

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE FERTIRRIEGO, SOBRE  
LA PRODUCCION DE CULTIVO DE MANI EN UN SUELO *Typic Haplustalf***



**DANIELA NARVAEZ JIMENEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS FERTIRRIEGO, SOBRE LA  
PRODUCCION DE CULTIVO DE MANI EN UN SUELO *Typic Haplustalf***

**DANIELA NARVAEZ JIMENEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero  
Agrónomo**

**Director del Trabajo**

**HUGO RUIZ ERAZO I.A., Ph. D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1° del Acuerdo n° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente jurado**

---

**Firma de Jurado**

---

**Firma de Jurado**

**San Juan de Pasto, agosto de 2017**

## DEDICATORIA

*A mi madre y a mi padre por su apoyo constante*

*En este arduo proceso de formación,*

*A mi hermana, mi soporte y mi guía*

*A John, mi amigo constante, muchas gracias.*

## **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES LAMINAS DE FERTIRRIEGO, SOBRE LA PRODUCCION DE CULTIVO DE MANI EN UN SUELO *Typic Haplustalf***

Effect of the application of three fertigation plates, on the production of peanut crop on a *Typic Haplustalf* soil

Daniela Narvaez Jimenez <sup>1</sup>, Hugo Ruiz <sup>2</sup>.

La zona donde se llevó a cabo el ensayo está clasificada como Bs-T (Bosque seco tropical), en donde los periodos de escasas de lluvia son más prolongados y las condiciones climáticas no son favorables para la producción optima de cultivos. El trabajo se realizó en el corregimiento del Remolino, municipio de Taminango, departamento de Nariño, a una altura de 620 msnm, con una temperatura promedio de 31°C, precipitación anual de 625 mm, humedad relativa del 65%. Se utilizo un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a tres láminas de riego determinadas por coeficientes del cultivo de maní (1.0; 0.85; 0.75) y un testigo con aplicación de agua por aspersión. El tamaño de cada unidad experimental correspondió a tres repeticiones con un área de 60,84m<sup>2</sup> cada una, dejando 0,35m de calle. El área útil de la unidad experimental fue 40,04m<sup>2</sup>. Cada parcela tuvo un área experimental total de 182,52m<sup>2</sup> por tratamiento, para un área total de 730,08m<sup>2</sup>. Los objetivos del trabajo fueron determinar el efecto de 3 láminas de fertirriego sobre la producción del cultivo de maní. mediante los coeficientes del cultivo. Los resultados demostraron que la lámina de riego calculada mediante el coeficiente de cultivo (Kc) 1.0 presentó los mayores rendimientos en comparación a los coeficientes 0.85, 0.75 y el testigo aspersión. Con respecto al rendimiento se destaca Kc 1.0 donde se obtuvieron los mayores valores (112,28 kg/parcela). En relación al análisis económico, los tratamientos con fertirriego presentaron los mayores costos, en comparación al testigo aspersión, que presentó costos menores.

**Palabras clave:** Agua, bosque seco, déficit hídrico.

---

<sup>1</sup> Estudiante Universidad de Nariño, Ingeniería Agronómica. [daniela.narvaezjimenez@yahoo.com.co](mailto:daniela.narvaezjimenez@yahoo.com.co)

<sup>2</sup> Profesor tiempo completo. I. A. Ph. D. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. [hugoruize@yahoo.com](mailto:hugoruize@yahoo.com)

## ABSTRACT

The use of the fertigation technique seeks to unify two of the elements essential for the development of a plant, water and nutrients. Basically, this process consists in applying essential nutrients to the plant (N, P, K) and minor elements in the irrigation water.

The area where the test was carried out is classified as Bs-T (Tropical dry forest), where periods of rainfall are longer and climatic conditions are not favorable for optimal crop production. The work was carried out in the district of Remolino, municipality of Taminango, department of Nariño, at a height of 620 masl, with an average temperature of 31 ° C, annual rainfall of 625 mm, relative humidity of 65%. A completely randomized experimental design with four treatments and three replicates was used. The treatments corresponded to three irrigation sheets determined by coefficients of the peanut cultivation (1.0, 0.85, 0.75) and one control water spray.

The size of each experimental unit corresponded to three replicates with an area of 60.84m<sup>2</sup> each, leaving 0.35m of street. The useful area of the experimental unit was 40,04m<sup>2</sup>. Each plot had a total experimental area of 182.52m<sup>2</sup> per treatment, for a total area of 730.08m<sup>2</sup>. The objectives of the study were to determine the effect of 3 fertigation films on peanut production. Using the crop coefficients (0.75, 0.85, 1.0).

The results showed that the irrigation sheet calculated by the crop coefficient (Kc) 1.0 presented the highest yields in comparison to the coefficients 0.85, 0.75 and the control sprinkler. Regarding the performance Kc 1.0 stands out where the highest values were obtained (112.28 kg /plot). In relation to the economic analysis, treatments with fertigation presented the highest costs, compared to the control spray, which presented lower costs.

**Key Words:** Water, dry forest, water

## CONTENIDO

Introducción.....	9
Marco Teórico .....	11
Descripción del sistema de fertirriego .....	11
Características del sistema de fertirriego .....	11
Descripción del sistema de riego por aspersión .....	12
Evapotranspiración .....	14
Factores que determinan el coeficiente del cultivo .....	14
Uso consuntivo .....	14
Suelos de la región .....	15
Cultivo de maní .....	16
Variedad .....	16
Preparación del suelo y siembra .....	17
Fertilización .....	17
Requerimientos hídricos .....	18
Materiales y métodos .....	19
Localización .....	19
Características Físicas y Químicas del suelo .....	19
Diseño Estadístico .....	21
Análisis estadístico .....	21
Área de la Unidad Experimental .....	21
Mapa de Campo.....	22
Preparación y siembra de la Unidad Experimental .....	23
Fertilización y manejo agronómico .....	23
Las interacciones más comunes de incompatibilidad de los fertilizantes .....	23
Riego por goteo .....	25
Calculo uso consuntivo .....	26
Calculo lamina de riego .....	26
Calculo volumen de agua .....	27

Gasto de agua .....	27
Caudal de gotero.....	27
Tiempo de riego.....	28
Calculo de Riego por aspersión.....	29
Frecuencia de riego.....	29
Tiempo de riego .....	30
Variables evaluadas .....	31
Resultados y discusión .....	32
Peso de 100 vainas.....	33
Peso de 100 semillas .....	34
Rendimiento .....	35
Vainas llenas .....	38
Vainas vanas .....	38
Análisis Económico .....	39
Conclusiones .....	42
Referencias bibliográficas .....	43

## INTRODUCCION

El fertirriego es una técnica de cultivo que aporta los nutrientes disueltos en el agua de riego. Ambos deben ser optimizados conjuntamente, basándose en la evaluación acertada de las necesidades hídricas de los cultivos y en su distribución según fase vegetativa, tipo de suelo y en la programación de la fertilización teniendo en cuenta la absorción de nutrientes por los cultivos (Bar – Yosef, 1986).

