

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – Managua
(UNAN-Managua)
Facultad Regional Multidisciplinaria
(FAREM-Estelí)
Recinto Universitario Leonel Rugama Rugama
Estación Experimental para el estudio del trópico seco El Limón



Tema: Efectividad de riegos artesanales sobre el crecimiento de *Moringa oleífera* Lam.

Trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de Licenciado en Ciencias Ambientales

Autores:

Br. Jorge Luis Gutiérrez Lanuza

Br. Rosario Amparo Ortiz Zeledón

Br. Carlos Antonio Méndez Huete

Tutor: Msc. Kenny López Benavides.

Asesor: Msc. Josué Tomas Urrutia Rodríguez.

Enero, 2015

Resumen

La investigación se realizó en la Estación Experimental para el estudio del trópico seco El Limón. Con el objetivo de evaluar la efectividad de diferentes sistemas de riegos artesanales sobre el crecimiento de Marango (*Moringa oleífera*).

En este estudio se evaluó la efectividad de diferentes sistemas de riegos artesanales sobre el crecimiento de *Moringa oleífera* Lam, como medida de adaptación ante el cambio climático.

Para la realización de este estudio se establecieron dos tratamientos experimentales y control, con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA): T₁ (18.3 horas), T₂ (5.2 horas) y T₃ (0.01 horas). Tomando en cuenta la capacidad de campo realizada se aplicó un uso consuntivo de 1000 mm/día (1 litro) lámina de riego y frecuencia de aplicación (3 días), al igual se hicieron toma quincenales del diámetro al cuello de la planta y altura.

Las variables que se estudiaron fueron: diámetro de la planta, altura, sobrevivencia y efecto del riego en la producción y distribución de biomasa. Los resultados presentan que existe diferencia significativa en el efecto de los riegos artesanales y el convencional en relación al diámetro al cuello de la planta, ya que el valor de significación es de $P=0.1730$, siendo el riego que presenta mayor efectividad el convencional.

Mientras que en altura no existe diferencia significativa con respecto a la efectividad de los tratamientos experimentales, ya que el valor de significación es de $P < 0.0001$. Conforme al comportamiento existe diferencia significativa en el desarrollo (diámetro) y en altura no existe diferencia significativa en la especie de *moringa oleífera* en los diferentes tiempos de muestreos. Respecto a la biomasa aérea y radicular mostró diferencias significativas en los tratamientos empleados, lo que indica que existe una relación entre ambas variables.

Palabras claves: Riegos artesanales, Moringa oleífera, Efectividad

Tabla de contenido

I.	Introducción	6
II.	Objetivos	8
2.1	Objetivo general.....	8
2.2	Objetivos específicos	8
III	Marco teórico	9
3.1	Conceptos generales	9
3.1.1	Efectividad	9
3.1.2	Crecimiento.....	9
3.1.3	Desarrollo.....	9
3.1.4	El riego	9
3.1.5	Goteo.....	9
3.2	Sistema de riego por goteo	10
3.2.1	Criterios para seleccionar los métodos de riegos	10
3.2.2	Qué es el riego artesanal por goteo	10
3.2.3	Factores que favorecen un sistema de riego por goteo	10
3.3	Relación suelo- agua-planta –clima.....	10
3.4	Sistema de riego por aspersion.....	11
3.4.1	Factores que favorecen un sistema de riego por aspersion.....	11
3.5	Riego por gravedad	11
3.6	Riego localizado.....	11
3.7	Características de la moringa.	11
3.7.1	Familia Moringaceae y Género Moringa.....	12
3.7.3	Crecimiento	13
IV	Hipótesis	14
V.	Materiales y métodos	15
5.1	Área de estudio	15
5.2	Tipo de estudio	15
•	5.3 Población y Muestra	16
5.4	Fases del estudio	17
Fase 1:	Revisión Documental.....	17
Fase 2:	Trabajo de campo	17
5.5	Análisis estadístico	19
VI	Resultados y discusión	20

CONCLUSIONES.....	29
RECOMENDACIONES.....	30
Bibliografía	31
Anexo	33

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios padre por brindarme la sabiduría el entusiasmo, la dedicación puesta y las fuerzas necesarias para concluir con éxito esta investigación.

A mi familia: Madre, abuelos, tías y hermanos porque siempre me dieron el aliento y el apoyo para seguir adelante, por brindarme fuerzas necesarias para superar los obstáculos encontrados y siempre tener la fe en mí. Mil gracias por ayudarme con este sueño que no es solo para mí sino para cada uno de ustedes.

A mis Compañeros: por su apoyo incondicional.

Jorge Luis Gutiérrez Lanuza

Dedico este trabajo en especial a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de vivir, la fuerza y sabiduría necesaria iluminando siempre mi camino para poder cumplir esta meta.

A mis padres: Auralila Zeledón, Cristino Ortiz, por estar siempre a mi lado brindándome amor y apoyo en todos los ámbitos, poniendo su confianza siempre en mí. A mis hermanos, abuelos y tíos por darme la motivación necesaria para seguir adelante.

A mis compañeros y amigos que nos dieron su mano amiga en nuestra investigación. Por esos momentos inolvidables que vivimos juntos.

Rosario Amparo Ortiz Zeledón

Dedico este trabajo primeramente a Dios por darme la sabiduría y estar siempre conmigo a lo largo de la vida y permitirme terminar con éxito mi carrera profesional.

A mi madre y hermanos por apoyarme, comprenderme y alentarme en cada paso.

A mis maestros por compartir el pan de la enseñanza día a día durante todos los años en la universidad.

A compañeros y amigos por ser cada uno de los pilares fundamentales durante mi carrera al compartir dificultades, logros y alcanzar juntos nuestras metas.

Carlos Antonio Méndez Huete

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por ser nuestro amigo incondicional estando siempre a nuestro lado brindando su sabiduría y la fortaleza necesaria para seguir siempre adelante.

De igual manera se le agradece a la Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM-Estelí) Recinto universitario Leonel Rugama Rugama, por haber contribuido en nuestra formación profesional y haber incluido en nosotros valores éticos y morales que nos fueron muy útiles en la culminación de nuestra carrera .

A la Estación Experimental el Limón perteneciente a dicha facultad por haber permitido realizar nuestra investigación.

A todos los docentes de la facultad por habernos transmitidos sus conocimientos en cada una de las asignaturas impartidas durante los 5 años de la carrera que nos servirán de una u otra forma en aras de contribuir en la solución de problemas ambientales de nuestro País.

A nuestro tutor de Tesis Msc. Kenny López Benavides por su valiosa asesoría y aportes brindados para cada una de las correcciones en nuestro trabajo, por todo el tiempo dedicado en nuestra investigación, por aclarar cada una de nuestras dudas presentes en el proceso, lo cual nos ayudó a cumplir con cada uno de los objetivos planteados.

A nuestro asesor de Tesis Msc. Josué Tomas Urrutia Rodríguez, por haber puesto en nuestras manos la oportunidad de realizar este trabajo, por estar siempre apoyando nuestra investigación, brindándonos el tiempo necesario y facilitándonos valiosos aportes.

Agradecemos a la dirigencia estudiantil por apoyo brindado durante todos estos años, por permitirnos tomar parte de la lucha universitaria y ayudarnos a solidificar nuestras bases políticas e ideológicas.

