimientos, porque a pesar de que el suelo pueda presentar una buena fertilidad de calcio, puede que no sea suficiente y por eso se recomienda siempre alguna fuente de calcio (Fernández *et al.*, 2006), porque el calcio es poco móvil en la planta y por eso en la zona donde se desarrolla los granos dentro de la tierra, debe existir calcio soluble (Bonadeo y Moreno, 2006) y de este modo se puede compensar este elemento que es muy esencial para el cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní) en especial durante la fructificación.

#### 4.5. Análisis de rentabilidad

El análisis de rentabilidad consistió en determinar los costos durante la producción de *Arachis hypogaea* L. (maní) variedad “Tingo María” por parte de los tratamientos en estudio (Tabla 12), y para los cálculos de beneficio se consideró un precio de venta de 1.00 kg de granos a S/ 5.00, observándose que el tratamiento T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), alcanzó el mayor rendimiento de grano seco por hectárea (2123.00 kg/ha) con un valor de costo beneficio de 2.39 nuevos soles y alcanzando un mejor índice de rentabilidad.

Los demás tratamientos obtuvieron una relación beneficio costo que fluctuó de 1.05 a 1.81 soles, por lo tanto, el valor de los beneficios es mayor a los costos del proyecto; es decir que los ingresos son mayores a los egresos. Finalmente resulta más viable aplicar la dosis (300 kg/ha) más alta de nitrato de calcio (Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), porque se obtendrá un retorno mayor del capital y una ganancia de 1.39 soles más el 1.00 sol invertido. La diferencia entre el tratamiento T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) con los demás tratamientos, se debe básicamente a la utilidad obtenida gracias al alto rendimiento alcanzado, a pesar de que su costo de producción fue alta, principalmente debido a la fuerte inversión en la fertilización, generando una utilidad bruta de

**Tabla 12.** Análisis de beneficio y costo para la producción de una hectárea de maní en función a los tratamientos en estudio.

Clave	Costo variable (S/)					Rendimiento (kg/ha)	(S/)				
	Nitrabor	Urea	SPT	KCL	Fijo		Total	I.B.	U	I.R.	B/C
T <sub>1</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	3078.60	3078.60	643.66	3218.30	139.70	0.05	1.05
T <sub>2</sub>	0.00	137.86	360.08	396.09	3078.60	3972.63	955.85	4779.25	806.62	0.20	1.20
T <sub>3</sub>	200.00	33.63	360.08	396.09	3078.60	4118.39	1327.15	6635.75	2517.36	0.61	1.61
T <sub>4</sub>	400.00	24.55	360.08	396.09	3078.60	4289.32	1555.56	7777.80	3488.48	0.81	1.81
T <sub>5</sub>	600.00	00.00	360.08	396.09	3078.60	4434.77	2123.00	10615.00	6180.23	1.39	2.39

Tratamientos:

T<sub>1</sub> = Testigo

T<sub>2</sub> = NPK

T<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Leyenda:

SPT. = Super fosfato triple

KCL. = Cloruro de potasio

I.B. = Ingreso bruto.

U. = Utilidad

I.R. = Índice de rentabilidad.

B/C = Beneficio/Costo.

Costo fijo (ver en anexo)

6042.37 soles frente al tratamiento testigo que presenta un valor de 139.70 soles, con índices de rentabilidades iguales a 1.39 y 0.05 soles, respectivamente (Tabla 12), donde la aplicación de NPK más Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> tuvo una utilidad mayor al 100 % en comparación a la utilidad obtenida por el tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo). Asimismo, los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK), T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) por cada sol que invirtieron en la producción de *Arachis hypogaea* L. (maní), tiene una recuperación de ese sol invertido más una ganancia de 0.20, 0.61 y 0.81 soles, respectivamente.

