



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

Los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del  
cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Ecuador.

**AUTORA:**

María de los Ángeles Ibarra Lara

**TUTOR:**

Ing. Agr. Javier Alberto Landívar Lucio, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

## RESUMEN

El presente documento tuvo como objetivo establecer la importancia de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya en Ecuador. Su desarrollo se basó en la recolección de información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas y artículos, ponencias, congresos y de cualquier material bibliográfico de carácter científico. La información recopilada fue sometida a procesos de análisis, síntesis y resumen. En el cultivo de papaya el nitrógeno (N) es esencial para la utilización de los carbohidratos, para estimular el desarrollo y crecimiento de la planta; el fosforo (P), presenta un efecto más importante en la fotosíntesis, floración, fructificación, formación de semillas, maduración de fruto y desarrollo de raíces; el potasio (K) actúa como un activador de enzimas responsables de la síntesis de almidón, reducción de nitratos y degradación de azúcares, al igual que incrementa la resistencia del cultivo contra las enfermedades y en relación a la producción aumenta el número de frutos. El nitrógeno es responsable del crecimiento de las plantas de papaya y de la coloración verde de las hojas, es un constituyente de los aminoácidos, siendo crucial para la síntesis de proteínas. Los macronutrientes que más consume el cultivo de papaya son el nitrógeno y potasio, en menos cantidad el fosforo, siendo todos importantes en el desarrollo, crecimiento y producción. La extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del cultivo de papaya son nitrógeno (140 kg/ha), fosforo (13.5 kg/ha) y potasio (145 kg/ha). Se debe realizarse aplicaciones de 290 kg de nitrógeno, 219 kg de P<sub>20</sub> y 129 kg de K<sub>20</sub> Ha<sup>-1</sup>, para lograr un rendimiento adecuado en el cultivo de papaya.

**Palabras claves:** Macronutriente, nutrición, papaya, producción.

## SUMMARY

The objective of this document was to establish the importance of the macronutrients nitrogen, phosphorus and potassium in the production of papaya crops in Ecuador. Its development was based on the collection of information from virtual libraries, updated texts, magazines and articles, papers, congresses and any scientific bibliographic material. The information collected was subjected to processes of analysis, synthesis and summary. In the cultivation of papaya, nitrogen (N) is essential for the utilization of carbohydrates, to stimulate the development and growth of the plant; phosphorus (P) has a more important effect on photosynthesis, flowering, fruiting, seed formation, fruit ripening and root development; potassium (K) acts as an activator of enzymes responsible for starch synthesis, nitrate reduction and sugar degradation, as well as increasing the resistance of the crop against diseases and, in relation to production, increasing the number of fruits. Nitrogen is responsible for the growth of papaya plants and the green coloration of leaves, it is a constituent of amino acids, being crucial for protein synthesis. The macronutrients most consumed by the papaya crop are nitrogen and potassium, and to a lesser extent phosphorus, all of which are important for development, growth and production. The extraction of nutrients by the aerial organs of the papaya crop are nitrogen (140 kg/ha), phosphorus (13.5 kg/ha) and potassium (145 kg/ha). Applications of 290 kg of nitrogen, 219 kg of P<sub>20</sub> and 129 kg of K<sub>20</sub> Ha<sup>-1</sup> should be made to achieve an adequate yield in the papaya crop.

**Key words:** Macronutrient, nutrition, papaya, production.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	ii
SUMMARY .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
MARCO METODOLÓGICO.....	2
1.1. Definición del caso de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Generalidades del cultivo de papaya.....	4
1.5.2. Características morfológicas del cultivo de papaya .....	4
1.5.2.1. Raíz.....	4
1.5.2.2. Tallo .....	5
1.5.2.3. Hoja.....	5
1.5.2.4. Flor.....	5
1.5.2.5. Fruto.....	6
1.5.3. Factores agroecológicos.....	6
1.5.3.1. Clima .....	6
1.5.3.2. Altitud .....	7
1.5.3.3. Fotoperiodo .....	7
1.5.3.4. Humedad .....	7

1.5.3.5. Precipitación .....	7
1.5.3.6. Temperatura .....	8
1.5.3.7. Vientos.....	8
1.5.3.8. Suelo .....	8
1.5.4. Valor nutritivo .....	9
1.5.5. Beneficios de los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción de papaya .....	9
1.5.5.1. Nitrógeno.....	9
1.5.5.1.1. Síntoma de deficiencia de nitrógeno.....	10
1.5.5.2. Fosforo .....	11
1.5.5.2.1. Síntomas de deficiencia del fosforo .....	12
1.5.5.3. Potasio .....	12
1.5.5.3.1. Síntomas de deficiencia del potasio.....	13
1.5.6. Extracción de nutrientes del cultivo de papaya .....	14
1.5.7. Requerimientos nutricionales papaya (k/ha).....	14
1.5.8. Aplicación y movimiento de nitrógeno, fosforo y potasio.....	15
1.5.9. Antecedentes de aplicación de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de papaya .....	15
1.6. Hipótesis .....	16
1.7. Metodología .....	17
CAPITULO II.....	18
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
2.1. Desarrollo del caso.....	18
2.2. Situaciones detectadas .....	18
2.3. Soluciones planteadas .....	19
2.4. Conclusiones.....	19
2.5. Recomendaciones .....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
<b>Tabla 1.</b> Extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del cultivo de papaya.....	14
<b>Tabla 2.</b> Requerimiento nutricional del cultivo de papaya.....	14

## INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L) es una planta que pertenece a la familia de la Caricáceas, originaria de Centroamérica, entre el sur de México y el norte de Nicaragua. La papaya como fruto tiene diferentes usos, como fruto fresco, en batidos, jugos, helados, ensaladas y dulces. También en muchos países como Asia, África y Oceanía, se dedican a la obtención de látex, del cual se extrae la papaína (Granda 2021).