El corregimiento de Remolino, municipio de Taminango, Presenta problemas de escasez de agua y está determinado por una alta evaporación, (182,5 mm/año), pocas fuentes de agua y vegetación xerofítica, factores que limitan la producción de cultivos. Los suelos dedicados a la agricultura presentan evidencias de degradación y hundimientos, mezclas de horizontes, reducción de la capa orgánica y alteración de sus condiciones físicas, químicas y biológicas que se traducen en bajo índice de producción. (Corponariño, 2008).

En el departamento de Nariño el sistema de riego implementado para los cultivos, aspersión, no es usado de una manera eficiente y no es comercialmente practico, lo cual no asegura el mejor consumo de agua y no minimiza perdidas. En este sentido, la necesidad de alcanzar una agricultura más rentable y competitiva es cada vez más grande, lo cual obliga a los productores a conseguir una mejor productividad. Por lo cual la necesidad un sistema de riego por goteo eficiente para el mejor uso del agua, constituye uno de los factores más importantes que asegura las inversiones que requiere todo proyecto de producción. (Corponariño, 2008).

El maní o cacahuete por su alto contenido en proteínas y grasas, constituye un alimento de elevado valor nutricional en la alimentación de los habitantes del remolino.

La producción de maní en el departamento de Nariño, se concentra en los municipios de Cumbitara, El Rosario, Leiva, Los Andes, Linares, Policarpa, San Lorenzo, siendo Taminango el mayor productor con 450 kg/ha en el año 2014 con una producción de 13,5 toneladas. El rendimiento del cultivo de maní en el departamento fue 1.171,7 kg/ha con una producción de 483,9 toneladas. (Consolidado Agropecuario de Nariño 2014)

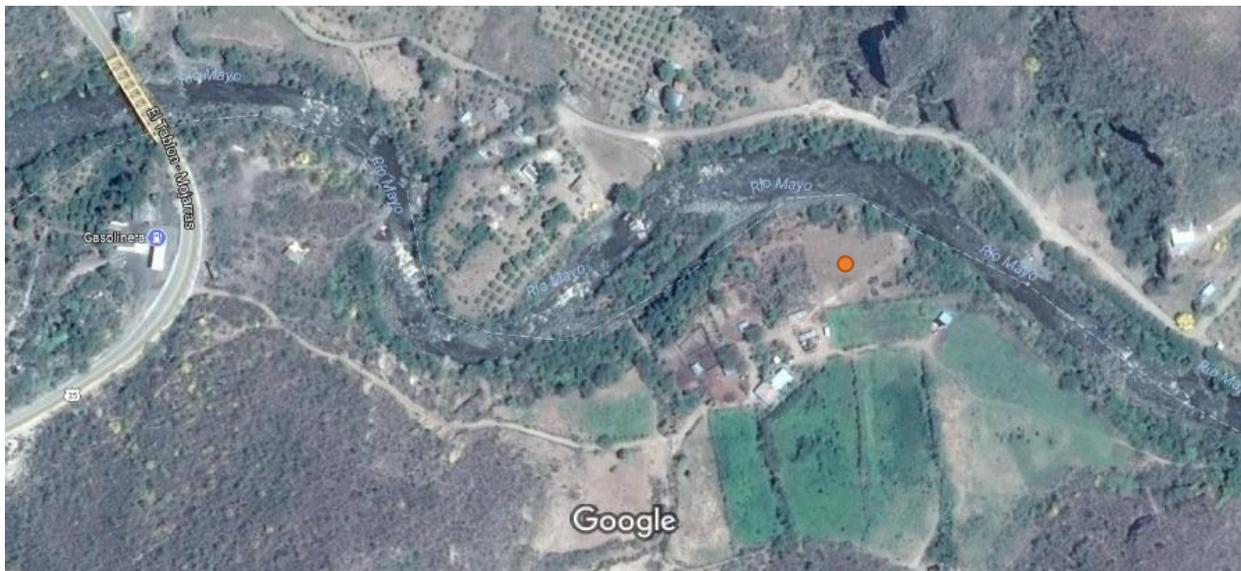
El área total de siembra del cultivo de maní en las veredas del municipio de Taminango es de 392.95 hectáreas, lo cual representa el 51,09% del área dedicada a los cultivos, con un rendimiento promedio de 1200 kg/ha en vaina seca y de 600 kg/ha en grano seco, para una producción total de 61,31 ton. (Diagnostico biofísico y socioeconómico - Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, Municipio de Taminango - Nariño, 2016)

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de tres láminas de fertirriego determinadas por los coeficientes del cultivo (0.75; 0.85;1.0) frente al sistema de riego por aspersión con en la producción del cultivo de maní, las láminas fueron aplicadas por medio de riego por goteo, sobre el rendimiento de un cultivar de maní de variedad roja, en un suelo Typic haplustalf, con miras a contribuir a la implementación de sistemas de riego por goteo con la aplicación combinada y frecuente de agua con fertilizantes.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización:** El trabajo se realizó en el corregimiento del Remolino, municipio de Taminango, departamento de Nariño.

Situado a una altura de 620 msnm, con una temperatura promedio de 26°C, precipitación anual de 625 mm, humedad relativa del 65%. ("Nuestro Municipio", 2017) Esta zona está clasificada como bosque seco tropical (Bs-T) donde predomina la vegetación xerofítica, como cactus, tuna, espinos, guayacos entre otros. (Holdridge, 1979).



**Latitud:** 1° 40' 41'' N desembocadura río mayo en Rio Mayo.

**Longitud:** 77° 18' 51'' W Cerro Chiquito límites con San Lorenzo.

**Características físicas y químicas del suelo:** Se realizó un análisis de suelos en el que se determinó que la textura del suelo corresponde a un Franco-Arenoso-Arcilloso, con 7,37% de materia orgánica, pH de 7,9; además presenta altos contenidos de nitrógeno, fosforo y potasio, con niveles bajos de calcio, hierro, manganeso y zinc. Las características obtenidas del análisis de suelos se indican en la tabla N°4.

