

**EFFECTO DE TRES LÁMINAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS
CULTIVARES DE MANI (*Arachis hypogaea*)**

**EDWIN ANDRADE ROSERO
JOHANA MILADY TITISTAR**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO**

2017

**EFFECTO DE TRES LÁMINAS DE RRIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS
CULTIVARES DE MANI (*Arachis hypogaea*)**

**EDWIN ANDRADE ROSERO
JOHANA MILADY TITISTAR**

**Anteproyecto de Trabajo de Grado presentado para optar el título de
Ingeniero Agrónomo**

**Presidente:
HUGO RUIZ I.A. Ph. D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO**

2017

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Agosto de 2017

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCION	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Tiempo de Riego	14
Variables Evaluadas	15
RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
CONCLUSIONES	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

EFFECTO DE TRES LÁMINAS DE RRIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE MANI (*Arachis hypogaea*)

EFFECT OF THREE RRIEGO SHEETS ON THE PERFORMANCE OF TWO MANI CULTIVARS (*Arachis hypogaea*)

Edwin Andrade¹, Johana Tititstar¹, Hugo Ruiz², Marino Rodriguez³.

1 Universidad de Nariño, Ingeniero Agrónomo edwin@gmail.com

1 Universidad de Nariño, Ingeniera Agrónoma. miily.j0416@gmail.com

2 Profesor tiempo completo. I. A. Ph. D. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. hugoruize@yahoo.com

3 Profesor hora catedra. I.A.MS.c. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. danmaro25@hotmail.com

RESUMEN

El riego localizado de alta frecuencia se caracteriza por ser un método efectivo y oportuno para el suministro de agua exacta que necesita la planta, se le entrega a la zona radicular agua suficiente para reponer la que se pierde diariamente por la evaporación del suelo y transpiración de la planta. La zona donde se realizó el ensayo está clasificada como bosque seco tropical con baja precipitación y condiciones climáticas que son limitantes para el desarrollo óptimo de cualquier cultivo. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de tres laminas de riego sobre el rendimiento de dos cultivares de mani. El diseño correspondió a bloques completos al azar con arreglo de franjas divididas con tres repeticiones. Para 8 tratamientos y 24 unidades experimentales. Los resultados mostraron que con la lámina de riego Kc 1 ($0,543 m^3/parcela$) se obtuvo el rendimiento más alto del cultivo con 41,90 kg de mani por parcela, donde cada parcela midió ($60,84 m^2$); lo que equivale a 5986,90 kg de mani /ha; Con base en lo anterior se infiere, que el riego localizado de alta frecuencia en zonas donde se presentan déficit hídrico puede ser tomado como una oportunidad para aumentar los rendimientos de los cultivos de manera eficiente y amable con el medio ambiente.

Palabras claves: agua; déficit hídrico; rendimiento.

ABSTRACT

The high frequency localized irrigation is characterized as an effective and timely method for the exact water supply needed by the plant, it is delivered to the root zone sufficient water to replenish that which is lost daily by soil evaporation and transpiration of plant. The area where the test was performed is classified as tropical dry forest with low rainfall and climatic conditions that are limiting for the optimum development of any crop. The objective of this work was to evaluate the effect of three irrigation slides on the yield of two mani cultivars. The design corresponded to randomized complete blocks with a split strip arrangement with three replicates. For 8 treatments and 24 experimental units. The results showed that with the irrigation sheet Kc 1 (0.543 m³ / plot) the highest yield of the crop was obtained with 41.90 kg of mani per plot, where each plot was measured (60.84 m²); Equivalent to 5986.90 kg of mani / ha; Based on the above, it is inferred that localized high frequency irrigation in areas where water deficit is present can be taken as an opportunity to increase crop yields efficiently and environmentally friendly.

Key words: Water; Water deficit; performance.

INTRODUCCION

El valle del Patia presenta problemas de degradación de tierras, ligados a un proceso de desertificación, solo las evidencias en los cambios climáticos, edáficos y de producción agrícola y ganadería en las diferentes zonas que conforman la región apuntan a presumir un futuro poco promisorio para sus habitantes, en especial por la escasez de agua para consumo humano y las actividades del agro. (Insuasty, Apraez, & Galves., 2013). El municipio de Taminango se caracteriza por la explotación agropecuaria, con suelos relativamente de buena capacidad productiva.

El corregimiento del remolino, municipio de Taminango, presenta problemas de escasez de agua y está determinado por determinada por una alta evaporación, (487.7mm/año), pocas fuentes de agua y vegetación xerofítica, factores que limitan la producción de cultivos. (CORPONARIÑO, 2008). 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 muestra en bajo índice de producción. (CORPONARIÑO, 2008)

El riego por goteo o riego localizado, está diseñado para proporcionar agua con caudales en menores cantidades. Consiste en entregar el agua gota a gota, humedeciendo sólo una parte del suelo especialmente donde se concentran las raíces, a través de emisores comúnmente denominados “goteros”. La aplicación de pequeñas cantidades de agua permite mantener un nivel estable de humedad minimizando así el consumo de agua y las pérdidas por evaporación y filtración. (Lucio Legarda burbano, 2001).

(Pizarro, 1996); (Cadahia, 1998) mencionan que la fertilización vía riego por goteo, es la práctica más eficiente en la producción de cosechas ya que combina dos de los factores de mayor importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas (nutrientes y agua), además es una correcta combinación de niveles entre dos elementos para lograr altos rendimientos y calidad en las cosechas.

En el departamento de Nariño no se ha implementado un sistema de riego para el cultivo de manera que sea más eficiente y comercialmente practico, el cual asegure el mejor consumo de agua y minimice 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. Ante dicha necesidad un sistema de riego eficiente para el mejor uso del agua, constituyen uno de los factores más importantes que asegura las inversiones que requiere todo proyecto de producción.

En ese sentido la producción de maní en el departamento de Nariño, se concentra en los municipios de Cumbitara, El Tablón, Policarpa, El Rosario, Ipiales, La Unión, Leiva, Linares, Los Andes, El Peñol, San Lorenzo y Taminango, siendo estos tres últimos los de mayor rendimiento con 1800, 2000 y 3000kg por hectárea. En el año 2012 el rendimiento de maní en el departamento de nariño fue de 1265 kg/ha. (Secretaria de Agricultura y medio Ambiente de Nariño. 2012), además Nariño ocupada el segundo lugar de la producción nacional detrás del departamento del Tolima. (nariño, 2012).

