



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
“EFECTOS DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS EN EL  
DESARROLLO RADICULAR DEL PALTO”  
(Persea americana)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach.: RODRIGUEZ MEDINA MANUEL ERNESTO**

**ASESOR**

**Ing. NEPTALI PEÑA ORREGO**

**Lambayeque – Perú**

**2015**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**“EFECTOS DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS EN EL**  
**DESARROLLO RADICULAR DEL PALTO”**  
**(Persea americana)**

APROBADA POR:

---

**Ing. ROBERTO TIRADO LARA**

---

**Ing. ROSO PASACHE CHAPOÑAN**

---

**Ing. MSc. NEPTALI PEÑA ORREGO**  
**Asesor**

**LAMBAYEQUE \_ PERÚ**

**Diciembre del 2015**

## ***DEDICATORIA:***

A Dios, porque nos guía en  
cada momento de nuestras  
vidas.

A nuestros Padres por su apoyo constante  
e incondicional y su loable ejemplo  
diario que contribuyó para culminar  
este logro propuesto

## ÍNDICE

ABSTRACT .....	1
RESUMEN.....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 CULTIVO DEL PALTO.....	5
2.1.2 ORIGEN.....	5
2.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA .....	5
2.1.3 PROPAGACIÓN .....	5
2.1.4 SUELO Y CLIMA .....	6
2.1.5 DENSIDAD DE SIEMBRA .....	6
2.2 SUSTANCIAS HÚMICAS .....	6
2.2.1 FORMACIÓN, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS .....	9
2.2.2 PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LOS ÁCIDOS FULVICOS.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1 MATERIALES.....	14
3.2 MÉTODOS.....	14
3.2.1 INSTALACIÓN DE JAULAS DE ENRAIZAMIENTOS.....	15
3.2.2 INSTALACIÓN DE RIZOTRONES .....	15
3.2.3 DOSIS Y TRATAMIENTOS .....	15
3.2.4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	16
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	16
8.1 BIOMASA RADICULAR.....	16
IV. CONCLUSIÓN.....	19
V. RECOMENDACIONES .....	19
XII. ANEXOS.....	21

## **ABSTRACT**

The soils of the coast, in particular the eriazos floors enabled for agricultural production, present very low conditions of fertility (low levels of organic matter, slightly alkaline pH, moderate electrical conductivity, coarse texture, among others) that limit an optimal performance of the crops.

It is necessary to apply solid and liquid organic amendments that contribute to improve the physical, chemical and biological properties of soils. In addition, the use of nutrients of organic origin allows to provide precursors of phytohormones, humic extracts, amino acids, carboxylic acids, among other elements that contribute to the adequate nutrition of the plants, and compensate for the aforementioned deficiencies of the soils that support them.

The present work was carried out in the AGROKASA farm in the Barranca province of the department of Lima. The objective was to evaluate the effect of fulvic acids on the development of root mass in the cultivation of Hass avocado versus Biol (organic matter).

The result of the fulvic acids Mallki, against another organic matter (Biol) after 100 days is a development in the root mass in dry weight of 1.93 times higher than the liquid organic matter (Biol) and 2.28 times higher than the control.

Keywords: fulvic acid, radicular mass, organic matter.

## **RESUMEN**

*Los suelos de la costa, en particular los suelos eriazos habilitados para producción agrícola, presentan muy bajas condiciones de fertilidad (bajos niveles de materia orgánica, pH ligeramente alcalino, conductividad eléctrica moderada, textura gruesa, entre otros) que limitan una performance óptima de los cultivos.*

*Es necesaria la aplicación de enmiendas orgánicas sólidas y líquidas que contribuyan a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Además, el uso de nutrientes de origen orgánico permite aportar precursores de fitohormonas, extractos húmicos, aminoácidos, ácidos carboxílicos, entre otros elementos que contribuyen a la nutrición adecuada de la plantas, y compensar las deficiencias ya mencionadas de los suelos que las soportan.*

*El presente trabajo se realizó en el fundo AGROKASA en la provincia de Barranca del departamento de Lima. El objetivo fue evaluar el efecto de los ácidos fúlvicos en el desarrollo de la masa radicular en el cultivo de palto variedad Hass frente a Biol (materia orgánica).*

*EL resultado de los ácidos fúlvicos Mallki, frente a otra materia orgánica (Biol) después de 100 días es un desarrollo en la masa radicular en peso seco de 1.93 veces superior a la materia orgánica líquida (Biol) y 2.28 veces superior al testigo.*