El suelo que pertenece al lote es un suelo Typic Haplustalf, Los suelos Typic Haplustalf del orden de los Alfisoles, suborden de los ustalfs son suelos que ocurren en un régimen de humedad ústico, es decir, un régimen de humedad que está limitado, pero esa humedad está presente cuando existen condiciones favorables para el crecimiento de las plantas. Son suelos francos en la superficie y arcillosos en la profundidad, tienen mal drenaje, superficiales, poca pedregocidad, pH ligeramente ácido (6.5) y fertilidad mediana. (IGAC, Taxonomía y Clasificación de suelos, 2008)

**Tabla N°4.** Características Físico-Químicas del lote de evaluación, Corregimiento el Remolino.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Nivel</b>	<b>Promedios clima cálido</b>
pH	7.9	Básico	Acido
Materia orgánica	7,37%	Muy Alto	2 – 4 %
Nitrógeno	0,312%	Muy Alto	0,15 – 0,30%
Fósforo	212,82 mg/kg	Muy Alto	20 – 40 ppm
Calcio	116,5 cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup>	Muy Alto	3 - 6 cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup>
Magnesio	1,64 cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup>	Normal	1,5 – 2,5 cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup>
Potasio	11,54 cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup>	Alto	0,2 – 0,4 cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup>
Hierro	2,118 mg/kg	Muy Bajo	50 – 100 mg/kg
Manganeso	1,67 mg/kg	Muy Bajo	20 – 50 mg/kg
Cobre	2,98 mg/kg	Normal	2 -4 mg/kg
Zinc	0,332 mg/kg	Muy Bajo	3 – 6 mg/kg

**Fuente:** Esta investigación

**Diseño estadístico:** El diseño corresponde a un arreglo de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Dentro del diseño estadístico se localizaron las láminas de riego determinadas por los coeficientes de cultivo (1,0; 0,85; 0,75.)

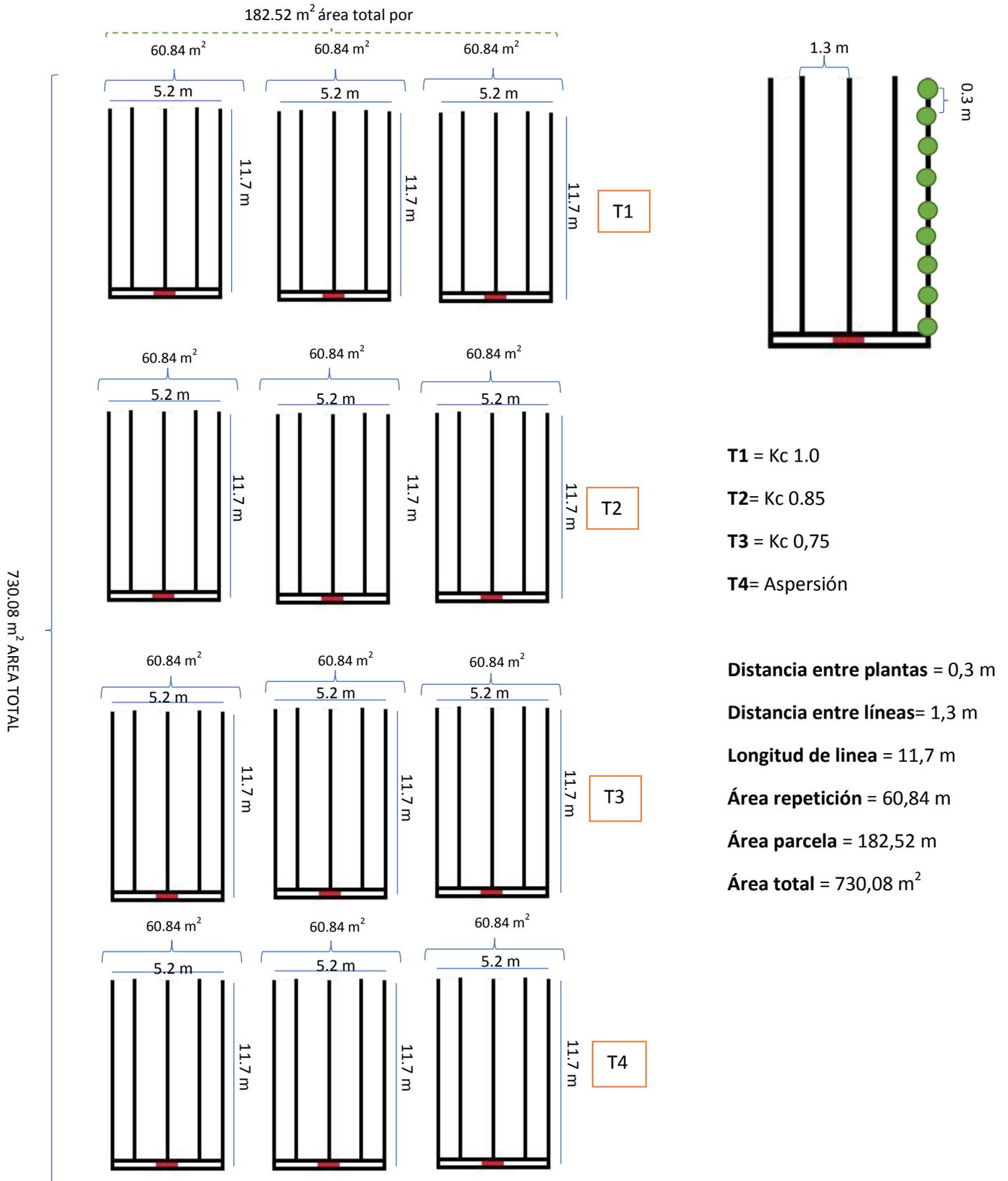
#### **Análisis Estadístico.**

Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) con el fin de realizar una comparación entre medias de tratamientos. Aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas se sometieron a una prueba de comparación de medias a través de la prueba de Tukey al 95% de probabilidad (Legarda et al, 2002).

#### **Área de la Unidad Experimental.**

El área total de la unidad experimental correspondió a 730,08 m<sup>2</sup>, esta área fue dividida en 4 módulos o parcelas con un área de 182,52 m<sup>2</sup>, y cada módulo o parcela contenía 3 repeticiones de 60,84m<sup>2</sup>, dejando 0.35m de calle.

## AREA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL



**Preparación y siembra de la unidad experimental.** Se establecieron en campo 4 parcelas con 4 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones y dentro de cada uno de ellos 5 líneas. En cada línea se sembró 3 semillas a 30 cm entre ellas con una profundidad de 3 cm, para un total de 117 semillas por repetición, Distancia entre surcos 1,3 m, distancia entre plantas 0,3 m.

**Fertilización y manejo agronómico.** Se realizó la fertilización edáfica a los 15 días después de la siembra de acuerdo al análisis de suelo; tomando solo el 60% de las necesidades de fertilización para la aplicación edáfica y el 40% por medio de fertirriego.