I. Introducción

En la actualidad existen diferentes sistemas de riego siendo estos utilizados por pequeños y grandes productores para la obtención de alimentos. Debido al cambio climático y otros factores que interfieren en la producción de diferentes cultivos, se ha llegado a usar este tipo de tecnología; para ello es necesario realizar investigaciones que propicien la efectividad de los mismos.

El agua es el líquido vital para los seres vivos, por ello ha sido necesario buscar soluciones para evitar la escases de esta. Por esta razón estamos obligados a buscar alternativas en ahorrar este líquido al momento de aplicarlos a diferentes cultivos que necesitamos desarrollar para nuestra alimentación diaria.

Dada la creciente escasez del agua, debido a los cambios climáticos y al existir hoy una mayor demanda de los limitados recursos hídricos; el uso eficiente de las aguas superficiales y subterráneas disponibles, empieza a ser crucial. El desarrollo de los pueblos está ligado estrechamente a la agricultura y ésta, al suelo y al agua, lo que nos obliga a potenciar la investigación y desarrollo de técnicas que permitan conservar las tierras, administrar y utilizar en forma eficiente el agua, tanto desde la captación y conducción. (Zeballos, 2005).

Según (Garcia, 2002). La disponibilidad del agua en las diferentes fuentes de abastecimiento natural, es cada vez menor, observándose un reducido volumen en la medida que se adentra la época seca en las zonas de la microcuencas paradójicamente a esta situación, el país cuenta con una precipitación favorable y abundante para la agricultura entre los meses de mayo y octubre. Desafortunadamente no es aprovechada en gran medida para el riego. Esto evidencia baja producción y altos precios de frutas y hortalizas que se ofrecen en los mercados nacionales en la época seca.

En el año 2008 del 7 al 12 de julio Estelí- Nicaragua, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, organizó el curso internacional sobre sistema de riego por goteo en condiciones de laderas, con el propósito de promover alternativas tecnológicas viables de bajo costo para la producción de alimentos y diversificación productiva de pequeños productores y agricultura familiar y por consiguiente desarrollar capacidades técnicas en profesionales del agro. (Mendoza, 2008).

En algunos países de América Latina la superficie de tierras bajo riego ha decrecido, no obstante que cuentan con la infraestructura adecuada. Esto se debe, entre otras causas, a la salinización, encharcamientos, manejo inadecuado de los suelos, bajos rendimientos, falta de información de los productores y escaso interés. La modernización de sistemas de riego se considera una respuesta para alcanzar y mantener eficiencias altas en el uso del agua. (J. F. Alfaro, s.f.).

El éxito de una buena producción de frutos, hortalizas y demás alimentos depende de la productividad.

Debida a la problemática del cambio climático que enfrentan muchos países latinoamericanos entre ellos (Nicaragua), surge la necesidad de crear nuevas investigaciones que propicien un conocimiento eficaz y provechoso tanto para la línea educativa como para el bienestar social. Además mediante la utilización de sistemas de riego artesanales se pretende dar a conocer la efectividad de este tipo de tecnología sobre el crecimiento de la especie de *Moringa oleifera*. Siendo este método una alternativa que permitirá mejorar los niveles de producción y productividad para los productores frente a las variaciones climáticas, particularmente por la variabilidad de la lluvia.

Los conocimientos planteados permitirán al mismo tiempo, ofrecer a la población productora del país, en especial a aquella que cuenta con recursos limitados de suelo y agua, una solución para hacer más productivas sus tierras, sin que ésta entre en conflicto con el adecuado uso del recurso hídrico o el cuidado del medio ambiente.

Por ello también surge como una medida de adaptación ante el cambio climático, ya que de esta manera estamos asegurando alimento y el ingreso económico para cada familia con el uso de nuevas tecnologías de bajos costos ante este fenómeno.

II. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de diferentes sistemas de riegos artesanales sobre el crecimiento de *Moringa oleífera Lam*, como medida de adaptación ante el cambio climático.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los riegos artesanales en el desarrollo y sobrevivencia de *Moringa oleífera*.
- Describir el comportamiento de desarrollo en diámetro y altura en función de los tiempos de muestreo.
- Determinar el efecto de los riegos en la producción y distribución de biomasa aérea y subterránea de las plántulas.

III Marco teórico

En este capítulo se abordan los antecedentes vinculados al tema de investigación. Siendo este de vital importancia para la comprensión de términos.

Para regar inteligentemente es importante elegir el sistema de riego adecuado y después aprender a utilizarlo debidamente.

3.1 Conceptos generales

3.1.1 Efectividad

La efectividad se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. Pero según (Mejía C. , 1998) refleja que este concepto involucra la eficiencia y la eficacia, es decir, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero.

3.1.2 Crecimiento

(Segura, 2014) Define al crecimiento como un incremento irreversible en tamaño y volumen. Esto significa que el crecimiento de las plantas se produce, fundamentalmente, a través del alargamiento o expansión celular.

3.1.3 Desarrollo

Conjunto de procesos que determinan el cambio de formas y aptitudes en un ser vivo. El conjunto de procesos es la señalización.

(Segura 2014) Entendemos por desarrollo al conjunto de eventos que contribuyen a la progresiva elaboración del cuerpo de la planta y que la capacitan para obtener alimento, reproducirse, y adaptarse plenamente a su ambiente.

3.1.4 El riego

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento.

3.1.5 Goteo

Método que logra un humedecimiento directo del suelo por medio de fuentes de aguas puntuales distribuidas en la parcela y caracterizadas por tener una baja descarga, generalmente entre uno y diez l/h/metro. Se humedece únicamente una pequeña parte de la superficie total del suelo, regulando así el desarrollo del sistema radicular. (Briceño M, 2012).

El riego por goteo es una tecnología rentable, con la capacidad de hacer producir frutales en casi cualquier superficie cultivable, representa una herramienta sustentable capaz de potenciar la diversificación de las fincas, reducir el consumo de agua y ayudar a garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de nuestro país.

3.2 Sistema de riego por goteo

Según (García I, 2007). Un sistema de riego por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre del suelo directamente a cada planta en forma individual.

3.2.1 Criterios para seleccionar los métodos de riegos

Existen un buen número de consideraciones que deben de tomarse en cuenta en la selección de un sistema de riego. Esas consideraciones varían en importancia de localización a localización y de cultivo a cultivo. Estableciéndolas brevemente, esas consideraciones incluyen la compatibilidad del sistema con el resto de las operaciones agrícolas y factores económicos, limitaciones topográficas, propiedades del suelo y otros muchos factores externos de la agricultura.

3.2.2 Qué es el riego artesanal por goteo

(Gruber) Especifica que el riego por goteo es una variante del Riego Localizado, y consiste en suplir agua a las plantas en un espacio delimitado de terreno, se basa, en la elaboración de emisores o goteros que se conectan a la tubería central y aprovechamiento de la diferencia de altura entre la fuente de agua (tanque) y el campo a regar, lo que proporciona la carga hidráulica necesaria para garantizar que el agua llegue a todos los puntos de humedad dispuestos en el terreno.

3.2.3 Factores que favorecen un sistema de riego por goteo

Algunos de los factores que favorecen al riego por aspersión también favorecen al sistema de riego por goteo.