La papaya es una árbol de ciclo perenne que puede cultivarse en climas con temperaturas entre los 15-35 °C, con una necesidad hídrica de 1200 mm de agua anual, al igual que requiere principalmente de macronutrientes adecuados, para poder alcanzar su máxima productividad establecida, en la cual para lograr este objetivo se debe realizar un estudio de suelo donde se establecerá el cultivo, para poder determinar las cantidades de nutrientes que se deben aplicar de forma edáfica y la frecuencia de aplicación durante el año. Entre los macronutrientes más importantes que necesita el cultivo de papaya están los: nitrógeno, fosforo y potasio (Bueno *et al.* 2019).

El cultivo de papaya es una planta que extrae grandes cantidades de macronutrientes (N-P-K) del suelo para lograr expresar su potencial productivo, por ello la nutrición en este cultivo es un tema muy importante debido a la función específica que tienen cada uno de los elementos nutritivos en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de papaya (Castro 2018).

En el cultivo de papaya el nitrógeno (N) es esencial para la utilización de los carbohidratos, para estimular el desarrollo y crecimiento de la planta; el fosforo (P), presenta un efecto más importante en la fotosíntesis, floración, fructificación, formación de semillas, maduración de fruto y desarrollo de raíces; el potasio (K) actúa como un activador de enzimas responsables de la síntesis de almidón, reducción de nitratos y degradación de azúcares, al igual que incrementa la resistencia del cultivo contra las enfermedades y en relación a la producción aumenta el número de frutos (Quiñones *et al.* 2018).

# CAPITULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Ecuador”.

### 1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad los productores de papaya no consideran como importante la aplicación de los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) de forma edáfica para lograr una producción rentable, debido a que no realizan un análisis de suelo para conocer la cantidad de nutrientes presente el suelo, al igual que no realizan un programa de fertilización para poder aplicar todos los nutrientes en forma adecuada para lograr un máximo potencial de rendimiento del cultivo.

La deficiencia de los macronutrientes en diferentes zonas de producción de papaya, es una limitante significativa que se ve expresada en los rendimientos obtenidos en cada cosecha, debido al desconocimiento e ineficiencia sobre el manejo de los macronutrientes en el cultivo de papaya.

La deficiencia del nitrógeno en el cultivo de papaya provoca retraso de la floración y reducción de la producción de frutos de manera significativa; en relación al fosforo su deficiencia provoca la reducción de la velocidad de crecimiento de la circunferencia de los tallos en la etapa inicial de crecimiento; la deficiencia de potasio provoca una reducción en el peso y producción de frutos.

### 1.3. Justificación

La papaya es considerada una fruta importante de exportación, por lo que requiere condiciones adecuadas para lograr una producción rentable, en la cual

para incrementar esa producción se debe mejorar el manejo del cultivo y la fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica, entre otros factores.

La importancia de los macronutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de papaya, se fundamenta en las funciones que desempeñan en varios procesos metabólicos y fisiológicos de la planta, reflejándose en mayor peso y número de frutos.

En función de la problemática antes descrita, el manejo adecuado de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, permite lograr una mejor producción en el cultivo de papaya.

Por lo expuesto, el presente documento permitió estudiar la importancia de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Establecer la importancia de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya en Ecuador.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir los beneficios de los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción de papaya en Ecuador.
- Determinar la dosificación adecuada de macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, para incrementar la producción en el cultivo de papaya.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Generalidades del cultivo de papaya**

La papaya es una fruta natural dulce, de clima tropical de ciertas zonas del Ecuador, se retrata por los suplementos que posee, entre ellos los nutrientes A y C, vitamina B1, B2, Niacina o B3, minerales como calcio, sodio, potasio, fósforo, hierro, entre los fundamentales; además, por cada 100 gramos del producto natural se consumen apenas 53 calorías (Bueno *et al.* 2019).

En la actualidad, esta fruta tropical es excepcionalmente perseguido por sus propiedades dietéticas y por los diversos fines que se le pueden dar, ya sea pulido nuevo, en jugos, purés o en la preparación de platillos para conocedores (Bueno *et al.* 2019).

La utilización de la papaya en el Ecuador se ha establecido durante muchos años, presentando un ambiente cálido apropiado para la siembra de esta fruta, con la finalidad de lograr las mejores cualidades en cuanto a tamaño, variedad y sabor; existen diferentes variedades como tainung, maradol y hawaina, siendo esta última opción la más solicitada a nivel mundial, al igual en Ecuador, son generalmente solicitadas a nivel local, siendo distribuidas en tiendas y almacenes (Castro 2018).

### **1.5.2. Características morfológicas del cultivo de papaya**

#### **1.5.2.1. Raíz**

El sistema radicular de la planta de papaya es fibroso y de color blanquecino, compuesto por una raíz principal de 0,5 a al menos un metro de longitud y raíces laterales poco profundas que surgen de las secciones superiores; el tamaño, la distribución y la orientación varían en función de las condiciones del suelo (Aspeitia 2021).

### 1.5.2.2. Tallo

Proporciona ayuda estructural, potencial de reserva y suministro bidireccional de agua, vitaminas, compuestos naturales, compuestos químicos y reguladores de raíces y brotes; suelen tener un diámetro de 10-30 cm en la parte inferior y de 5-10 cm en la copa; en el tallo existen conductos laticíferos (látex) que actúan mientras se produce una herida liberando esta sustancia que incorpora agua, azúcares, minerales, proteínas formadas por enzimas, que son críticas en la protección contra insectos y para la formación de tejidos y órganos (Aspeitia 2021).

