

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EFFECTO 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

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

HENRY ESTUARDO PÉREZ JUÁREZ

En el Acto de Investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

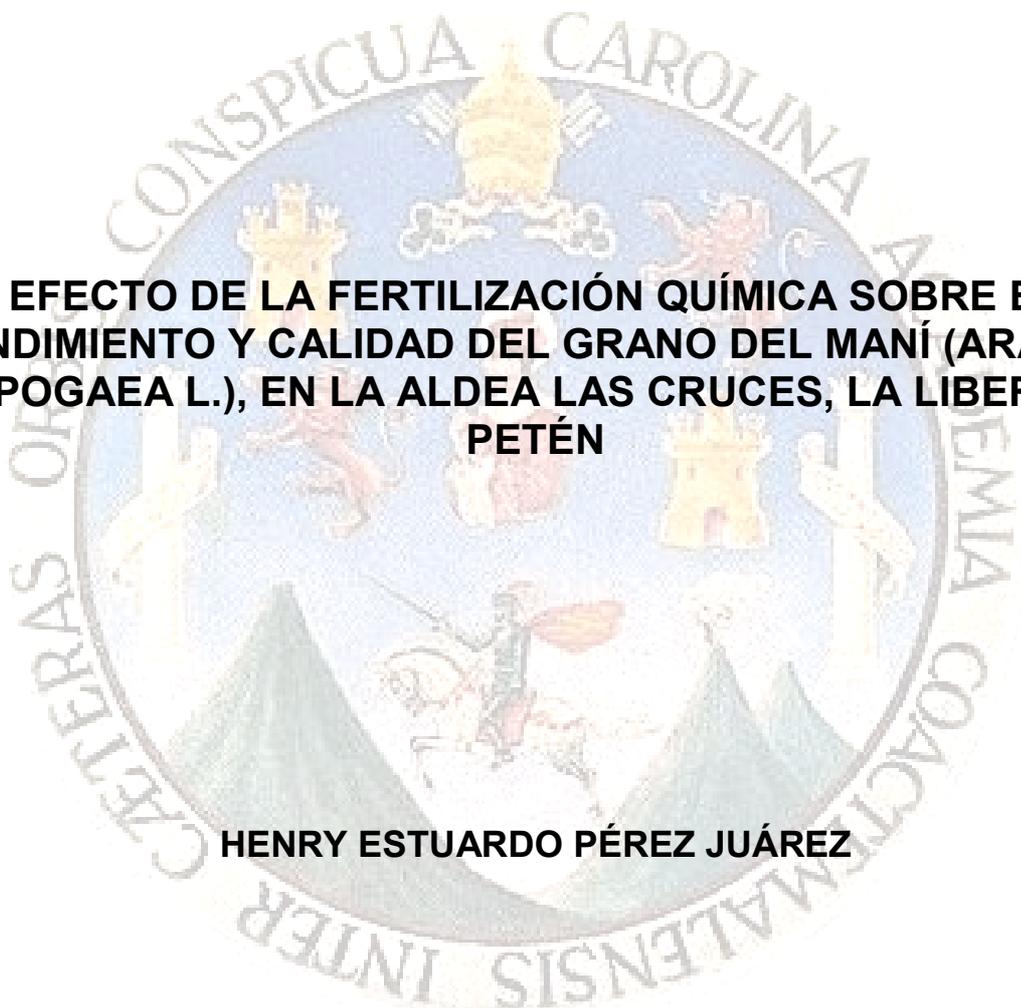
EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO DEL MANÍ (ARACHIS
HYPOGAEA L.), EN LA ALDEA LAS CRUCES, LA LIBERTAD,
PETÉN**

HENRY ESTUARDO PÉREZ JUÁREZ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGROMONÍA**

RECTOR:

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Avila
VOCAL CUARTO:	P. For. Mirna Regina Valiente
VOCAL QUINTO:	Br. Boanerges Guzman Aquino
SECRETARIO:	Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, Octubre de 2007.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Honorables miembros.

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado: **“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”**.

Presentado como requisito a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

f. _____
Henry Estuardo Pérez.

CONTENIDO GENERAL.

	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3 MARCO TEORICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. EI CULTIVO DE MANÍ	4
3.1.1.1 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y TIPO DE APROVECHAMIENTO	5
3.1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	7
3.1.1.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	8
3.1.1.4. REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	9
3.1.1.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	9
3.1.1.6 SINTOMAS DE DEFICIENCIA NUTRICIONALES DEL CULTIVO	11
3.1.1.7. SIEMBRA	11
3.1.1.8. TRABAJOS REALIZADOS CON FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO	12
3.2. MARCO REFERENCIAL	14
3.2.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	14
3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN	15
3.2.3 MATERIAL EXPERIMENTAL	17
4 OBJETIVOS	18
5 HIPÓTESIS	19
6 METODOLOGÍA	20
6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	20
6.2. MODELO ESTADÍSTICO	21
6.3. VARIABLES DE RESPUESTA	22
6.3.1 DIÁMETRO DEL GRANO.	22
6.3.2. LARGO DEL GRANO.	22
6.3.3. RENDIMIENTO EN VAINA	22
6.3.4. RENDIMIENTO DE GRANO EN ORO	22
6.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO.	23
6.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.	23
6.4.2. SIEMBRA.	23
6.4.3. SEMILLA UTILIZADA.	23
6.4.4. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	23
6.4.5. CONTROL DE MALEZAS	23
6.4.6. FERTILIZACIÓN	24
6.4.7. COSECHA.	24
6.5. ANALISIS DE DATOS.	24
6.5.1. ESTADÍSTICO	24
6.5.2. ECONÓMICO	24
7 RESULTADOS	26
7.1 ANÁLISIS DE VARIABLES	26
7.2 ANÁLISIS ECONOMICO	32
8 CONCLUSIONES	34
9 RECOMENDACIONES	35
10 BIBLIOGRAFIA	36
11 APÉNDICES	38

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
FIGURA 1	DISPOSICIÓN DE LOS BLOQUES EN EL ÁREA EXPERIMENTAL.	20
FIGURA 2	RESPUESTA DEL LARGO DE GRANO A LOS TRATAMIENTOS N P K EVALUADOS.	29
FIGURA 3	RESPUESTA DEL DIÁMETRO DE GRANO A LOS TRATAMIENTOS N P K EVALUADOS	29
FIGURA 4	RESPUESTA DEL CULTIVO DEL MANÍ A LOS TRATAMIENTOS N P K EVALUADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO CON CÁSCARA.	31
FIGURA 5	RESPUESTA DEL CULTIVO DE MANÍ A LOS TRATAMIENTOS N P K EVALUADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN ORO	31
FIGURA 6A	UBICACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL EN EL VALLE DE LAS CRUCES	48
FIGURA 7A	CLIMADIAGRAMA ANUAL, ÁREA DE INFLUENCIA, LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	49

ÍNDICE DE CUADROS

		PÁGINA
CUADRO 1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	5
CUADRO 2	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DEL MANÍ	7
CUADRO 3	CONDICIONES CLIMÁTICAS, ALDEA LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	14
CUADRO 4	CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS, ALDEA LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	16
CUADRO 5	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO EN EL ÁREA EXPERIMENTAL.	17
CUADRO 6	NIVELES DE N,P,K UTILIZADOS EN LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.	21
CUADRO 7	TRATAMIENTOS EVALUADOS, EXPRESADO EN Kg Ha -1	21
CUADRO 8	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ESTABLECER EL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS (NPK) EVALUADOS SOBRE LAS VARIABLES DE RESPUESTA .LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	26
CUADRO 9	PRUEBA DE MEDIAS PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS. LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	27
CUADRO 10	TASAS MARGINALES DE RETORNO A CAPITAL PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL MANÍ CON CÁSCARA. LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	32
CUADRO 11	TASAS MARGINALES DE RETORNO A CAPITAL PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL MANÍ EN ORO. LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETÉN.	32
CUADRO 12A	LARGOS PROMEDIO DEL GRANO DE MANÍ EN MILIMETROS PARA LOS TRATAMIENTOS N P K EVUALUADOS.	38
CUADRO 13A	DIÁMETRO PROMEDIO DEL GRANO EN MILIMETROS DE MANÍ PARA LOS TRATAMIENTOS N P K EVALUADOS..	39
CUADRO 14A	RENDIMIENTO DE GRANO CON CÁSCARA DEL CULTIVO DE MANÍ EN TON HA -1.	40
CUADRO 15A	RENDIMIENTO DE GRANO EN ORO DEL CULTIVO DE MANÍ EN TON HA -1.	41
CUADRO 16A	PRESUPUESTO PARCIAL DE DOS ESCENARIOS DE PRODUCCIÓN DE MANÍ.	42
CUADRO 17A	COSTO DE PRODUCCIÓN EXPRESADO EN QUETZALES HA-1, LAS CRUCES, LIBERTAD, PETÉN.	43
CUADRO 18A	FERTILIZANTE APLICADO AL CULTIVO EN GRAMOS.	44

**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.**

***Chemical fertilization effects on grain quality and production of peanut plant
harvesting (*Arachis hypogaea* L.), in Las Cruces village, La Libertad, Petén.***

RESUMEN

El maní es un cultivo potencial en la región de Las Cruces, que proporciona a los agricultores los ingresos económicos necesarios para subsistir. En los últimos años se han incrementado las áreas productivas, debido al alza que se reporta en los precios, específicamente en los meses de diciembre a febrero, época en la que no hay producción. Esta situación, marcó el inicio del acopio y transformación del grano, para luego ser comercializado en oro, en las mejores épocas; sin embargo al momento del descascarado, se observa que la calidad de los granos no es buena; puesto que hay muchas vainas vacías, con granos pequeños, mohosos, y en general con otras características que demeritan su calidad. Pese a cultivar esta leguminosa, desde hace tres décadas, es evidente que los agricultores no han podido implementar un paquete tecnológico, que eleve los rendimientos y mejore la calidad del producto. Tomando en consideración las exigencias actuales de la globalización de los mercados, es condición *sine quanon* ser más competitivos, lo cual puede mejorarse, incrementando la rentabilidad del cultivo, mediante una racional nutrición del mismo.

En este sentido, el objetivo del presente estudio, fue evaluar la respuesta en rendimiento y calidad del grano mediante la aplicación de diferentes tratamientos a base de nitrógeno, fósforo y potasio, a manera de encontrar una recomendación específica para el cultivo en esta región.