Nuestros resultados (Tabla 12), son similares a los resultados obtenidos por Pérez (2007), quien encontró que la aplicación 150 kg/ha de nitrógeno y 100 kg/ha de potasio, mostraron una tasa marginal de retorno a capital de 309.54 soles, indicando que la inversión que se haga por cada 100 soles, rendirá una utilidad de S/ 309.54. Por su parte, Torres y Montiel (2001), también encontraron que la aplicación de fertilizantes tanto vía foliar y edáfica tienen los mayores retornos, con relación al testigo con lo que se concluye que la aplicación correcta de un programa de fertilización en el cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní) garantiza mayor rendimiento y por ende hubo una mayor rentabilidad económica. En nuestro caso, se obtuvo un mayor índice de rentabilidad a medida que incrementó la dosis de nitrato de calcio, porque a medida que incrementó la dosis de nitrato de calcio, incrementó el rendimiento de *A. hypogaea* L. (maní) debido a que el calcio influyó sobre la producción de vainas y peso de los granos de maní, porque el nutriente más crítico para la producción de *A. hypogaea* L. (maní) es el calcio (Bonadeo y Moreno, 2006) y si no existe la provisión necesaria de calcio durante la producción, esta se ve afectada, tal como se demuestra con los resultados de los tratamientos en estudio y en especial al comparar el rendimiento obtenido por el tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo) con los demás tratamientos en estudio.

## V. CONCLUSIONES

1. Se comprobó que los niveles de nitrato de calcio aplicados al suelo para la producción *Arachis hypogaea* L. (maní), significativamente ayudó a obtener mejores rendimientos de grano en comparación a los tratamientos T<sub>2</sub> (NPK) y T<sub>1</sub> (Testigo), porque los tratamientos T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) obtuvieron rendimientos promedios iguales a 2123.00, 1555.56 y 1327.15 kg/ha de granos de maní, respectivamente.
2. El mejor nivel de nitrato de calcio para la producción de *A. Hypogaea* L. (maní), estadísticamente fue 300 kg/ha, cuya aplicación ayudó a obtener plantas con mayor número de ramas por planta (5.75), mayor número de vainas por planta (37.23) y vainas con mayor longitud y diámetro. Además, obtuvo estadísticamente el mayor rendimiento de grano en comparación a los demás tratamientos en estudio.
3. El análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio, nos dio valores de beneficio/costo de 1.05 a 2.39 soles, donde el tratamiento T<sub>1</sub> (Testigo) obtuvo el menor retorno de capital y ganancia de 0.05 soles; mientras que los tratamientos T<sub>3</sub> (NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), T<sub>4</sub> (NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y T<sub>5</sub> (NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) obtuvieron los mayores retornos de capital y ganancia de 0.61, 0.81 y 1.39 soles, respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, recomendamos en el cultivo de *Arachis hypogaea* L. (maní), se debe fertilizar con a una dosis de 40-40-80 kg/ha de NPK más 300 kg/ha de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , porque ayuda a obtener un mayor rendimiento de grano de *Arachis hypogaea* L. (maní) y mejor rentabilidad económica por su venta. Además, ayuda e incrementa el contenido de calcio en el suelo.
2. Evaluar la aplicación de nitrato de calcio para diferentes variedades de *Arachis hypogaea* L. (maní), pero bajo distintas densidades de siembra.
3. Realizar réplicas del presente trabajo de investigación enfocado a otras variables como altitudes, unidades fisiográficas, diferentes épocas de precipitación y temperatura, etc.

## VII.BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, R., Gil, V., Quintero, E., Saucedo, O., Álvarez, U., García, J., Chacón, A., Barreda, A., y Guzmán, L. (2008). Producción de granos en condiciones de sostenibilidad. Editado por la Universidad central “Marta Abreu” de las Villas. Santa Clara, Cuba. 50 p.
- Amaya, J., y Julca, J. (2006). Maní (*Arachis hypogaea* L. var. Peruviana). Editado por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Trujillo, Perú. 9 p.
- Ancín, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Alubia) en el distrito de San Juan de castrovirreyna-huancavelica (Perú). Universidad Pública de Navarra. Navarra, España. 109 p.
- Araujo, V. (2019). Curso de manejo y aprovechamiento de productos forestales no maderables. Editado por la Universidad Nacional De Ucayali. Pucallpa, Perú. 218 p.
- Arcos, F., y Zambrano, C. (2016). Productividad y contenidos de nutrientes en maní *Arachis hypogaea* L., bajo tres láminas de riego. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 35 p.
- Barreda, A. (2008). Caracterización Morfo -fisiológica de cuatro accesiones de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo Pardo sialítico, en época de primavera. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Cuba. 87 p.
- Barreda, A. (2014). Instructivo técnico del maní o cacahuate (*Arachis hypogaea* L.). Editado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) y Centro Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Cuba. 70 p.
- Barrios, R., Fariñas, J., Díaz A., y Barreto, F. (2004). Evaluación de once accesiones de leguminosas como coberturas vivas en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *BIOAGRO*, 16 (2): 113–119.
- Barrios, R., Pérez, M., Méndez, J., y Fariñas, J. (2012). Efecto de la fertilización cálcica sobre la producción, distribución y calidad de semillas de *Arachis pintoi*. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)*, 29: 104-123.
- Basu, M., Mahapatra, S., y Bhadoria, P. (2008). Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. *Bioresource Technology*, 99 (11): 4675 - 4683.