Por tal motivo la investigación se realizó con el objetivo determinar los efectos de la aplicación de tres Kc (0.75, 0.85, 1.0) diferentes, aplicados por medio de riego por goteo sobre el rendimiento de dos cultivares de maní (blanca y roja) (*Arachis Hypogaea*), bajo un suelo *Typic haplustalf*. y contribuir a hacer uso razonable del agua para un mejor aprovechamiento

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El trabajo se realizó en el corregimiento del remolino, municipio de Taminango, departamento de Nariño, distante a 79 kilómetros de la capital del departamento. El municipio se encuentra localizado al extremo norte del Departamento de Nariño (Alcaldía Municipal de Taminango, 2016).

A una altura de 620 msnm, con una temperatura promedio de 26°C, precipitación anual de 600 mm, humedad relativa del 65%. Esta zona está clasificada como bosque seco tropical (bms-T). (Holdridge, 1979) donde predomina la vegetación xerofítica, como cactus, tuna, espinos, guayacos entre otros.

Características físicas y químicas del suelo. Para describir el suelo y su fertilidad, se realizó un análisis de suelos; igualmente se realizó una clasificación donde se determinó que el lote pertenece a un suelo *Typic haplustalf*, 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, fósforo y potasio, con niveles bajos de hierro, manganeso y zinc.

Diseño experimental. El diseño correspondió a bloques completos al azar con arreglo de franjas divididas con tres repeticiones. Para 8 tratamientos y 24 unidades experimentales.

Dentro de las franjas se localizaron las 4 láminas de riego como factor A y en las subparcelas se localizaron las variedades de maní como factor B (Tabla 1).

Tabla 1. Factores de evaluación

Factor A Láminas de riego (Kc)	Factor A Láminas de riego (m³)	Factor B (variedad)
0,75	0,543	ROJA
0,85	0,652	BLANCA
1,0	0,815	
Testigo (Aspersión)	2,16	

Tratamientos (Corresponde a la combinación de los dos factores)

- T1 Aplicación de Kc 0.75 con lámina 0543m³ mediante fertirriego en variedad roja
- T2 Aplicación de Kc 0.85 con lámina 0,652 m³ mediante fertirriego en variedad roja
- T3 Aplicación de Kc 1.0 con lámina 0,815m³ mediante fertirriego en variedad roja
- T4 Aplicación de Kc 0.75 con lámina 0543m³ mediante fertirriego en variedad blanca
- T5 Aplicación de Kc 0.85 con lámina 0,652 m³ mediante fertirriego en variedad blanca
- T6 Aplicación de Kc 1.0 con lámina 0,815m³ mediante fertirriego en variedad blanca
- T7 Testigo; aplicación de 2,16m³ de agua mediante aspersión en variedad roja
- T8 Testigo; aplicación de 2,16m³ agua mediante aspersión en variedad blanca

Métodos Estadístico. Se hizo la prueba de hipótesis mediante un análisis de varianza y la comparación de promedios mediante la prueba de Tukey al 0.5%. y se hizo un aprueba de tendencia para establecer el tipo de relación entre lámina de agua y rendimiento, de acuerdo a lo recomendado por (Quiroga, 1978).

Área de la Unidad Experimental. El tamaño de la unidad experimental correspondió a tres módulos de 11,7m x 5,2m, dejando 0,35m de calle para un área de 60,84m. El área útil de la unidad experimental fue 40,04m. Cada módulo tuvo un área experimental total de 182,52m², para un área total de 730,08m² (Figura 1).

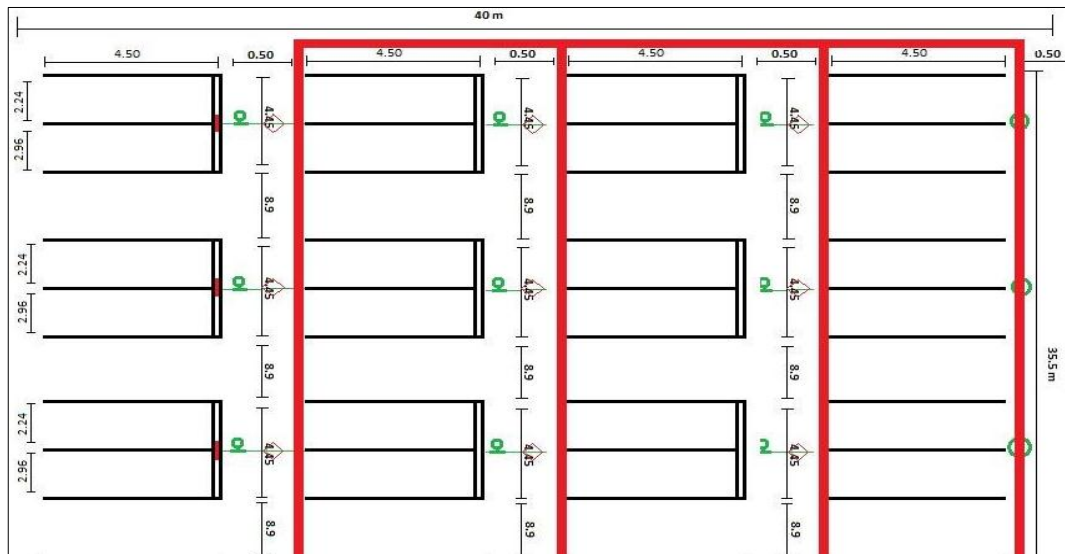


Figura 1. Mapa de Campo. Localización y medidas del área experimental.

Preparación y siembra de la unidad experimental. Se establecieron en campo 3 parcelas con 8 tratamientos, cada uno con 3 subparcelas y dentro de cada uno de ellos 5 líneas, las subparcelas midieron 11,7 m de largo por 5,2 m de ancho cada uno, para un área de 60,84 m² /subparcela, área total del lote 730,08 m². En cada línea se sembró 3 semillas a 30 cm entre ellas con una profundidad de 5 cm, para un total de 117 semillas por subparcela.