La investigación se desarrolló, en el caserío Los Batres, aldea Las Cruces, municipio de La Libertad, departamento de El Petén, durante los meses de mayo a septiembre del año 2001, período que duró el ciclo vegetativo de siembra a cosecha. Se utilizó el maní de la variedad Virginia, por ser el más cultivado, comercializado y el de mayor aceptación por parte de los agricultores en la región. Este maní, es de hábito rastrero, de grano grande, y con un ciclo de vida de 120 a 150 días. (21)

Para evaluar los tratamientos se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos, los cuales estuvieron constituidos por 4 niveles para cada uno de los elementos estudiados (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), y tres repeticiones. Se utilizaron como fuentes de fertilizantes: Urea al 46%, Nitrato de potasio y triple superfosfato. La unidad experimental a su vez consistió en parcelas brutas de 8X5 metros cuadrados, y parcelas netas de 5X3 metros cuadrados. Las variables estudiadas fueron: Diámetro y largo del grano, rendimiento de grano en vaina y rendimiento de grano en oro. Los resultados de las variables medidas fueron sometidos al análisis de varianza y a las respectivas pruebas de Tukey al 5%, cuando existió diferencia significativa.

Se realizó un análisis económico, basado en el concepto de presupuestos parciales, en donde se contempló el cálculo de los ingresos netos y costos totales variables, que a su

vez sirvió para realizar el cálculo del análisis marginal y rentabilidad, para los tratamientos evaluados.

Se concluye que, existe un incremento significativo en la producción con cáscara y en grano (oro) utilizando los niveles de 150 Kg. de Nitrógeno y 100 Kg. de Potasio, cuyos rendimientos son de 2.30 y 1.52 Ton ha⁻¹ respectivamente, niveles que corresponden al tratamiento número 6. En relación a los ingresos se concluye que por cada cien quetzales que se invierta en la utilización de fertilizantes, se estará recuperando los cien quetzales y se obtendrá una ganancia de Q 56.56. Además se observó un mejor llenado de las vainas, pues se redujo el número de éstas que estaban vacías, rugosas y pequeñas.

1. INTRODUCCION

El cultivo del maní, representa una fuente de ingresos importante para los agricultores del país, teniéndose un área de 1,680 hectáreas cultivadas en el año 1,999, principalmente en los departamentos de Chiquimula, Huehuetenango, Baja Verapaz, El Progreso y El Petén, que representan las principales zonas productoras de maní del país. (5)

Las condiciones edafoclimáticas de la aldea Las Cruces son apropiadas para la producción de cultivos comerciales a gran escala.(20) En la actualidad se producen aproximadamente 10,000 quintales de maní con cáscara, evidenciando el grado de importancia del cultivo en la zona. El cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.), a nivel nacional, es cada día más importante, pues sus semillas son una excelente fuente de proteína y aceite para el consumo humano. Sin embargo la producción por unidad de área aún no alcanza niveles satisfactorios, que económicamente justifiquen su cultivo. Una de las estrategias para aumentar la producción es, mejorar el manejo agronómico, especialmente en cuanto a la fertilización. La tecnología modal de producción se caracteriza principalmente por la extrapolación de prácticas de manejo de otras regiones, constituyéndose en la principal limitación para poder expresar el potencial real de producción del cultivo, significando por consiguiente que no se ha generado tecnología específica para la región.

La ubicación estratégica de la aldea Las Cruces, con respecto a la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera maya, la hace una región de vital importancia, puesto que se constituye en un área que puede reducir la presión sobre los recursos naturales del Parque Nacional Sierra del Lacandón, siempre y cuando se presenten opciones tecnológicas de producción que eleven la productividad de los cultivos y que constituyan una alternativa de generación de ingresos, diferente a la cultura extractiva de productos maderables y no maderables de la zona. En tal sentido la contribución del presente estudio con relación al uso racional de los fertilizantes es significativa, especialmente porque cumple con el enfoque integrado del uso apropiado de

insumos en dosis que no deterioren el medio ambiente y que al mismo tiempo presenten una opción para mejorar la productividad del cultivo del maní, en la región.

La contribución de esta investigación, ha sido desarrollar tecnología para la utilización de fertilizante que se necesita para elevar la producción y mejorar la calidad del grano del maní. Para ello se han tomado, además de los factores agronómicos, los aspectos económicos en el proceso de producción del cultivo. Se ha utilizado para realizar la investigación, el maní con más probabilidades de colocación en el mercado y que a su vez es bien aceptado entre los agricultores de la región, siendo ésta la variedad Virginia. Este estudio se realizó en el período comprendido entre los meses de mayo a octubre del 2001, en la aldea Las Cruces, del municipio de La Libertad, El Petén.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática específica del cultivo del maní en el área de Las Cruces, es principalmente debido a tres aspectos: Utilización de semilla no seleccionada; ataque de plagas y enfermedades; y la falta de fertilización en el cultivo. Este último factor, tiene como consecuencia; la obtención de vainas vacías, granos pequeños y rugosos, lo que redundará en una menor producción por hectárea.

A pesar de cultivar éste producto desde hace 30 años, los agricultores no han implementado un paquete tecnológico, que tenga como efecto elevar el rendimiento, mejorar la calidad del producto y la rentabilidad del mismo. Actualmente la producción es de 1.78 toneladas métricas por ha⁻¹ de maní con cáscara, tomando en consideración el precio de venta del año 2000 (Q 120.00) y los costos de producción a los que incurre el agricultor por hectárea (Q 4,671.50) se puede inferir que el punto de equilibrio por quintal es Q 130.66. Esto significa que los agricultores la mayoría de veces incurren en pérdidas, sin embargo debido al sistema de explotación en donde no presupuestan la mano de obra familiar, esta actividad les resulta atractiva, puesto que continúa proporcionándoles los ingresos mínimos para la subsistencia.

Tomando como base los precios alcanzados en la cosecha del año 2001, que fue de Q 180.00 y la producción promedio, el porcentaje de utilidad por hectárea trabajada sería de 39.19 %. Sin embargo si se lograra elevar la producción a 2 toneladas métricas por ha⁻¹, que es la producción promedio a nivel nacional, el precio costo de cada quintal oscilaría entre Q 120.00, entonces la rentabilidad subiría a 61.49%, asumiendo que el costo total de producción por hectárea sea de Q 5,861.74, que incluye el valor de los fertilizantes, insecticidas, fungicidas, y la mano de obra para su aplicación.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. EL CULTIVO DE MANI

El maní es denominado de diferentes maneras en el idioma castellano: Cacahuete, Cacahuete, manía, alfónsigo, cacao de la tierra, mandoví, etc. (11) Dicho fruto es una fuente importante de aceite vegetal y proteínas. La planta del maní puede ser aprovechada integralmente, puesto que su follaje se utiliza como forraje fresco o ensilado; las semillas se comen crudas, cocidas o en gran variedad de confituras. (21)

La superficie dedicada al cultivo del maní en todo el mundo asciende a 22 millones de hectáreas aproximadamente, con una productividad media de 1.45 toneladas métricas ha⁻¹. No obstante Israel, reporta rendimientos de 6.1 toneladas métricas ha⁻¹. (12) Entre los países de América Latina se practica su cultivo principalmente en México, Haití, Nicaragua, Cuba, Argentina, Brasil, y Bolivia. (11) En Guatemala se cultiva principalmente en Huehuetenango, Quiché, Chiquimula y Petén. (4)

El género *Arachis* tiene 40 a 70 especies, muchas de ellas aún sin describir. La mayoría son diploides con $2n = 20$. (16) El maní cultivado está constituido por dos subespecies; *hypogaea* y *fastigiata*. La subespecie *hypogaea* tiene dos variedades botánicas, variedad *hypogaea* tipificada por el maní virginia y la variedad *hirsuta*. Por otro lado, la subespecie *fastigiata* (tipo valencia), variedad peruviana (tipo valencia peruviana), variedad ecuatoriana (tipo zarum) y la variedad *vulgaris* (tipo español). (4) Otros autores sin embargo, creen que las especies del género *Arachis*, que son de alguna importancia son: *A. nambyquarae* Hoehne; *A. helodes*, y *A. marginata*. La especie *A. hypogaea*, a la que pertenecen todos los cultivares comerciales de maní, se divide en dos subespecies: *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* y *A. hypogaea* subsp. *fastigiata*. (11) Estas a su vez se clasifican en tres grupos:

- ***A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. Virginia**, que comprende dos grupos principales de cultivares: erectas y rastreras, tienen frutos grandes con paredes gruesas, follaje verde oscuro, 1100 semillas por kilogramo, ciclo de 120 a 150 días.
- ***A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. Español**, que agrupa a plantas de tipo erecto, con follaje de color verde intenso, no más de dos semillas pequeñas por vaina, de paredes delgadas, cubierta seminal color canela, con 2,200 a 3000 semillas por kilogramo y ciclo de 90 a 110 días.
- ***A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. Valencia**, con plantas de tipo erecto, follaje verde oscuro. Produce entre tres y cuatro semillas pequeñas por vaina, cubierta seminal de color variable desde púrpura a rojizo, con ciclo de 90 a 110 días. (21)

En el cuadro 1, puede apreciarse la clasificación taxonómica.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maní

División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Leguminosae</i>
Subfamilia	<i>Papilionoideae</i>
Tribu	<i>Hedysareae (Arachidineae)</i>
Género	<i>Arachis</i>
Especie	<i>A. hypogaea</i> L.

3.1.1.1. Origen, distribución y tipo de aprovechamiento

Durante muchos años se consideró al maní originario de África, pero en la actualidad se cree que procede del centro-oeste de Brasil, ya que en ésta zona aparecen espontáneamente las seis especies que abarca el género. Otra prueba que viene a abonar ésta teoría es la presencia del hongo *Puccinia arachidis*, endémico para el cultivo y típico

de Brasil. Los portugueses fueron los responsables de la dispersión de la especie por la costa occidental africana. Los indígenas la llevaron a América Central y del Norte, mientras que desde México los españoles la diseminaron por Filipinas; de ahí pasó a China, Japón, Australia, India y la costa oriental de África. (11)

Los registros arqueológicos más antiguos que se tienen de maní en Perú, muestran que éste se cultivaba de 2,000 a 3,000 años antes de Cristo. Como consecuencia de la domesticación y selección a que ha sido sometida esta especie se tiene una gran variabilidad en la misma. Se cree que los centros primarios de distribución del maní se encuentran en el sur de Bolivia y el norte de Argentina. (16) A través de incontables generaciones, las variedades que han sido introducidas desde tiempos remotos han sido manejadas por los agricultores, los cuales los van seleccionando en función de sus características específicas, lo que da como resultado que las razas locales estén altamente adaptadas a condiciones climáticas locales, suelos, enfermedades, plagas, prácticas culturales y uso.