*Palabras clave: ácido fúlvicos, masa radicular, materia orgánica.*

## ***I. INTRODUCCIÓN***

El origen de los Paltos (*Persea americana* Mill), se encuentra dispersa en las zonas tropicales y subtropicales desde el Perú Precolombino hasta México. La Palta graficada en los ornamentos de los cementerios en Chimbote y Trujillo con 8 mil años de antigüedad lo demuestra. La Palta se cultiva en numerosas regiones tropicales y subtropicales del mundo; produciendo 2 millones de toneladas por año. Estudios científicos en las universidades de Europa y Estados Unidos afirman que es una fruta saludable, por su contenido de nutrientes a diferencia de otras frutas; el aceite en la palta oscila entre el 8% y 30% según la variedad, alto contenido de Luteína; proteína protectora de la enfermedad ocular en ancianos. Hay muchas variedades de palta, pero pocas son aptas para el mercado local ó de exportación; las más conocidas son “Fuerte”, “Hass” y “Nabal”, se comercializa todo el año con marcada demanda y variada estacionalidad de producción. Las condiciones para alcanzar altos rendimientos por hectárea se inician en la elección y análisis de fertilidad del suelo, plantones con buena calidad de semilla, buen manejo agronómico. Las adecuadas formas de cosecha, tratamientos de post cosecha y comercio, son los principales temas del presente manual.

En el inicio del ciclo de un cultivo es fundamental que la planta enraíce bien durante los primeros días tras el trasplante. De esto dependerá la producción final, el desarrollo vegetal y la resistencia a plagas y virus.

El sistema radicular es el centro de mandos de una planta y lo que sucede en esta parte del vegetal va a definir el crecimiento y la productividad del cultivo. De hecho, es reconocida la relación directa entre las raíces y el desarrollo de la parte aérea: a mayor masa radicular, mayor grosor del tallo y más capacidad de traslocación, por lo que aumenta el área de las hojas favoreciendo la fotosíntesis y, por tanto, aumentando el calibre de los frutos. Es por ello la importancia de utilizar un enraizante para favorecer el desarrollo del sistema radicular.

Los Ácidos Fulvicos son sustancias químicas naturales polifuncionales muy complejas, que forman sustancias húmicas, las cuales están presentes en los suelos, lagos, mares, materia orgánica de origen animal y que además son bases de los ciclos de los micronutrientes del suelo.

Los ácidos fúlvicos son agentes complejantes de cationes muy importantes, por lo que causan un impacto directo en la biodisponibilidad y transportes de los mismos

En este trabajo se analizaron los efectos de enraizamientos de los ácidos fúlvicos, en el cultivo de Palto Hass el cual se inyectó por sistema de riego a una dosis de 200 L por hectárea, el cual se fraccionó en 5 dosis durante el tiempo del ensayo, las evaluaciones se realizaron cada 55 días, el cual se tomara en cuenta el crecimiento de raíces y masa radicular al momento de la cosecha de raíz

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los suelos de costa central, en particular los suelos eriazos habilitados para producción agrícola, presentan muy bajas condiciones de fertilidad (Bajos niveles de Materia Orgánica, pH ligeramente alcalino, conductividad eléctrica moderada, textura gruesa, entre otros) que limitan una performance óptima de los cultivos. Siendo necesaria la aplicación de enmiendas orgánicas sólidas y líquidas que contribuyan a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, además, el uso de nutrientes de origen orgánico, aportaran precursores de fitohormonas, materia húmica, aminoácidos, entre otros elementos que contribuyen a la nutrición adecuada de la plantas, y compensar las deficiencias ya mencionadas de los suelos que las soportan.

### **OBJETIVO:**

- Evaluar la eficacia (la efectividad de dos abonos líquidos ricos en Ácidos Fulvicos) de la aplicación por riego tecnificado del Abono Líquido Ácidos Fúlvicos – Mallki en el enraizamiento del Cultivo de Palto Hass.



## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 CULTIVO DEL PALTO**

#### **2.1.2 ORIGEN**

El origen de los paltos (*Persea Americana Mill*) se remonta a la Época Precolombina, en la que se encontraba disperso en las zonas tropicales y subtropicales que iban desde Perú hasta México. Actualmente, la palta se cultiva en numerosas regiones tropicales y subtropicales del mundo, cuya producción llega hasta dos 2 millones de toneladas por año. Estudios científicos en las universidades de Europa y Estados Unidos afirman que es un alimento salubre por su contenido de nutrientes que la diferencian de otras frutas; el aceite en la palta oscila entre el 8% y 30%, según la variedad, de alto contenido de Luteína, proteína protectora de la enfermedad ocular en ancianos. Hay muchas variedades de palta, pero pocas son aptas para el mercado local o de exportación; las más conocidas son Fuerte, Hass y Nabal, que se comercializan todo el año con marcada demanda y variada estacionalidad de producción.

#### **2.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA**

La palta pertenece al género *Persea* de la familia de las Lauraceas y se divide en tres variedades botánicas o razas:

A.- Raza mexicana

B.- Raza guatemalteca

C.- Raza antillana

#### **2.1.3 PROPAGACIÓN**

El palto se propaga por semilla botánica de acuerdo a la característica del terreno donde se realizará la siembra. La semilla de topa se debe ubicar en

zonas de valles interandinos por su tolerancia a la saturación de agua, mientras que la semilla de Zutano, como patrón, se debe sembrar en zonas cuyos terrenos son sueltos o franco arenosos de fácil evacuación del agua, pues no tolera el exceso de agua.