- a) Los suelos son muy porosos o variables para permitir una buena distribución del agua por métodos de superficie.
- b) Los suelos son muy pocos profundos para ser apropiadamente nivelados.
- c) Los costos de nivelación son excesivos.
- d) El suelo es fácilmente erosionado.
- e) El gasto es pequeño pero disponible cuando se le requiere.

Otro sistema de riego que podría ser considerado en esta sección es el de subirrigación, el cual ha sido discutido por Criddle y Kalisvaart (1967).

3.3 Relación suelo- agua-planta –clima

Del agua que es absorbida por la planta, una parte provee el hidrogeno necesario para la materia vegetal, pero la mayor cantidad se usa en la transpiración que es el paso del agua a la atmósfera. Este intercambio de gases se hace por las estomas, estas son pequeños orificios o aberturas microscópicas de las hojas. Las estomas son únicamente están abiertos en presencia de suficiente agua, cuando hay escases de esta simplemente la planta los cierra en una función de autodefensa. (Alvarez, 2012).

3.4 Sistema de riego por aspersión

El sistema de riego por aspersión se basa en convertir la energía de presión en energía de velocidad a la salida de la boquilla del aspersor en forma de chorro. A medida que dicho chorro de agua pasa sobre el terreno del campo, este queda esparcido en forma de gotas de agua, las cuales al reunirse con la resistencia del aire caen a la superficie del suelo. (García I, 2007).

3.4.1 Factores que favorecen un sistema de riego por aspersión

Los factores que se listan a continuación son aquellos que usualmente favorecen la instalación de un sistema por aspersión.

- a) Los suelos son muy porosos o variables para obtener una buena distribución por métodos de superficie.
- b) Los suelos son poco profundos para ser apropiadamente nivelados.
- c) Solo se requiere de una irrigación suplementaria.
- d) Se requiere para este sistema, de una pequeña pero constante aplicación de agua.
- e) No se dispone de mano de obra capacitada y hábil para manejar un sistema de superficie.

3.5 Riego por gravedad

Riego por gravedad o a pie: La energía que distribuye el agua por la parcela es la derivada de su propio peso, al circular libremente por el terreno a favor de la pendiente. Con este método de riego se suele mojar la totalidad del terreno y requiere el reparto del agua mediante surcos, eras, tablares, canteros o alcorques para controlar su distribución.

3.6 Riego localizado

Se moja sólo la parte del suelo próxima a las plantas. El agua a baja presión llega mediante tuberías hasta las plantas.

3.7 Características de la moringa.

Descripción botánica de la *Moringa oleifera*

Identificación taxonómica de la especie

Según la clasificación más actualizada (2009) del APG III (Angiosperm Phylogeny Group) que se basa en criterios filogenéticos, la situación taxonómica de la moringa es:

Clase Eudicotyledoneae Doyle y Hotton, 1991

Subclase Magnoliidae Novák ex Takht., 1967

Clado Malvidae W.S. Judd, D.E. Soltis & P.S. Soltis., 2007

Orden Brassicales Bromhead, 1838

Familia Moringaceae Martinov, 1820

Género *Moringa* Adans., 1763

Especie *Moringa oleifera* Lam., 1785

3.7.1 Familia Moringaceae y Género *Moringa*.

Las moringáceas son una familia de árboles de hoja caediza y corteza gomosa. Hojas compuestas alternas, doble o triplemente pinnadas, con folíolos opuestos y sin estípulas. Son características las glándulas que tienen en el ápice del folíolo y en la mayoría de las articulaciones del raquis. Flores dispuestas en pánculas axilares, de color rojo o blanco, irregulares, con 5 pétalos, 5 sépalos, 5 estambres funcionales y varios estaminodios. Fruto en cápsula larga y dehiscente, leñosa, que al abrirse se separa en tres valvas longitudinales, con varias semillas con tres alas o no aladas (Olson&Fahey, 2011; Pérez 2012).

3.7.2 Morfología

La moringa es un árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar hasta los 12 metros de altura, con un promedio de vida de 20 años. Perennifolio en climas tropicales y de hoja caduca en climas subtropicales, perdiendo la hoja por estrés hídrico (Muhl *et al.*, 2011). Las ramas jóvenes son pelosas, con tricomas de hasta 0,3 mm, erectos, crespos. Hojas compuestas, alternas, bi-tri-imparipinnadas de 15-35 x 8-25 cm, folíolos de 0,4- 2,4 x 0,3-1,2 cm, obovados, haz y envés pelosos, con tricomas de hasta 0,3 mm, erectos y crespos; estípulas interpecioculares de 1,5 – 2,0 mm, de lineares a subuladas. Brácteas de 1,5 a 2 mm, angostadas, deltadas a lineares (Lamarck, J-B.P.M., 1975).

La raíz principal es de tipo pivotante y globosa, mide varios metros lo que le permite tener cierta resistencia a la sequía. Cuando se le hacen cortes, produce una goma de color rojizo parduzco (Alfaro, 2008; Sitio web 3).

Flores bisexuales de 1,0-3,3 x 0,4-1,0 cm, en inflorescencias racemosas; con cinco sépalos y cinco pétalos de color blanco o cremoso, frecuentemente con pequeños matices rojizos en la base; cinco estambres fértiles con anteras amarillas, y cinco estambres estériles sin anteras; estilo delgado; peciolo verdes, que pueden tornarse en color morado, al igual que la vaina fresca. (Pérez, 2012).

El fruto es una vaina lineal, que mide de 20 a 45 (125) cm y de 1 a 2 cm de grosor, formada por tres lígulas que si se cortan transversalmente se observa una evidente sección triangular con 12 a 25 semillas, dispuestas longitudinalmente (Foild *et al.*, 1999).

3.7.3 Crecimiento

Se trata de un árbol poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque en la India se han obtenido variedades anuales que permiten el cultivo mecanizado. Es una especie de crecimiento muy rápido. Aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas (Falasca & Bernabé, 2008).

Alcanza los 7-12 metros de altura y los 20-30 (40) cm de diámetro (Foild *et al.*, 1999; Parrota, 1993), aunque existen referencias de alturas de hasta 16 metros con diámetros normales de 75 cm en la India (Parrota, 1993). Rebrotan con gran facilidad tras el corte. Se han observado individuos viejos que han sido cortados a 20 cm del suelo y han producido de 18 a 22 brotes.

Altitud.

En su hábitat natural crece hasta los 1.400 m de altitud (Parrota, 1993). Otros autores, incrementan esta cifra situando a la moringa hasta los 1.800 metros sobre el nivel del mar en Costa Rica (Pérez *et al.*, 2010) o a 2.000 m de altitud en Zimbabue (Navie & Csurhes, 2010). Khuroo *et al.* (2011), aseguran que en la región de Kashmir (Himalaya) crece hasta los 1.500 metros.

Régimen pluviométrico

La moringa es una especie muy resistente a la sequía. Es cultivada en regiones áridas y semiáridas de la India, Pakistán, Afganistán, Arabia Saudita y este de África, recibiendo una precipitación mínima anual de 300 mm. También se ha naturalizado en lugares como Puerto Rico, donde la precipitación media anual oscila entre los 1.000 y 1.800 mm (Parrota, 1993). Estudio de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleífera Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias.

Régimen térmico

A su vez, García Roa (2003) explica que en Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38 °C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3 °C. Con temperaturas menores de los 14 °C no florece ni germina, y sólo se puede reproducir por material vegetativo (por estacas) (Pérez *et al.*, 2010).