El principal aprovechamiento del maní es la obtención de aceite comestible por simple prensado de los granos o por medio de solventes. Para conseguir aceite de alta calidad, el maní debe estar bien maduro y seco. Si se le cosecha antes de la madurez completa, el producto poseerá un contenido más alto en ácidos grasos polisaturados. El aceite de maní se emplea en la elaboración de productos farmacéuticos y de margarinas; éstas a su vez, pueden consumirse directamente o ser utilizadas para fabricar pasteles, caramelos o helados. También se encuentra muy extendido el consumo directo de los granos del maní crudos, tostados, horneados, fritos; en vainas o descascarados, dulces o salados.

La composición química promedio del grano (semilla) de maní, puede observarse en el cuadro 2. (7, 11,16, 21)

Cuadro 2. Composición química del grano del maní

Humedad	6 %
Proteína	30 %
Ceniza	3 %
Lípidos	45 %
Fibra cruda	3 %
Extracto libre de N.	13.3 %
Azúcares reducidos	0.2 %
Azúcares disacáridos	4.5 %
Almidón	4 %
Pentosas	2.5 %
Lisina	1.04 mg
Metionina	338 mg
Cistina	366 mg
Triptófano	305 mg

3.1.1.2. Descripción botánica

El sistema radicular es el típico de las leguminosas, constituido por una raíz principal pivotante que origina la formación de un gran número de raíces laterales. La profundidad que alcanza depende de las características de suelo, clima y cultivar, alcanzando en raras ocasiones 1.30 metros. Pueden formarse raíces adventicias desde el tallo, desde las ramas que tocan el suelo y ocasionalmente del ginóforo. Al igual que en las demás plantas leguminosas el maní presenta nodulaciones en las raíces debido a la simbiosis producida con las bacterias fijadoras de nitrógeno.

El tallo, erecto o rastrero, tiene forma cilíndrica y llega a alcanzar 80 cms de altura. Está cubierto de pubescencia y generalmente es de color verde o con menor frecuencia, de un tono púrpura. Las hojas, pinado compuestas, tienen entre dos y cinco pares de folíolos

ovalados que alcanzan el tamaño de 4 a 8 cm. Tienen en la base del peciolo dos estípulas angostas, alargadas y puntiagudas.

Las inflorescencias se sitúan en las axilas de las hojas inferiores o intermedias, pero nunca en la parte terminal de la planta. Se presentan en racimos de tres a cinco flores, de las cuales sólo una o dos alcanzan la madurez. Tiene aspecto como una ramilla vegetativa, generalmente con dimensiones muy reducidas. Las flores son amarillas, constituidas por: el cáliz, compuesto por cinco sépalos soldados por su base a un tubo calicinal pubescente: en la parte superior de este tubo está la corola, de 0.9 a 1.4 cm. de diámetro, constituida por un pétalo libre denominado estandarte, dos pétalos también libres denominados alas y otros dos pétalos unidos por una sutura longitudinal que integra la quilla.

El androceo contiene en total 10 estambres formados en un grupo con 9 unidos en su parte basal y un estambre libre. El gineceo contiene el ovario, el estilo y el estigma, tanto el gineceo como el androceo están dentro de la quilla, por lo que la planta se considera hermafrodita y su tasa de autofecundación se sitúa alrededor del 97 por ciento, clasificándose de tal manera como una planta típicamente autógama. Tras la fecundación el ginóforo se desarrolla hacia el suelo, lentamente al principio y observándose posteriormente un aceleramiento debido a la producción de auxinas, finalizando el proceso cuando el ovario fecundado acabará enterrándose, iniciando así la formación de los frutos. El fruto es una vaina indehiscente de forma cilíndrica irregular con estrangulaciones, de 6 a 7 cm de largo con dos a cuatro semillas generalmente cilíndricas u ovoides, de tamaño de hasta 2 cm de longitud por 1 cm de ancho. El color del tegumento o cubierta puede ser blanco, rosado, rojo, violáceo, negro o jaspeado. (7,11,21,22).

3.1.1.3. Requerimientos climáticos

El maní es un cultivo tropical o subtropical, por lo que necesita, temperaturas altas para desarrollarse plenamente, y junto al régimen hídrico son considerados factores que

condicionan el crecimiento y producción del cultivo. Las temperaturas adecuadas para su cultivo se sitúan entre los 20 y los 40 °C, con el óptimo entre 25 y 30 °C. La especie resulta muy sensible a las heladas y no soporta las bajas temperaturas durante mucho tiempo. (11) Exige buena luminosidad ya que necesita de ésta para alcanzar su desarrollo normal y propiciar un buen contenido de aceite en las semillas. Por ello debe evitarse en su cultivo la presencia de otras plantas que le produzcan sombra. (8) Las necesidades hídricas de la planta durante el ciclo de cultivo varían entre los 400 y los 600 mm. Conviene resaltar que las lluvias, a intervalos frecuentes, lo benefician en su ciclo vegetativo, pero el exceso de agua en el tiempo de la formación y maduración provocaría la pudrición de las vainas. (11)

3.1.1.4. Requerimientos edáficos

Como las vainas se desarrollan bajo la superficie, el maní prefiere suelos ligeros preferentemente franco arenosos, que a diferencia de los arcillosos, facilitan la penetración del ginóforo. La profundidad deseable para el buen desarrollo de las raíces y de los frutos es de 20 a 50 cm de suelo, y de 50 a 90 cm de subsuelo bien drenado. En lo concerniente al pH, el favorable para el buen desarrollo del maní está comprendido entre 5.8 y 6.2. (8,21)

3.1.1.5. Requerimientos nutricionales

La cantidad media de nutrientes que extrae la planta para producir 2 toneladas de granos por ha⁻¹, es de 150 kg. de N, entre 15 y 18 kg de P₂O₅ y 70 kg. de K₂O. (6) La planta del maní absorbe los elementos minerales a partir de las soluciones del suelo y a través de sus ginóforos. Según Gillier y Silvestre (14), el maní *“tiene forma de ser una planta caprichosa en lo que se refiere a las respuestas a los abonos, atribuibles a las particularidades de su sistema radicular (carencia de epidermis y, por consiguiente, de verdaderos pelos absorbentes, absorción de los elementos minerales y del agua a nivel de las radículas y directamente por el parénquima cortical), sus curiosas reacciones y, sobre todo su aptitud para obtener en un medio muy pobre los elementos minerales que*

necesita.” El maní entonces, es un cultivo que puede abastecer parcialmente sus propias necesidades de los elementos, sin embargo, cada región agrícola mostrará diferentes grados de deficiencia de elementos por ello se debe aplicar fertilizantes según se recomiende para cada localidad. (21)

a) Nitrógeno: El maní como las demás leguminosas, es capaz de obtener por sí mismo la casi totalidad del nitrógeno que necesita gracias a la simbiosis que establece con las bacterias del género *Rhizobium*. A pesar de ello es recomendable añadir una pequeña cantidad de abono nitrogenado en la siembra para favorecer el establecimiento del cultivo, en particular en aquellas áreas en las que no suelen cultivarse leguminosas y donde por lo tanto, hay una escasa población de la bacteria mencionada.(11) El nitrógeno es esencial para el maní, que lo contiene en cantidades muy importantes, tanto en el follaje como en los granos (proteínas). (14)

Cabría esperar débiles respuestas del maní al nitrógeno, debido a su calidad de leguminosa; sin embargo el cultivo reacciona con intensidad a la aplicación de éste elemento, no obstante la utilización de abonos nitrogenados deberá hacerse en terrenos desgastados y deberá aplicarse lo antes posible para que aproveche a la planta durante los treinta primeros días de vegetación. Se deberá usar preferentemente, la forma amoniacal (sulfato de amonio), que ha dado muestras de ser más eficaz para el maní.(14)

b) Fósforo: El fósforo aparece en cantidad relativamente escasa en el maní, pero esta planta tiene la facultad de absorber fósforo en suelos muy pobres en este elemento. El fósforo activa el crecimiento del maní y apresura su maduración, mejora la productividad del cultivo, al influir en el tamaño, la cantidad y calidad de los granos; este elemento se encuentra en las zonas de crecimiento activo. La absorción del fósforo por la planta está vinculada a la del nitrógeno y del azufre. (14,21)

Las respuestas de este elemento son más importantes cuanto se trate de terrenos agotados. La acción del fósforo se ve reforzada por el nitrógeno e incluso no puede manifestarse hasta que la deficiencia en nitrógeno no haya sido compensada.

c) Potasio: La cantidad de este elemento puede variar de modo importante en la planta, y ésta llega a absorberlo en grandes cantidades si se encuentra en un medio rico de K_2O . Una vez absorbido, el potasio puede ser transferido parcialmente desde las partes de más edad a las jóvenes. La falta de este elemento provoca una abundancia de vainas de un solo grano. (14, 21) Una aportación de abono potásico mejora las condiciones sanitarias del cultivo, sobre todo al finalizar el ciclo vegetativo, y aumenta el número de granos por vaina, asegurando una mejor fecundación de los óvulos. (14)

d) Calcio: El calcio también constituye un elemento importante. El adecuado contenido del mismo en el suelo garantiza una mayor consistencia de la vaina. (11)

e) Azufre: El azufre activa la floración y la prolonga. La absorción de este elemento, está vinculada a la del fósforo y del nitrógeno, ya que el maní forma aminoácidos sulfurosos. (14)

3.1.1.6. Síntomas de deficiencia nutricionales del cultivo

a) Carencia de nitrógeno: Las Plantas carentes de nitrógeno son frágiles, este aspecto se debe al hecho de que el crecimiento se detiene pronto y las hojas jóvenes no pueden llegar a desarrollarse. Las hojas viejas han crecido normalmente y sus peciolos tienen una longitud superior a la normal, lo que confiere a la planta un aspecto marchito. Las hojas jóvenes son pálidas y descoloridas, y además, su crecimiento es muy prolongado. (14)

b) Carencia de fósforo: El maní parece ser muy sensible a la falta de fósforo. Las hojas de más edad suelen ser pequeñas y oscuras, de color mate y con unas cuantas manchas pardas; las nervaduras son de color marrón rojizo. Las hojas jóvenes son más claras, amarillentas, y presentan con rapidez señales de desecamiento. (14)

c) Carencia de potasio: El ritmo de crecimiento de la planta disminuye y las hojas llegan a verse afectadas por necrosis y decoloración, las plantas pueden quedar raquílicas y los rendimientos se reducen. (14,21)

3.1.1.7 Siembra

La fecha de siembra del maní depende de las características de cada zona. En los climas templados ha de efectuarse cuando desaparezcan los riesgos de heladas. En las zonas tropicales depende del régimen de lluvias, de manera que debe intentarse que el período vegetativo del cultivo coincida con la estación húmeda y la recolección con la seca. La lluvia excesiva en la época cercana a la recolección provoca alargamiento del ciclo vegetativo, falta de uniformidad en la maduración de los frutos y retraso en el proceso de secado de las plantas. El tipo de semilla define la cantidad de la misma que debe utilizarse por hectárea al sembrar. El uso de una buena semilla es básico para lograr una alta población de plantas y obtener una producción satisfactoria. La profundidad de la siembra depende del tipo de suelo y de su contenido de humedad. En suelos sueltos, se recomienda una profundidad de 4 a 7 cm, y en suelos más pesados, de 3 a 5 cm.