#### **2.1.4 SUELO Y CLIMA**

Los paltos se cultivan desde el nivel del mar hasta los 2,700 m.s.n.m.; la temperatura y la lluvia son los factores de mayor incidencia en el cultivo. La temperatura influye en la producción del palto; la resistencia al frío dependerá de la raza y calidad del patrón. En la región andina es necesario 1,200 mm de lluvia distribuida en el año; las sequías prolongadas afectan el cultivo. El exceso de lluvia en floración o cuajado de frutos causa pérdida y proliferación de enfermedades. Se recomienda suelos profundos, franco arenoso, textura liviana con pH 5.6 a 6.5; los suelos arcillosos con buen drenaje son también adecuados. Los paltos son originarios de suelos macro porosos y aireados, los que favorecen a las plantaciones de palta para producir 25 TM/ha; en cambio, otras plantaciones con suelo poco aireados y compactos con un pH 5,6 a 6 producen solo 9 TM/ha. Por ello, se recomienda el análisis de suelo para determinar los planes adecuados para el desarrollo productivo sostenible.

#### **2.1.5 DENSIDAD DE SIEMBRA**

Las nuevas plantaciones de palto tienen distancias más cortas a diferencia de aquellas mayores de 20 años. Las empresas exportadoras producen 60 TM/ha con 625 plantas/ha o 700 plantas/ha, todos en terrenos planos y con riego tecnificado, con los estudios de suelos y luz solar suficiente para no afectar el cultivo logrando altos rendimientos.

### **2.2 SUSTANCIAS HÚMICAS**

Las propiedades del suelo son consecuencias de sus características físicas y químicas, y por lo tanto, del tipo de gránulos que lo conforman, los cuales

se clasifican según su tamaño y composición. Los gránulos que exceden los 2mm reciben el nombre de grava, y no se consideran en los análisis químicos de los suelos en cambio, los gránulos de menor tamaño se dividen en tres partes según su “diámetro medio “. Las partículas cuyo diámetro están comprendido entre 2.0 mm y 200  $\mu\text{m}$  se llaman arena; las de diámetro medio de 200 $\mu\text{m}$  a 2 $\mu\text{m}$  se llaman limo, y aquellas cuyo diámetro es igual o inferior a 2 $\mu\text{m}$  forman la arcilla. La arcilla está conformada por partículas tanto de naturaleza química inorgánica como sustancias orgánicas que comúnmente llamamos humus.

A la fecha se utiliza el término de humus cuando se quiere hablar de materia orgánica que ha perdido todo vestigio de organización biológica (celular) y que vista al microscopio aparece como una materia amorfa, compleja, macromolecular, polimérica. El humus posee inusuales y excepcionales capacidades de cambio, alteración, y combinación molecular, ya que son capaces de interaccionar al nivel molecular con otras sustancias orgánicas e incluso inorgánicas. La palabra humus no siempre se ha utilizado de la misma forma; pues fue en Roma (1761) que por primera vez se aplicó este término para aplicar para nombrar al suelo en su totalidad; después de describir el abono de origen animal, a la materia orgánica propia del suelo, y a las sustancias orgánicas que se forman de él.

Desde un punto de vista geológico, las sustancias húmicas son los intermediarios químicos entre las plantas y los fósiles; son el último producto de descomposición natural aeróbico de toda la materia viviente en presencia de agua. Para que el proceso de humificación (descomposición) se lleve a cabo, se requiere que los restos de plantas y animales sean digeridos de manera sucesiva por al menos tres especies diferentes de microorganismos apropiados, lo que culmina en la formación de una de las sustancias naturales más complejas de la Tierra, por lo que la naturaleza química de los suelos, de los pantanos y de los sedimentos varía según la transformación y degradación que haya sufrido la materia

orgánica de la que provienen.

El primer estudio relevante del origen y de la naturaleza química de las sustancias húmicas fue hecho por Sprengel en 1839 [2], y hasta la fecha es el más importante. En ese mismo año, el investigador sueco Berzelius contribuyó de manera importante al conocimiento de las SH al aislar dos tipos diferentes de sustancias húmicas, ambas de color ligeramente amarillo, a partir de agua mineral y de barro limoso rico en óxidos férricos.

Gracias al profundo estudio de las sustancias húmicas que se han realizado en los últimos 100 años y siguiendo los criterios de Kononova, éstas se pueden clasificar y fraccionar en los siguientes grupos:

- Ácidos Húmicos
- Ácidos Fulvicos
- Huminas

Los ácido fulvicos son moléculas de bajo peso molecular (relativamente), extremadamente complejas, solubles en agua, ya sea a pH ácido o básico; su estructura molecular le confiere sus raras propiedades y naturaleza bioactiva.