IV Hipótesis

H₁: Los riegos artesanales son más efectivos en el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de *Moringa oleífera* en comparación al riego convencional.

H₀: Los riegos artesanales no presentan efecto positivo en el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de *Moringa oleífera*, en relación al riego convencional.

V. Materiales y métodos

5.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la Estación Experimental-EI Limón. Ubicada dentro del área de amortiguamiento de la reserva natural El Tisey – La Estanzuela, a 1.5km del sur-oeste de la ciudad de Estelí, comunidad el Limón. Su extensión territorial es de 17,4 hectáreas. Se encuentra entre las coordenadas 0568720 y 1443707; con una cota altitudinal que fluctúa entre 800 y 884 m.s.n. m.

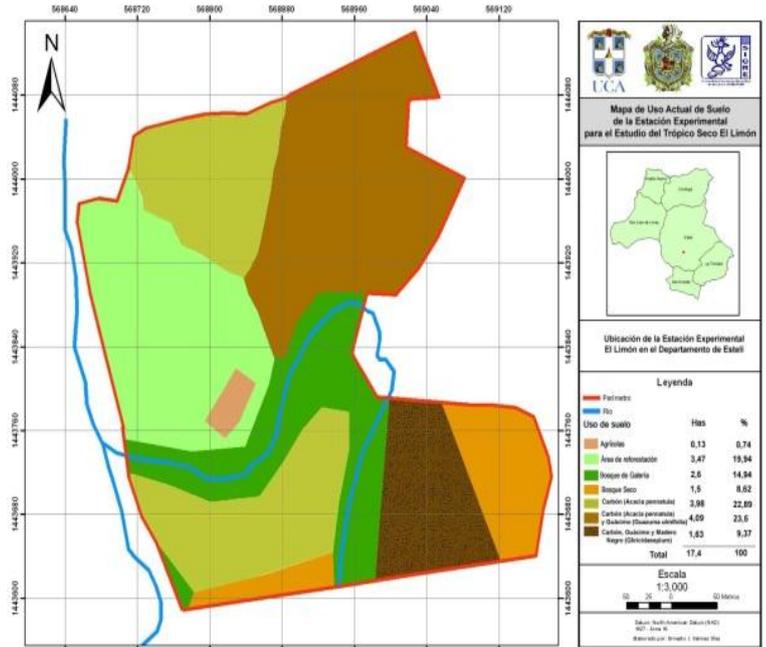


Figura.1. Estación Experimental El Limón.

Este sector pertenece según Holdrich, al Bosque seco Tropical, con temperaturas que oscilan de 24-26 ° C, comprendidas entre los meses de mayo y octubre, con un periodo canicular de julio a agosto, con una precipitación anual que varía entre 800-900 mm.

Hidrográficamente, el área de la Estación Experimental está distribuida entre cuatro microcuencas pertenecientes a la subcuenca del Río Estelí, colindando al Noreste con la microcuenca del Río Estelí, al Noroeste con el Río San Roque, al Suroeste con el Río Jocote Pando y al Sur con Las Palmitas. (Salinas, 2013).

5.2 Tipo de estudio

Es cuantitativo porque el fenómeno objeto de estudio se cuantificó a través de conteos y mediciones de las variables en cada nivel del factor.

El método que se utilizó es experimental, por que consiste en la manipulación de los factores y sus niveles de estudio. A demás se considera analítico por

que se determinará causa y efecto a través de pruebas de hipótesis estadísticas.

Según su nivel de profundidad es de tipo Exploratorio y Explicativo. Porque en el área de estudio no se había realizado una experiencia de investigación con estas características. También porque explica el efecto de los factores y sus niveles de estudio en las variables evaluadas. Según el tiempo en que se realizó la investigación es de corte transversal, porque las variables objetos de estudio se midieron en un solo periodo y no en series de tiempo (estudio longitudinal).

El estudio responde a la línea de investigación Ecología Forestal de la Estación Experimental “El Limón” para el estudio del trópico seco, adscrita a la UNAN - Managua/ FAREM – Estelí.

• **5.3 Población y Muestra**

La población es igual a la muestra, ya que se tomaron 45 individuos de la especie de *Moringa oleífera*, esto por razones de representatividad y para el efecto de análisis estadísticos. Por tal motivo nuestro muestreo es no probabilístico.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables e indicadores

Objetivo General	Objetivos específicos	VARIABLES	Indicadores
Evaluar la efectividad de los diferentes sistemas de riegos artesanales sobre el crecimiento de <i>Moringa oleifera</i> , como medida de adaptación ante el cambio climático.	Determinar el efecto de los riegos artesanales en el desarrollo y sobrevivencia de <i>Moringa oleífera</i>	Sobrevivencia	Número de plantas vivas. Número de plantas muertas
	Describir el comportamiento de desarrollo en diámetro y altura en función de los tiempos de muestreo.	Desarrollo	Altura (cm) Diámetro (cm)
	Determinar el efecto de los riegos en la producción y distribución de biomasa aérea y subterránea de las plántulas.	Biomasa	Peso fresco Peso seco

5.4 Fases del estudio

Para llevar a cabo el estudio en la Estación Experimental se procedió a realizar el siguiente proceso metodológico:

Fase 1: Revisión Documental

Esta primera fase consistió en la búsqueda y recopilación de información en diferentes fuentes bibliográficas donde se revisaron documentos científicos, artículos, revistas, libros, etc. Para identificar cuáles son los diferentes sistemas de riegos artesanales.

Fase 2: Trabajo de campo

En otros estudios realizados se ha estudiado la efectividad de sistemas de riegos artesanales por goteo en árboles frutales por lo que en esta investigación se decidió estudiar en un árbol forrajero, ya que en base a este tema se encuentra muy poca información

Establecimiento del experimento

Consistió en el reconocimiento del área de estudio. Esta fase contiene la selección del sitio donde se llevó a cabo el ensayo experimental, realizando bloques completamente al azar. Se realizó un diseño para la ubicación de cada uno de los tratamientos obteniendo un orden lógico de cada uno de estos.

Se dispuso de un área total de 156 m² donde se trasladaron plantas de *Moringa oleífera* al invernadero para la realización del riego por goteo en la especie antes mencionada. El traslado se llevó a cabo en el mes de octubre del 2014. Se empleó una densidad de 45 plantas en el área donde se aplicaron 3 tipos de tratamientos en este caso dos riegos por goteo y el testigo.

El estudio se realizó a partir de los 6 meses de edad que tenía la planta. Consistió en evaluaciones quincenales de cinco plantas /repetición/tratamiento hasta que el cultivo alcanzo una edad de 8 meses, es decir que el tiempo de muestreo durante el estudio fue de 50 días. Para la toma de datos se realizó calendario de riego y toma de datos. Ver anexo 1, 3,4.

Régimen de riego del cultivo

El ensayo que se planteo fue la evaluación de diferentes sistemas de riego en un material genético (*Moringa oleífera* naturalizada) en la fase de desarrollo del cultivo.

Durante la fase experimental se manejó una lámina de riego de 1000 mm/riego (adición de 1 litro de agua a la planta) con una frecuencia de aplicación de tres días, todo esto tomado en base a la capacidad de campo realizada Según (Porta et al, 1999) Ver anexo 5 (fotografía n^o2). Para determinar la cantidad de

agua que se le suministró a la planta fue necesario realizar la capacidad de campo.