### 1.5.2.3. Hoja

Las hojas son palmeadas de unos 60 cm<sup>2</sup>, tienen de cinco a nueve lóbulos de varias anchuras (40-60 cm) que se organizan en espiral, el pecíolo crece casi horizontalmente, es hueco y está guardado con una endodermis rica en almidón, posiblemente esencial para reparar las cavidades; la gama de estomas de cada hoja en contacto con el sol está lista cuatrocientos por milímetro rectangular, que pueden ajustarse a las condiciones de suavidad, agua y calor; en preferente, cada hoja madura produce fotoasimilados durante aproximadamente tres culminaciones (Hernández *et al.* 2019).

### 1.5.2.4. Flor

Hernández *et al.* (2019), expresan que las flores se producen cerca del tronco, su duración es de 3-4 días sin embargo su duración de receptividad es desconocida. Las sumidades de las plantas hermafroditas y femeninas llevan un número variable de flora (2-15) mientras que las flores masculinas producen largas inflorescencias que pueden contener decenas o masas de flora.

Según Gil y Miranda (2019) existen tres tipos importantes de flores:

- **Hermafrodita:** también conocida como "ideal" incluye cada género dentro de la misma flor (estambres y pistilo); por lo general, las pequeñas inflorescencias hermafroditas presentan una o perfecta vegetación y unas

pocas flores femeninas estériles; cuando se someten a tensión aumentará la infertilidad del componente femenino.

- **Femenina:** consta de cinco pétalos libres (ya no fusionados) y un ovario redondeado. En evaluación a las hermafroditas, son fuertes y su vegetación no sufre modificaciones ambientales.
- **Masculina:** los estambres rodean un pistilo rudimentario; en unos pocos casos, debido a condiciones genéticas o ambientales, algunos pistilos pueden evolucionar adecuadamente y dar empuje ascendente a una flor hermafrodita.

#### **1.5.2.5. Fruto**

El peso de la fruta puede variar en niveles desde mucho menos de cien gramos hasta 10 kilogramos bajo las situaciones más favorables; la papaya es una fruta climatérica (su maduración continúa tras el corte) y comienza a desarrollarse a las pocas horas de reducirse; también es sensible a los daños por frío; la forma también depende del sexo de la planta (Jurado 2020).

Los frutos de una planta hermafrodita suelen ser alargados y redondos o en forma de pera, aunque pueden deformarse en varios niveles por carpeloidismo (transformación de los estambres en sistemas similares a carpelos), mientras que los de una planta femenina son más redondos (Jurado 2020).

#### **1.5.3. Factores agroecológicos**

##### **1.5.3.1. Clima**

La papaya es un cultivo que se adapta adecuadamente en climas tropicales, es sensible al frío y por lo que se adapta en los límites de 32 a 35 C° de latitud norte y de 35° de latitud sur (Armella 2020).

### **1.5.3.2. Altitud**

Se adapta a alturas desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm, pero se estima que, en regiones con alturas menores a los 800 msnm, se obtienen mayores producciones y una mejor calidad de fruta; aunque se menciona que la altitud máxima es de 400 msnm (Armella 2020).

### **1.5.3.3. Fotoperiodo**

El fotoperiodo no tiene influencia en la inducción de la floración, la misma que está controlada genéticamente y ocurre cuando se ha alcanzado la etapa adecuada de desarrollo; aunque, la planta requiere de alta luminosidad, por lo que produce mejor en lugares bien soleados; el color y sabor de la fruta dependen mucho de la radiación solar (Jiménez 2020).

### **1.5.3.4. Humedad**

El agua es el constituyente principal de la planta, 85 %, en las fases de vivero, trasplante y desarrollo la planta es exigente al agua, por lo que se debe realizar riegos semanales, en caso de no contar con este, debe sembrarse en zonas de precipitaciones abundantes que garanticen el desarrollo de la planta, el agua no debe ser un limitante para el cultivo (Jiménez 2020).

### **1.5.3.5. Precipitación**

La precipitación adecuada puede variar entre los 1500 y 2000 mm de precipitación anual, distribuida homogéneamente durante el año; en clima cálido con lluvias frecuentes y moderada, permiten una producción continua; una distribución anual de lluvias de 1200 mm es suficiente si se emplean prácticas de conservación del agua; la escasez de agua en cualquier etapa, atrasa el crecimiento y reduce la producción; por el contrario, los encharcamientos prolongados pueden ocasionar pudriciones radiculares y muerte de la planta (García 2019).

### **1.5.3.6. Temperatura**

El rango de temperatura es de 15 a 35 °C, con una óptima para la fotosíntesis de 25-30 °C; la temperatura mínima para el aumento de alta calidad es de 15 °C, temperaturas más bajas inhiben el mejoramiento de los botones florales y causan la abscisión de las flores; se requiere una temperatura media diaria de 21-33 °C, temperaturas de 0°C causan daños robustos al follaje, temperaturas de -2 °C causan daños al resultado final y a -4 °C la planta muere (García 2019).

### **1.5.3.7. Vientos**

Los vientos fuertes pueden provocar la caída de frutos, plantas y de vez en cuando el tallo, la intensidad del viento regular aumenta la transpiración de la planta, si no hay la humedad necesaria la planta puede verse afectada (Angulo 2019).

### **1.5.3.8. Suelo**

Los suelos agradables son los franco-arenosos y franco-arcillosos con un drenaje externo e interno preciso; los suelos arcillosos no son recomendables. Se adapta muy bien a valores de pH entre 6 y 7, por encima de este rango las culminaciones son menos dulces (Angulo 2019).

Se adapta a extraordinarias variedades de suelos; sin embargo, para un excelente desarrollo y alta producción, el papayo requiere suelos fértiles, de textura media, con un contenido de arcilla de 10 a 30 %, con una intensidad mayor a 80 cm, ricos en materia orgánica, con estructura y drenaje adecuados, para evitar suelos encharcados por más de 48 horas, lo que ocasiona daños a la planta o incluso la muerte (Ruiz *et al.* 2021).