- Bode, H. (2014). Influencia de la fertilización en parámetros agroproductivos en el cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.), en período lluvioso. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Cuba. 54 p.
- Bonadeo, E., y Moreno, I. (2006). Nutrición mineral. Cáp. IV. En: El cultivo de maní en Córdoba. Fernández E.M. y O. Giayetto Eds. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. Pp. 113-123.
- Bonilla, B., y Pichardo, R. (2020). Momentos de aplicación de la fertilización edáfica sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) variedad “Georgia 06 G”, El Viejo, Chinandega, 2019. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 p.
- Burgos, H., Chávez, C., Julca, J., y Amaya, J. (2006). Maní (*Arachis hypogaea* L. Var. Peruviana). Editado por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Trujillo, Perú. 9 p.
- Casanova, A., y García, C. (2014). Efecto de seis densidades de siembra en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) variedad Georgia 06-G con manejo agroecológico, en el Municipio de Telica, departamento de León. Tesis para optar el título de Ingeniero en Agroecología Tropical. Universidad. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua. 73 p.
- Castro, S., Cerioni, G., Giayetto, O., y Fabra, A. (2006). Contribución relativa del nitrógeno del suelo y del fijado biológicamente a la economía de la nutrición nitrogenada de maní (*Arachis hypogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. *Agriscientia*, 23 (2):55-66.
- Calle, M., y Cazares, K. (2012). Proceso para la obtención de nitrato de calcio cristalizado. Tesis para obtener el título de Ingeniera Química. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 115 p.
- Ceballos, J. A. (2002). Caracterización morfológica y fenológica de la colección guatemalteca de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la aldea El Conacaste, Sanarate, El Progreso. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 51 p.
- Constanza, M., Díaz, J., Aguirre, E., y Urrutia, N. (2015). Efecto de abonos de liberación lenta en la lixiviación de nitratos y nutrición nitrogenada en estevia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9 (1): 112-123.
- Díaz, A., Cayón, G., Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la «mancha de madurez» del fruto de banano. *Agronomía Colombiana*, 25(2): 280-287.

- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Gonzalez, L., Tablada, M., Díaz, M., Robledo, C., y Balzarini, M. (2005). Estadística para las ciencias agropecuarias. Edición electrónica. Sexta Edición. Córdoba, Argentina. 329 p.
- Fermagri. (2018). Ficha técnica de nitrato de calcio. Editado por FERMAGRI. Ecuador. 7 p. ([En línea]: <https://tinyurl.com/md8655rn> revisado el 20 de agosto del 2021).
- Fernández, M., Rosolem, A., y Oliveira, M. (2000). Peanut seed tegument affected by liming and drying method. *Seed Science Technology*, 28:185-192.
- Fernández, M., Giayetto, O., Cholaky, L., y Cerioni, A. (2006) Ecofisiología y factores ambientales. In: El cultivo de maní en Córdoba (Fernández, M., y Giayetto, O., compiladores). Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina. Pp. 89-112.
- Fundora, Z., Alpízar, Z., De Armas, D., Soto, A., y Hernández, M. (2006). Interacción genotipo x ambiente en cultivares introducidos de maní (*Arachis hypogaea* L., subp. *fastigiata* Waldr.). *Revista Agrotecnia de Cuba*, 22 (2): 52-59.
- Funes, F., Monzote, M., y Marrero, R., (2003). Maní (*Arachis hypogaea* L.): Manual de producción de oleaginosas. Editado por el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. Pp. 26-40.
- González, J., e Intriago, J. (2011). respuesta del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) variedad INIAP – 380 a la fertilización química y orgánica bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 49 p.
- Gordón, R., y Camargo, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agronomía Mesoamérica*, 26 (1): 55-63.
- Haifa Chemicals. (2019). Ficha técnica de nitrato de calcio. Israel. 2 p. ([En Línea]: <https://www.haifa-group.com/> revisado el 6 de setiembre del 2019).
- Hara, R., Murgio, M., y Gastaldi, L. (2010). Efecto de la fertilización (N-P-Ca) sobre el rendimiento en el cultivo de maní. La Pampa. 2 p.
- Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Moller, I., y White, P. (2012). Functions of Macronutrients. In: P. Marschner, editor, *Mineral nutrition of higher plants* (3rd ed). Academic Press, London, UK. Pp. 171-178.
- Integrated Taxonomic Information System (2022). *Arachis hypogaea* L. Taxonomic serial N° 26463. Editado por Integrated Taxonomic Information System (ITIS). ([en línea]: <https://tinyurl.com/3uamcuck>, publicado en la web de ITIS y revisado el 21 de enero del 2022).