La densidad de siembra viene determinada por el hábito de crecimiento del cultivar. Cuando las plantas son erectas se emplea normalmente una distancia de 75 cm entre los surcos y de entre 10 y 15 cm entre las plantas, lo que supone cerca de 100,000 plantas ha⁻¹. Cuando, por el contrario, las plantas presentan un porte rastrero, se aumenta la distancia entre surcos hasta los 90 cm y a 15 o 20 cm la que se deja entre plantas, con lo que habrá alrededor de 65,000 plantas ha⁻¹. (9, 12, 22)

3.1.1.8. Trabajos realizados con fertilización del cultivo

En Costa Rica, Vargas y Ramírez (26), estudiaron el efecto de la inoculación de *Rhizobium*, y de la fertilización con N, P y Mo en el comportamiento del maní, evaluando los siguientes tratamientos: **N1** (sin N, sin inocular); **N2** (30 Kg N ha⁻¹, sin inocular); **N3** (30 kg N ha⁻¹, inoculado con *Rhizobium* sp); **M1** (sin N, sin inocular, 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, 2.8 kg

Mo ha⁻¹); **M2** (80 kg N ha⁻¹, sin inocular, 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, 2.8 kg Mo ha⁻¹) y **M3** (30 kg N ha⁻¹, inoculado, 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, 2.8 kg Mo ha⁻¹). Como fuente de N, P y Mo utilizaron Sulfato de Amonio, Superfosfato Triple y Molibdato de Amonio, respectivamente. La producción reportada en Kg ha⁻¹ en vainas fue la siguiente: **N1**: 1,445; **N2**: 2,197; **N3**: 4,429; **M1**: 3,868; **M2**: 2,528; **M3**: 6,577. *“La simple adición de fertilizante nitrogenado (tratamiento N2) condujo a un aumento en la producción; sin embargo cuando se mejoró la fertilidad del suelo con la aplicación de P y Mo (tratamiento M1), el aumento en el rendimiento fue aún mayor. Por otro lado, cuando se inoculó las semillas y se corrigió la fertilidad del suelo (tratamiento M3), la producción aumentó 4.5 veces con respecto al tratamiento N1. Estos datos indican que la inoculación con cepas altamente eficientes es requisito indispensable para lograr altos rendimientos en maní, así mismo, una adecuada fertilización es necesaria para una efectiva actividad fijadora de N en esta leguminosa. Es importante señalar que el tratamiento N3, superó al tratamiento M2, lo que testifica lo encontrado por otros autores, en el sentido que la fertilización nitrogenada acompañada de la fosfórica en el cultivo del maní tiene un efecto negativo sobre la producción.”*(26) Como consecuencia de los resultados expuestos, es claro que la inoculación del maní con *Rhizobium*, junto con una adecuada fertilización con N de arranque, P y Mo, es necesaria para aumentar los rendimientos de esta leguminosa. Los tratamientos N3, M1, y M3, no fueron estadísticamente diferentes entre sí, pero fueron significativamente superiores a los tratamientos N1, N2 y M2.

Según investigaciones realizadas por Gillier y Silvestre, (14), el maní tiene forma de ser una planta caprichosa en lo que se refiere a las respuestas a los abonados, debido a las particularidades de su sistema radicular (carencia de epidermis y, por consiguiente, de verdaderos pelos absorbentes, absorción de los elementos minerales y del agua al nivel de las radículas y directamente por el parénquima cortical), sus numerosas reacciones y, sobre todo, su aptitud para obtener en un medio muy pobre los elementos minerales que necesita. Sin embargo, la fertilización puede convertirse en una práctica esencial susceptible de incrementar los rendimientos de una forma significativa.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Localización del experimento

La presente investigación se realizó, en el caserío Los Batres, aldea Las Cruces, municipio de La Libertad, departamento de El Petén (Figura 6A). La aldea se encuentra a 34 kilómetros de distancia de la cabecera municipal y a 64 kilómetros de la ciudad de Flores.

Se ubica geográficamente a latitud norte de $90^{\circ} 24' 33''$, longitud oeste de $16^{\circ} 65' 83''$, y altitud de 250 metros sobre el nivel del mar. (25) Según De la Cruz (9), la comunidad se encuentra comprendida dentro de la zona de vida Bosque húmedo Sub-tropical cálido.

La época lluviosa de la región es de alrededor de nueve meses, como se muestra en el climadiagrama (figura 7A) distribuidos entre 160 a 180 días con un promedio de 13 mm por cada día que se registra, con una precipitación media anual de 1,517 mm. El clima es cálido muy húmedo sin estación fría bien definida (A'a'Br), la temperatura media anual oscila entre 25 a 28°C. (25) Las condiciones climáticas bajo las cuales se realizó el estudio se resumen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Condiciones climáticas, aldea Las Cruces, La Libertad, Petén

Altitud	250 metros sobre el nivel del mar
Precipitación pluvial	1,517 mm año ⁻¹
Evapotranspiración Potencial (ETO)	1692 mm año ⁻¹
Humedad relativa	80%
Temperatura media	28 °C
Días de lluvia anual	160-180
Horas de sol al mes	180
Zona de vida	Bosque húmedo Sub-tropical cálido.

Fuente: Perfil Ambiental de Guatemala, Universidad Rafael Landívar. (25)

3.2.2. Características de los suelos de la región

La comunidad se encuentra en la provincia fisiográfica denominada planicie baja interior de Petén. Está delimitada por el cinturón plegado del Lacandón, las tierras altas sedimentarias y el río Salinas. Esta región presenta una topografía que va de plana a suavemente ondulada; y se caracteriza por un paisaje de llanuras aluviales formadas por las deposiciones de los ríos que se originan en la sierra del Chamá. La estructura sedimentaria es extremadamente profunda y compuesta principalmente de evaporitas. Las llanuras de inundación de los ríos Salinas y la Pasión, presentan cantidades grandes de aluvión reciente. (25)

El drenaje es defectuoso en grandes extensiones en donde el relieve es de tipo "karst", presenta grandes planicies no seccionadas que drenan lentamente por resumideros que al obstruirse, forman lagunas y pantanos. (23)

Taxonómicamente, estos suelos se clasifican como Alfisoles, suborden Udalf, cuyas principales propiedades son: Horizontes argílicos y ocurren en regiones en donde el suelo está húmedo cuando menos gran parte del año. El requisito de más de 35% de saturación de bases en el horizonte argílico de los Alfisoles significa que el suelo está liberando bases por intemperización casi con la misma rapidez con que esas bases son lixiviadas del suelo. Así para la agricultura los Alfisoles son considerados sólo ligeramente inferiores a los Molisoles. La mayoría de esos suelos tienen regímenes de humedad údicos y son Udalfs. Los alfisoles cuentan con una fertilidad natural alta y sin mayores limitaciones de manejo. (25)

La serie de suelos a la que pertenece la aldea Las Cruces según el trabajo de Simmons, se denomina Quinil (23), cuyas características son las siguientes: Son profundos, con buen drenaje, desarrollados sobre rocas calcáreas y material residual proveniente de ellas, en zonas tropicales húmedas, en partes planas o ligeramente onduladas y entre 60-150 metros de altura asociados a los suelos Sotz, pero se diferencian de éstos porque son más rojos, arcilla más dura y adhesiva en la superficie, tienen menos concreciones y la

parte moteada se encuentra a menos profundidad. En el cuadro 4 se resumen las principales características de los suelos de la aldea y en el cuadro 5, se describen las características químicas del suelo, en el sitio experimental.

Cuadro 4. Características de los suelos, aldea Las Cruces, La Libertad, Petén

Serie de suelos	Quinil
Material madre	Residuos de roca caliza
Relieve	Plano
Drenaje interno	Bueno
Contenido de arcilla promedio	60%
Color	Café rojizo oscuro
Textura	Arcilla
Consistencia	Moderadamente friable
Concentración de calcio	Mayor a 30 meq/100 gr. suelo
Baja disponibilidad de fósforo	0.6 – 5 ppm
Baja disponibilidad de potasio	20 – 60 ppm

Fuente: Proyecto Centro Maya, Programa manejo de suelos, año 1995. (20)

Cuadro 5. Características Químicas del suelo en el área experimental

Parámetro	Valor Encontrado	Valor Optimo
pH ⁺	6.8	6 a 7.2
P en mg/kg	1.41	30 a 50
K en mg/kg	118	> 200
Ca en cm(+) kg-1	10.30	-
Mg en cm(+) kg-1	1.39	-
Relación Ca:Mg	7.4	6-8
Cu en mg/kg	0.50	>7
Zn en mg/kg	1.50	> 10
Fe en mg/kg	5.50	>32
Mn en mg/kg	59.00	> 34
% de M.O.	4.89	5

Fuente: Análisis de laboratorio, FAUSAC.

3.2.3. Material Experimental

En esta investigación se utilizó semilla de la variedad virginia, denominado por los agricultores como maní grande; *“que se caracteriza por tener semillas grandes, vainas uniformes y un porte rastrero”*. (1) Esta variedad, comprende maní de porte rastrero y de porte erecto; pero con las siguientes características en común: Semillas grandes, vainas con 2 ó 3 semillas, follaje verde oscuro, unas 1,100 semillas por kilogramo, ciclo de 120-150 días. (21)

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

- Evaluar la respuesta del cultivo de maní a la fertilización química con Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

4.2. ESPECIFICOS

- Evaluar doce combinaciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y su efecto en el rendimiento del cultivo del maní.
- Analizar económicamente los tratamientos evaluados.

5. HIPOTESIS

- Al menos un tratamiento propuesto mejorará el rendimiento del maní en cáscara y en oro con respecto a los obtenidos en la región.

- Al menos un tratamiento presentará una mayor rentabilidad y una mejor tasa marginal de retorno a capital, que justifique la utilización de fertilizantes en el cultivo del maní.

6. METODOLOGIA

6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización del presente estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos, los cuales estuvieron constituidos por 4 niveles para cada uno de los elementos estudiados (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), y tres repeticiones, como se presenta en el cuadro 6 y figura 1. La unidad experimental a su vez consistió en parcelas brutas de 8X5 metros cuadrados, y parcelas netas de 5X3 metros cuadrados, constituidas por 6 surcos de 8 metros y 4 surcos de 5 metros de longitud respectivamente. Entre cada bloque se dejó 1.5 metros de calle, con el único propósito de facilitar las labores de manejo del experimento.