Los tratamientos consistieron en base diferentes técnicas de riego:

Tratamiento N^o.1

Riego por goteo con una frecuencia de (13.8 horas). Ver anexo 5 (fotografía n^o 4). Este consistió en una botella plástica ajustada a una estaca cerca de la planta, donde contenía insertada en el cuerpo de dicha botella una aguja, para la adición del riego a la planta (1 litro de agua) conforme a la capacidad de campo obtenida. Para este tratamiento se tomaron 15 plantas de *Moringa oleífera* formado por 3 bloques, es decir, 5 plantas en cada bloque.

Tratamiento N^o. 2

El otro riego por goteo se llevó a cabo mediante una botella con una aguja insertada en un tapón que contiene un gotero para el pase de la gota a la planta con una frecuencia de aplicación de (5.2 horas) Ver anexo 5 (fotografía n^o 5). Este mismo estuvo ajustado a una estaca cerca de la planta, al igual se le adiciono 1 litro de agua.

Tratamiento N^o.3

El tercer riego por goteo fue el convencional (control) con una frecuencia de aplicación de (0.01 horas) esto con el propósito de ver la efectividad de estos en la planta.

Figura 1. Diseño de bloques completamente al azar para los tratamientos experimentales.



Figura 1. Diseño de bloques al azar. Fuente propia

Tratamientos experimentales: 3 incluyendo el control:

Tres bloques, cada bloque contiene los tratamientos experimentales.

Cada tratamiento experimental contiene 5 réplicas (individuos).

Producción y distribución de biomasa aérea y subterránea en *Moringa oleifera*.

Para determinar el efecto de los riegos en la producción y distribución de biomasa fresca aérea y subterránea de la especie de *Moringa oleifera*, se seleccionaron cinco plantas al azar por cada tratamiento a las que se les retiraron las hojas del tallo por aparte y las raíces para posteriormente tomarles el peso fresco, las cuales fueron colocadas en sobres individuales para etiquetarlas y mantenerlas individualizadas y sometidas a un tratamiento de secado en el horno a temperatura (60⁰C / 48 horas), con el fin de obtener los pesos secos.

5.5 Análisis estadístico

Se determinó la normalidad de los datos, a través de una prueba estadística de Shapiro-Wilks. Posteriormente se realizaron Análisis de Varianza paramétrico y prueba de rangos múltiples de Di Rienzo, Guzmán y Casanova (DGC). A demás se realizaron modelos de regresión lineal simples.

Los software utilizados fueron: Excel, InfoStat y Statview.

Tabla 2. Materiales y equipos utilizados durante el estudio

Materiales	Equipos
Libreta de campo	Computadora
Lapiceros	Cámara fotográfica
Cinta métrica	Pie de Rey
Regla	Dinamómetro

VI Resultados y discusión

En esta sección se aborda los resultados obtenidos acerca de la efectividad de los riegos artesanales sobre el crecimiento de *Moringa oleifera*. Lo que permite comprobar si los riegos artesanales son más efectivos en el desarrollo, crecimiento y supervivencia de *Moringa oleifera* en comparación al riego convencional.

Efecto de riegos artesanales en el desarrollo y supervivencia de *Moringa oleifera*.

Efecto de los riegos respecto al diámetro y supervivencia en *Moringa oleifera*.

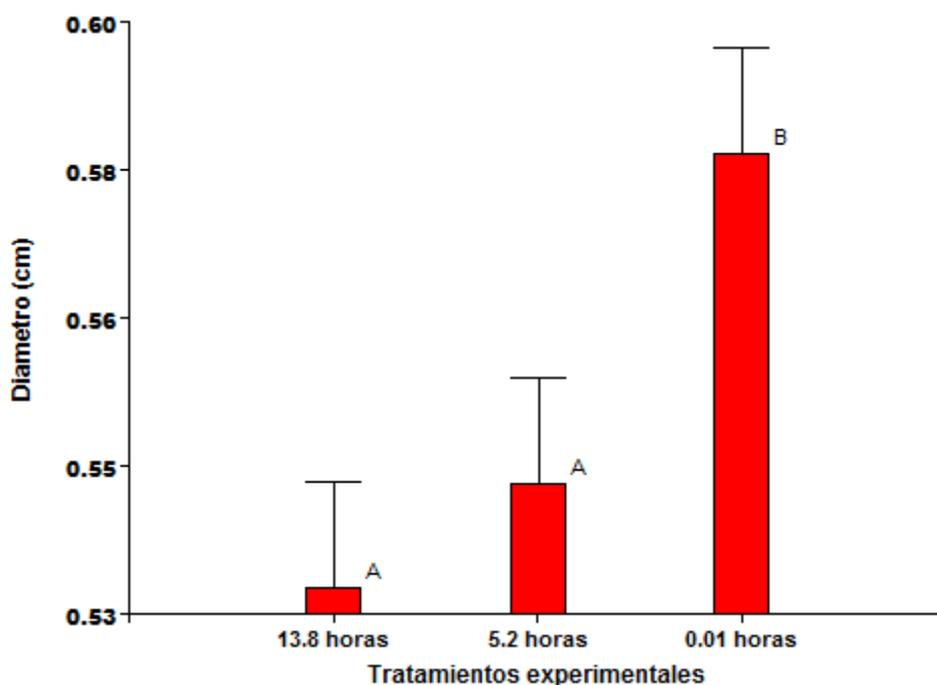


Figura 2. Diferencias entre los valores medios del porcentaje de efectividad entre los diferentes riegos artesanales estudiados en la especie de *Moringa oleifera*. Las líneas sobre las barras corresponden a los errores estándar.

Existe diferencia significativa en el efecto de los riegos artesanales y el convencional en relación al diámetro al cuello de la planta. Según el análisis de varianza paramétrico con separación de rangos múltiples DGC (Dirrienzo, Guzman y Casanova) los riegos artesanales presentan diferencia significativa con respecto al riego (control) en la especie de *Moringa oleifera*, ya que el valor de significación es de $P=0.1730$. Es decir que el riego que presenta mayor efectividad en el diámetro es el convencional o control.

Según (Foild et al 1999) La especie de *Moringa oleífera* alcanza un diámetro de 20-30(40) cm, aunque (Parrota, 1993) expresa que en la india existen referencias de diámetros normales de 75 cm de la misma especie.

Por ende (Delgadillo, 2009) en un estudio realizado en la evaluación de riegos por goteo, no obtuvo diferencia significativa en ningunas de las tomas realizadas respecto al diámetro.

En este caso el agua aplicada según los resultados que se obtuvieron es más aprovechada en el tratamiento de 0.01 horas al lograr un diámetro mayor al del tratamiento de 5.2 horas y 13.8 horas como se ve en la figura 2.

Es probable que los riegos artesanales no presenten efectividad en comparación al riego convencional por efectos de la evapotranspiración ya que esta puede ser mayor en los riegos artesanales que en el convencional.

Aunque también dependiendo del nivel de humedad que exista en el suelo las plantas pueden hacer uso o no de dicha agua, debido al contenido de humedad en el cual las plantas pueden hacer uso del agua que se encuentra entre los niveles de capacidad de campo y punto permanente de marchitez.

(Mendoza, 2013) describe que para que una planta se desarrolle en una forma adecuada se debe mantener el nivel de humedad muy cerca de la capacidad de campo, regando poco y en forma frecuente (cada uno o dos días), esto se logra con sistemas de riego localizados como los métodos por goteo y microaspersión.