- Jiménez, E. (2016). Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado con maní (*Arachis hypogaea* L.) con diversos distanciamientos de siembra y tres dosis de bioestimulante orgánico. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Quevedo, Ecuador. 126 p
- Marleni, V. (2005). Evaluación del comportamiento agronómico de seis variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la comunidad de San Félix del municipio de Coroico (Nor Yungas-La Paz). Tesis para optar al título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Católica Boliviana San Pablo. La Paz, Bolivia. 100 p.
- Martínez, L., Velasco, V., Ruiz, J., Enríquez, J., Campos, G., y Montaña, M. (2013). Efecto del nitrato de calcio y sustratos en el rendimiento del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6: 1175-1184.
- Medina, A. (2008). Importancia del calcio en la nutrición de la papa. Editado por Yara International. Quito, Ecuador. 51 p. ([en línea]: <https://tinyurl.com/52x2y5cz>, publicado el 20 de junio del 2008 y revisado el 21 de enero del 2021).
- Mengel, K., y Kirkby. (2000). Principios de nutrición vegetal. Primera edición en español. Editado por el Instituto Internacional del Potasio. Basilea, Suiza. 597 p.
- Méndez, F. (2002). Relación entre el peso seco total y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 2 (1): 46-53.
- Mercado, J. A. (2019). Evaluación de prácticas de manejo y cosecha en maní (*Arachis hypogaea* L.), aplicando la NTON 11 039 – 13 Norma de inocuidad del maní, en el occidente de Nicaragua. Tesis para obtener el grado de Magister. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 106 p.
- Morla, F., Achaval, J., Cerioni, G., Kearney, K., Giayetto, O., y Fernandez, E. (2016). Fertilización cálcica, con nitrato de calcio, y rendimiento de maní en la región manisera de Córdoba. En: XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Argentina. 12 p.
- Motoche, X. (2015). Diagnóstico de la Producción del maní (*Arachis hipogea* L.) y maíz (*Zea mays* L.) en la parroquia Casanga, cantón Paltas; y, elaboración de una propuesta alternativa de producción para estos cultivos. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Producción, Educación y Extensión Agropecuaria. Ecuador. 184 p.
- Pedlini, R. (2008). Maní. Guía práctica para su cultivo. Boletín de divulgación técnica. N° 2. INTA. EEA. Manfredi. Córdoba, Argentina. 21 p. (Revisado el 8 de setiembre del 2019).