REPETICION I

8	6	7	12	5	10	4	9	2	11	3	1	13
---	---	---	----	---	----	---	---	---	----	---	---	----

REPETICION II

9	4	6	3	12	13	10	5	8	2	1	11	7
---	---	---	---	----	----	----	---	---	---	---	----	---

REPETICION III

7	6	12	10	9	3	5	4	2	1	11	13	8
---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	----	----	---

Figura 1. Disposición de los bloques en el área experimental

6.1.1 Niveles de N,P,K , fuentes utilizadas y tratamientos evaluados

En los cuadros 6 y 7, se puede observar los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio expresados en kilogramos por hectárea aplicados en la fertilización del maní y las respectivas fuentes utilizadas. Así mismo pueden apreciarse los doce tratamientos que fueron evaluados en este estudio.

Cuadro 6. Niveles de N,P,K utilizados en los tratamientos evaluados

FACTOR	NIVELES EN Kg ha ⁻¹	FUENTE
Nitrógeno	0 – 75 – 150 – 225	Sulfato de amonio y Urea al 46%.
Fósforo	0 – 30 – 60 – 90	Superfosfato triple.
Potasio	0 – 50 – 100 – 150	Nitrato de potasio.

Cuadro 7. Tratamientos evaluados, expresados en kg ha⁻¹

TRAT	N	P	K
1	0	0	0
2	0	0	100
3	0	60	0
4	0	60	100
5	150	0	0
6	150	0	100
7	150	60	0
8	150	60	100
9	75	30	50
10	225	30	50
11	75	90	50
12	75	30	150

6.2. MODELO ESTADISTICO

Para tal efecto, el modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta observada en el bloque i con tratamiento j.

- U = Efecto de la media general
B_i = Efecto del bloque i
T_j = Efecto del tratamiento j
E_{ij} = Error experimental

6.3. VARIABLES DE RESPUESTA

6.3.1 Diámetro del grano

Se tomaron diez granos para cada tratamiento y se procedió a medir el contorno exterior del grano en milímetros (mm), con una regla milimetrada, se reportó la media respectiva.

6.3.2 Largo del grano

Se tomaron diez granos de cada tratamiento y se midió la longitud de cada grano en milímetros, la medición se realizó utilizando una regla milimetrada, y al igual que en el caso anterior, se reportó la media respectiva.

6.3.3 Rendimiento en vaina (cáscara)

Se pesó la producción obtenida en vaina, para cada una de las parcelas netas de todos los tratamientos, posteriormente se hicieron las transformaciones para expresarlos en kilogramos por hectárea. Esta información fue de suma utilidad, puesto que sirvió para definir el factor de conversión de grano a oro que es de 0.66, es decir que en una tonelada métrica de producto en cáscara se obtendrá 0.66 toneladas en oro.

6.3.4 Rendimiento de grano en oro

De la muestra anterior se procedió a separar la cáscara de los granos y se tomaron los pesos de cada uno. Posteriormente también, se separaron los granos de buena calidad de los que presentaron algún problema (muy pequeños, dañados, con presencia de

hongos, etc.) y se pesó, obteniendo con éste resultado, el rendimiento de grano por kilogramo.

6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.4.1 Preparación del terreno: El terreno se preparó con dos pasadas de rastra en forma cruzada, hasta que el suelo quedó mullido, a una profundidad de 30 cm, esta es la manera en que normalmente los agricultores del área realizan dicha actividad.

6.4.2. Siembra: La siembra se realizó de forma manual, dejando distancias entre surcos de 90 cm y entre plantas de 70 cm, depositando tres semillas por postura.

6.4.3. Semilla utilizada: Para éste experimento se empleó la semilla de variedad Virginia, conocida como criolla y denominada por los comunitarios como “manía grande”, cuyas características son de porte rastrero, ciclo de 120 a 130 días (4 meses), dos semillas por fruto de color canela. (4)

6.4.4. Control de plagas y enfermedades: Antes de la siembra la semilla fue tratada con insecticida, a razón de 250 cc de solución por cada 10 kilogramos de semilla, esto fue con el fin de evitar los ataques de plagas del suelo. Establecida la plantación se hicieron muestreos para determinar la presencia de insectos y hongos, de esa cuenta es que se aplicó en dos ocasiones los plaguicidas correspondientes para prevenir la proliferación de insectos y fitopatógenos.

6.4.5. Control de malezas: El control de malezas se hizo de manera manual, mediante la utilización de azadones, la primera limpia, se realizó a los 20 días después de la emergencia de las semillas y otra a los 25 días después de ésta. Además se necesitó de una tercera limpia, que consistió en entresacar malezas de entre los surcos y matas, haciéndose de manera manual, sin utilización de herramientas; para evitar que ocasionara daños al cultivar, puesto que esta estaba en plena floración.

6.4.6. Fertilización: La fertilización se llevó a cabo 20 días después de emergidas las plantas. Cada elemento (N,P,K), fue suministrado el mismo día, pero en forma individual para cada una de las fuentes de nutrimento. El Nitrógeno se aplicó en dos ocasiones, primero el 60% y luego el 40% restante; para el Potasio, también se realizaron dos aplicaciones, 40% en la primera fertilización y 60% en la segunda, como se puede apreciar en el cuadro 18A. Dicha práctica se realizó 40 días después de la primera aplicación.

6.4.7. Cosecha: Se cosechó a los 111 días de forma manual, disponiéndose luego en hileras, para exponerlas al sol durante doce días y facilitar su secado.

6.5 ANÁLISIS DE DATOS

6.5.1. Estadístico

El análisis de varianza se realizó para las variables de respuesta: diámetro y largo del grano, rendimiento en vaina y en oro, y con su respectiva prueba de medias, para las que demostraron diferencia significativa.

6.5.2. Económico

Se realizó el análisis económico, basado en el concepto de presupuestos parciales, el cual incluye los rendimientos promedios ajustados de los tratamientos evaluados. Así mismo se incorporó dentro de esta estructura el ingreso bruto y los costos variables de producción de cada uno de los tratamientos que fueron seleccionados para ser analizados. Esta metodología contempla el cálculo de los ingresos netos, que conjuntamente con los costos totales variables nos dieron los elementos necesarios para realizar el cálculo del análisis marginal para las diferentes dosis de fertilizantes evaluadas.

Los parámetros económicos utilizados para determinar el mejor tratamiento fue: los ingresos netos, y las tasas marginales de retorno a capital. Desde el punto de vista de

seleccionar el tratamiento que presentó la mejor eficiencia económica se tomó en cuenta el costo de capital, el cual implica la rentabilidad que tendría la inversión en otra actividad productiva. Para las condiciones de nuestro medio, se consideraron los costos del capital para la zona de Las Cruces, que se encuentra alrededor de 9%, esto indica que cualquier inversión por el cambio de tecnología en el cultivo del maní arriba de ese monto puede resultar atractiva para un agricultor.

En el mercado actual guatemalteco, de acuerdo a visitas a compradores y proveedores, se determinó que la calidad del maní, está mas relacionada con el aspecto sano y limpio que tenga el grano en oro mas que con los parámetros de diámetro y largo del grano, definidos en esta investigación. En tal sentido, se procedió a realizar el análisis económico en función de los mejores tratamientos de fertilización significativos en el análisis estadístico para la producción con cáscara y en oro, sobre la base de dos escenarios de comercialización del producto: Con Cáscara y en Oro, tanto para el testigo como para la mejor dosis.

7. RESULTADOS

7.1 Análisis de variables

El efecto de los diferentes tratamientos evaluados, se presentan en el cuadro 8. Estas variables de respuesta las conforman el diámetro y largo de grano, rendimiento en cáscara y rendimiento en oro.

Cuadro 8. Análisis de varianza para establecer el efecto de los tratamientos (NPK) evaluados sobre las variables de respuesta. Las Cruces, La Libertad, Petén

FUENTES DE VARIACION	Variables de Respuesta.			
	LG	DG	Rendimiento en cáscara	Rendimiento en oro
Tratamiento	8.4	10.59	16.41	21.08
Significancia	NS	**	**	**

NS = No significativo

** = Altamente significativo

En el cuadro 9, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las variables estudiadas. Se observa que para el caso del largo del grano no hubo un efecto significativo, lo cual se corrobora con el análisis de varianza presentado en el cuadro 8. La figura 2 muestra el comportamiento de esta variable de respuesta a través de los tratamientos evaluados. La adición de fertilizantes no condujo a un aumento en el largo de los granos. Posiblemente en este cultivo el largo de los granos está más relacionado a características propias de la variedad, que a aspectos de fertilización. La aplicación de fertilizantes, no presenta efecto alguno en el largo de los granos, ni en el largo de las vainas del maní.

En cuanto al diámetro se refiere, (ver figura 3), existe diferencia significativa entre tratamientos, en donde los niveles de N= 0 kg ha⁻¹; P= 60 kg ha⁻¹ y K= 100 kg ha⁻¹ fue el tratamiento 4.

Esto demuestra que un nivel adecuado de fertilización puede influir en el diámetro del grano, dándole mayor tamaño, ganando por ende tanto en calidad como en peso.

Cuadro 9. Prueba de medias para las variables estudiadas. Las Cruces, La Libertad, Petén

Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
	Largo (mm)		Diámetro (mm)		Rendimiento en cáscara (tm ha ⁻¹)		Rendimiento en oro (tm ha ⁻¹)
150-0-100	19,3 a	0-60-100	9,9 a	150-0-100	2,3 a	150-0-100	1,52 a
0-0-0	19,2 a	0-60-0	9,8 a	75-30-150	2,14 ab	75-90-50	1,20 b
225-30-50	19,2 a	0-0-100	9,5 ab	150-60-0	1,92 abc	150-0-100	0,96 bc
75-30-50	19,1 a	225-30-50	9,5 ab	75-90-50	1,77 bcd	75-30-150	0,79 cd
0-0-100	19,0 a	75-30-150	9,4 ab	150-60-100	1,74 bcd	150-60-100	0,73 cde
0-60-0	19,0 a	150-0-0	9,3 ab	0-0-100	1,57 cd	0-60-100	0,64 de
75-30-150	18,8 a	0-0-0	9,2 abc	225-30-50	1,56 cde	0-0-100	0,63 de
150-0-0	18,6 a	150-60-0	8,9 bcd	0-60-0	1,54 cde	150-0-0	0,62 de
75-90-50	18,6 a	75-30-50	8,4 cde	75-30-50	1,51 cde	0-60-0	0,59 de
0-60-100	18,4 a	150-0-100	8,3 def	0-0-0	1,49 cde	225-30-50	0,48 ef
150-60-100	18,4 a	150-60-100	7,7 ef	0-60-0	1,43 ef	75-90-50	0,32 f
150-60-0	18,0 a	75-90-50	7,5 f	150-0-0	1,21 f	0-0-0	0,31 f

A pesar de ser calificado el maní de una leguminosa impredecible, en cuanto a la fertilización, es sumamente evidente, que la aplicación de los mismos tiene un efecto positivo en el rendimiento de grano en vaina o cáscara. Para esta variable se aprecia que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, como quedó demostrado en el análisis de varianza presentado en el cuadro 8. Así mismo, en el cuadro 9, puede corroborarse que el mejor tratamiento para elevar el rendimiento de grano en cáscara, ha sido el tratamiento número 6, que corresponde a una aplicación de fertilizantes de 150 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, 0 kg ha⁻¹ de Fósforo, y de 100 Kg ha⁻¹ de Potasio, dando como volumen de producción una cantidad de 2.30 toneladas ha⁻¹. Seguido al mejor tratamiento se encuentra el tratamiento número 12, que consistió en una aplicación de 75 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, 30 kg ha⁻¹ de Fósforo y 150 kg ha⁻¹ de Potasio, dando como volumen de

producción una cantidad de 2.14 toneladas ha^{-1} . Ante estos datos, se demuestra que para obtener rendimientos mayores a 1.49 toneladas ha^{-1} , que es la producción que se obtiene sin la utilización de fertilizantes, es indispensable que se aporte al cultivo esencialmente Nitrógeno y Potasio.