En fertirrigación el agua se debe aplicar de acuerdo a la demanda del cultivo, de tal forma que se obtenga un balance entre el agua y el aire en el espacio poroso del suelo y no se tengan lixiviaciones. Los fertilizantes se aplican en la cantidad y proporción en que se demandan por el cultivo, de tal manera que la planta tenga las condiciones óptimas para su desarrollo, por lo que la eficiencia de la fertilización debe ser alta. (requerimientos nutricionales y programación de la fertirrigación en hortalizas, 2002)

En la fertilización edáfica se aplicó por repetición (por cada repetición de 60,84 m<sup>2</sup>):

- 10,8 kg. ha<sup>-1</sup> de urea,
- 1,3 kg. ha<sup>-1</sup> cloruro de potasio (KCl),
- 0,78 kg. ha<sup>-1</sup> fosfato diamónico (DAP),
- 1,74 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrato de Calcio (Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)
- 0,60 kg. ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>)

El nitrato de Ca se aplicó por separado, por motivos de incompatibilidad entre fertilizantes.

Resaltando que las parcelas con riego por aspersión solo recibieron fertilización edáfica, teniendo en cuenta que aspersión es testigo, se siguen las practicas normales de la zona, las cuales se caracterizan por la mala planeación del cultivo que no permite establecer costos,

gastos y volúmenes constantes de producción que garanticen la oferta permanente del cultivo, el aprovechamiento de los sistemas de riego y la falta de información en relación a las bondades de la zona donde se cultiva.

El control de arvenses se realizó aplicando un herbicida de contacto 8 días antes de la siembra (Gramoxone), en dosis de 1.5 lt/ha. En el desarrollo del cultivo el control de arvenses se hizo de manera manual, cada 15 días o dependiendo de la presencia de las arvenses en las calles del cultivo.

**Riego Por Goteo.** Se instaló un sistema de riego por goteo, para suministrar las láminas de riego que fueron determinadas por los coeficientes del cultivo (Kc): 1.0; 0.85; 0.75. mediante las siguiente formula:

→ **USO CONSUNTIVO**

$$Uc = (A * Kc * Ev) / E$$

**Tabla N° 5. Calculo de uso consuntivo**

Trat.	Área Total a regar por parcela (A) - (m <sup>2</sup> )	Coefficiente del cultivo (Kc)	Evaporación (Ev) - (mm)	Eficiencia (E)	Uso consuntivo (Uc) - (Litro/día)	Uso consuntivo (Uc) - (m <sup>3</sup> )
1	182,52	<b>1</b>	3,58	0,8	653,422	0,653
2	182,52	<b>0,85</b>	3,58	0,8	555,408	0,555
3	182,52	<b>0,75</b>	3,58	0,8	490,066	0,490

*Fuente: Esta investigación*

→ **LAMINA DE RIEGO**

$$L.R = (ETc / E (0,8))$$

**Tabla N°6. Calculo lamina de riego**

<b>Trat.</b>	<b>Evaporación - Ev (mm)</b>	<b>Coefficiente del cultivo (Kc)</b>	<b>Eficiencia (E)</b>	<b>Lamina de Riego (mm)</b>
<b>1</b>	3,58	<b>1</b>	0,8	4,475
<b>2</b>	3,58	<b>0,85</b>	0,8	3,804
<b>3</b>	3,58	<b>0,75</b>	0,8	3,356

*Fuente: Esta investigación*

→ **VOLUMEN DE AGUA**

$$VdA = L.R * A$$

**Tabla N°7. Calculo volumen de agua**

<b>Trat.</b>	<b>Lamina de Riego - L.R (mm)</b>	<b>Área Total a regar por parcela - A (m2)</b>	<b>Volumen de agua (Litros)</b>
<b>1</b>	4,475	182,52	816,78
<b>2</b>	3,804	182,52	694,31
<b>3</b>	3,356	182,52	612,54

*Fuente: Esta investigación*

**Presión de trabajo:** para la aplicación de riego se calibro la presión de las cuatro parcelas a 15 PSI aproximadamente; para ello se instalaron tres manómetros para cada parcela de

riego, y se realizaron aforos. Cada parcela maneja una lámina de riego de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo.

## **GASTO DE AGUA**

### **Calculo de numero de goteros por parcela.**

Con base al número de líneas por parcela (15 líneas), a la distancia de línea (11.7 m), a la distancia de separación entre goteros (0.3 m), se tomó solo los goteros útiles y su caudal

→ **Numero de goteros por linea** =  $11,7 \text{ m} / 0,3 \text{ m} = 39$  goteros por linea

→ **Numero de goteros por módulo** =  $39 \text{ goteros} * 15 \text{ líneas} = 585$  goteros por módulo

### **CAUDAL DE GOTERO:**

$$Qg = Ql / Ngl$$

**Donde:**

**Ql:** Caudal Lateral (Medición en campo)

**Ngl:** Numero de goteros por linea

→ **Qg** =  $58,3 \text{ lph} / 39 \text{ goteros por linea} = 1,5 \text{ lph}$

→ **Gasto de agua por modulo** =  $585 \text{ goteros por modulo} * 1,5 \text{ lph} = 878 \text{ lt/hora}$

## **TIEMPO DE RIEGO**

**Tabla N° 8. Calculo de tiempo de riego**

<b>Trat.</b>	<b>Volumen de agua</b>	<b>Gasto de agua (modulo/hora)</b>	<b>Tiempo de riego (horas)</b>	<b>Tiempo de riego (minutos)</b>
<b>1</b>	816,78	878	0,9	56
<b>2</b>	694,31	878	0,8	47
<b>3</b>	612,54	878	0,7	42

*Fuente: Esta investigación*

**Riego por aspersion.** Se realizó el riego por aspersion utilizando aspersores tipo golondrina modelo 301 con las siguientes características:

- Círculo completo
- Rosca macho ¾" diámetro -14 NPT
- Diámetro de cobertura entre 25 y 37 m.
- Descarga entre 3 y 16 GPM, dependiendo de las boquillas y la presión. (Aspersores Colombianos LTDA, 2016).
- Presión de trabajo: 12 PSI = 8.4 MCA

Con base en a los datos anteriores se calculó aproximadamente el volumen de agua para las parcelas con riego por aspersion, ya que este tipo de riego se hizo con base en la práctica tradicional del agricultor de la zona del remolino, que no riega según la necesidad hídrica del terreno, sino desde la parte intuitiva en la región más basado en la tradición y experiencia.