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 la fertilización edáfica se aplicó 10,8 kg.ha⁻¹ de urea, 1,3 kg.ha⁻¹ cloruro de potasio (KCl), 0,78 kg.ha⁻¹ fósforo diamónico (DAP), 1,74 kg.ha⁻¹ de nitrato de Calcio (Ca (NO₃)₂), 0,60 kg.ha⁻¹ de sulfato de magnesio (MgSO₄), por submódulo. El nitrato de Ca se aplicó por separado, por motivos de incompatibilidad entre fertilizantes. El fertirriego se aplicó a los 35 DDS (días después de siembra) antes de floración y a los 70 días DDS antes de la formación y llenado de frutos, se realizó el fertirriego por goteo una vez por semana. La cantidad de nutrientes aplicada vía fertirriego fue 7,2 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, 0,52 kg.ha⁻¹ de Fósforo, 0,94 kg.ha⁻¹ de Potasio, 1,16 kg.ha⁻¹ de Ca, 0,44 kg.ha⁻¹ de Magnesio por goteo. Las parcelas con riego por aspersión (Testigo) solo recibieron fertilización edáfica.

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. Se instaló un sistema de riego por goteo, para suministrar las tres láminas de riego 0,75mm 0,80mm y 1mm, que se compararon con riego por aspersión.

La lamina a aplicar se obtuvo de acuerdo con la siguiente fórmula a partir de la evapotranspiración y el Kc (Sanches y Vasquez, 2003).

Para la aplicación de riego se calibró la presión de las tres parcelas a 15 PSI aproximadamente; para ello se instalaron tres manómetros para cada parcela de riego, y se realizaron aforos en campo. Cada parcela maneja una lámina de riego de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo.

5.1 Tiempo de Riego. El tiempo de riego se calculó de la siguiente manera para cada Kc, a través de la siguiente fórmula:

Calculo para Kc 0,75

$$T.R = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{gasto de agua parcela/hora}}$$

Para obtener el volumen de agua y el gasto de agua parcela/hora se realiza el siguiente procedimiento.

Evapotranspiración. Considerando que la evaporación fue de 3.58 mm y que el Kc variaba de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo, se procedió a calcular la evapotranspiración con la siguiente fórmula:

$$ETC: Ev * Kc$$

$$ETC: 3,58 * 0,75$$

$$ETC: 2,685$$

Donde:

ETC: evapotranspiración del cultivo (m)

Ev: Evaporación (mm)

Kc: coeficiente de desarrollo del cultivo

Lámina de riego

$$L.R = \frac{Etc}{eficiencia\ de\ riego\ (0.9)} = m$$

$$L.R = \left(\frac{2,685}{0.9}\right)/1000$$

$$L.R = 0,002983$$

(Sanches & Vasquez, 2003)

Volumen de Agua

$$VdA = L.R * Area\ (m^2) = m^3$$

$$VdA = (0,00298333 * 182,25) = m^3$$

$$VdA = 0,5437125\ m^3$$

(Sanches & Vasquez, 2003)

Nota: posteriormente el volumen de agua se pasó a litros así:

$$VdA = 0,5437125 * 1000 = 543,7125\ lts$$

Las láminas de agua aplicada se encuentran a continuación (Tablas 2) de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo.

Tabla 2. Cantidad de Agua aplicada ára cada modulo

Modulos	Kc	Agua aplicada (m ³)	Rendimiento Kg/Ha
I	0,75	0,543	4102
II	0,85	0,652	5145
III	1	0,815	6151

Gasto de agua

Se calculó de la siguiente manera para cada parcela (Sanches y Vasquez, 2003).

Número de líneas: 15 líneas/parcela

Distancia de línea: 11,7 m

Distancia de goteros: 0,3 m de separación, tomando solo los goteros útiles.

Caudal de gotero: 1,2 L/h

Calculo de número de goteros por parcela.

Distancia de líneas: 11,7 m

Por lo tanto

$$\text{Numero de goteros por línea: } \frac{11,7m}{0,3m} = 39 \text{ goteros/línea}$$

(Sa

Por lo tanto:

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

$$\text{Gasto de agua modulo} = n. \text{ goteros por modulo} * \text{caudal del gotero}$$

$$\text{Gasto de agua modulo} = 585 * 1,2 = 702 \text{lt/hora}$$

Tiempo de Riego

Con los anteriores datos ya se calcula el tiempo de riego de acuerdo a cada kc y etapa de desarrollo del cultivo.

$$T.R = \frac{\text{Volumendeagua}}{\text{gasto de agua modulo/hora}}$$
$$T.R = \frac{543,7125}{702} = 0,774519 \text{ Lts/hora}$$

Riego Por Aspersión

Se realizó el riego por aspersión 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)

Con base en a los datos anteriores se calculó el volumen de agua para las parcelas con riego por aspersión (Tabla 3).

Tabla 3. Volumen de o gasto de agua en riego por aspersión para las parcelas testigo

Volumen de agua riego por aspersión	
Descarga GPM	9,5
Volumen de agua lt/min	35,91
Volumen de agua lt/hora	2154,6
Volumen de agua m ³ /hora	2,1546

Variables Evaluadas

Rendimiento (RTO) ($t.ha^{-1}$). Después de cosechadas, secadas y desgranadas cada parcela se pesó el total de granos cosechados transformando este dato a toneladas por hectárea. (Gomez, 2012)

Peso de 100 vainas. Se pesó 100 vainas tomadas al azar del total de las vainas cosechadas en cada parcela. (Gomez, 2012)

Porcentaje de vaneamiento. De las 100 vainas tomadas para el peso de la anterior variable se identificó el número de vainas vanas y vainas llenas para obtener el respectivo porcentaje por parcela. (Gomez, 2012)

Peso de 100 semillas. Se pesaron 100 semillas tomadas al azar del total de las semillas cosechadas en cada parcela. (Gomez, 2012).

Análisis Económico. Se evaluó mediante la metodología propuesta por Perrin, et al. (1976), el cual analiza las variables parciales de presupuestos que están incluidas en el sistema productivo. Para llevar a cabo esta variable se tomaron los costos de riego, preparación del terreno, material vegetal, costo de insumos y labores culturales como ingresos.

Variables Fisiologicas del Cultivo

Días a Emergencia. Se tomó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia. Considerando esta cuenta cuando más del 50% había emergido.

Días a Floración. Se tomó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la floración. Considerando estas cuando el 50% de las plantas dentro de cada parcela tuvo al menos una flor abierta.