El pH suficientemente bueno para el cultivo de papaya se sitúa entre 6 y 7, con un máximo de 6,5; un pH inferior al referido requiere encalado; los suelos adecuados para el cultivo de papaya corresponden a las subunidades de suelo:

Fluvisol Eutricto (FLeu) y Fluvisol Eutricto+Vertisol Crómico (Fleu+VRcu) (Ruiz *et al.* 2021).

#### **1.5.4. Valor nutritivo**

La papaya además de tener una gran cantidad de agua, consta de diferentes elementos muy esenciales para nuestra salud que incluyen la vitamina A y C, potasio y fibra que podrían ser críticos para el buen funcionamiento de nuestro dispositivo inmunológico, para tener una digestión brillante y una asombrosa absorción del hierro que se encuentra en las comidas (Quiñones *et al* 2018).

#### **1.5.5. Beneficios de los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción de papaya**

##### **1.5.5.1. Nitrógeno**

Las plantas absorben nitrógeno mineralizado, en particular en forma de anión nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ); el amonio es el resultado de la amonificación del número de cuenta natural, mientras que el nitrato es el resultado de la nitrificación del amonio; este procedimiento se llama mineralización, que es realizada por microorganismos (Fallas *et al* 2019).

Para utilizar y aplicar el nitrógeno es importante tomar en consideración el tipo de suelo, las condiciones climáticas, especie vegetal, los fertilizantes de acuerdo con el sistema de dosificación, además de sus reacciones y transformaciones en el suelo; la mayoría de los fertilizantes nitrogenados son solubles en agua, en la cual a través de su hidrólisis en el suelo dentro de la zona de disolución, alrededor del gránulo de fertilizante hay altas concentraciones de N- $\text{NH}_4$  y N- $\text{NH}_3$  de naturaleza ácida y alcalina, de acuerdo con la composición química del fertilizante, que determinan sus posteriores reacciones y ajustes dentro del suelo (Fallas *et al.* 2019).

El nitrógeno (N) en la formación de aminoácidos, luego estos entran en la síntesis de prótidos y proteínas vegetales, constituyendo un elemento importante

por excelencia, por lo que el nitrógeno es tomado en consideración clave para la producción de proteínas, azúcares, grasas y vitaminas; además, en la formación de hormonas de ácido nucleico (como formación hereditaria) y también es necesario para la síntesis de clorofila y como parte de la molécula de clorofila tiene una posición dentro del proceso de fotosíntesis, es decir, dentro de la producción de materia orgánica a partir de CO<sub>2</sub> del aire (Kirad *et al.* 2020).

Es vital para el crecimiento de las plantas de papaya; forma parte de todas las células de las plantas; las plantas necesitan grandes cantidades de nitrógeno; el nitrógeno es esencial para la síntesis de clorofila y, como parte de la molécula de clorofila, tiene un papel en los procesos de fotosíntesis (Kirad *et al.* 2020).

Los pigmentos verdes de la clorofila absorben la energía luminosa necesaria para provocar la fotosíntesis; la clorofila facilita la conversión de carbono, hidrógeno y oxígeno en azúcares simples; estos azúcares y sus productos de conversión estimulan el crecimiento de la mayoría de las plantas de papaya (Kumar *et al.* 2020).

El nitrógeno es responsable del crecimiento de las plantas de papaya y de la coloración verde de las hojas, también es un constituyente de los aminoácidos y, por lo tanto, es crucial en la síntesis de proteínas; asimismo, forma parte de los ácidos nucleicos, que gestionan la formación de proteínas y los rasgos genéticos de la planta (Kumar *et al.* 2020).

#### **1.5.5.1.1. Síntoma de deficiencia de nitrógeno**

La deficiencia de este elemento se manifiesta dentro del rendimiento de un cultivo, baja incluso antes de la manifestación sintomática; el primer síntoma que se observa es clorosis, que se manifiesta en hojas viejas que cambian sus nutrientes a las hojas jóvenes; el exceso de nitrógeno, trae como consecuencia la prolongación del ciclo vegetativo, la maduración de frutos, las plantas emergen como sensibles a enfermedades, así como disminuye la absorción de fósforo, potasio, cobre y diferentes elementos (Rajbhar *et al.* 2021).

Las plantas de papaya deficientes en N, comienzan a presentar amarillamiento después de que alcanzan los 5 a 6 meses de edad, afectando probablemente la floración y el cuajado de los frutos (Rajbhar *et al.* 2021).

La deficiencia de nitrógeno produce el cambio de color de la hoja de verde oscuro a verde amarillento o follaje uniformemente amarillo a medida que el problema se agudiza; las hojas pobres en N son menos lobuladas; en preferente, se reduce el crecimiento de la planta; el diámetro del tallo en las flores deficientes medido a 15 cm del suelo es significativamente menor que en las flores normales; el resultado final producido por esta vegetación es más pequeño, de color amarillo claro y con gotas de exudado de la cáscara (Campos 2021).

La deficiencia de nitrógeno provoca clorosis en las hojas más viejas, pecíolos más pequeños y menos lobulados, plantas pequeñas, crecimiento lento, maduración más rápida de los frutos (Campos 2021).

#### **1.5.5.2. Fósforo**

El fósforo es absorbido por la planta de papaya dentro de la forma de fosfato monobásico, especialmente  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y en cantidades más pequeñas como fosfato bibásico  $\text{HPO}_4^{2-}$ ; el fósforo está involucrado dentro de la formación de nucleoproteínas, ácidos nucleicos y fosfolípidos, es de vital importancia en: respiración y fotosíntesis, síntesis de azúcar, grasas y proteínas, acumulación de energía (dentro de los compuestos ATP y NADP) dentro de los fenómenos de fosforilación y muchos otros procesos (Bueno *et al.* 2021).