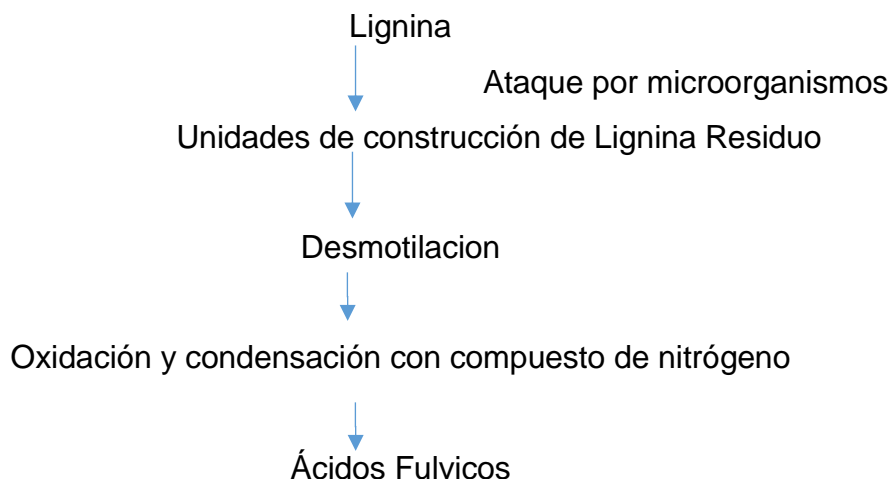
En otro sentido, el origen etimológico de los ácidos fulvicos proviene de: ful, del inglés antiguo full, que quiere decir lleno de, que tiene la habilidad o tendencia a; y vic, del francés antiguo vicare que significa cambio, alteración, doblar y/o cambiar. También existe la palabra fulvus, que proviene del latín, la cual significa amarillo intenso, amarillo rojizo, dorado o color moreno.

Es importante mencionar, que la forma correcta de llamar a estos compuestos es ácidos fulvicos (plural) y no ácido fulvico, ya que no consisten en una sola sustancia, sino que son un conjunto de sustancias variadas y complejas que reflejan la naturaleza de las planta, animales y especies de los microorganismos que les dieron origen durante el proceso de humificación.

### 2.2.1 FORMACIÓN, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS FÚLVICOS

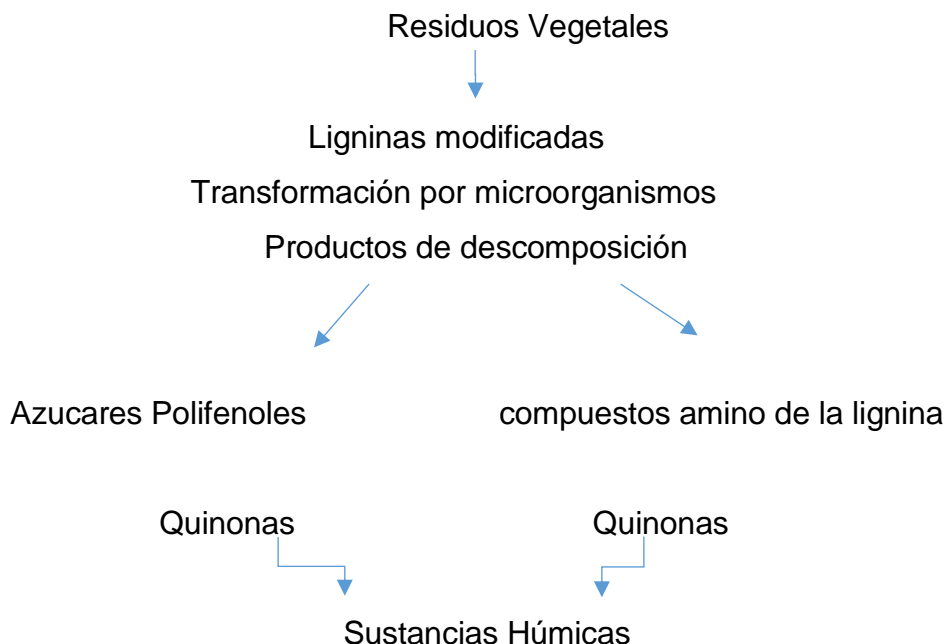
La formación de las sustancias húmicas es uno de los aspectos de la química del humus menos esclarecidos y más intrigantes. Por varios años se han propuesto varias rutas por las cuales se forman las sustancias húmicas a partir del decaimiento natural de plantas y animales que yacen en el suelo. Sin embargo, solo dos de los mecanismos propuestos especifican la formación de los ácidos fulvicos. La teoría popularizada por Waksman , fue que las sustancias húmicas son el resultado de modificaciones hechas a estructuras de lignina (figura 1). De acuerdo con esta teoría, la lignina es utilizada de forma incompleta por microorganismos, generando con ello residuos que terminan siendo parte del humus del suelo. La modificación de la lignina involucra la pérdida de grupos metoxilo (-OCH<sub>3</sub>) y la generación de o-hidroxifenoles, así como la oxidación de cadenas alifáticas laterales que generan grupos -COOH. El material modificado está sujeto a cambios futuros desconocidos que dan origen a los ácidos húmicos y a los ácidos fúlvicos.