Días a Cosecha. Se tomó el número de días transcurridos entre la siembra y la cosecha. Considerando esta cuando el 90% de las plantas empiecen su etapa de secamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimientos obtenidos por las dos variedades de maní (Roja y Blanca).

De acuerdo con los cuadros medios (Tabla 4), se encontró diferencias estadísticamente significativas entre láminas para las variables de rendimiento y peso de 100 vainas. No se encontraron diferencias estadísticas para variedades de maní ni para la interacción lámina *variedad.

Tabla 4. Cuadrado medio de rendimiento, peso de 100 vainas, vainas llenas y peso de 100 semillas de dos cultivares de maní, como respuesta a la aplicación de tres láminas de agua con fertirriego.

Factor de Variación	Rendimiento	Peso 100 Vainas	Vainas Llenas	Vainas Vanas	Peso 100 semillas
	CM	CM	CM	CM	CM
Modelo	1700747 ^{ns}	948,09 ^{ns}	2,89 ^{ns}	2,85 ^{ns}	7,38 ^{ns}
Lamina	8394498,62*	4665,56 *	5,32 ^{ns}	5,24 ^{ns}	19,53 ^{ns}
Bloques	17212,29	21,09	1,93	1,53	4,84
Variedad	365686,06 ^{ns}	52,51 ^{ns}	2,19 ^{ns}	2,67 ^{ns}	3,19 ^{ns}
Error A	351709,34	185,02	3,39	3,26	5,57
Error B	47688,63	86,26	0,6	0,79	2,5
Error C	124461,37	112,81	2,5	2,34	10,82
CV	6,86	7,16	1,62	69,93	7,72
R ²	0,97	0,96	0,77	0,78	0,66

* = Diferencias significativas ($p < 0,05$), n.s= No Significativo, CM= Cuadrados medios (representan una estimación de la varianza de la población).

Rendimiento. Los rendimientos de maní de acuerdo con la comparación de promedios de Tukey (Tabla 5) se encontró que el mayor rendimiento con un promedio de 5986,90 kg.ha⁻¹ lo presentó el Kc1, con una lámina de agua de 0.815 m³, similar al rendimiento obtenido por el kc 0,85, de lámina de agua 0,652 m³ y un rendimiento de 5193,21 kg. ha⁻¹; y seguido por el Kc0,7 con lámina de agua 0,543 m³, y un rendimiento de 4535,30 kg.ha⁻¹. El menor promedio de rendimiento de 3192,14 kg.ha⁻¹ se obtuvo con el sistema de riego por aspersión.

Tabla 5. Comparación de promedios de Tukey para lámina de riego en las variables de rendimiento (RTO), peso de 100 vainas, vainas llenas, vainas vanas y peso de 100 semillas.

Lamina (mm/ha)	Rendimiento	Peso de 100 vainas	Vainas llenas	Vainas vanas	Peso de 100 semillas
	Medias (kg/Ha)	Medias (Kg/Ha)	Medias (Kg/Ha)	Medias (Kg/Ha)	Medias (Kg/Ha)
Kc1	5986,90 A	170,96 A	99,08 A	0,92 A	44,63 A
Kc 0.85	5193,21 AB	162,13 A	97,63 A	2,29 A	41,83 A
Kc 0.75	4535,30 B	152,50 A	97,58 A	2,38 A	43,42 A
Testigo	3192,14 C	108,17 B	96,63 A	3,17 A	40,50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$)

Lo anterior indica que el rendimiento es afectado positivamente por el riego por goteo, esto debido al efecto positivo que tiene el agua sobre los procesos fisiológicos de las plantas y que a su vez potencian los rendimientos de los cultivos.

De acuerdo a lo anterior se afirma que el agua es indispensable en el desarrollo normal de un cultiv, es por eso que es un factor primordial en las plantas ya que está relacionada directamente con la producción, por lo tanto, la falta de agua o su mal manejo resultaran en rendimientos bajos; como lo apreciado en la presente investigación, en el tratamiento con aspersión (Testigo) donde a mayor cantidad de lamina de agua aplicada ($2,16 \text{ m}^3$), se obtuvo el menor rendimiento ($3192,14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); y caso contrario en los tratamientos de riego localizado de alta frecuencia donde un uso eficiente del agua trae como resultado incremento en el rendimiento. Resultados similares se han encontrado en otros trabajos realizados por la Universidad de Nariño en el municipio de Taminango, Remolino en cultivos de tomate, melón y frijol donde el ahorro del agua fue de aproximadamente el 60% con riego por exudación o goteo con respecto al tradicional y obteniendo mayores rendimientos en tomate y melón (Guerrero, 2000).

Con base a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que la zona donde se realizó el trabajo es clasificada como bosque seco tropical con vegetación xerofítica, el riego localizado con alta frecuencia dio una respuesta positiva, con rendimientos mayores en comparación al riego por aspersión donde al haber aplicado mayor cantidad de agua, condujo a mermas en el rendimiento. Con respecto a ello, (Liotta, 2000) afirma que el riego por aspersión presenta menor eficiencia y uniformidad de riego, por la mayor evaporación y efecto del viento. Las pérdidas pueden ser hasta un 15 % en zonas áridas. En épocas del año ventosas se prefieren riegos nocturnos donde las condiciones ambientales, suelen ser más calmas y la temperatura es menor.

Por otro lado, la única manera en la cual un factor ambiental, como el agua, puede afectar el crecimiento o el rendimiento de las plantas, es a través de su influencia sobre los procesos fisiológicos, esto se pudo apreciar en la investigación; donde el mayor suministro de agua condujo a rendimientos bajos (testigo); por otro lado con las aplicaciones de lamina de agua mas bajas y teniendo en cuenta las cantidades de agua que el cultivo de mani necesita según su estado fisiológico, se obtuvieron mayores rendimientos. El suministro de agua afecta directa o indirectamente casi todos los procesos de la planta.