- Pedelini, R. (2012). Maní: guía práctica para su cultivo. Boletín de divulgación científica N° 2. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina. 21 p.
- Pérez, H. (2007). Efecto de la fertilización química sobre el rendimiento y calidad del grano del maní (*Arachis hypogaea* L.), en la aldea Las Cruces, La Libertad, Petén. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 56 p.
- Quaggio, A., Gallo, P., Owino, C., Abreu, M., y Cantarella, H. (2004). Peanut response to lime and molybdenum application in low Ph soils. Revista Brasileira do Ciencia do Solo, 28 (4): 659-664.
- Quintero, A. (2014). Efecto de la fertilización y el riego, en la sanidad y rendimientos agrícolas en maní (*Arachis hypogaea* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Santa Clara, Cuba. 39 p.
- Ramírez, E. (2009). Dosis de humus de lombriz más magnocal y su respuesta en la producción de biomasa aérea y el rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en San Martín – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto. Tarapoto, Perú. 77 p.
- Reina, D. (2014). Respuesta de diez accesiones y dos variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.) a las condiciones agroclimáticas de San Vicente de Pusir en el Cantón Bolívar en la provincia del Carchi. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 108 p.
- Rojas, M. (2019). Efecto de la aplicación edáfica y foliar de potasio sobre el rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en Yurimaguas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 98 p.
- Terranova. (2001). Enciclopedia agropecuaria terranova: producción agrícola. 2da. Edición. Terranova Editores. Bogotá, Colombia. Pp. 152 - 153.
- Torres, B., y Montiel, H. (2001). Evaluación de niveles de fertilización química en cultivo de maní y su incidencia en el rendimiento y calidad de cosecha. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua, 41 p.
- Trujillo, M. (2010). Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de dos cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la zona de Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 119 p.

- Ullaury, J., Guamán, R., y Álava, J. (2004). Guía del cultivo de maní para las Zonas de Loja y El Oro. Boletín Divulgativo N° 314. Editado por la Estación Experimental Litoral del Sur. Boliche, Ecuador. Pp. 2 - 3.
- Vijil, J., Villaseca, M., Westreicher, E., y Williams, P. (2001). El cultivo del maní. En: curso de manejo de agroquímicos. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 44 p.
- Wendt, J. (2002). Groundnut response to ash, phosphorus, lime and tillage in southern Cameroon. *Biological Agriculture & Horticulture*, 20 (3): 187-199.

## **VIII. ANEXO**

**Tabla 13.** Datos generales de altura de planta de maní.

<b>Primera evaluación (30 días)</b>					
<b>Clave</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>BIV</b>	<b>Promedio</b>
T <sub>1</sub>	27.70	29.30	37.85	30.82	31.42
T <sub>2</sub>	32.73	30.08	25.86	31.62	30.07
T <sub>3</sub>	35.38	21.30	29.58	22.76	27.26
T <sub>4</sub>	10.99	30.61	39.64	32.14	28.35
T <sub>5</sub>	26.35	35.83	31.65	37.39	32.81
<b>Segunda evaluación (60 días)</b>					
T <sub>1</sub>	37.88	37.44	46.66	36.06	39.51
T <sub>2</sub>	45.41	37.55	35.34	44.83	40.78
T <sub>3</sub>	44.73	29.41	40.57	37.60	38.08
T <sub>4</sub>	15.13	38.20	46.82	39.19	34.84
T <sub>5</sub>	37.44	47.47	44.76	44.67	43.59
<b>Tercera evaluación (90 días)</b>					
T <sub>1</sub>	48.05	45.58	55.48	41.29	47.60
T <sub>2</sub>	58.09	45.02	44.81	58.04	51.49
T <sub>3</sub>	54.08	37.52	51.57	52.45	48.91
T <sub>4</sub>	19.28	45.79	54.00	46.25	41.33
T <sub>5</sub>	48.54	59.11	57.86	51.94	54.36
<b>Cuarta evaluación (120 días)</b>					
T <sub>1</sub>	63.23	51.18	57.58	48.90	55.22
T <sub>2</sub>	73.77	49.50	51.29	68.25	60.70
T <sub>3</sub>	63.43	50.85	68.27	72.51	63.77
T <sub>4</sub>	23.42	46.53	52.98	53.13	44.02
T <sub>5</sub>	58.63	77.98	78.67	66.43	70.43

B = Bloque.

Leyenda:

T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPKT<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

**Tabla 14.** Datos generales de diámetros de planta de maní.

<b>Primera evaluación (30 días)</b>						
<b>Clave</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>BIV</b>	<b>Promedio</b>	
T <sub>1</sub>	3.01	3.87	4.08	3.89	3.71	
T <sub>2</sub>	2.71	3.35	4.20	3.33	3.40	
T <sub>3</sub>	4.29	2.81	4.87	2.76	3.68	
T <sub>4</sub>	2.30	3.58	4.59	3.58	3.51	
T <sub>5</sub>	3.45	4.47	4.34	4.52	4.20	