**Figura 1.** Esquema de formación de los ácidos húmicos a partir de descomposición de lignina según Waksman



A pesar de que la teoría de la lignina es comúnmente considerada para explicar la formación de sustancias húmicas, hoy en día la mayoría de los investigadores están a favor de las rutas propuestas por Stevenson, mismas que involucran quinonas; estas rutas se ilustran en las Figuras 2.

Figura 2. Formación de los ácidos húmicos según Stevenson



En la Figura 1 no se contempla la formación de ácidos fulvicos, sin embargo, en la Figura 2, se muestra que los ácidos y aldehídos fenólicos son liberados a partir de la lignina durante la degradación microbiana y posteriormente transformados a polifenoles. Los polifenoles formados sufren posteriormente una conversión enzimática a quinonas, las cuales polimerizan en presencia o ausencia de compuestos amino para formar moléculas de ácidos húmicos, o Ácidos fulvicos que posteriormente se polimerizan para generar más ácidos húmicos. Asimismo, Stevenson propone un tercer mecanismo para la formación del humus, basado en la condensación de amino-compuestos que involucran azúcares.

Se ha propuesto cuatro caminos pueden suceder en cualquier tipo de

suelo pero no en la misma proporción bien el mismo orden de importancia. Por ejemplo la teoría de la lignina podría predominar en suelos pobremente drenados, así como en sedimentos lodosos. En cambio, en ecosistemas con frecuentes y extremas fluctuaciones de temperatura, humedad e irradiación la superficie del suelo, se podría favorecer la condensación de amino compuestos a partir de azúcares.

En cuanto a la composición elemental de diferentes ácidos húmicos y ácidos fulvicos, los estudios realizados muestran que la mayoría de los elementos que los conforman son C, H, O, N y S, los cuales están presentes independientemente del país o continente en el que se originaron. Asimismo, los ácidos fulvicos contienen una mayor cantidad de grupos funcionales en su estructura, particularmente grupos  $\text{-COOH}$ , es decir, la cantidad de grupos ácidos en los ácidos fulvicos (900-1400 mmol/100g) es considerablemente mayor que en los ácidos húmicos (400-870 mmol/100g). Otra diferencia importante es que en los ácidos fulvicos la mayor parte del oxígeno se encuentra en diferentes grupos funcionales ( $\text{-COOH}$ ,  $\text{-OH}$ ,  $\text{=C=O}$ ); mientras que en los ácidos húmicos el oxígeno forma parte del núcleo de su estructura.

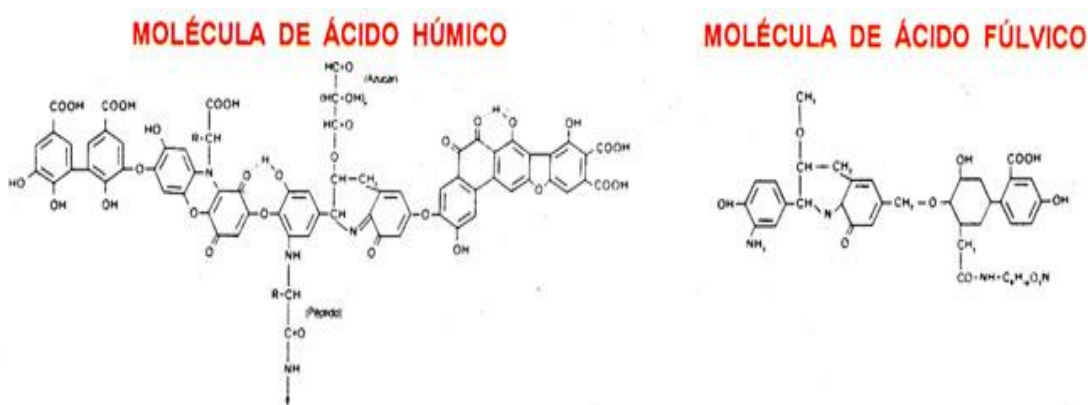
La caracterización de la estructura de las sustancias húmicas es el mayor problema a que se presenta durante su estudio, porque no son de tamaño ni composición homogénea. Han existido varias propuestas para la estructura tanto de ácidos húmicos como para ácidos fulvicos, las cuales han surgido al relacionar su comportamiento con el de estructuras conocidas, así como de tomar en cuenta su posible origen. En la Figura 4 se muestran algunas de las estructuras propuestas para los ácidos fulvicos. En las imágenes que se presentan en la Figura 4 se aprecia que no se ha establecido una estructura concreta para los ácidos fulvicos, pero la mayoría de las estructuras hipotéticas coinciden en ser moléculas pequeñas (en relación con las propuestas para los ácidos húmicos), con muchos grupos funcionales, en su

mayoría grupos -COOH, contener pocos anillos en su estructura y que los grupos funcionales están unidos mediante cadenas alifáticas.