Con respecto a lo anterior; una reducción en el contenido del agua inhibe la fotosíntesis y generalmente disminuye la velocidad de respiración y otros procesos donde hay la intervención de las enzimas. En otras palabras, al reducirse el contenido de agua en las plantas se presenta perdida de turgencia y marchitamiento, cierre de los estomas, reducción de la fotosíntesis, y la interferencia con muchos otros procesos metabólicos. (Cartagena)

Según (Vilella, 2009) el déficit de agua no permite que la planta alcance su rendimiento potencial, la sensibilidad a los déficits hídricos dependerá de su estado fenológico. Bajo los anteriores parámetros se explica la diferencia significativa que existe entre las láminas de agua aplicadas con riego por goteo y la aplicada en riego por aspersión, debido a que como se menciona en los anteriores párrafos el agua es crucial en el estado fenológico de las plantas, una aplicación adecuada en el momento indicado del ciclo del cultivo va a marcar la diferencia al momento de obtener buenos rendimiento.

La disminución de la disponibilidad de agua en el suelo reduce el movimiento de nutrientes por flujo y difusión de masa. Estas condiciones llevan al cierre de estomas y la consiguiente reducción de la transpiración del mismo modo disminuye la entrada de CO₂ y la absorción de nutrientes. Bajo estas condiciones el crecimiento de las plantas se reduce y la cantidad de agua disponible se convierte en un factor limitante. También observado en la investigación, donde los tratamientos tratados con riego por aspersión (testigo) donde la aplicación de agua no es uniforme ni tiene en cuenta la etapa fisiológica del cultivo incide en disminuir la absorción de agua y nutrientes, por lo tanto se obtuvieron bajos rendimientos en comparación con los otros tratamiento donde se utilizó el riego localizado de alta frecuencia.

De acuerdo a los resultados encontrados durante la investigación y concordando con que; casi todos los procesos en la planta son afectados directa o indirectamente por el suministro de agua.

El crecimiento de la célula es particularmente dependiente de al menos un mínimo grado del turgor de la célula, la elongación del tallo y las hojas son rápidamente reducidas o

detenidas por déficit de agua. Una reducción en el contenido de agua inhibe la fotosíntesis y generalmente disminuye la velocidad de respiración y otros procesos donde hay la intervención de las enzimas (Regulo, 2011).

En resumen, la reducción en el contenido de agua es acompañado por la pérdida de turgencia y marchitamiento, cesación del ensanchamiento celular, cierre de los estomas, reducción de la fotosíntesis, y la interferencia con muchos otros procesos metabólicos. Eventualmente, una continúa deshidratación causa desorganización en el protoplasma y la muerte de la planta. (Regulo, 2011).

Datos similares a la presente investigación, donde los rendimientos mas altos se obtuvieron con la menor lamina de agua aplicada al cultivo; fueron los encontrados por (Flores y Jacome, 2009) en su investigación, “evaluación de los sistemas de riego localizado por exudación y goteo en el rendimiento del cultivo de lechuga”, con rendimientos mayores (29,19 ton.ha⁻¹) con el riego por goteo, mientras que en riego por exudación con (24,42 ton.ha⁻¹) y láminas de agua aplicadas (1,637 m³.ha⁻¹) seguida por el riego por exudación superficial con (1,310 m³.ha⁻¹).

(Cuello *et al.*, 2009) afirman que en el cultivo del guayabo, al igual que en el de mani el agua es indispensable en los periodos críticos de crecimiento y durante el desarrollo del fruto, ya que, sin la cantidad de agua adecuada durante estos periodos, no solo se retrasara la cosecha si no que los frutos serán escasos y pequeños, lo que reducirá drásticamente el rendimiento.

Resultados similares se obtuvieron en trabajos con pepino donde el rendimiento supero las expectativas ya que pudo solventar las necesidades de agua durante el ciclo del cultivo lo que fue posible por contar con un riego localizado (modalidad cintas de goteo) (Suniaga, 2008).

De acuerdo con una prueba de tendencia recomendada por Quiroga (1977), se encontró que la relación entre la cantidad de agua aplicada y la respuesta del maní en su rendimiento presenta una tendencia de tipo cuadrático a nivel de 0,0022 de probabilidad estadística como lo indica la Tabla 6, cuyos coeficientes de regresión indican que en la medida en que se aplica una cantidad de agua de riego hasta 0.81 metros cúbicos, los rendimientos se incrementan en forma lineal hasta alcanzar 5986 kg/ha⁻¹, sin embargo, cuando se aumentó la lámina de agua de riego a 2,16 metros cúbicos en el sistema de riego por aspersión los rendimientos se redujeron a 3.192 kg/ha⁻¹ (Figura 2).

Tabla 6. Análisis de regresión lineal de la relación entre lámina de agua aplicada y el rendimiento de maní.

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	8392582,55	2	4196291,28	42,29	0,0007
LAMINA 1	5119078,50	1	5119078,50	51,59	0,0008 **
LAMINA 2	3273504,05	1	3273504,05	32,99	0,0022**
Error	496151,32	5	99230,26		

Lamina 1: Corresponde a los tratamientos con fertirriego , Lamina 2: Corresponde a los tratatamientos con riego por aspersión.

La Figura 2 corresponde a la ecuación $Y = - 396.58 + 11567 X(\text{Lámina}) - 4586,36 X^2$ (Lámina²).

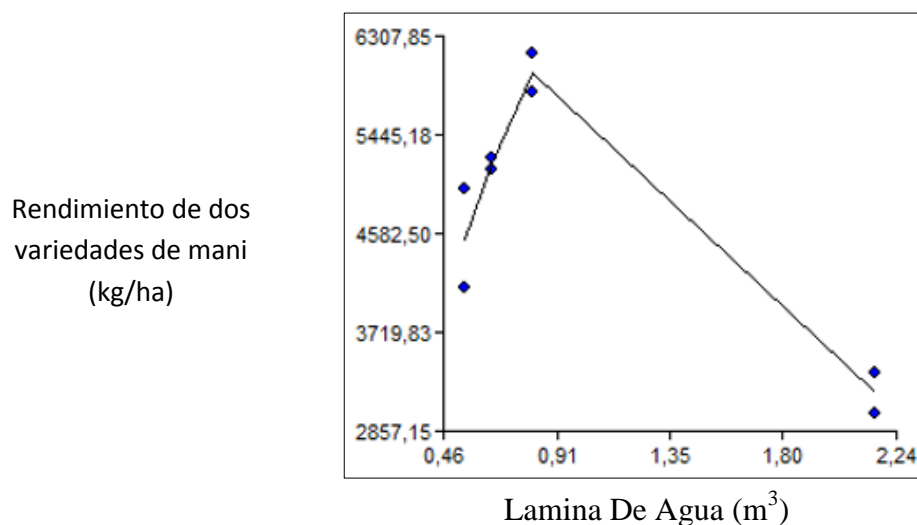


Figura 2. Relación entre la lámina de agua aplicada mediante riego por goteo y los rendimientos de 2 variedades de maní

Lo anterior muestra una relación científica entre la 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; Un déficit hídrico que dura en el tiempo pero no es consecuencia de una falta de agua sino de la falta de disponibilidad de agua en el suelo. Normalmente se asocia el déficit hídrico con climas cálidos, pero esto no siempre es así. Esto se debe a que el agua en el suelo puede estar en abundancia pero no está disponible para la planta y las raíces no pueden absorberla.