El fosforo es vital para el crecimiento de las plantas de papaya; ningún otro nutriente puede reemplazarlo; actúa en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento de energía, la elongación celular y otros procesos (Bueno *et al.* 2021).

Promueve la formación temprana y el aumento de las raíces en el cultivo de papaya; aumenta la eficiencia del uso del agua, acelera la madurez, que es esencial

para la cosecha y la calidad de los frutos, y contribuye a elevar la resistencia a las enfermedades en algunas plantas (Werner 2019).

El fósforo contribuye a la formación de las raíces en papaya, aumenta la cantidad de brotes, acelera la maduración de los frutos, favorece la formación de semillas (Werner 2019).

Una disponibilidad precisa de este elemento tiene un efecto estupendo en la sección de crecimiento primario, favorece el desarrollo radicular al inicio de la floración, favorece los fenómenos asociados a la fecundación, fructificación, maduración y la precocidad del auge (Vega 2019).

#### **1.5.5.2.1. Síntomas de deficiencia del fósforo**

El primer síntoma de carencia de fósforo es una planta atrofiada; las hojas pueden llegar a deformarse con una carencia extrema, pueden aparecer además regiones necróticas en las hojas y los tallos (Raya *et al.* 2020).

La carencia de fósforo se manifiesta en la planta con signos y síntomas que consisten en: matiz ordinario, tonos oscuros, con tintes bronce o púrpura, reducción del desarrollo, específicamente en el crecimiento lateral (Raya *et al.* 2020).

El aspecto general de una planta de papaya deficiente en fósforo es una planta enana, tallos muy delgados y entrenudos breves; floración, fructificaciones deficientes y maduración retardada (Vega 2019).

#### **1.5.5.3. Potasio**

El potasio es fundamental para la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, azúcar y almidón, la formación de hidratos de carbono, la formación de frutos, el paso de azúcares a la base, la mejora de la calidad de los frutos, la resistencia a las enfermedades, adaptaciones y la disminución de la presión de los nematodos (Bagantes y Mora 2020).

Al aumentar la fertilización potásica en el cultivo de papaya, se incrementa contenido de K dentro del pedúnculo, tendiendo al equilibrio nutricional con N, P, Ca, Mg, Na y B, resultando en el fortalecimiento del pedúnculo, evitando la caída de las flores como resultado de debilitamiento (Bagantes y Mora 2020).

El potasio desempeña múltiples funciones dentro de la planta de papaya que incluyen: activador enzimático dentro de la formación de ciertas uniones peptídicas (metabolismo de las proteínas), activador enzimático del metabolismo de la glucosa, interviene en la respiración, aspecto de la clorofila, promueve la fotosíntesis a través de la activación de varias enzimas, mejora el rendimiento del consumo de agua con la ayuda de aumentar la tensión osmótica de las células, haciéndolas más turgentes y acelera la translocación de los productos asimilados (Aguilar *et al.* 2019).

#### **1.5.5.3.1. Síntomas de deficiencia del potasio**

La deficiencia del potasio provoca que las plantas de papaya crezcan lentamente; el sistema radicular se desarrolla lentamente, los tallos son vulnerables, el vuelco de la planta es frecuente, las semillas son pequeñas y arrugadas, y las flores muestran una baja resistencia (Salamanca y Román 2020).

Su deficiencia provoca hojas viejas de color amarillo verdoso, con bordes quemados y aspecto difícil, ángulo de inserción del pecíolo y tallo agudo; frutos y semillas con longitud disminuida, deformes, baja resistencia a las enfermedades, pulpa descolorida, epidermis mucho menos gruesa y menor resistencia al manejo (Salamanca y Román 2020).

Cuando existe deficiencia de potásico en el cultivo de papaya, las hojas adultas muestran un color bronceado dentro de los tejidos internervales; las hojas afectadas están caídas y forman una inclinación mayor de 90° en su inserción en el tallo al mismo tiempo que las hojas regulares forman un ángulo agudo sobre esta inserción (Salmerón 2019).

### 1.5.6. Extracción de nutrientes del cultivo de papaya

La extracción de nitrógeno del cultivo de papaya es relativamente alta, por lo que exige altas dosis de fertilizantes para obtener una alta producción de frutos de buena calidad, como obtener plantas con resistencia al ataque de plagas o variaciones de clima; el fruto presenta dos periodos de mayor desarrollo: primero, durante los tres meses posteriores a la abertura de la flor y segundo, durante los treinta días anteriores a la cosecha, debido en gran parte a la mayor acumulación de agua en los tejidos (Salmerón 2019).

Los dos elementos mayores que más consume en el cultivo de papaya son el potasio y nitrógeno; mientras que el fósforo lo requiere en menores cantidades (Escamilla 2020).

**Tabla 1.** Extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del cultivo de papaya

<b>Nutriente</b>	<b>Requerimiento (kg/ha)</b>
Nitrógeno	140
Fósforo	13,5
Potasio	145

**Fuente:** Escamilla, 2020.

### 1.5.7. Requerimientos nutricionales papaya (kilogramos por hectárea.)

Según Constantino (2019), expresa las siguientes recomendaciones de fertilización de acuerdo con la edad de las plantas de papaya, para una población de 2000 plantas por hectárea (Tabla 2).