Sin embargo en el estudio el riego que obtuvo un mayor desarrollo en el diámetro de la planta fue el convencional con relación a los riegos artesanales.

En cuanto a la sobrevivencia no se encontró ninguna diferencia significativa en todos los individuos, con respecto a los diferentes tratamientos aplicados.

Otros autores como Saint Sauveur & Broin, (2010), amplían este intervalo, asegurando que sobrevive en un rango de precipitación desde 250 hasta los 2.250 mm anuales. Será necesario en cualquier caso aplicar riegos si la precipitación es inferior a 800 mm y el cultivo es para la producción de hojas.

Los autores Reyes *et al.*, (2006), también confirman que la moringa es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1 500 mm (Pérez *et al.*, 2010)

En la práctica del riego, las aplicaciones de agua se realizan mucho antes de llegar a este punto, normalmente el criterio aplicado considera efectuar el riego cuando la planta ha consumido aproximadamente el 30% o 50% del agua que quedó retenida entre la Capacidad de Campo y el punto permanente de

marchitez. En riego por goteo este porcentaje es menor y puede ser cercano al 10%.

Efectividad de los riegos respecto a la altura en la especie de *Moringa oleífera*

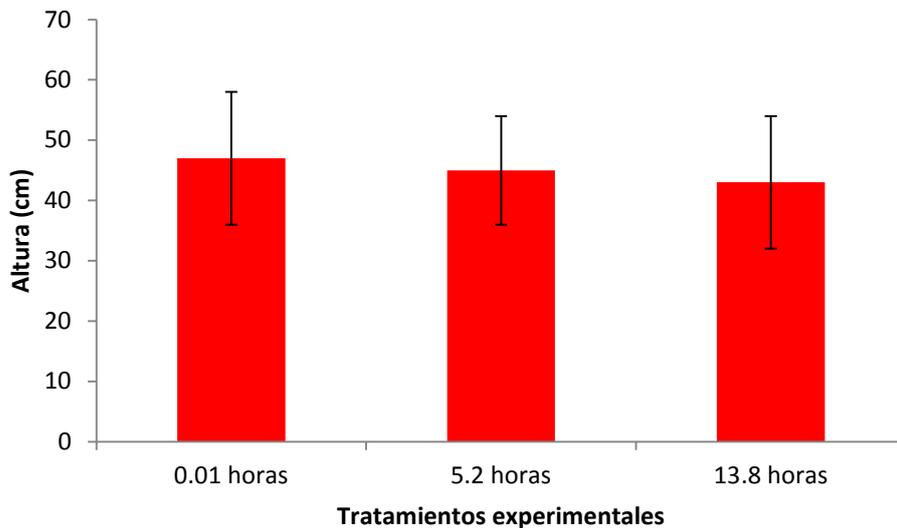


Figura 3. Diferencias no significativas entre los valores medios en la efectividad de los riegos artesanales en el desarrollo y sobrevivencia de moringa oleífera. Las líneas sobre las barras corresponden a los errores estándar

No existe diferencia significativa en la altura con respecto a la efectividad de los tratamientos experimentales, ya que el valor de significación es de $P < 0.0001$, indicando que el tratamiento de 0.01 horas presentan un mayor porcentaje de altura en los individuos con respecto a los tratamientos experimentales de 5.2 horas y 13.8 horas.

Es preciso destacar que en la variable altura no se encontró ningún tipo de efecto con respecto a los tratamientos experimentales ya que los individuos están en constante crecimiento sin mostrar diferencia respecto a los riegos implementados.

Según Falasca & Bernabé, (2008) expresan que la *moringa oleífera* es una especie de crecimiento muy rápido ya que aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas.

Es preciso destacar que no se cumplió la hipótesis planteada, que los riegos artesanales no presentan efecto positivo en el desarrollo y sobrevivencia de *Moringa oleífera*, en relación al riego convencional. Siendo el riego

convencional el que obtuvo mejores resultados respecto a los tratamientos en la variable medible (diámetro).

Comportamiento de desarrollo en diámetro y altura en función de los tiempos de muestreo.

La *Moringa oleifera* crece y se desarrolla en climas tropicales y subtropicales, en las zonas de rusticidad USDA 9 °C a 12°C. En España, Sánchez de Lorenzo, considera su cultivo como planta ornamental en la zona de rusticidad 11 (de 4 a 10 °C) (Pérez, 2012).

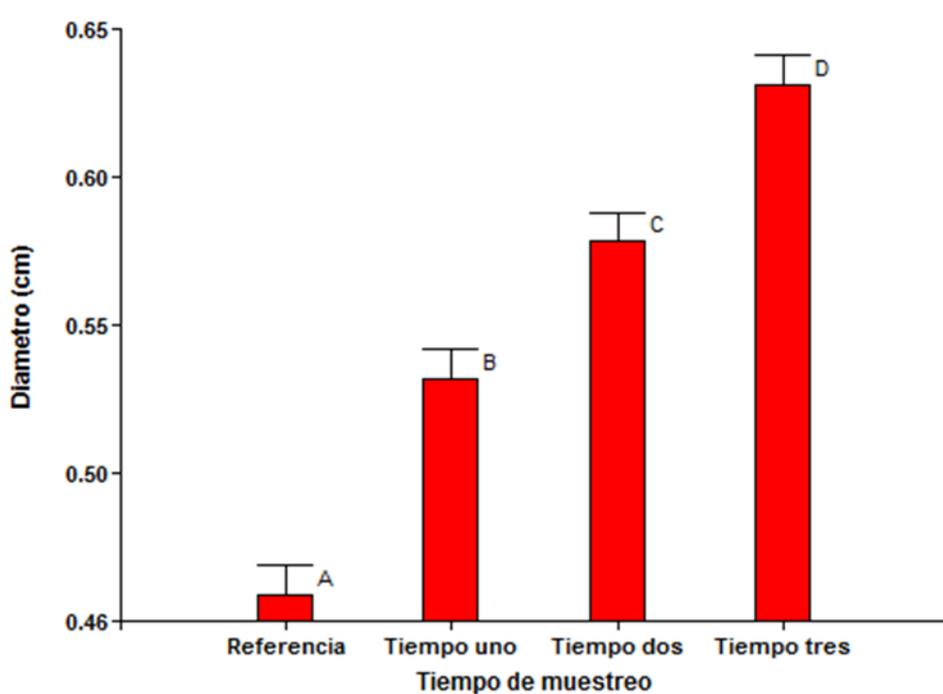


Figura 4. Diferencias significativas entre los valores medios del comportamiento del desarrollo (diámetro) en función de los tiempos muestreados. Las líneas sobre las barras corresponden a los errores estándar.

Existe diferencia significativa en el comportamiento del desarrollo (diámetro) en función de los tiempos de muestreo. Según el análisis de varianza paramétrico con separación de rangos múltiples DGC (Dirrienzo, Guzmán, Casanova) el diámetro presenta diferencia significativa en la especie de *Moringa oleifera* durante los tiempos de muestreo.

En cada uno de los muestreos tomados en tiempos diferentes se obtiene un diámetro en los individuos de cada tratamiento, aunque el que supera este desarrollo (diámetro) es el tiempo tres en relación a los demás tiempos.