Cabría esperar débiles respuestas del maní al nitrógeno, debido a su calidad de leguminosa; sin embargo de acuerdo con los resultados obtenidos, el maní ha reaccionado con intensidad a la aplicación del nitrógeno. Este efecto de la aplicación moderada de nitrógeno (150 kg ha^{-1}) quizás se deba al débil contenido del suelo en lo que se refiere a dicho elemento. Mientras que la baja respuesta a cantidades excesivas, (225 kg ha^{-1}), *“ocasiona un desarrollo extremado del aparato vegetativo, que no corresponde a un aumento de la producción, dándose a veces un efecto depresivo, que provoca un descenso importante del rendimiento, dándose numerosas vainas vacías”*(14).

Según estudios realizados, permiten fijar el nivel óptimo de fósforo para suministrar al cultivo alrededor de 30 kg ha^{-1} . Y se ha determinado que la respuesta del maní a la aplicación de este elemento, es *“lo que ha permitido obtener los efectos más espectaculares”* (14), sin embargo en el presente estudio, los resultados de su aplicación no han sido los más satisfactorios, debido a que, *“es indispensable que el fósforo suministrado a la planta sea aportado en forma soluble”*. La buena respuesta por parte de la planta, con respecto a la aplicación de Potasio se debió principalmente al buen nivel de Calcio que poseen los suelos de la región, puesto que sin la acción de éste elemento, el Potasio por sí mismo *“tiene un efecto depresivo en el cultivo”*. (14) Sin embargo, bajo esta situación, el Potasio tiene la particularidad de aumentar el número de granos por vaina, asegura además una mejor fecundación de los óvulos. (21).

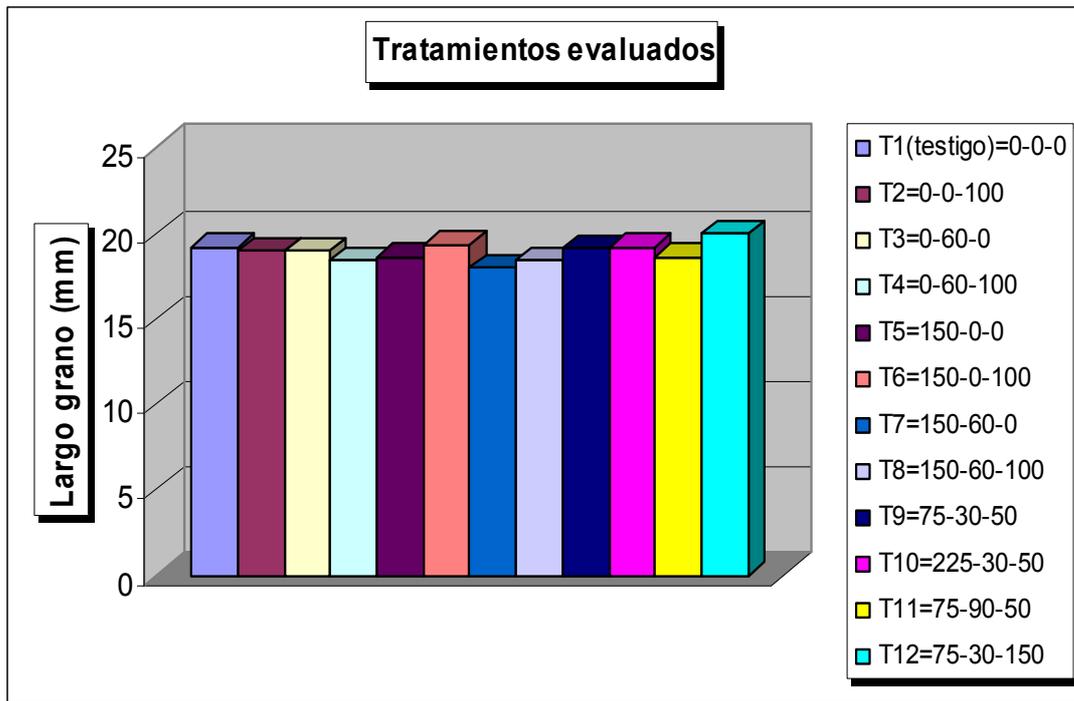


Figura 2. Respuesta del largo de grano de maní a los tratamientos N P K evaluados.

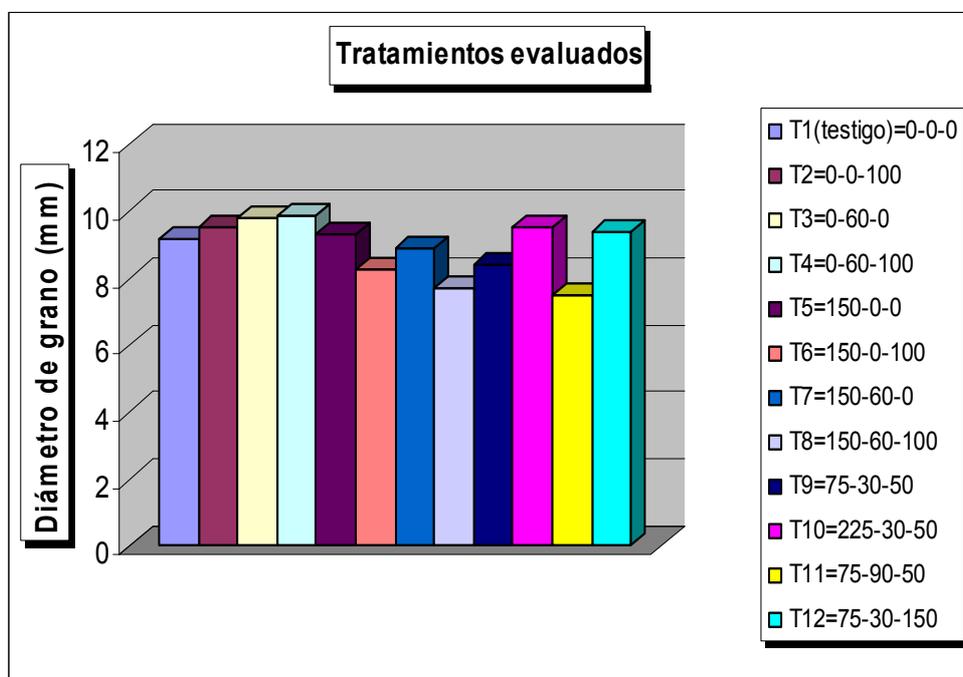


Figura 3. Respuesta del diámetro de grano de maní a los tratamientos N P K evaluados.

En lo que corresponde a la respuesta del cultivo a los tratamientos estudiados para la producción de grano en oro, al igual que en el caso del rendimiento de grano en vaina, también fue el tratamiento número 6, el que tiene los mejores rendimientos de producción, obteniéndose 1.52 toneladas ha^{-1} . Es importante hacer notar, que los datos que han sido consignados, fueron obtenidos 15 días después de haberse realizado la cosecha, cuando el grano tenía una humedad de 18.4%, en donde fueron desechados todos aquellos granos defectuosos y dañados, quedando únicamente los granos que reunían la calidad exigida por el mercado. Para ilustrar mejor la diferencia entre tratamientos se presenta la figura 5.

7.2 Análisis Económico

Para poder realizar el análisis económico, se procedió a obtener los ingresos netos para cada uno de los tratamientos, en los cuales se incluyeron todos los costos de producción a los que se incurrieron, incluidos los costos inherentes al proceso de fertilización. Para este caso particular, se hace una comparación entre el testigo, que es el tratamiento 1, (0-0-0) en donde no se utilizó fertilizantes, y el mejor tratamiento en cuanto a la producción de grano en vaina y oro, presentándose los mismos en los cuadros 10 y 11.

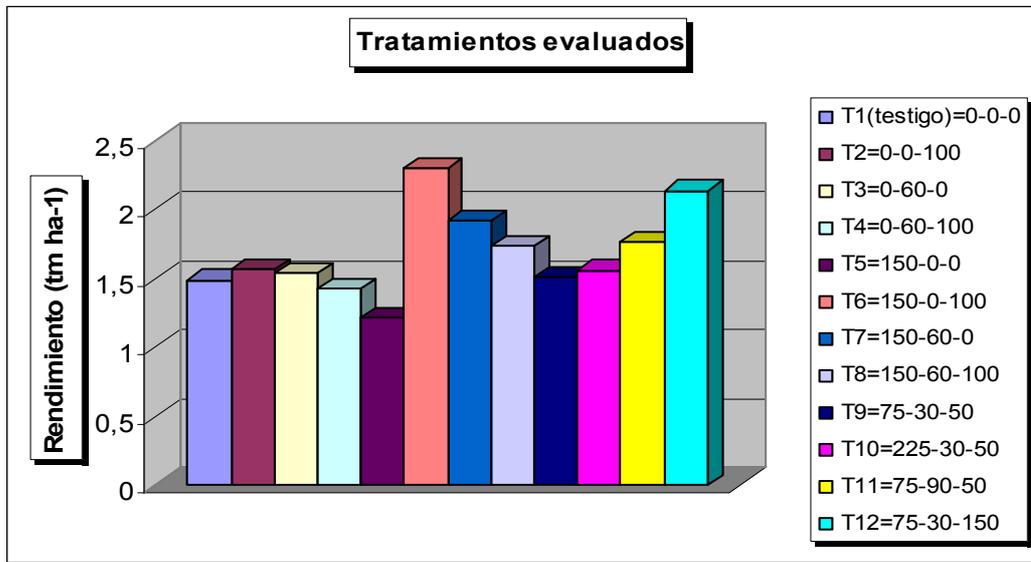


Figura 4. Respuesta del cultivo del maní a los tratamientos N P K evaluados, para la producción de grano con cáscara.