**Tabla 2.** Requerimiento nutricional del cultivo de papaya

<b>Elemento</b>	<b>2 a 4 meses</b>	<b>4 a 12 meses</b>	<b>1 – 2 años</b>	<b>Total</b>
Nitrógeno	20 a 40	40 a 60	60 a 120	120 a 220
Fosforo	13 a 26	35 a 52	61 a 78	108 a 156
Potasio	17 a 25	25 a 50	84 a 117	125 a 191

**Fuente:** Constantino, 2019.

### **1.5.8. Aplicación y movimiento de nitrógeno, fosforo y potasio**

El nitrógeno se mueve dentro del suelo con bastante libertad durante la fase de crecimiento; la aplicación del nitrógeno dentro de la zona pedicular no es crítica para que sea interceptado por las raíces; el nitrógeno ureico como el amoniacal se convierten en nitrógeno nítrico de forma inesperada cuando las situaciones del medio son favorables para el crecimiento de la planta (Roberts 2019).

El fósforo requiere más atención en su aplicación, debiendo ser colocado donde pueda ser interceptado por las raíces; la colocación del fósforo en bandas es el método agronómico más adecuado cuando se trata de suelos poco fértiles (Roberts 2019).

La aplicación del potasio es importante en el cultivo de papaya, su movimiento en el suelo es por difusión, en la cual su aplicación se debe realizar al voleo o de forma incorporada al suelo (Álvarez 2020).

### **1.5.9. Antecedentes de aplicación de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de papaya**

Sánchez (2019), señala mediante varios estudios en fertilización en papaya, que se debe tomar como base 600 kg de nitrógeno por año, realizando aplicaciones de 41 g de nitrógeno en cada planta (equivalente a 205 kg de N. Ha<sup>-1</sup>), alcanzando un crecimiento considerable en el grosor de los tallos de papaya.

La planta de papaya extrae de 116 a 150 gramos de nitrógeno, 173 a 184 gramos de potasio, 20 gramos de fósforo, 37 gramos de calcio y 21 gramos de magnesio por año; el 38 % del nitrógeno y el 56 % del potasio extraídos del suelo a través de la planta van a la fruta (Sánchez 2019).

Mengel (2019) señala que, en condiciones normales, la planta de papaya extrae 77 kg de nitrógeno, 0,22 kg de fósforo, 2,12 kg de potasio, 0,35 kg de calcio y 0,18 kg de magnesio por tonelada de fruta producida; estas cantidades equivalen a 58 g de nitrógeno, 8 g de fósforo, 70 g de potasio, 12 g de calcio y 6 g de magnesio por planta

Gálvez (2020) mediante varios ensayos ha demostrado que deben realizarse aplicaciones de 290 kg de nitrógeno, 219 kg de  $P_2O$  y 129 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$ , para lograr un rendimiento adecuado en el cultivo de papaya.

Los rendimientos máximos se obtienen con fertilizaciones de 316 g de nitrógeno por planta en el primer año y de 484 g de nitrógeno en los segundos 12 meses; el exceso de nitrógeno se asocia con una producción inmoderada de brotes laterales (chupones); además, la planta tiende a retrasarse con respecto a la floración y a fructificar a mayor altura de la planta (Callirgos 2019).

En cuanto a las variables de crecimiento, el fósforo aumenta la altura de la planta a los 142 días, la anchura de la copa a los 142 y 262 días, y la circunferencia del tallo a los 142, 262 y 382 días después del trasplante (Quesada 2019).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= No es de vital importancia conocer los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (*C. papaya* L.) en Ecuador.

Ha= Es de vital importancia conocer los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (*C. papaya* L.) en Ecuador.

## **1.7. Metodología**

El presente documento que corresponde al componente práctico del trabajo Complexivo para la modalidad de titulación, se realizó mediante la recolección de información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas y artículos, ponencias, congresos y de cualquier material bibliográfico de carácter científico.

La información recopilada fue sometida a procesos de análisis, síntesis y resumen donde se fundamentó la importancia de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (*C. papaya* L.) en Ecuador.

## **CAPITULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la importancia de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (*C. papaya* L.) en Ecuador.

Los macronutrientes nitrógeno, fosforo y potasio, son elementos importantes en cantidades abundantes para asegurar el crecimiento, desarrollo y rendimiento potencial del cultivo de papaya.

#### **2.2. Situaciones detectadas**

Es vital para el crecimiento de las plantas de papaya; forma parte de todas las células de las plantas; las plantas necesitan grandes cantidades de nitrógeno; el nitrógeno es esencial para la síntesis de clorofila y, como parte de la molécula de clorofila, tiene un papel en los procesos de fotosíntesis. Las plantas de papaya deficientes en N, comienzan a presentar amarillamiento después de que alcanzan los 5 a 6 meses de edad, afectando probablemente la floración y el cuajado de los frutos.

El fósforo contribuye a la formación de las raíces en papaya, aumenta la cantidad de brotes, acelera la maduración de los frutos, favorece la formación de semillas. El primer síntoma de carencia de fósforo es una planta atrofiada; las hojas pueden llegar a deformarse con una carencia extrema, pueden aparecer además regiones necróticas en las hojas y los tallos.

El potasio es fundamental para la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, azúcar y almidón, la formación de hidratos de carbono, la formación de frutos, el paso de azúcares a la base, la mejora de la calidad de los frutos, la resistencia a las enfermedades y adaptaciones favorables. La deficiencia del potasio provoca

que las plantas de papaya crezcan lentamente; el sistema radicular se desarrolla lentamente, los tallos son vulnerables, el vuelco de la planta es frecuente, las semillas son pequeñas y arrugadas, y las flores muestran una baja fecundación.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Es fundamental que los productores de papaya conozcan que la extracción de nitrógeno y potasio del cultivo de papaya es relativamente alta, por lo que exige altas dosis de fertilizantes para obtener una alta producción de frutos de buena calidad, como obtener plantas con resistencia al ataque de plagas o variaciones de clima; mientras que el fósforo lo requiere en menores cantidades.

El manejo nutricional del cultivo de papaya debe estar basado en los principales elementos nitrógeno, fósforo y potasio, para establecer rendimientos altos, que generen una rentabilidad considerable para los agricultores.