Es importante destacar que el riego convencional permite que al aplicar el agua en el suelo esta se expanda con mayor facilidad en toda el área, obteniendo un mejor aprovechamiento por la planta, ya que sus raíces son pivotantes y tiene la posibilidad de captar una mayor parte del agua según sus necesidades hídricas.

(J.M. Hermoso M. T., 2003) En el estudio de dos tipos de riego uno por micro aspersión y otro por goteo. La distribución de raíces bajo microaspersión estaba muy estrechamente correlacionada con el contenido de agua en suelo en verano. Con goteo la correlación era menos clara. La longitud total de raíces del árbol medio era similar en los dos sistemas de riego aunque casualmente los árboles estudiados con goteo tenían mayor área de tronco.

Comportamiento de la altura de *Moringa oleifera* en los diferentes tiempos de muestreo

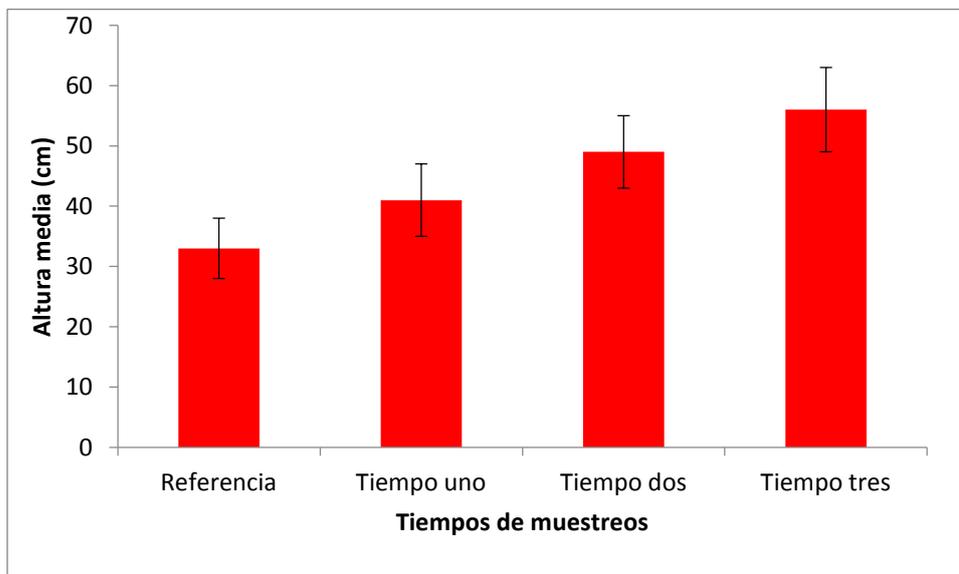


Figura 6. Diferencia no significativa entre los valores medios en el comportamiento en la altura de *Moringa oleifera* en los diferentes tiempos de muestreo moringa oleífera. Las líneas sobre las barras corresponden a los

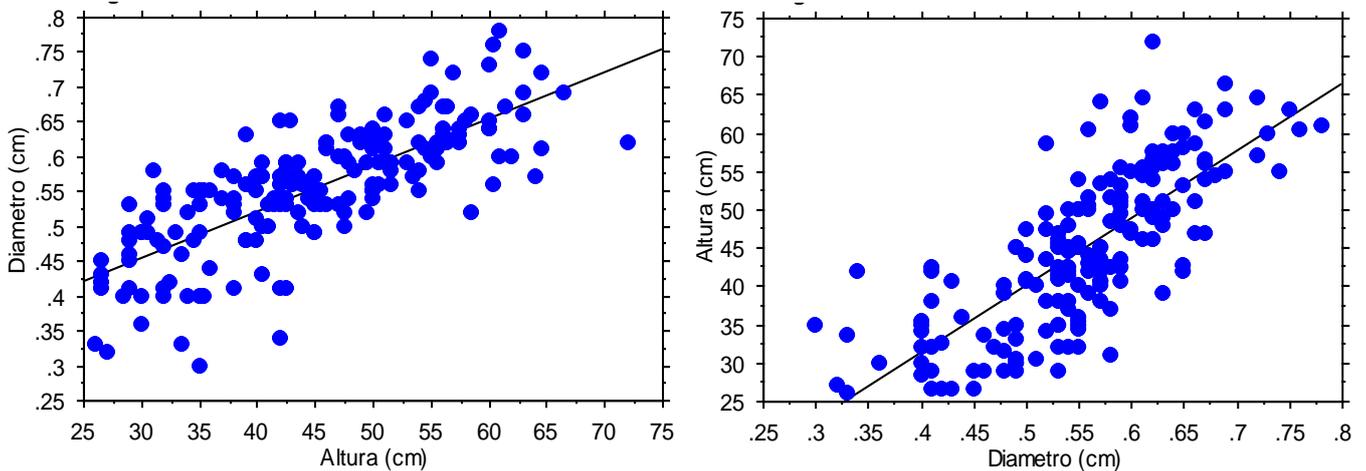
No existe diferencia significativa en el comportamiento de la altura en la especie de *moringa oleifera* en los diferentes tiempos de muestreos, ya que el valor de significación es de $P < 0.05$.

Algunos estudios realizados referentes a la altura de la especie de *Moringa oleifera* encontraron que es un árbol de crecimiento rápido y se ha encontrado que crece hasta los 6-7 metros de altura en un año cuando las áreas reciben menos de 400 mm.

Otros como Medina *et al.* (2007) habla de un crecimiento de dos metros a los ocho meses. Parrota (1993), afirma que en condiciones favorables puede crecer uno o dos metros al año durante los primeros tres o cuatro años.

Aunque también existe información muy variada en cuanto a su crecimiento. Pudiendo crecer, durante el primer año tres o incluso cinco metros en condiciones óptimas de temperatura y humedad (Alfaro, 2008; Foild *et al.*, 1999;). Odee, (1998) dice que existen individuos que alcanzan los 6-7 metros de altura en áreas donde recibe menos de 400 mm de precipitación anual media (Alfaro, 2008). Otros como Medina *et al.* (2007) habla de un crecimiento de dos metros a los ocho meses. Parrota (1993), afirma que en condiciones favorables puede crecer uno o dos metros al año durante los primeros tres o cuatro años.

Figura 7. Comportamiento entre las variables



Las figuras evidencian un comportamiento lineal positivo entre las variables (altura – diámetro y viceversa). Ambas relaciones obtuvieron el siguiente coeficientes determinación $R^2 = 0.578$. Lo cual indica que ambas variables dependen entre sí en un 58%. Según Piñol y Martínez (2006) mencionan que muchas variables de interés ecológico presentan mayoritariamente relaciones de tipo lineal o potencial. Por ejemplo la masa total de los árboles guarda una estrecha relación con el diámetro del tronco.

Efecto de los riegos en la producción y distribución de biomasa aérea y subterránea de las plántulas.