## 2.2.2 PROPIEDADES Y APLICACIONES DE LOS ÁCIDOS FULVICOS

Tanto los ácidos húmicos como los ácidos fulvicos, cuya estructura se muestran en la Figura 3, son de gran importancia en los cultivos, ya que evitan que las tierras se compacten; ayudan a transferir nutrientes del suelo a la planta, aumentan la capacidad de retención de agua, incrementan la velocidad de germinación de las semillas y estimulan la proliferación de la microflora presente en el suelo.

**Figura 3.** Estructura de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos



Las Sustancias húmicas forman sales con cationes de metales alcalinos y alcalinotérreos, así como con algunos otros metales, dando origen a humatos y fulvatos. Algunos de ellos son de alto valor nutricional para las plantas ya que vuelven solubles y asimilables a los metales. Así, por ejemplo, los ácidos fulvicos reducen y movilizan al hierro transformándolo de  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ .

Como ya se ha mencionado, los ácidos fúlvicos son moléculas poco



polimerizadas con grandes cantidades de grupos carboxílicos, hidróxidos, aminas, unos cuantos anillos aromáticos y cadenas laterales alifáticas de gran longitud. Estos grupos reactivos les proporcionan un carácter global ácido y una elevada capacidad de intercambio catiónico (CIC), por lo que no sólo la roca madre que conforma la arena del suelo es la responsable de este fenómeno. En un suelo, a mayor CIC, mayor es la capacidad y disponibilidad de nutrientes, y por consiguiente mayor su fertilidad, además de que se evitan precipitaciones o bloqueos indeseables de los nutrientes. Por ello se dice que las sustancias húmicas funcionan como reguladores del pH de los suelos y ayudan al proceso de meteorización de las aguas. De esta forma, la labor principal de las sustancias húmicas en el medio ambiente es la de completar y remover metales, sustancias químicas orgánicas de origen antropogénico y otros contaminantes de las aguas.

### **2.2.3 ANTECEDENTES DE USO DE ÁCIDOS HÚMICOS COMO ENRAIZADORES**

#### **2.2.3.1 Efecto de los Ácidos Húmicos y Enraizadores en el Cultivo de Espárrago**

Extraído

de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/efecto-de-acidos-humicos-y-enraizadores-en-esparrago> -

**2.2.3.2 Ventajas del uso del ácido fúlvico Fertiorganicos en sus cultivos,**  
El efecto positivo de ácido fúlvico en el crecimiento y el desarrollo de los cultivos se debe a un aumento de la extracción de macro y micronutrientes, así como un aumento de la permeabilidad de las membranas, en un nivel bioquímico; estas características conducen a las siguientes ventajas:

- Un aumento en la fotosíntesis y la ventilación. En otras palabras, la velocidad de la captura de luz se incrementa, lo que anima a una mayor producción de azúcares .

- Una mejora en el transporte de nutrientes, por lo que en las zonas donde la planta los necesita.
- Un aumento en la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos, lo que facilitará la acción de enzimas formadas con algunos ácidos y micronutrientes aminoácidos.
- Un aumento en la absorción.
- Contribuye a una mayor explotación del agua por la planta

2.2.3.3 Evaluación de tres ácidos húmicos en el cultivo de melón tipo cantaloupe, en estanzuela, zacapa campus "san luis gonzaga, s. j" de zacapa zacapa, septiembre de 2014 abel antonio pedro manolo del cid antón carnet 29182-05 tesis de grado

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

- Celdas enraizadoras
- Palanas
- Balanza
- Ácidos fúlvicos
- Mallas para filtrado de raíces
- Agua
- Centímetro

#### **3.2 MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el fundo AGROKASA en un campo de cultivo de palto Hass en Barranca la provincia de Lima. Utilizando el siguiente diseño experimental.

- Diseño Completamente Aleatorizado (DCA).
- Tratamientos: 4
- Repeticiones: 4
- Total de plantas / tratamiento: 40 Plantas
- Total Plantas / ensayo: 360 Plantas

### **3.2.1 INSTALACIÓN DE JAULAS DE ENRAIZAMIENTOS**

Se utilizó jaulas de 30 cm x 20 cm para medir el crecimiento de la masa radicular, a una distancia de 30 cm del cuello de la planta y a una profundidad de 50 cm. En la línea de riego de Sur a Norte. Por cada campo experimental se instalaron 3 jaulas siguiendo un diseño completamente aleatorizado, a las 100 días se procedió a la cosecha de las jaulas, para ello las jaulas fueron desenterradas, se tamizo la tierra, para la recuperación de raíces, las raíces fueron secadas en lapso de una semana a temperatura ambiente, para luego tomar sus pesos respectivos.