### **2.4. Conclusiones**

Mediante la información analizada se concluye lo siguiente:

- El nitrógeno es responsable del crecimiento de las plantas de papaya y de la coloración verde de las hojas, es un constituyente de los aminoácidos, siendo crucial para la síntesis de proteínas (Kumar *et al.* 2020).
- La deficiencia de nitrógeno provoca clorosis en las hojas más viejas, pecíolos más pequeños y menos lobulados, plantas pequeñas, crecimiento lento, maduración más rápida de los frutos (Campos 2021).
- El fósforo contribuye a la formación de las raíces en papaya, aumenta la cantidad de brotes, acelera la maduración de los frutos, favorece la formación de semillas (Werner 2019).
- La deficiencia de fósforo en papaya se expresa en una planta enana, tallos muy delgados y entrenudos breves; floración, fructificaciones deficientes y maduración retardada (Vega 2019).

- El potasio es fundamental para la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, azúcar y almidón, la formación de hidratos de carbono, la formación de frutos, el paso de azúcares a la base, la mejora de la calidad de los frutos y la resistencia a las enfermedades (Bagantes y Mora 2020).
- La deficiencia de potasio provoca hojas viejas de color amarillo verdoso, con bordes quemados, ángulo de inserción del pecíolo y tallo agudo; frutos y semillas con longitud disminuida, deformes, baja resistencia a las enfermedades, pulpa descolorida, epidermis mucho menos gruesa y menor resistencia al manejo (Salamanca y Ramón 2020).
- Los macronutrientes que más consume el cultivo de papaya son el nitrógeno y potasio, en menos cantidad el fosforo, siendo todos importantes en el desarrollo, crecimiento y producción (Escamilla 2020).
- La extracción de nutrientes que realizan los órganos aéreos del cultivo de papaya son nitrógeno (140 kg/ha), fosforo (13,5 kg/ha) y potasio (145 kg/ha) (Escamilla 2020).
- Se debe realizarse aplicaciones de 290 kg de nitrógeno, 219 kg de  $P_2O$  y 129 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$ , para lograr un rendimiento adecuado en el cultivo de papaya (Gálvez 2020).

## 2.5. Recomendaciones

De acuerdo a lo detallado anteriormente se recomienda lo siguiente:

Tomar en consideración los macronutrientes nitrógeno, fosforo y potasio con un programa de fertilización para aumentar la producción de frutos.

Se debe realizar un análisis de suelo para establecer un programa de fertilización adecuado con macronutrientes y microelementos en papaya.

Aplicar alternativas de aplicación de fertilizantes más eficientes para evitar pérdidas por diferentes procesos - físicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E. 2020. Guía técnica del cultivo de la papaya. CENTA. 40 p.  
<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/DOCUMENTOS%20WEB/0002534-ADDOCGG.pdf>
- Angulo, V. 2019. Fertilización química en el cultivo de papaya (Carica papaya) en la zona de Quininde. Tesis Ing. Agr. Quevedo. Ecuador. 62 p.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1557/1/T-UTEQ-0193.pdf>
- Armella, C. 2020. Cultivo de papaya (Carica papaya). INTA. 61 p.  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/produccion\\_de\\_papaya\\_en\\_el\\_noa.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/produccion_de_papaya_en_el_noa.pdf)
- Aspeitia, V. 2021. Estudio molecular, morfológico y fisiológico de semilla de papaya variedad maradol (Carica papaya L.) asociado con el sexo de las plantas. Tesis Ing. Agr. Santillo. Mexico. 60 p.  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7039/ASPETIA%20ECHEGARAY%20%20VIOLETA%20%20TESIS%20MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, C., Alcántara, J., Leyva, S., Ayvar, S., Diaz, G. 2019. Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(3): 44-56.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n3/2007-0934-remexca-10-03-575.pdf>
- Bogantes, A., Mora, E. 2020. Efecto de sustratos orgánicos y fertilización inorgánica sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.). Agricultura Tropical 32:29-37.
- Bueno, E., López, A., Haller, V., Gallardo, F., Ojeda, M., Mosqueda, R. 2019. Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. Revista Terra Latinoamericana 23(3): 409-415.  
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57311101013.pdf>

- Bueno, E., López, A., Haller, R. 2021. Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. 23(3): 409-415. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311101013.pdf>
- Constantino, M. 2019. Efecto de la biofertilización en el crecimiento y nutrición de plántulas de papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol). Tesis Ing. Agr. ECOSUR. 159 p. [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1686/1/100000036708\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1686/1/100000036708_documento.pdf)
- Castro, L. 2018. Manejo de la nutrición y Concentración de nutrientes en el tejido foliar del cultivo de Papaya. Revista Producción Agrícola 12(5): 58-69. <file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-CurvasDeAbsorcionDeNutrientesEnPapayaCaricaPapayaL-5018181.pdf>
- Campos, M. 2021. Manejo y control de la nutrición del cultivo de papaya. IICA. 75 p.
- Colcha, J. 2020. Comercialización del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en la Provincia de los Ríos. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 53 p. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2841/1/TESINA%20PAPAYA%20COLCHA%20C%81RDENAS%20JORGE.pdf>
- Callirgos, C. 2019. Niveles de fertilización N-K20 en el cultivo de papayo (*Carica papaya* L.). Tesis Ing. Agr. Tingo María. Perú. 125 p. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/117/AGR-562.pdf?sequence=1&isAllowed=n>
- Escamilla, J. 2020. Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya. Chapingo, MX. 166 p.
- Fallas, R., Bertsch, F., Barrientos, M. 2019. Curvas de absorción de nutrientes en papaya (*Carica papaya* L.) en las fases de crecimiento vegetativo, floración e inicio de cosecha. Agronomía Costarricense 38(2): 43-54.

file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-  
CurvasDeAbsorcionDeNutrientesEnPapayaCaricaPapayaL-  
5018181%20(1).pdf

Granda, M. 2021. Estudio de prefactibilidad para la exportación de papaya al mercado canadiense en el periodo 2020-2025. Tesis Lic. Quito, Ecuador, PUCE. 84 p. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/19055>

Gálvez, J. 2020. Aspectos tecnológicos de manejo y requisitos para la producción de papaya Hawaiana con fines de exportación a los Estados Unidos, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 57 p.