**Tabla N° 9.** Volumen de o gasto de agua en riego por aspersión para las parcelas testigo

<b>Volumen de agua riego por aspersión</b>	
Descarga GPM	9,5
Volumen de agua lt/min	35,62
Volumen de agua lt/hora	2137,5
Volumen de agua m <sup>3</sup> /hora	2,1375

*Fuente: esta investigación*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El municipio de Taminango se caracteriza por la explotación agropecuaria, con suelos relativamente de buena capacidad productiva, cabe resaltar que presenta un factor limitante que es el recurso del agua, los suelos dedicados a la agricultura presentan evidencias de degradación y hundimientos, afloramientos de succión, mezclas de horizontes, reducción de capa orgánica y alteración de sus condiciones físicas, químicas y biológicas que se muestran en bajo índice de producción. El sector económico del municipio se concentra alrededor del sector primario, cuyo gran referente fundamental es el suelo. Esta información determina cuales son los factores que han incidido en el deterioro ambiental de los suelos, por cuanto las clases agroecológicas son fundamentales a la hora de decidir cuál es la forma de explotar los suelos.

La estación viento libre es representativa para la región seca del municipio, pero no para la zona definida como muy seca y que corresponde a la zona xerofítica (fosa del patia), en donde por sus características la precipitación esta debajo de los 500 mm anuales en promedio. (Diagnostico físico y económico de Taminango, 2016)

**Tabla N°10.** Cuadrados medios del Análisis de Varianza para las variables Rendimiento (RTO), Vainas Llenas (VLLENAS), Vainas Vanas (VVANAS), Peso de 100 Semillas (P100S) y Peso de 100 Vainas (P100V).

FDV	GL	RTO	VLLENAS	VVANAS	P100S	P100V
<b>Modelo</b>	5	3295613,4 ns	4,41 ns	4,41 ns	9,06 ns	1336,96 ns
<b>LAMINA</b>	3	5466302,4**	6,06 ns	6,06 ns	14,98 ns	2210,92**
<b>BLOQUE</b>	2	39579,91 ns	1,94 ns	1,94 ns	0,19 ns	26,02 ns
<b>Error</b>	6	114822,06 ns	1,91 ns	1,91 ns	14,71 ns	84,01 ns
<b>CV%</b>		7,36	1,42	54,89	9,08	6,24
<b>MEDIA</b>		4603,45	97,48	2,52	42,23	146,96

\*= diferencias significativas; p <0.05 \*\*= diferencias altamente significativas; p <0.01 ns= diferencias no significativas

*Fuente: esta investigación*

Con base en los resultados de la Tabla 10, en la cual se observan los cuadrados medios del Análisis de varianza para las variables evaluadas, se observaron diferencias estadísticas significativas en relación a lámina para la variable Rendimiento (RTO) y Peso de 100 Vainas (P100V), con respecto a las demás variables, no se presentan diferencias estadísticas significativas.

### **PESO DE 100 VAINAS (P100V):**

**Tabla N°11. Comparación de promedios de Tukey para lámina de riego para la variable Peso de 100 Vainas.**

Coefficiente del Cultivo Kc	LAMINA mm	MEDIAS kg/ha
1.0	4,475	176,17 <b>A</b>
0.85	3,804	154,92 <b>A B</b>
0.75	3,356	145,75 <b>B</b>
Testigo: Aspersión	2.137	111.00 <b>C</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

*Fuente: esta investigación*

Con base en la tabla N° 11, comparación de promedios de Tukey, se encontraron diferencias significativas en la lámina de riego localizado Kc 1,0 con respecto al tratamiento testigo con riego por aspersión. En el peso de 100 vainas, el mejor fue el Kc 1,0 (influyó positivamente en el peso de 100 vainas), esta variable fluctuó entre 111.00 kg/ha para aspersión y 176,17 kg/ha para Kc 1.0, existiendo diferencias significativas entre estos, entre las otras laminas no existió diferencias estadísticas. Cuando se riega más de lo normal, el cultivo no acepta altas cantidades de agua no programada; el fertirriego potencia la producción de vainas, según la prueba de comparación de medias de Tukey el valor de Kc 1.0 fue mayor en un 36% comparado con la aspersión en relación a la variable.

Al respecto (INTA, 2012), resalta que el estado más crítico del cultivo se da en la fase reproductiva (Floración y formación de vainas y granos) en el cual la exigencia de agua es

muy alta y existe mayor respuesta al riego, pero de igual manera cabe resaltar que cuando se riega más de lo normal en un cultivo como este, existe rechazo por parte del mismo.

Al respecto (Bustamante, M. 2001) se refiere al cultivo de maní como un cultivo relativamente resistente a la sequía, los estudios relativos a la evaluación de las necesidades hídricas de la planta en el curso de su desarrollo, demuestran que la floración y formación de vainas y granos son las épocas apremiantes en cuanto a recurso hídrico se trata. El fertirriego potencia la formación de vainas, esto se ve reflejado en este ensayo en relación a la variable (P100V), donde esta supera en un 36% a el testigo aspersion, estos resultados, se le pueden atribuir a la aplicación de fertirriego intercalado con riego localizado en cada planta en específico en la etapa de floración, a diferencia de la aspersion en donde el riego fue generalizado y no se incluyó fertilizantes líquidos en la aplicación del mismo. Tanto las vainas como los granos son de importancia es por ello Por tanto se evidencia de igual manera la necesidad de fertilizar, el potasio dentro de la agricultura moderna es indispensable para obtener altos rendimientos. El K, fuente importante para el rendimiento de las pantas es el encargado de promover la translocación de los fotoasimilados y la absorción de otros nutrientes como el N. Adicional suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, incrementando su tolerancia a la sequía, enfermedades, heladas y salinidad permitiéndole a la planta un mejor desempeño, lo que concuerda con los mayores pesos obtenidos dentro del ensayo. (FAO, 2002)

### **PESO DE 100 SEMILLAS (P100S):**

**Tabla N°12 Comparación de promedios de Tukey para lámina de riego para la variable Peso de 100 Semillas.**

Coeficiente del Cultivo Kc	LAMINA mm	MEDIAS kg/ha
1.0	4,475	45,25 <b>A</b>
0.85	3,804	42,58 <b>A</b>
0.75	3,356	40,67 <b>A</b>
Testigo: Aspersion	2.137	40,42 <b>A</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

**Fuente: esta investigación**

Como se indica en la tabla N°12, no hay diferencias significativas entre promedios los cuales fluctuaron entre 45,25 (Kc 1.0), 42.58 (Kc 0.75), 40.67 (Aspersión) y 40,42 (Kc 0.85), esto quiere decir que la lámina fue indiferente en la producción final. Según las características del suelo, se podría considerar que la existencia de calcio en el suelo suplió las necesidades del cultivo, manteniéndolo estable y permitiendo la formación de granos en la zona de aspersión, al igual que en la zona de fertirrigación en donde se aplicó nitrato de calcio y mantuvo la uniformidad del cultivo en cuanto a la formación de granos. Las plantas necesitan luz para su crecimiento y desarrollo óptimos. Hay tres aspectos importantes a considerar cuando se habla de la luz: cantidad, calidad y duración. Estas, también tienen una importante influencia en el crecimiento. Una planta bajo condiciones naturales recibe la luz del sol; la cantidad, la calidad y la duración dependen en gran medida de la estación del año, la hora del día, la ubicación geográfica y el clima.