La parte aérea de la planta sigue transpirando, por lo que se pierde agua que no puede reponerse.

Lo anterior se debe probablemente a que el cultivo de acuerdo a una determinada etapa de desarrollo tiene unas necesidades específicas de agua y no acepta altas cantidades de riego no programadas, siendo esta agua desperdiciada, es decir, lo que se hace con el riego por aspersión donde el volumen de agua $2,154 \text{ m}^3$ es mayor en 38% en comparación con las otras láminas $Kc1=0,85$, $Kc 0,85= 0,652$ y $Kc 0,75= 0,543$, pues para este estudio el fertirriego se programó a través de tensiómetros para el caso del riego por goteo en cambio para el riego por aspersión se programó en cualquier día (riego tradicional del agricultor de la zona), sin determinar la lámina exacta a regar ni la etapa en la que se encontraba el cultivo, por lo anterior se dice que la programación del riego influye en el peso de las vainas y definitivamente el fertirriego potencia la producción.

Además los métodos de irrigación por goteo han demostrado su gran eficiencia ya que ofrece la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso fotosintético y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato y agua de riego determinados y para unas condiciones ambientales definidas (CORPOICA, 2007).

Al respecto (Pizarro, 1996); (Cadahia, 1998) mencionan que la aplicación de agua y nutrientes, vía riego por goteo, es la práctica más eficiente en la producción de cosechas ya que combina dos de los factores de mayor importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas (nutrientes y agua), además es una correcta combinación de niveles de agua para lograr altos rendimientos y calidad en las cosechas. Lo que concuerda con los resultados obtenidos, donde al realizar la aplicación de agua para el desarrollo del cultivo mediante fertirriego y en cantidades necesarias se obtuvieron los rendimientos mas altos.

Del mismo modo 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.

Un amplio suministro de agua es necesario para mantener la turgencia de las células vegetales, y cuando se afecta la turgencia se afectan los procesos que originan el desarrollo y la actividad de las plantas, es la presión de la turgencia lo que suministra la energía requerida para el alargamiento de las células, y cuando existe un déficit de agua se reduce entonces el crecimiento y la división celular. Un déficit de agua provoca así mismo una reducción de la fotosíntesis (Millar, 1998).

Por otro lado (Millar, 1998) afirma que las cosechas sufren mermas más a menudo por un suministro insuficiente de la humedad que por cualquier otro factor. Como en el caso del cultivo de mani, el agua es el mayor constituyente aislado de las plantas, formando, por término medio, el 75% o más del tejido de una planta verde. De hecho, las plantas herbáceas contienen una cantidad de agua mucho mayor cuando crecen rápidamente. Por ejemplo “Millar “afirma que el ápice de un tallo tierno de trigo o la porción basal de las hojas pueden contener del 92% al 93% del agua y las hojas de col y tomate del 86 y el 84% respectivamente, además que el porcentaje de agua existentes varía con la estación, cantidad de agua en el suelo y otros factores.

(UBA, sf) La cantidad de agua que fluye a través de la planta o circula por unidad de superficie de cultivo depende de la oferta de agua del suelo, de las características estructurales y funcionales de la planta o el cultivo, y de las condiciones atmosféricas. En cada momento de su vida, el estado hídrico de la planta depende del balance entre el agua que la planta absorbe del suelo y la que pierde por transpiración. Un exceso de transpiración con respecto a la absorción determina un balance hídrico negativo, generándose así una situación de déficit cuyas consecuencias dependerán de su magnitud y duración. El estado de déficit hídrico puede influir poderosamente sobre el crecimiento y la producción de materia seca por las plantas, y por ende sobre el rendimiento de grano, forraje, madera, entre otros.

Resultados similares se han encontrado en trabajos realizados por (Legarda *et al.*, 2001) en el municipio de Taminango, Remolino en cultivos de sandía, maíz, pimentón, maní, zapallo y cebolla cabezona; donde se utilizó riego por exudación (riego localizado de alta frecuencia), el cual se caracteriza por trabajar con caudales de agua muy bajos; Los resultados mostraron que se obtuvieron mejores producciones con cantidades de agua menores; mostrando resultados similares a los encontrados en la presente investigación donde a menor cantidad de agua aplicada se obtuvieron rendimientos más altos.

Del mismo modo la producción obtenida en maní fue de 2 ton/ha⁻¹ con 2210 m³; similares a los obtenidos durante la investigación donde la producción de 5 ton-ha⁻¹ con una aplicación de agua de 0.815 m³. en general se observó un ahorro de agua significativo comparado con el riego tradicional. El comportamiento de producción para el tratamiento Kc 0.75, correspondiente a la menor lámina de agua aplicada, registrando menor producción que los demás tratamientos; sin embargo, su promedio supera ampliamente al testigo, lo cual significa que este tipo de cultivo responde positivamente a la aplicación de cantidades mínimas de agua (Legarda *et al.*, 2001).

Peso de 100 vainas. El peso de 100 vainas fue similar para Kc 1; Kc 0,85; Kc 0,75 con $170,96 \text{ kg-ha}^{-1}$, $162,13 \text{ kg-ha}^{-1}$, $152,50 \text{ kg-ha}^{-1}$ respectivamente, promedios mayores que el registrado por el riego por aspersión (testigo) de $108,17 \text{ kg-ha}^{-1}$ (Tabla 4).