<b>Segunda evaluación (60 días)</b>						
<b>Clave</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>BIV</b>	<b>Promedio</b>	
T <sub>1</sub>	3.76	4.75	4.69	4.31	4.38	
T <sub>2</sub>	4.14	4.18	5.16	4.35	4.46	
T <sub>3</sub>	5.13	4.02	5.48	3.89	4.63	
T <sub>4</sub>	3.16	4.22	5.33	4.40	4.28	
T <sub>5</sub>	4.39	5.20	4.94	5.00	4.88	

<b>Tercera evaluación (90 días)</b>						
<b>Clave</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>BIV</b>	<b>Promedio</b>	
T <sub>1</sub>	4.51	5.63	5.30	4.73	5.04	
T <sub>2</sub>	5.58	5.01	6.12	5.37	5.52	
T <sub>3</sub>	5.97	5.24	6.09	5.02	5.58	
T <sub>4</sub>	4.02	4.87	6.07	5.23	5.05	
T <sub>5</sub>	5.34	5.93	5.54	5.48	5.57	

<b>Cuarta evaluación (120 días)</b>						
<b>Clave</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>BIV</b>	<b>Promedio</b>	
T <sub>1</sub>	4.77	6.01	5.41	4.64	5.21	
T <sub>2</sub>	7.02	5.84	7.08	6.39	6.58	
T <sub>3</sub>	6.81	6.45	6.70	6.15	6.53	
T <sub>4</sub>	4.88	5.51	6.81	6.06	5.82	
T <sub>5</sub>	7.29	7.66	7.14	6.96	7.26	

B = Bloque.

Leyenda:

T<sub>1</sub> = TestigoT<sub>2</sub> = NPKT<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>



**Tabla 15.** Datos generales del número de ramas de maní.

Bloques	Clave	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	Promedio
<b>BI</b>	T <sub>1</sub>	2	5	4	4	2	4	4	5	4	4	3.80
	T <sub>2</sub>	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5.20
	T <sub>3</sub>	3	3	5	5	5	5	5	4	5	3	4.30
	T <sub>4</sub>	4	4	6	6	6	7	4	4	4	6	5.10
	T <sub>5</sub>	4	6	7	4	4	6	6	6	6	6	5.50
<b>BII</b>	T <sub>1</sub>	4	4	2	2	4	4	2	4	4	2	3.20
	T <sub>2</sub>	5	5	5	5	5	3	5	5	6	5	4.90
	T <sub>3</sub>	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.90
	T <sub>4</sub>	6	4	5	6	6	6	6	6	4	6	5.50
	T <sub>5</sub>	6	6	6	4	4	6	6	7	6	6	5.70
<b>BIII</b>	T <sub>1</sub>	4	3	4	4	2	3	2	4	5	2	3.30
	T <sub>2</sub>	5	5	3	5	4	5	4	3	3	5	4.20
	T <sub>3</sub>	5	6	5	5	5	3	3	5	5	5	4.70
	T <sub>4</sub>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.00
	T <sub>5</sub>	7	6	6	7	6	6	6	6	7	6	6.30
<b>BIV</b>	T <sub>1</sub>	2	2	4	4	4	2	4	2	2	2	2.80
	T <sub>2</sub>	5	5	3	5	5	3	5	4	5	5	4.50
	T <sub>3</sub>	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5.10
	T <sub>4</sub>	6	4	6	4	4	6	6	6	4	4	5.00
	T <sub>5</sub>	6	4	6	6	4	6	5	6	6	6	5.50

P = Planta.

Leyenda:

T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPK

T<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

**Tabla 16.** Datos generales del número de vaina por planta de maní.

Bloques	Clave	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	Promedio
<b>BI</b>	T <sub>1</sub>	29	12	39	17	22	17	24	26	17	9	21.20
	T <sub>2</sub>	37	43	59	32	18	34	28	38	58	42	38.90
	T <sub>3</sub>	52	28	28	28	27	42	48	33	41	30	35.70
	T <sub>4</sub>	50	29	38	49	42	34	50	31	36	41	40.00
	T <sub>5</sub>	42	40	40	36	43	47	27	30	27	37	36.90
<b>BII</b>	T <sub>1</sub>	10	22	21	13	26	19	12	10	18	21	17.20
	T <sub>2</sub>	19	23	24	10	27	20	15	16	21	24	19.90
	T <sub>3</sub>	33	26	13	31	34	29	17	22	24	34	26.30
	T <sub>4</sub>	39	24	31	42	34	34	30	28	33	24	31.90
	T <sub>5</sub>	34	47	52	39	29	38	31	44	16	45	37.50
<b>BIII</b>	T <sub>1</sub>	10	18	20	25	19	32	19	11	20	19	19.30
	T <sub>2</sub>	15	18	14	27	25	23	29	39	30	22	24.20
	T <sub>3</sub>	27	28	20	29	21	18	34	27	32	33	26.90
	T <sub>4</sub>	34	20	25	38	22	59	30	20	35	29	31.20
	T <sub>5</sub>	23	42	40	41	48	23	39	40	41	40	37.70
<b>BIV</b>	T <sub>1</sub>	19	17	13	19	13	9	19	12	16	18	15.50
	T <sub>2</sub>	20	26	9	47	16	14	33	25	18	19	22.70
	T <sub>3</sub>	30	32	26	35	18	40	32	36	25	26	30.00
	T <sub>4</sub>	31	26	32	31	28	30	65	34	24	24	32.50
	T <sub>5</sub>	73	19	35	23	47	55	30	23	39	15	35.90

P = Planta.

Leyenda:

T<sub>1</sub> = Testigo  
T<sub>2</sub> = NPKT<sub>3</sub> = NPK + 100 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>T<sub>4</sub> = NPK + 200 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
T<sub>5</sub> = NPK + 300 kg/ha de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

**Tabla 17.** Costos fijos de producción para una hectárea de maní.

Clave	Costo de producción/ha (S/)								
	P.T.	C.M.S.	A.F.	C.F.	S.S.	P.Pe.A.	P.S.	C.M.	Total
T <sub>1</sub>	600.00	578.60	210.00	100.00	200.00	140.00	500.00	750.00	3078.60
T <sub>2</sub>	600.00	578.60	210.00	100.00	200.00	140.00	500.00	750.00	3078.60
T <sub>3</sub>	600.00	578.60	210.00	100.00	200.00	140.00	500.00	750.00	3078.60
T <sub>4</sub>	600.00	578.60	210.00	100.00	200.00	140.00	500.00	750.00	3078.60
T <sub>5</sub>	600.00	578.60	210.00	100.00	200.00	140.00	500.00	750.00	3078.60

Leyenda:

P.T. = Preparación del terreno (macheteo y limpieza de todo el terreno)

S.S. = Siembra de semilla (se sembró con palo punta, “tacarpo”)

C.M. = Control de maleza (deshierbo y aporque)

C.F. = Control fitosanitario (aplicación de fungicida e insecticida)

C.M.S. = Cosecha de maní y secado.

P.S. = Precio de semilla (semilla con cascara fresco S/5.00 por kg). En total se usó 6 kg.

A.F. = Aplicación de fertilizantes

P.Pe.A. = Precio de pesticida agrícola. (Insecticida y fungicida)

Precio al por menor: (en el mercado de Tingo María)

Kilo de maní con cascara fresco = S/ 5.00

Kilo de maní sin cascara seco = S/ 10.00



**Figura 5.** Medición de los tratamientos en estudio.



**Figura 6.** Desarrollo del cultivo de maní en cada tratamiento en estudio.





**Figura 7.** Cultivo de maní empezando la floración.



**Figura 8.** Visita de los jurados.





**Figura 9.** Cosecha del cultivo de maní.



**Figura 10.** Evaluación después de la cosecha del cultivo de maní.





**Figura 11.** Medidas de las vainas del cultivo de maní.



**Figura 12.** Conteo de semillas del cultivo de maní.



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : MAX RAMÍREZ ROJAS

Departamento : SAN MARTÍN

Distrito :

Referencia : H.R. 61012-137C-17

Fact.: 1629

Provincia : TOCACHE

Predio :

Fecha : 23/10/17

Número de Muestra:		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P. ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
12210		4.56	0.06	0.00	2.92	6.3	79	41	26	33	Fr.Ar.	11.20	0.36	0.32	0.23	0.08	1.80	2.78	0.98	9

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Sady Garcia Bendezu  
Jefe del Laboratorio

Figura 13. Análisis físico químico del suelo de la parcela experimental.