De igual manera, hay relación con el calcio como elemento esencial para la formación de granos, el cual debe ser suministrado a la planta en cantidad importante entre los 30 y 100 días. En el momento de fructificación, cuando las necesidades de calcio son muy elevadas, la planta procura este elemento a través de las raíces, se ha demostrado que el calcio aplicado a la zona de fructificación es absorbido por los frutos en formación. Bustamante, M. (2001)

### **RENDIMIENTO (RTO):**

**Tabla N°13 Comparación de promedios de Tukey para lamina de riego para la variable Rendimiento.**

Coeficiente del Cultivo Kc	LAMINA mm	MEDIAS Kg/Ha
1.0	4,475	6151,42 <b>A</b>
0.85	3,804	5145,47 <b>B</b>
0.75	3,356	4102,62 <b>C</b>
Testigo: Aspersión	2.137	3014,28 <b>D</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

***Fuente: esta investigación***

Como se indica en la tabla 13, la comparación de medias se observaron diferencias estadísticas para laminas, donde la lámina correspondiente al coeficiente del cultivo (Kc) 1.0 presentó el mejor promedio con un valor de 6151,42 Kg, diferenciándose estadísticamente de aspersión con un promedio de 3014,28 kg, el cual fue el promedio más bajo. En relación con las dos Coeficientes restante, Kc 0,85 y Kc 0.75 con promedios de 5145,47 y 4102,62, existieron diferencias, pero no fueron significativas en relación a la obtención del mejor rendimiento. Kc 1.0 tiene 51% más de rendimiento comparado con la aspersión, este rendimiento si es afectado positivamente por el fertirriego, posiblemente se debe a la precisión en la aplicación del nutriente debido a la manera localizada en la cual es aplicado.

Existe una tendencia cuadrática en la relación cantidad de agua aplicada y rendimiento de maní obtenido que indica que la producción aumenta en la medida que se aumenta la cantidad de agua hasta Kc 1 y se reduce cuando el volumen de agua aplicado es mayor en el riego por aspersión. Esta tendencia se encuentra en experimentos realizados en tomate de mesa y en general en todos los cultivos debido a que el exceso de humedad hasta tener gran cantidad de agua libre o gravitacional en el suelo puede producir sequia fisiológica. (Rodas, 2010)

Al respecto (Inta, 2012) menciona que el maní es un cultivo considerado relativamente tolerante a la sequía. Tiene varios mecanismos fisiológicos para evitar los efectos de un estrés hídrico y un sistema radicular muy extendido que le permite la búsqueda de agua en profundidad. Sin embargo, para mantener el rendimiento y la calidad durante los años muy secos o cuando las lluvias son insuficientes en los períodos críticos del cultivo, el riego es una herramienta imprescindible. Clark et al., (1991); Davis y Nelson (1970) cita que el Fertirriego incrementa el rendimiento y el vigor del cultivo, ya que se pueden hacer aplicaciones de agua y nutrientes por recomendación y tiempo oportuno, controlando, además, la contaminación ambiental, que se presenta por el lavado, escurrimiento o volatilización de fertilizantes y otros agroquímicos y por ende mejorando el rendimiento del cultivo.

La disponibilidad de los micronutrientes es esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas y para obtener rendimientos elevados. Cuando existe deficiencia de uno o varios elementos menores, éstos se convierten en factores limitantes del crecimiento y de la producción, aunque existan cantidades adecuadas de los otros nutrientes (BRGlobal, 2010).

El agua es indispensable en desarrollo normal de un cultivo, es por eso que es un factor primordial en las plantas ya que está relacionada directamente con la producción, por lo tanto, el mal manejo resulta en rendimientos bajos, como lo apreciado en la investigación en el tratamiento con aspersión (Testigo) y caso inverso en los tratamientos de riego localizado de alta frecuencia donde un uso eficiente del agua y nutrientes trae como resultado incremento en el rendimiento. Resultados equivalentes se han encontrado en otros trabajos realizados por investigadores de la Universidad de Nariño en el municipio de Taminango, Remolino en distintos cultivos, donde el ahorro del agua fue de aproximadamente el 60% con riego por exudación o goteo con respecto al riego por aspersión usado en la zona tradicionalmente y alcanzando mayores rendimientos en relación al promedio nacional. (Guerrero, F. 2000).

De esta manera es posible que los resultados obtenidos en este estudio se deban a que la aplicación de fertirriego en la lámina correspondiente a Kc 1.0 haya contribuido de manera notoria al rendimiento debido a la aplicación directa de agua con adición de fertilizante, caso contrario de aspersión, en donde el riego no se realizó de forma localizada a cada planta y fue para toda la parcela en general, adicional a esto, las altas temperaturas y la compactación del suelo debido a la presencia de agua generalizada en la parcela, ocasionaron un bajo rendimiento en comparación al sistema de fertirrigación.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2010) menciona que, con el cambio de método de riego, de riego por surcos a riego por aspersión o goteo se puede lograr un ahorro en volumen de agua que va del 30 al 60%. Frecuentemente, los rendimientos de los

cultivos se incrementan también, porque las plantas reciben prácticamente la cantidad precisa de agua que necesitan y también a menudo la de fertilizantes.

#### **VAINAS LLENAS (VLLENAS):**

**Tabla N°14 Comparación de promedios de Tukey para lamina de riego para la variable Vainas Llenas.**

Coeficiente del Cultivo Kc	LAMINA mm	MEDIAS %
1.0	4,475	3,67 A
0.85	3,804	3,33 A
0.75	3,356	2,58 A
Testigo: Aspersión	2.137	0,50 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

*Fuente: esta investigación*

Como se indica en la tabla 14, en la comparación de medias no se observan diferencias significativas entre promedios, lo cual quiere decir que la lámina es indiferente para esta variable en la producción final, posiblemente se deba a el contenido nutricional uniforme en el cultivo. Al asegurar un aprovechamiento de los nutrientes para la planta durante todo el ciclo del cultivo se tendrá una buena actividad de todos los procesos fisiológicos que con lleva a un buena producción de materia seca, llenado de vainas, numero de vainas entre otros que conducen a un buen rendimiento; como lo observado en la investigación donde el medio edáfico tenía condiciones ideales más la potencialización de los nutrientes a través del riego por goteo se pudo obtener un incremento en la producción.