Lo anterior se debe posiblemente a que la respiración de las semillas en formación, es inicialmente muy alta, pero esta se reduce rápidamente durante la maduración. En semillas secas al aire, la respiración es muy baja, pero esta se incrementa lentamente en la medida que se aumenta el contenido del agua, hasta un punto crítico, en el cual hay un rápido incremento en la respiración, como respuesta a un aumento adicional del contenido del agua. Lo anterior concuerda a lo encontrado en los resultados de la investigación, donde al incrementar el volumen de agua hasta $0,815 \text{ m}^3$ el peso de 100 vainas fue de $170,96 \text{ kg-ha}^3$. En ensayos donde se sembró espárragos con tres tipos de riego: por inundación, aspersión y exudación. Los resultados obtenidos muestran la eficiencia del riego con cinta exudante, con un buen desarrollo vegetativo y abundantes brotes nuevos; además de lograr los mayores valores en cuanto a kg.ha y gr.pl con el uso de cinta exudante (Legarda *et al.*, 2000). Lo anterior corrobora los resultados obtenidos durante la investigación con la implementación de riego por goteo, donde se obtuvo mejores rendimientos y un reducido gasto de agua, durante el ciclo del cultivo de mani.

Según (Oregon, 2003) la Universidad Estatal de Oregon, la aplicación de agua y nutrientes es más precisa con el riego por goteo. De este modo, se pueden reducir los gastos en fertilizantes y la pérdida de agua. Además, se puede escoger el mejor momento para regar y satisfacer las necesidades de las plantas lo que conlleva a un aumento en el rendimiento y calidad, esto posible mediante se deba a la programación precisa del riego, la cual se hace posible con el sistema por goteo. Se han observado aumentos en rendimiento y calidad de cebolla, lúpulo, brócoli, coliflor, lechuga, melón, tomate, algodón y otros cultivos.

Por otro lado, el riego por goteo permite una mayor eficiencia en el uso del agua, en comparación con otros sistemas, las plantas regadas por microaspersión requieren un 130% más de agua que las regadas por goteo. Los resultados hallados, contribuyen a mejorar el manejo del riego por goteo, con el objetivo de mantener un alto nivel de productividad. Estos puntos considerados, son requisitos básicos para el logro de un agro ecosistema económico y ambientalmente sustentable.

El agua del suelo interviene en el ciclo hidrológico que se puede considerar integrado, por un conjunto de comportamientos; el suelo constituye uno de ellos y es el principal suministrador de agua para las plantas, por su capacidad para almacenarla e ir cediéndola a medida que se requiere.

Las labores de manejo de enfermedades y malezas se reducen, ya que la superficie húmeda, se limita al área cubierta por el sistema de raíces del cultivo (Legarda *et al.*, 2000).

Peso de 100 semillas. El peso de 100 semillas fluctuó entre 40,50 kg-ha⁻¹ para la aspersión y 44,63 kg/Ha para Kc 1, no existiendo diferencia estadística significativa según el test de Tukey (Tabla 5). Bajo este resultado (Peralta, 2004) destaca que el máximo de producción de un cultivo está determinado por las condiciones climáticas, por el potencial genético del mismo y que si este hecho se alcanza podría depender de la precisión con el que el suministro de agua este en concordancia con las necesidades hídricas del cultivo.

Vainas Llenas y Vainas Vanas. El porcentaje de vaneamiento fluctuó entre el 4 y 1%, no presentando diferencias estadísticas significativas entre los materiales (Tabla 4).

Variedades. El rendimiento, y los otros componentes de rendimiento no presentaron diferencias estadísticas entre la variedad roja y la variedad blanca cuyo promedio fueron: 4750,5 kg-ha⁻¹ para la variedad roja en promedio para las tres laminas de agua aplicadas incluyendo el testigo; y 4486 kg-ha⁻¹ para la variedad blanca.

Análisis económico. La Tabla 7 muestra los costos totales de producción por hectárea, cabe notar que los tratamientos con riego por goteo para las dos variedades y láminas de riego bajas presentan los mayores costos totales. Por su parte los tratamientos con riego por aspersión, muestran costos de producción inferiores, debido a que no se necesita de instalación de cintas de goteo lo que se ve reflejado en sus bajos rendimientos.

En Colombia, según (Legarda *et al.*, 2000), el 90% de las áreas bajo riego utilizan sistemas convencionales (riego por surcos, por inundación, asperción, entre otros), los cuales consideran el agua como un recurso abundante y barato. Sin embargo, las limitaciones hídricas que predominan en muchas zonas del país, hace que sea necesaria la implementación de nuevos sistemas de riego que optimicen el uso de agua y aseguren rendimientos mas altos.

Con el sistema de riego por goteo es posible incrementar el numero de cosechas/año, su calidad y rendimiento, generando mayor ingreso en la familia agrícola, con lo cual la inversión se recuperaría a mediano y corto plazo. A diferencia del riego por asperción, se favorece la conservación de suelos al no causar erosión.

Tabla 7. Costos e ingresos por hectárea en la evaluación del efecto tres láminas de fertirriego sobre el rendimiento de dos variedades de maní (*Arachis hypogaea*).

Tratamiento	Descripción del mantenimiento	Costos totales por hectárea (\$)	Producción kg/ha/año	Precio de venta (\$ kilo)	Ingreso bruto (\$)	Ingreso neto (\$)	Rentabilidad anual%
T1	Lamina 0.75mm en variedad roja	\$25.148.109	12306	2650	\$32.610.900	\$7.462.791	29,68
T2	Lamina 0.85mm en variedad roja	\$25.148.109	15435	2650	\$40.902.750	\$15.754.641	62,65
T3	Lamina 1.0mm en variedad roja	\$25.148.109	18453	2650	\$48.900.450	\$23.752.341	94,45
T4	Lamina 0.75mm en variedad Blanca	\$25.180.809	14901	2750	\$40.977.750	\$15.796.941	62,73
T5	Lamina 0.85mm en variedad Blanca	\$25.180.809	15720	2750	\$43.230.000	\$18.049.191	71,68
T6	Lamina 1.0mm en variedad Blanca	\$25.180.809	17466	2750	\$48.031.500	\$22.850.691	90,75
T7	Aspersión variedad roja	\$4.454.830	9042	2650	\$23.961.300	\$19.506.470	437,87
T8	Aspersión variedad Blanca	\$4.487.530	10107	2750	\$27.794.250	\$23.306.720	519,37

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de las dos variedades de maní se obtuvo con la lámina Kc 1; con rendimientos de $5986,90 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Se encontró una relación cuadrática entre la cantidad de agua aplicada y el rendimiento de maní.