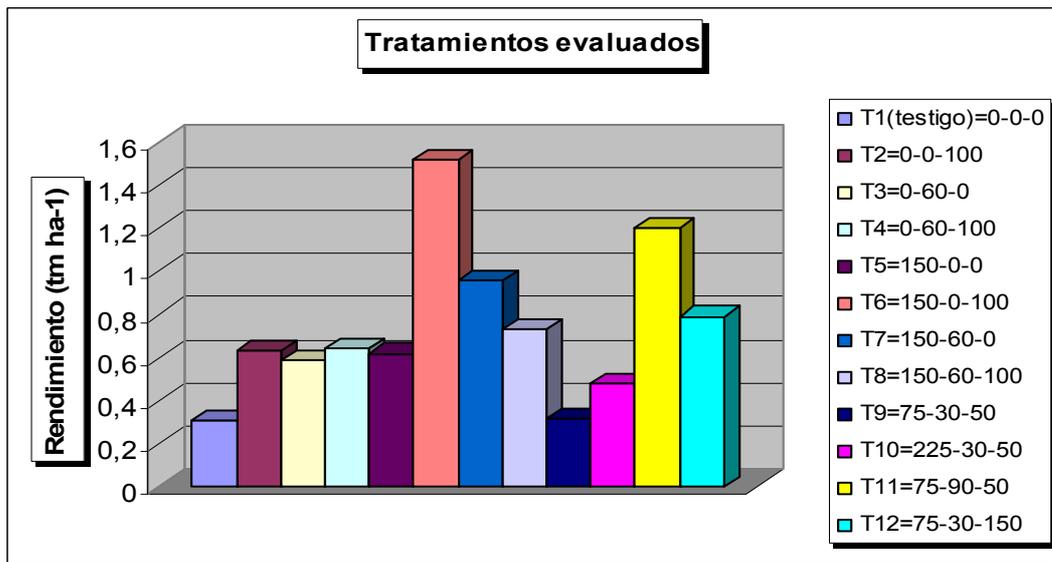


Figura 5. Respuesta del cultivo de maní a los tratamientos N PK evaluados para la producción de grano en oro.

Cuadro 10. Tasas Marginales de Retorno a capital para la comercialización del maní con cáscara, Las Cruces, La Libertad, Petén

Tratamiento	Tasas Marginales de Retorno		
	Venta con cáscara		
	TCV	IN	TMRC
Testigo	0	5605.38	0
N150 P0 K100	1984.4	6679.49	54.12

Cuadro 11. Tasas Marginales de Retorno a Capital para la comercialización del maní en oro, Las Cruces, La Libertad, Peten

Tratamiento	Tasas Marginales de Retorno		
	Venta en Oro		
	TCV	IN	TMRC
Testigo	170.5	2745.05	0
N0 P60 K100	1867.57	4.179.845	54.12
N150 P0 K100	2820.40	11475.20	309.54

Donde:

TCV = Total de costos variables.

IN = Ingresos Netos

TMRC = Tasa marginal de retorno a capital

El análisis anterior indica que para el caso de la comercialización de maní con cáscara, el cambio de una tecnología tradicional a una de uso de fertilización de este cultivo representa un retorno de capital de 54.12%, es decir que por cada cien quetzales que se invierta en la nueva tecnología se estará recuperando los cien quetzales y se obtendrá una ganancia de Q. 56.56.

Para el caso de la comercialización del maní en oro, se observa que hay un incremento en los costos variables debido a dos componentes adicionales, como lo son el costo del pelado y el costo del transporte a los lugares de acopio del maní en oro. (ver cuadro 14A). Considerando estos gastos, el cambio tecnológico más rentable sigue siendo el tratamiento de fertilización 150 kg ha^{-1} de Nitrógeno y 100 kg ha^{-1} de Potasio, mostrando una TMRC de 309.54, lo que nos indica que la inversión que se haga por cada 100 quetzales, rendirá una utilidad de Q. 309.54. Una alternativa tecnológica viable, en caso de desear invertir menos, es la de la aplicación de fósforo a razón de 60 kg ha^{-1} y potasio a razón de 100 kg ha^{-1} , lo que generará una utilidad de Q. 54.12 por cada 100 quetzales de inversión.

8. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del sitio experimental, los niveles fisiológicos apropiados para la producción de maní con cáscara y oro son de 150 kg de Nitrógeno y 100 kg de potasio, con un rendimiento de 2.30 y 1.52 Ton ha⁻¹ respectivamente (tratamiento 6). Además se observó efecto significativo con respecto al diámetro del grano.
- La fertilización incrementa los ingresos económicos de los agricultores de la región, con el tratamiento 6, debido a que se aumenta el volumen de cosecha y por cada Q 100.00 que se invierte en el uso de fertilizantes, se recupera el capital, más una ganancia de Q 56.56.

9. RECOMENDACIONES

- Bajo las condiciones estudiadas, se recomienda utilizar el tratamiento correspondiente a 150 kg N y 100 kg K, debido a que fisiológica y económicamente presenta el mayor rendimiento y la mejor recuperación de tasa marginal de retorno a capital; como una recomendación preliminar de uso de fertilizantes en la zona.

- Evaluar diversos tratamientos de fertilizantes en el cultivo del maní, que incorporen otros elementos que son indispensables en el mejoramiento de la producción, como el azufre y el calcio, y desarrollar una función de respuesta que defina dosis óptimas de fertilización.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Alizaga, R; Guevara, E; Herrera, J. 1992. Efecto de algunos tratamientos químicos sobre el período de reposo del maní (*Arachis hipogaea* L). *Agronomía Costarricense* 16(1):29-36.
2. Ardí, F. 1970. *Edafología tropical*. Traducción Rufo Bazán. México, Herrero. 416 p.
3. Aristono Arriaza, JE. 1992. Evaluación agronómica de 15 cultivares de maní (*Arachis hipogaea* L) en dos localidades de Asunción Mita, Jutiapa y una localidad de San Manuel Chaparrón, Jalapa, en la república de Guatemala. Tesis Ing, Agr. Guatemala, USAC. 79 p.
4. Azurdia, C; Williams, D; Williams K. 1999. Diversidad genética de maní (*Arachis hipogaea* L) en Guatemala: distribución y erosión. *Tikalía* 17(1):25-40.
5. BANGUAT (Banco de Guatemala, Departamento de Investigaciones Agropecuarias e Industriales, GT). 1976. El maní: situación nacional e internacional. Guatemala. 49 p.
6. Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Centro de Investigaciones Agroquímicas. 157 p.
7. CIAT, CO. 1973. Trabajos presentados en el seminario sobre: el potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. Cali, Colombia. 270 p.
8. Coy Cordon, EF. 1992. Evaluación de ocho genotipos de manía, con tres densidades de siembra. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 81 p.
9. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. Echando, C; Villalobos, E. 1989. Duración del reposo de la semilla de tres cultivares de maní en respuesta a diferentes condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense* 13(2):143-152.
11. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. 1999. Barcelona, España, Océano. p 400-406.
12. Feldman, S. 1981. Cultivo del maní, Israel obtiene altos rendimientos. *Agricultura de las Américas* 21(4):72-73.
13. Fuentes Yagüe, JL. 1987. El suelo y los fertilizantes. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 180 p.

14. Gillier, P; Silvestre, P. 1970. El cacahuete. Barcelona, España, Blume. 281 p. (Colección Agricultura Tropical).
15. Gomes Sosa, J. 1990. Evaluación del rendimiento de dos cultivares de maní a cuatro densidades de siembra en Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 80 p.
16. Gregory, NC; Gregory, MP. 1979. Groundnut *Arachis hypogaea* in evolution of crop plants. Ed. NW Simmonds. New York, US. p. 151-154.
17. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1969. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja de San Juan Acul, no. 2165-IV. Guatemala. Esc 1:50,000. Color.
18. León Figueroa, J. 1934. Cultivo y explotación del olivo y plantas y semillas oleaginosas. Santiago, Chile, Nascimento. 308 p.
19. Ochse J, J; Soule, MJ; Dijkman, MJ; Wehlburg, C. 1986. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa. v. 2, 1536 p.
20. Proyecto Centro Maya, GT. 1995. Programa de manejo de suelos: informe de resultados; convenio ICTA- Centro Maya. Guatemala. 35 p.
21. Robles Sánchez, R. 1982. Producción de oleaginosas y textiles. México. Limusa. 675 p.
22. Salguero Vásquez, OG. 1990. Evaluación de herbicidas pre-emergentes y tratamientos mecánicos en el control de malezas en maní (*Arachis hipogaea* L) en el valle de Chicaj, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz. Tesis Ing, Agr. Guatemala, USAC. 59 p.
23. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agrícola Nacional. 1000 p.
24. Sangines G, L; Corrales E, C; Pérez Gil, F. 1984. Efecto del formaldehído en la protección de proteínas del ensilaje de la planta de cacahuete, (*Arachis hipogaea*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 34(4):725-733.
25. Universidad Rafael Landívar, GT. 1984. Perfil ambiental de la república de Guatemala. Guatemala. p. 35-85.
26. Vargas, R; Ramírez, C. 1989. Respuesta de la soya y el maní a *Rhizobium* y a la fertilización con N, P y Mo en un Typic Pellustert de Cañas, Guanacaste. Agronomía Costarricense 13(2):175-182.
27. Webb, DM. 1971. Estrategia contra los enemigos del maní. Revista Agricultura de las Américas 3(7):30-31.