### **3.2.2 INSTALACIÓN DE RIZOTRONES**

Se utilizó rizotrones de 60cm x 60 cm para medir la longitud de crecimiento de raíces nuevas, a una distancia de 30 cm del cuello de la planta con una profundidad de 60 cm. Se llevo acaba la medición de longitud de raíces en dos periodos 55 días y a los 100 días.

### **3.2.3 DOSIS Y TRATAMIENTOS**

Se realizaron 3 tratamientos se muestra en la tabla .Cada tratamiento será aplicado en campos de cultivo que tienen bomba de riego independiente con la capacidad de riego de una ha por bomba. Las dosis aplicadas fueron de 40 litros semanales en el caso del testigo solo se uso agua  
Tabla 2 Dosis y tratamientos aplicados en el estudio

CLAVE	DETALLE
<b>T0</b>	TESTIGO (SIN MATERIA ORGANICA )
<b>T1</b>	ACIDOS FULVICOS MALLKI 200 LTS/HA
<b>T2</b>	BIOL 200 LT/ HA

### 3.2.4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Al cabo de los 100 días de evaluación, se registraron los valores de la masa radicular.

Para evaluar las diferencias entre los tratamientos de la biomasa radicular se utilizara la prueba de Análisis Varianza (ANOVA), para un solo factor siendo el factor. De encontrarse diferencia significativa se aplicará la prueba prueba LSD de Fisher.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 8.1 BIOMASA RADICULAR

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en los 3 tratamientos de la biomasa radicular. Se observa que el tratamiento con el producto Acido Fulvico Mallki obtuvo el mayor promedio con 384gr

**Tabla 1.** Promedio, Desviación estándar, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos de la longitud de las raíces registradas en los 3 tratamientos empleados.

<i>Tratamiento</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
Ac. Fulvico Mallki	4	384	38.1838	9.94%	341	426	85
BIOL	4	131.25	27.2443	20.76%	115	172	57
Testigo	4	117.75	19.8053	16.82%	94	141	47
Total	12	211	130.633	61.91%	94	426	332

En la **Tabla 2** se muestra los resultados del análisis ANOVA. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la variable Longitud entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 5% de significación. Existen diferencias estadísticamente significativas respecto a la variable biomasa radicular entre los distintos tratamientos.

**Tabla 2 Análisis de ANOVA para Longitud por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	179938	2	89969.2	104.11	0
Intra grupos	7777.5	9	864.167		
Total (Corr.)	187716	11			

Dado que se encontró diferencias significativas, se utilizo la prueba LSD de Fisher para determinar entre cuales de los tratamientos se da la diferencia significativa. Se observa que el tratamiento con el acido Fulvico tiene diferencias significativas con respecto a los otros 2 tratamientos, siendo en este tratamiento donde se obtuvo una mayor biomasa radicular.

**Tabla 3.** Comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba LSD de Fisher. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1-Feb	*	253	47.023
1-Mar	*	266	47.023
2-Mar		13.5	47.023

\* indica una diferencia significativa.

Después de analizar los datos obtenidos el producto ácidos fúlvicos Mallki tiene un efecto significativo en el desarrollo de la masa radicular de 1.93 veces superior frente al Biol y 2.28 veces frente al testigo. Con lo que se comprueba lo dicho por Chen, Y. And T. Aviad. los efectos de los ácidos fúlvicos son visibles principalmente en la parte subterránea de las plantas, ya que poseen un extraordinario poder estimulante en la raíz. Por esta razón son utilizados como enraizantes y son un complemento al fertilizante porque posee la capacidad de formar quelatos con otros elementos nutritivos, aumentando su biodisponibilidad por la planta.

#### **IV. CONCLUSIÓN**

- Ácidos Fúlvicos Mallki mostró un desarrollo 1.93 veces superior a la Materia Orgánica Líquida (BIOL) y 2.28 veces superior al Testigo.

#### **V. RECOMENDACIONES**

- Los Ácidos Fulvicos pueden utilizarse en mezcla con otros productos vía sistema de riego tecnificado por tener un ph ácido.
- Los Ácidos Fulvicos pueden utilizarse en aplicaciones foliares ya que tienen un efecto adherente con otros productos agrícolas.
- Se debería hacer más investigación sobre el producto si contiene alguna hormona dentro de sus componentes.
- Como candidatos adicionales para una validación de campo sería el Biol. Y otros productos con riquezas húmicas.

#### **VI. BIBLIOGRAFÍA**

- DGIA – MINAGRI. Estudio de palta en el Perú y el mundo. Ministerio de Agricultura – Dirección General de Información Agraria. Lima: 2008
- FARFÁN, Omar El cultivo de palto en el valle de Chaparra. – DESCO: Centro de Estudios y Promoción de Desarrollo. Arequipa: 2009
- HERRERA, Mario y Mónica NARREA. Manejo integrado de palto. UNALM. Moquegua: 2011
- LEMUS, Gamalier Raúl Ferreyra y otros. El cultivo de palto. INIA. Santiago de Chile: 2010.