El menor peso de 100 semillas se encontró con el testigo de riego por aspersión.

Con Kc1 para las variedades roja y blanca, fueron los que presentaron mayor productividad con más del 90% de rentabilidad.

No hubo diferencias significativas para la interacción laminas vs variedad en ninguno de los tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aspersores Colombianos LTDA . 2016. *Empresario*. Obtenido de Empresario:
<http://www.empresario.com.co/aspercol/aspersores.html>
- Cadahia, L. 1998. Cultivos Horticolas y ornamentales. En L. Cadahia, *Fertirrigacion*. (475 p). Mexico: Mundi-Prensa.
- Cartagena, J. R. (s.f.). *El agua en las plantas*. Obtenido de
https://biologiadelacelula.files.wordpress.com/2009/05/el_agua_en_las_plantas.pdf;
consulta: mayo, 2016.
- CORPOICA. Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias. 2007. *Manejo del Riego y la Fertirrigacion en tomate bajo cubierta en la Sabana de Bogota*. Bogota-Colombia: Produmerios.
- CORPONARIÑO. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO (2008). *DIAGNOSTICO BIOFISICO Y SOCIOECONOMICO*. DEPARTAMENTO DE NARIÑO, MUNICIPIO DE TAMINANGO.
- Cuello, G. H.; Varona, R. M.; Estrada, O. P. (2009). Manejo del riego por goteo en el cultivo del guayabo. *Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias*. 5-6 p.
- Diaz, H. A. (1996). TOMA, TRANSPORTE Y METABOLISMO DEL AGUA. *Agronomia Colombiana*. 138 - 141.
- Facultad de agronomia, UBA. (2008). *Agro UBA*. Obtenido de Agro UBA:
<http://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/papers/agua.pdf>
- Flores, J. G.; Jacome, C. L. (2009). *Estudio de los sistemas de riego localizado por goteo y exudacion, en e rendimeinto del cultivo de lechuga bajo invernadero*. Ibarra- Ecuador. Pontificia Universidad Catolica del Ecuador. 156 p.
- Gomez, J. C. (2012). *Determinacion de las características agronomicas de 15 cultivares de mani*. Guayaquil-Ecuado. 160 p.
- Guerrero, F.; Usama, J.; Ojeja, L.; Legarda., L. 2000. Determinacion del consumo de agua aprovechable en los cultivos de tomate (*Lycopersicum esculentum*), melon (*Cucumis Melo* L) y frijol (*phaseolus vulgaris*), bajo el sistema de riego por exudacion, en remolino, nariño. *Revista Ciencias Agricolas*. 17(2):189 - 199.
- Holdridge. (1979). *Ecologia*. IICA, Pasto. 216p.

- Insuasty, E., Apraez, E., & Galves., A. (2013). Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. *Ciencia Animal*, 110-111.
- Suniaga Q, A. R. (2008). Fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*cucumis sativus* L.) En condiciones de bosque seco premontano. *Agricultura Andina* . 16(2):190-198.
- Legarda, L., Cadena, V., Muños, A., & Eraso., H. R. (2001). *determinacion de la cantidad de agua aprovechable en algunos cultivos de clima calido, mediante el sistema de riego por exudacion*. pasto: Revista de Ciencias Agrícolas. 16(3):170-180.
- legarda, L., Gomez, W., & Gamboa., I. (2000). *El riego por exudacion: descripcion, características y ventajas del sistema*. pasto: Revista de Ciencias Agrícolas. 17(2):183-194.
- Liotta, M. A. (2000). Suoerficie Cultivada con Riego Tradicional y oresurizado en la provincia de San Juan. INTA, San Juan. 160 p.
- Lucio Legarda burbano, v. C. (2001). *determinacion de la cantidad de agua aprovechable en algunos cultivos de clima calido, mediante el sistema de riego por exudacion*. Revista de Ciencias Agrícolas, 17(2):170-177. ~~200-~~
- Millar, C. E. (1998). El Agua y los procesos de desarrollo en la planta. En V. Hernando, *Fertilidad del suelo* . Barcelona Madrid: SALVAT EDITORES S A .
- Mogrichnge. (1994). Cultivo de Mani. En M. L. A, *Los Cultivos Basicos* (52 p). San Jose. Costa Rica: EUNED.
- Monge, A., L. (1994). *Cultivo Del Mani*. San Jose. Costarica: 2ed EUNED.
- Oregon. 2003). *Universidad estatala de Oregon*. Obtenido de Universidad estatahttps://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/37462/em8782-S.pdf; consuta: mayo, 2016.
- Peralta. (2004). *Programacion del riego*. En: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR08112.pdf>; mayo, 2016.
- Pizarro, C. (1996). *Riegos Localizados de Alta Frecuencia (Goteo, microasperscion y Exudacion)*. Madrid, España: Mundi-Prensa.180 p.
- Quiroga, F. (1978). *Prueba de Tendencia* . MEXICO. 189 p.
- Regulo, C. V. (2011). *EL AGUA EN LAS PLANTAS*. En: https://biologiadelacelula.files.wordpress.com/2009/05/el_agua_en_las_plantas.pdf; Consulta: mayo, 2016.

- Sanches J; Vasquez D. 2003. *Biblioteca Inifap*. En Biblioteca Inifap:
<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/298/121.pdf?sequence=1>; consulta: mayo, 2016.
- Alcaldía de Taminango Nariño* (2016). Localización Taminango. Obtenido de
http://www.taminango-narino.gov.co/informacion_general.shtml; consulta: Mayo 2016.
- Tobon, J. C. (2002). Aspectos fundamentales de los sistemas de riego. En: Biblioteca digital Universidad Nacional de Colombia:
http://www.bdigital.unal.edu.co/4789/1/70064307._2002_1.pdf; consulta:Junio 2016.
- UBA. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. (s.f). *Las plantas y el agua*. Obtenido de <http://www.agro.uba.ar/users/batista/EE/papers/agua.pdf>; consulta: Junio 2016
- Vilella, F. 2009. *Impacto de los sistemas de riego por goteo en arandonos*. Obtenido de
<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n1/a01v15n01.pdf>; consulta: Mayo 2016.