## VAINAS VANAS (VVANAS):

**Tabla N°15 Comparación de promedios de Tukey para lamina de riego para la variable Vainas Vanas.**

Coeficiente del Cultivo Kc	LAMINA Mm	MEDIAS %
1.0	4,475	99,50 <b>A</b>
0.85	3,804	97,42 <b>A</b>
0.75	3,356	96,67 <b>A</b>
Testigo: Aspersión	2.137	96,33 <b>A</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

*Fuente: esta investigación*

Los promedios de esta variable se observan en la tabla 15. Los porcentajes se dan entre el 4 % y el 1%. El promedio general fue de 2.52% y al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se determinó que no existe significancia.

## ANALISIS ECONOMICO

**Tabla N°16.** Costos e ingresos por parcela de la evaluación del efecto de tres láminas de fertiriego en un cultivo de maní.

Trat.	Descripción del Tratamiento	Costos totales por Parcela (\$)	Produc. Kg/Parcela/año	Precio de venta (\$ Kilo)	Ingreso Bruto Parcela	Ingreso Neto Parcela	Rentabilidad Anual %
<b>1</b>	Coeficiente 0.75 en variedad roja	\$ 478.883	224,61	2650	\$ 595.214	\$ 116.331	25,34
<b>2</b>	Coeficiente 0.85 en variedad roja	\$ 476.674	281,72	2650	\$ 746.557	\$ 269.883	58,8
<b>3</b>	Coeficiente 1.0 en variedad roja	\$ 474.465	336,80	2650	\$ 892.531	\$ 418.066	91,08
<b>4</b>	Aspersión variedad roja	\$ 361.155	165,03	2650	\$ 437.342	\$ 76.187	90,98

*Fuente: esta investigación*

En la tabla 16 se muestran los costos totales de producción por hectárea, cabe anotar que los tratamientos de fertirriego presentan los mayores costos totales, por su parte el tratamiento aspersión, muestra costos de producción inferiores, debido a que no se implementa el uso de fertilización en el agua, cinta de riego, goteros, tubos, sistema Venturi, válvulas, tanques de mezcla, etc. lo que se ve reflejado en sus bajos rendimientos. Se puede relacionar la productividad del agua en relación al fertirriego ya que el volumen producido a través de este sistema es muy superior al producido con el testigo Aspersión en relación a la cantidad de agua utilizada

La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo, se refiere a la cantidad de producto obtenido por unidad de agua. La productividad del agua definida en kilos por gota es un concepto útil cuando se compara la productividad del agua en diferentes partes del mismo sistema o cuenca y también cuando se compara la productividad del agua en la agricultura con otros usos posibles del agua.

Según la FAO (2005), los sistemas de riego por goteo o el fertirriego han demostrado que pueden incrementar la productividad de un cultivo, lo que denota que hace falta mucho por hacer al respecto de pérdidas de agua en sistemas hidráulicos para riego y que tienen impacto negativo en la agricultura. Como consecuencia del uso excesivo de agua, se estima que anualmente se pierde por sedimentación cerca de 60 km<sup>3</sup> de agua en los principales embalses del mundo. En la mayoría de los países en desarrollo la escasa disponibilidad del agua ha perjudicado a los pobres en la productividad, ingresos de familias rurales y lo referente a la salud y sanidad por escasez de agua potable.

### **Ingresos netos y rentabilidad**

El coeficiente Kc 1.0 presento el mayor ingreso neto para el ensayo, seguido por el tratamiento Aspersión. Los tratamientos que presentaron menores ingresos fueron el coeficiente Kc 0.85 y el coeficiente Kc 0.75, el último presento menor ingreso neto en comparación a los otros tratamientos.

**Tabla N°17. Costo de lámina de agua por módulo**

<b>Trat.</b>	<b>Descripción del Tratamiento</b>	<b>Costo metro cubico de agua</b>	<b>Tiempo de riego (h)</b>	<b>Gasto de agua Lt/h</b>	<b>Costo de agua por modulo</b>
<b>1</b>	Coeficiente 0.75 en variedad roja	\$ 1.378	0,9	878	\$ 1.089.188
<b>2</b>	Coeficiente 0.85 en variedad roja	\$ 1.378	0,8	878	\$ 968.167
<b>3</b>	Coeficiente 1.0 en variedad roja	\$ 1.378	0,7	878	\$ 847.146
<b>4</b>	Aspersión variedad roja	\$ 1.378	8	2,137	\$ 15.199.231

*Fuente: Esta investigación*

En cuanto a la rentabilidad, el coeficiente (Kc) 1.0 presento una rentabilidad de 91,08%, valor superior a los demás tratamientos. Por lo anterior se puede afirmar que el uso de sistemas de riego localizado en el cultivo puede obtener mayores beneficios económicos, frente a cultivar empleando un sistema de riego por aspersión. En la tabla 17, en la cual se describen los costos de agua por modulo en relación al tiempo de riego y el gasto de agua en cada sistema, esta conclusión se afianza enfocando la rentabilidad hacia el costo del metro cubico de agua en la zona (\$ 1.378,37) y el gasto de agua por sistema por aspersión, dado que las pérdidas de agua generan costos que reducen la rentabilidad del mismo. Caso contrario con fertirriego, que si bien, la instalación del sistema genera costos altos, estos pueden ser recuperados con el uso del mismo y la cantidad de agua utilizada es mínima en comparación a aspersión.

## CONCLUSIONES

1. Con los ensayos realizados se logró un mejor aprovechamiento del recurso hídrico en el cultivo de maní, al igual que un mayor rendimiento en especial con Kc 1.0 con 6151,42 kg/ha en comparación con el coeficiente (Kc) 0.85 con 5145,47 kg/ha, 0.75 con 4102,62 kg/ha y Aspersión con 3014,28 kg/ha. Donde esta es última es la que tuvo el índice más bajo y es la más utilizada por los agricultores debido a su fácil manejo.
2. El Kc 1.0 para el cultivo, fue el que presentó mayor productividad, con más del 91,08% de rentabilidad lo que comprueba que el sistema de fertirriego utilizado es efectivo para este tipo de cultivos ya que incluye conjuntamente los dos factores más importantes de la producción agrícola, agua y nutrientes minerales.
3. Se puede afirmar que al someter al cultivo de maní a la aplicación de agua más nutrientes se incrementa el rendimiento, con un uso más eficiente del agua respecto al tratamiento testigo (aspersión).
4. El costo del m<sup>3</sup> de agua, define la eficiencia de un sistema de riego, dado que la cantidad de agua usada eficientemente para la producción de un cultivo se traduce en mayor rendimiento, en consecuencia, mayor ganancia a largo plazo.

## BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURA ORGÁNICA EN EL TRÓPICO Y SUBTRÓPICO - MANI (CACAHUETE). (2013). Alemania. Recuperado de [https://azuerearthproject.org/wp-content/uploads/2013/07/A.C1015\\_Augstburger\\_2000\\_spa.pdf](https://azuerearthproject.org/wp-content/uploads/2013/07/A.C1015_Augstburger_2000_spa.pdf)

ALLEN, R. (2006). Evapotranspiración del cultivo (56th ed., p. 17). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

AMERICAN PEANUT COUNCIL. (2011). El mercado de Exportación del Cacahuete. Recuperado 05 de junio, 2016, de <http://www.cacahuatesusa.com/Main-Menu/Category1/Calidad>.

BAR-YOSEF B., (1986). Fertirrigation as a technique to optimice crop yield with special reference to vegetables. Proceedings og the third International Conference of Irrigation. Tel-Aviv: 87-97.

BR. GLOBAL. (2010). Br global limited. En: <http://www.brglimited.com/pdf>; consulta: agosto, 2016.

BUSTAMANTE, M. (2001). Curso de manejo de agroquímicos, El cultivo de maní. Escuela agrícola panamericana, 26 de marzo de 2001.

CATEDRA CLIMATOLOGIA Y FENOLOGIA AGRICOLA. Uso consuntivo (2013) (p. 3). México DF.

CLARK, et al. (1991) Water and fertilizer management of microirrigated fresh market tomatoes. Trans. Of the American Society of Agricultural Engineers. 34: 429-435.

CONSOLIDADO AGROPECUARIO DE NARIÑO - 2014. (2014) (p. 29). San Juan de Pasto. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/329154368/Consolidado-Agropecuario-2014-Narino>

CORPONARIÑO. (2008). Diagnostico biofísico y socioeconómico. Departamento de nariño, municipio de taminango.

CORRALES, V. (2002). Manual ilustrado para la producción de cítricos en Colombia. Fondo nacional de fomento hortofrutícola. Colombia.

DAVIS y NELSON, (1970). Subsurface irrigation easily automated. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. of Agric. Eng. 96 (IRI): 47-51.

DIAGNOSTICO BIOFISICO Y SOCIOECONOMICO - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO CORPONARIÑO, MUNICIPIO DE TAMINANGO - NARIÑO. (2016) (1st ed.). Departamento de Nariño Recuperado de:<http://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/DIAGNOSTICO%20BIOFISICO%20SOCIO%20ECONOMICO%20DE%20TAMINANGO.pdf>

FAO, (2005). Productividad del agua. En: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009d/608/Productividad%20del%20agua.htm>, febrero 2017.

FAO, (2002). Mejora de la agricultura de regadío. Depósito de documentos de la FAO, En: <http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s10.htm>, enero 2016.

FERTIRRIGACION. (2015). Infoagro. Recuperada 23 agosto 2017, de <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/Desplegables/Fertirrigaci%C3%B3n.pdf>

GUERRERO, J. (2000). Determinación del consumo de agua aprovechable en los cultivos de tomate (*lycopersicum esculentum*), melón (*cucumis melo l*) y frijol (*phaseolus vulgaris*), bajo el sistema de riego por exudación, en remolino, Nariño. Revista Ciencias Agrícolas. 1 (2): 198-199.

HOLDRIDGE (1979) Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 pp. (Libro PDF)

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA). (2010). En: [http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenido web/índice publicaciones-nayarit;](http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenido_web/índice_publicaciones-nayarit;) consulta: septiembre, 2016.

INFORMACIÓN AGRO METEOROLÓGICA NECESARIA PARA EL CULTIVO DEL MANÍ. (2006). Costa Rica. Recuperado de,

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Agroclimatolog%C3%ADa+del+man%C3%AD>

INTA, (2012). Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de maní, R.D. Departamento de Producción Vegetal - FAV, Universidad Nacional de Río Cuarto. 1 p.

KAFKAFI, U., TARCHITZKY, J., & MELGAR, R. (2012). Libro digital - Fertirrigación. París (28 rue Marbeuf, 75008): Asociación internacional de la industria de fertilizantes.

LA COMPATIBILIDAD DE LOS FERTILIZANTES EN FERTIRRIGACIÓN | INTAGRI S.C. (2015). Intagri.com. Recuperado 18 agosto 2017, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-compatibilidad-de-los-fertilizantes-en-fertirrigacion>

LEGARDA, L Y GARCIA, B. (2002). Manual de riego agrícola. Pasto: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 183 p.

LEGARDA, L., RUIZ, H., CADENA, V., & MUÑOZ, A. (2002). Manejo agronómico de algunos cultivos de clima cálido del corregimiento del Remolino (Nariño), mediante el sistema de riego por exudación (72 paginas). Pasto, Nariño: Facultad de Ciencias Agrícolas.

LEGARDA, L. Y MOSQUERA. J., Parámetros de riego, un curso avanzado de riego-Distritos de pequeña escala. Chachagüí, Nariño: Instituto Nacional de Adecuación de tierra (INAT), 1996. 31p.

MOYA (2009). Riego localizado y fertirrigación (4th ed., p. 575). Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.

NUESTRO MUNICIPIO. (2016). Taminango-narino.gov.co. Recuperado 10 August 2016, de [http://www.taminango-narino.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.taminango-narino.gov.co/informacion_general.shtml)

QUISBERT, V. (2005). Evaluación del comportamiento agronómico de seis variedades de maní (*Arachis hypogaea L.*) en la comunidad de San Félix del municipio de Coroico (Nor

Yungas-La Paz). (*Tesis (Ing. Agronómica)*). Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, La Paz – Bolivia.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y PROGRAMACION DE LA FERTIRRIGACION EN HORTALIZAS. (2002) (p. 4). México. Recuperado de <http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio2/Ponencia09.pdf>

RODAS. (2010). Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la Universidad de Sevilla. Obtenido de Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la Universidad de Sevilla: <https://rodas5.us.es/access/home.do>

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. El recurso agrícola y sus necesidades de agua y suelo. Santa fe de Bogotá. 2000. 110p.

TAXONOMIA Y CLASIFICACION DE SUELOS. (2008) (1st ed.). Valle del cauca. Retrieved from [http://ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00\\_shape\\_suelos/PROYECTO\\_DNP/MEMORIAS\\_SUELOS\\_OFICIALES/CAUCA/Estudio%20Suelos%20Dpto%20Cauca%20Cap%205%20Genesis%20y%20Taxonomia%20397-426%20.pdf](http://ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/PROYECTO_DNP/MEMORIAS_SUELOS_OFICIALES/CAUCA/Estudio%20Suelos%20Dpto%20Cauca%20Cap%205%20Genesis%20y%20Taxonomia%20397-426%20.pdf)