11. APÉNDICES

Cuadro 12A Largos promedio del grano de maní (mm) para los tratamientos NPK, evaluados, Las Cruces, La Libertad, Petén

No.	TRATAMIENTOS			NUMERO DE MEDICIONES										PROMEDIO (mm)
	N	P	K	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1	0	0	0	16	21	20	21	20	18	21	21	17	17	19.2a
2	0	0	100	20	21	19	20	20	21	16	17	18	18	19.0a
3	0	60	0	18	22	19	19	17	19	19	20	17	20	19.0a
4	0	60	100	18	16	18	20	20	17	20	17	19	19	18.4a
5	150	0	0	18	19	18	21	20	18	18	17	17	20	18.6a
6	150	0	100	17	20	19	20	18	20	17	25	18	19	19.3a
7	150	60	0	18	18	17	19	17	19	19	18	17	18	18.0a
8	150	60	100	18	18	18	18	19	19	18	21	17	18	18.4a
9	75	30	50	19	25	19	17	18	18	21	17	18	19	19.1a
10	225	30	50	16	21	19	21	20	20	21	20	17	17	19.2a
11	75	90	50	20	18	18	17	18	20	20	18	19	18	18.6a
12	75	30	150	21	18	18	20	19	19	17	20	17	19	18.8a

Cuadro 13A Diámetro promedio del grano de maní (mm) para los tratamientos NPK, evaluados, Las Cruces, La Libertad, Petén

No.	TRATAMIENTOS			NUMERO DE MEDICIONES										PROMEDIO (mm)
	N	P	K	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1	0	0	0	8	9	8	9	11	10	12	9	6	10	9.2 abc
2	0	0	100	10	11	9	10	9	8	10	9	11	8	9.5 ab
3	0	60	0	9	10	9	11	9	8	11	10	10	11	9.8 a
4	0	60	100	10	8	11		11	11	8	11	10	9	9.9 a
5	150	0	0	8	10	10	11	9	10	9	9	9	8	9.3 ab
6	150	0	100	9	8	8	9	8	9	7	9	8	8	8.3 def
7	150	60	0	9	9	8	10	9	9	10	8	8	9	8.9 bcd
8	150	60	100	7	8	7	7	8	7	9	9	7	8	7.7 ef
9	75	30	50	9	8	8	8	8	8	9	9	8	9	8.4 cde
10	225	30	50	8	10	10	11	10	9	10	10	9	8	9.5 ab
11	75	90	50	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7.5 f
12	75	30	150	10	9	9	10	9	10	9	10	8	10	9.4 ab

Cuadro 14A Rendimiento de grano con cáscara del cultivo de maní en ton ha⁻¹, Las Cruces, La Libertad, Petén

No.	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			PROMEDIO (ton)
	N	P	K	I	II	III	
1	0	0	0	1.52	1.70	1.26	1.49 cde
2	0	0	100	1.42	1.80	1.49	1.57 cde
3	0	60	0	1.46	2.07	1.09	1.54 cde
4	0	60	100	1.53	1.46	1.29	1.43 ed
5	150	0	0	1.44	1.17	1.02	1.21 e
6	150	0	100	1.75	3.01	2.15	2.30 a
7	150	60	0	1.20	2.59	1.97	1.92 abc
8	150	60	100	1.40	2.09	1.73	1.74 bcd
9	75	30	50	1.55	1.60	1.39	1.51 cde
10	225	30	50	1.42	1.86	1.41	1.56 cd
11	75	90	50	1.61	2.14	1.55	1.77 bcd
12	75	30	150	1.87	2.29	2.25	2.14 ab

Cuadro 15A Rendimiento de grano en oro del cultivo de maní en ton ha⁻¹, Las Cruces, La Libertad, Petén

No.	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			PROMEDIO (ton)
	N	P	K	I	II	III	
1	0	0	0	0.32	0.36	0.26	0.31 f
2	0	0	100	0.57	0.72	0.59	0.63 de
3	0	60	0	0.56	0.79	0.41	0.59 de
4	0	60	100	0.69	0.66	0.58	0.64 de
5	150	0	0	0.73	0.60	0.52	0.62 de
6	150	0	100	1.15	1.99	1.42	1.52 a
7	150	60	0	0.60	1.30	0.99	0.96 bc
8	150	60	100	0.59	0.88	0.73	0.73 cde
9	75	30	50	0.33	0.34	0.29	0.32 f
10	225	30	50	0.44	0.58	0.44	0.48 ef
11	75	90	50	1.10	1.46	1.06	1.20 b
12	75	30	150	0.69	0.85	0.83	0.79 cd

Cuadro 16A Presupuesto Parcial de dos escenarios de producción de maní, Las Cruces, La Libertad, Petén, año 2001

CONCEPTO	VENTA CON CASCARA		VENTA EN ORO		
	N0 P0 K0	N150 P0 K100	N0 P0 K0	N0 P60 K100	N150 P0 K100
Rendimiento	1.49	2.30	0.31	0.643	1.52
Rendimiento Ajustado	14.155	218.785	0.2945	0.61085	1.444
Ingreso Bruto (Q)	5605.38	8663.89	2915.55	6.047.415	14295.6
Costos Variables					
Costo Nitrógeno (Q ha ⁻¹)	0	852	0	0	852
Costo de Fósforo (Q ha ⁻¹)	0	0	0	381.60	0
Costo de Potasio (Q ha ⁻¹)	0	875	0	875	875
Costo de Aplicación (Q ha ⁻¹)	0	257.4	0	257.4	257.4
Costo de Pelado (Q tm ⁻¹)	0	0	68.2	141.46	334.4
Costo de Transporte (Q)			102.3	212.11	501.6
Total Costos Variables	0	1984.4	170.5	1867.57	2820.40
Ingreso Neto (Q ha-1)	5605.38	6679.49	2745.05	4.179.845	11475.2

Cuadro 17A Costo de producción expresado en quetzales ha⁻¹, Las Cruces, La Libertad, Petén, año 2001

RUBRO	DESCRIPCION	CANT.	MED.	COSTO UNIT.	TOTAL
A	MANO DE OBRA				
1	Arrendamiento	1	Ha	150,00	150,00
2	Desguamido	1	Ha	250,00	250,00
3	Mecanización	1	Ha	450,00	450,00
4	Siembra	3	Jornales	45,00	135,00
5	Control de malezas (tres veces)	20	Jornales	45,00	900,00
6	Control de plagas y enfermedades	8	Jornales	45,00	360,00
7	Arranque	7	Jornales	45,00	315,00
8	Corte	1	Ha	1150,00	1150,00
9	Flete	1	Ha	220,00	220,00
	Total mano de obra				3930,00
B	INSUMOS				
1	Semilla	1,5	Quintal	300,00	450,00
2	Semevin (insecticida)	0,4	Litro	260,00	104,00
3	Folidol (insecticida)	1,5	Litro	80,00	120,00
4	Cupravit (fungicida)	1,5	Kg	45,00	67,50
	Total de insumos				741,50
	COSTO TOTAL				4671,50

Cuadro 18A Fertilizante aplicado al cultivo en gramos

ELEMENTO	N		P	K	
	1ra aplicación (60%).	2da aplicación (40%)	Unica aplicación	1ra aplicación (40%).	2da aplicación (60%).
FUENTE	Urea	Urea	Triple superfosfato	Nitrato de potasio	
TRAT.					
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	6	9
3	0	0	9	0	0
4	0	0	9	6	9
5	10	7	0	0	0
6	8	6	0	6	9
7	11	7	9	0	0
8	8	6	9	6	9
9	3	2	5	4	4
10	16	10	5	4	4
11	3	2	16	4	4
12	1	0	5	9	13

Figura 6A Ubicación del sitio experimental en el valle de Las Cruces

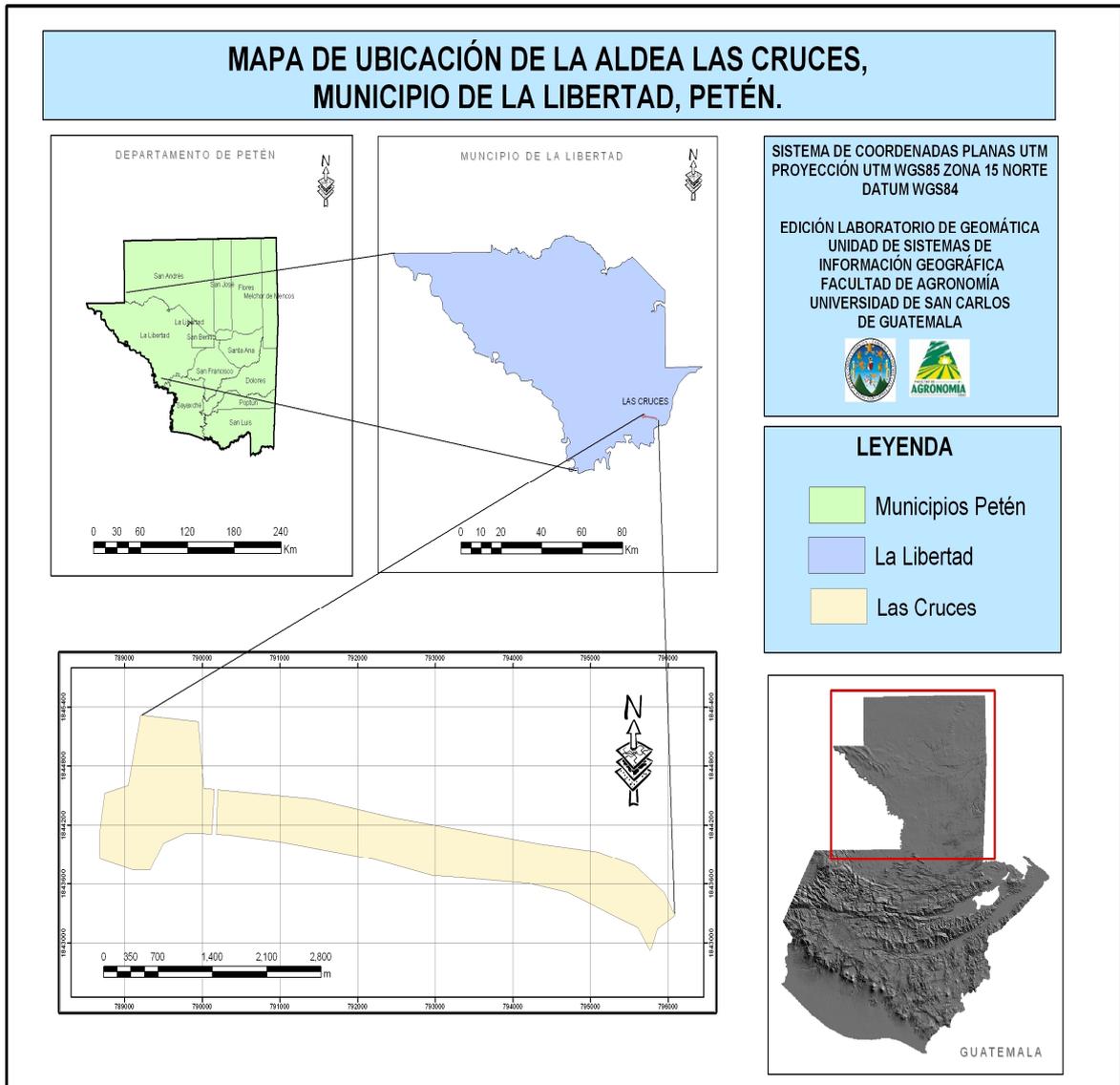


Figura 7A Climadiagrama anual, área de influencia, Las Cruces, La Libertad, Petén