- MINAGRI, La palta, "Producto de exportación". Ministerio de Agricultura y Riego. Lima: 2015
- Chen, Y. And T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: humic substances in soil and crop sciences. "Selected readings". Eds. C. E. Mac Carthy, R. L. Clapp, P. Malcolm and P. R. Bloom, Wisconsin, U. S. A. 161-186p.
- Curvetto NR, AN Balmaceda and GA Orioli (1975) Electrophoretic methods for fractionation of humic and fulvic acids. Turrialba 25: 265-270.



## XII. ANEXOS

### ANEXO 1.

#### Ficha Técnica Ácidos Fulvicos – Mallki

	SISTEMA INTEGRADO	CÓDIGO : TICAL001
		VERSIÓN : 1
FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO		
<b>Elaborado por:</b> Research Analyst Mario Chujandama  24/01/2014	<b>Revisado por:</b> Gerente de investigación y desarrollo Christian Villavicencio  31/01/2014	<b>Aprobado por:</b> Gerente de investigación y desarrollo Christian Villavicencio  31/01/2014

#### 1. DESCRIPCIÓN

Es un abono líquido 100% natural para uso agrícola, resalta un alto contenido de ácidos fúlvicos, microorganismos benéficos de alto valor agronómico y nutrientes de rápida absorción para las plantas, su aplicación estimula el crecimiento foliar que refleja una respuesta a corto plazo en el desarrollo de la planta así como recuperando su vigor. Es producido a partir de la degradación anaerobia de material orgánico de origen animal, mediante un proceso controlado y estandarizado.

## 2. INGREDIENTES/ COMPOSICIÓN

**Ingredientes:** residuos orgánicos seleccionados y microorganismos eficientes.

**Composición :**

Composición		
Acidos Fúlvicos	(%)	16.5
Acidos Húmicos	(%)	3.2

Macronutrientes			Micronutrientes		
Nitrógeno	(N)	650 ppm	Manganeso	(Mn)	0.9 ppm
Fósforo	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	95 ppm	Boro	(B)	2.9 ppm
Potasio	(K <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4500 ppm	Zinc	(Zn)	5.9 ppm
Calcio	(CaO)	850 ppm	Cobre	(Cu)	0.5 ppm
Magnesio	(MgO)	300 ppm	Hierro	(Fe)	50.9 ppm
Azufre	(SO <sub>3</sub> )	900 ppm			

Metales pesados por debajo de los límites máximos exigidos en la NTC 2880.

### 3. ESPECIFICACIONES FÍSICAS

Apariencia : Suspensión uniforme  
Color : Oscuro  
Olor : Típico a fermentado

### 4. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS

pH :  
4.3 - 4.6 C.E. (ds/m)  
: 19.0 – 23.0  
Sodio (g/L) : 0.4 – 0.6  
Humedad (%) : 95 - 96  
Relación C/N : 3.2 – 3.9

### 5. USO/ PREPARACIÓN/ CONSUMO/ APLICACIÓN

**USO:** Producto de uso agrícola como abono foliar y al suelo.

**Aplicación Foliar:** Usar en las etapas de mayor actividad metabólica del cultivo, como el crecimiento vegetativo, floración, y fructificación. El contenido de ácidos fúlvicos, y otros compuestos orgánicos tiene acción bioestimulante, quelante y facilita la translocación de nutrientes dentro de la planta. El efecto en el cultivo es de rápida respuesta en recuperación de vigor y desarrollo radicular.

**Aplicación al suelo:** Usar para estimular el crecimiento radicular, mejorar las condiciones de fertilidad del suelo, y optimizar el aprovechamiento de los

Usos	Dosis de uso en dilución de agua
Aplicación Foliar	2 a 5 litros por cilindro de 200litros
Aplicación al suelo	80 a 200 litros por ha, en dilución

nutrientes suministrados.

## **ANEXO 2. EVALUACIÓN PRELIMINAR A LOS 55 DÍAS DE APLICACIÓN SISTEMA DE RIZOTRONES**

### **T1 MALLKI ACIDOS FULVICOS**



Crecimiento radicular de 25 cm de profundidad

### **T2 MATERIA ORGÁNICA LÍQUIDA (BIOL)**



Crecimiento radicular de 25 cm de profundidad

#### **T0 TESTIGO**



Sin aparente desarrollo radicular

### **ANEXO 3. EVALUACIÓN FINAL A LOS 100 DÍAS SISTEMAS DE RIZOTRONES**

#### **T1 MALLKI – ACIDOS FULVICOS**



Crecimiento radicular de 35 cm de profundidad

## T2 MATERIA ORGANICA LIQUIDA (BIOL)



Crecimiento radicular de 40 cm de profundidad

## T0 TESTIGO



Crecimiento radicular de 20 cm de profundidad

#### **ANEXO 4. EVALUACIÓN FINAL A LOS 100 DÍAS MASA RADICULAR**



**Retiro de jaulas**





## Retiro de jaulas



Comparativo de biomasa radicular retirada de jaulas