Gil, A., Miranda, D. 2019. Morfología de la flor y de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.): variedad Maradol e híbrido Tainung-1. *Agronomía Colombiana* 23(3): 217-222. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v23n2/v23n2a04.pdf>

García, G. 2019. Población y control de caracol en el cultivar papaya, en San Antonio, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Machala. Ecuador. 60 p. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1030/7/CD301\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1030/7/CD301_TESIS.pdf)

Hernández, G., Soto, A., García, E., Pérez, A., Rocandio, M., Cordova, L. 2019. Variación morfológica *in situ* de *Carica papaya* l. nativa. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42(1): 66-78. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802019000100047](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000100047)

Jurado, J. 2020. Producción y rentabilidad del cultivo de papaya tradicional (*Carica papaya*), en la zona fumisa del cantón Buena Fe. Tesis Ing. Agr. Buena Fe. Ecuador. 109 p. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4466/1/T-UTEQ-093.pdf>

Jiménez, M. 2020. Manejo de riego en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Los Ríos. Ecuador. 26 p.

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8037/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kirad, K., Barche, S., Singh, D. 2020. Integrated Nutrient Management in papaya (*Carica papaya* L.) cv. Surya. *Acta Horticulturae* 851:377-380.

Kumar, N., Soorianathasundaram, K., Meenakshi N., Manivannan, M., Suresh, J., Nosov, V. 2020. Balanced fertilization in papaya (*Carica papaya* L.) for higher yield and quality. *Acta Horticulturae* 851:357-362.

Mengel, K. 2019. Principios de la nutrición vegetal. Instituto Nacional de la Potasa. 597 p.  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod\\_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf)

Quiñones, E., López, L., Rincón, G. 2018. Dinámica del crecimiento de papaya por efecto de la inoculación micorrízica y fertilización con fósforo. *Revista Chapongo. Serie Horticultura* 20(2): 224-237.  
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.05.018>.

Rajbhar, P., Singh, G., Lal, M. 2021. Effect of N, P, K and spacing on growth and yield of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pant Papaya 1. *Acta Horticulturae* 851:425-428.

Raya, V., Socorro, A., Fernández, D., Hernández, P., Caballero, M. 2020. Concentraciones de absorción de macronutrientes en el cultivo de papaya en invernadero. *Producción agrícola* 15(6): 51-69.  
<http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2071.%20XIV%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Fertilizacio%CC%81n/Concentraciones%20de%20absorcio%CC%81n%20de%20macronutrientes%20en%20el%20cultivo%20de%20papaya%20en%20invernadero.pdf>

Salamanca, R., Román, C. 2020. Nutrición y fertilización del cultivo de papaya. ICA. 9 p. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17764/42357\\_46125.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17764/42357_46125.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Salmerón, G. 2019. Evaluación del crecimiento, rendimiento y rentabilidad en papaya (Carica papaya L.), utilizando tres dosis de vermicompost. Tesis Ing. Agr. Nicaragua. UNA. 46 p.

Sánchez, A. 2019. Aplicación de tecnología incluyendo labores de cultivo en el sistema de producción de papaya maradol. Tesis Ing. Agr. Santillo. México. UAA. 92 p. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5719/T14007%20SANCHEZ%20OLVERA%2C%20ANGEL%20%20MEMORIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quesada, L. 2019. Evaluación de fuentes y dosis de potasio en el rendimiento y calidad del cultivo de papaya. Tesis Ing. Agr. Honduras. EAPZ. 24 p. [https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1f46c065-b242-4b7e-acfc-1ac081f86671/content#:~:text=Extracci%C3%B3n%20de%20nutrientes%20por%20el%20cultivo%20de%20la%20papaya.,-Nutriente&text=Nitr%C3%B3geno%20140.0%20F%C3%B3foro%20\(P2O5\)%2013.5,22.0%20Fuente%3A%20Gomes%20et%20al.](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1f46c065-b242-4b7e-acfc-1ac081f86671/content#:~:text=Extracci%C3%B3n%20de%20nutrientes%20por%20el%20cultivo%20de%20la%20papaya.,-Nutriente&text=Nitr%C3%B3geno%20140.0%20F%C3%B3foro%20(P2O5)%2013.5,22.0%20Fuente%3A%20Gomes%20et%20al.)

Ruiz, C., Caballero, W., Román, M., Rodríguez, S., Fernández, M., Jiménez, L. 2021. Caracterización morfológica e isoenzimática de nuevos híbridos de papaya. Cultivos Tropicales 25(6): 64-79. <http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/html/v39n2/body/cag05212.htm>

Roberts, T. 2019. Papel del fósforo y del potasio en el establecimiento de los cultivos. INPOFOS. 4 p. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2473CABE355B4BBE85258012005ECC69/\\$FILE/Art%201.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2473CABE355B4BBE85258012005ECC69/$FILE/Art%201.pdf)

Vega, A. 2019. Curvas de absorción de nutrientes y fertilización de almácigos orgánicos de papaya (*Carica papaya*) híbrido Pococí, Alajuela, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Costa Rica. UC. 74 p. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4327/1/41648.pdf>

Werner, H. 2019. Response of papaya cv Tainung 2 at different sources, levels and application intervals of nitrogen. *Trop. Hort.* 37: 94-98.