- Biomasa radicular

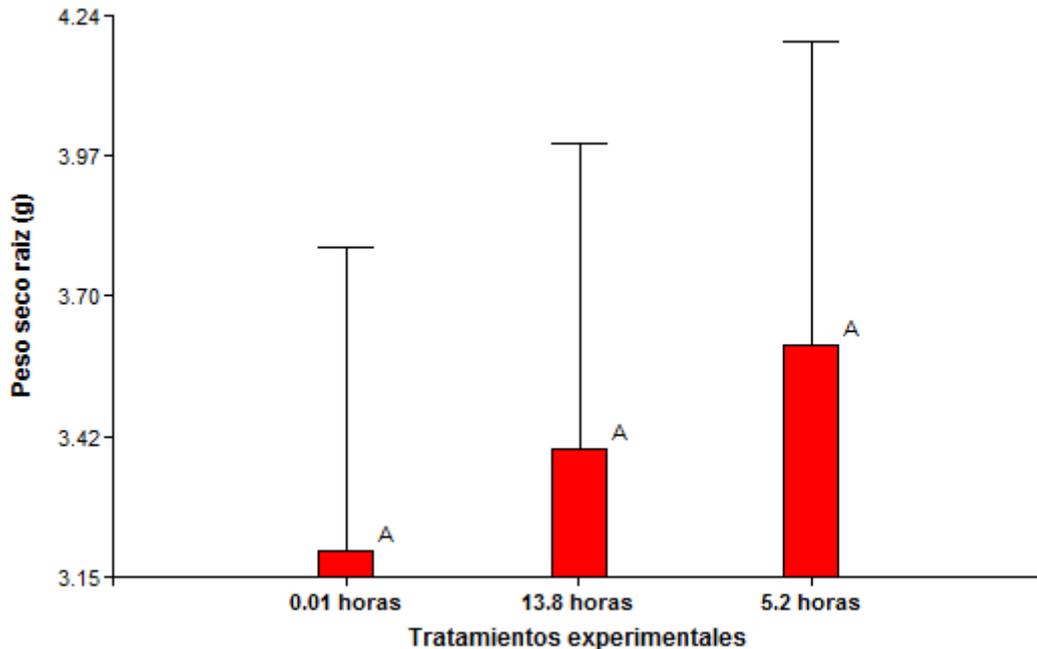


Figura 8 Diferencia no significativa entre los valores medios en cuanto a efecto de los riegos en la producción de biomasa radicular en los tratamientos experimentales. Las líneas sobre las barras corresponden a los errores estándar.

No existe diferencia significativa en cuanto al efecto de los riegos en la producción de biomasa radicular en los tratamientos experimentales, ya que el valor de significación es de $P = 0.8939$, según el análisis de varianza paramétrico con separación de rangos múltiples DGC (Dirrienzo, Guzmán, Casanova). Indicando que el tratamiento de 5.2 horas presentan un mayor porcentaje de peso seco raíz en los individuos con respecto a los tratamientos experimentales de 0.01 horas y 13.8 horas.

La capacidad de diferentes tipos de raíces para funcionar en absorción está probablemente relacionada a su anatomía. (Atkinson, 1980).

La absorción de agua y nutrientes, aunque es significativamente menor en raíces leñosas (Silva y Rodríguez, 1995), representa un valor importante en la absorción, por consiguiente, todas las raíces de árboles cultivados, y no solo las recién producidas, son aparentemente efectivas en la misma medida.

Además la efectividad podría depender de la cantidad presente, de la tasa de absorción, del contacto con el suelo, y del efecto de diferentes condiciones ambientales (Atkinson, 1980).

La densidad de las raíces pequeñas y finas es una característica genética inherente de cada especie y puede determinar que una especie sea más eficiente que otra en la captación de agua y nutrientes, dando como resultado un mayor potencial productivo.

La distribución de raíces simplemente indica un potencial para la actividad y no necesariamente indica una efectividad (Atkinson, 1980).

Según el estudio realizado por (Ljibetic, 2015) expresa que con una franja de suelo con humedad constante bajo la línea de goteo, se desarrolló una biomasa activa en el sector tratado. Mientras que en nuestro estudio de acuerdo a los diferentes tratamientos realizados no mostro diferencia significativa en la especie estudiada.

Los sistemas de riego pueden afectar la distribución de la raíz, localizándose principalmente dentro del volumen húmedo bajo goteros. (Van Zyl,1988).

- **Biomasa aérea**

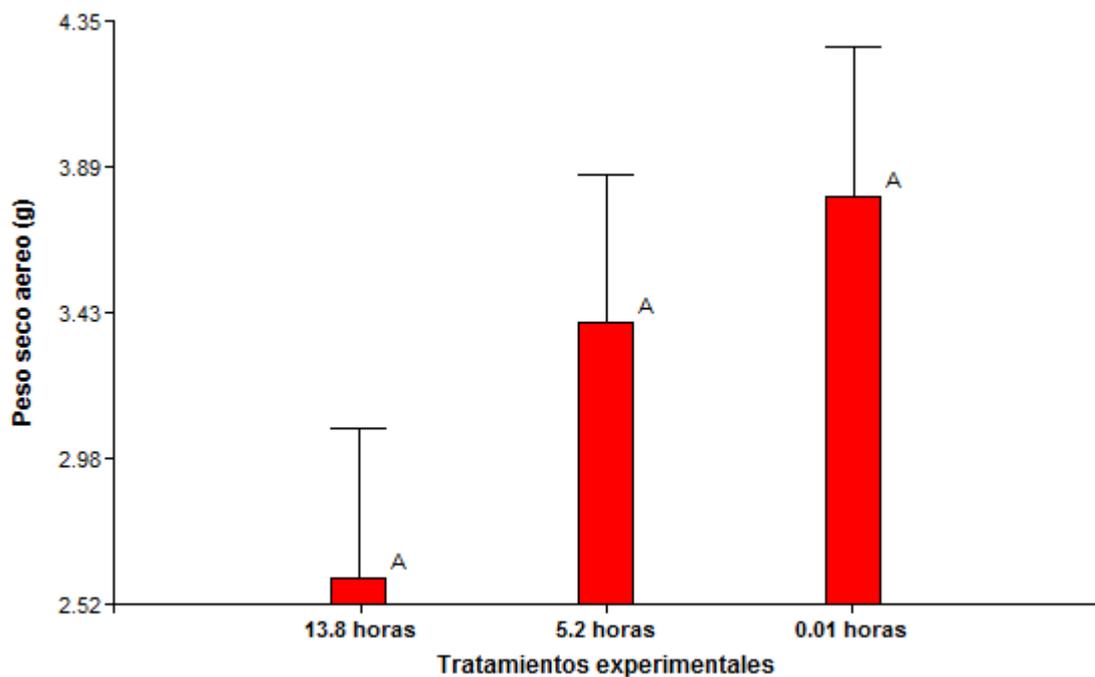


Figura 9 .Diferencia no significativa entre los valores medios en cuanto a efecto de los riegos en la producción de biomasa aérea en los tratamientos experimentales. Las líneas sobre las barras corresponden a los errores estándar.

No existe diferencia significativa en cuanto al efecto de los riegos en la producción de biomasa aérea en los tratamientos experimentales, ya que el valor de significación es de $P= 0.2244$, según el análisis de varianza paramétrico con separación de rangos múltiples DGC (Dirrienzo, Guzmán, Casanova). Indicando que el tratamiento de 0.01 horas presentan un mayor porcentaje de peso seco aéreo en los individuos con respecto a los tratamientos experimentales de 5.2 horas y 13.8 horas.

Este gráfico muestra que la parte aérea de las plántulas de Marango (*Moringa oleifera*) han crecido de forma similar en términos de biomasa (Tallo y hoja) en todos los tratamientos, es decir, no se presentan diferencias significativas.

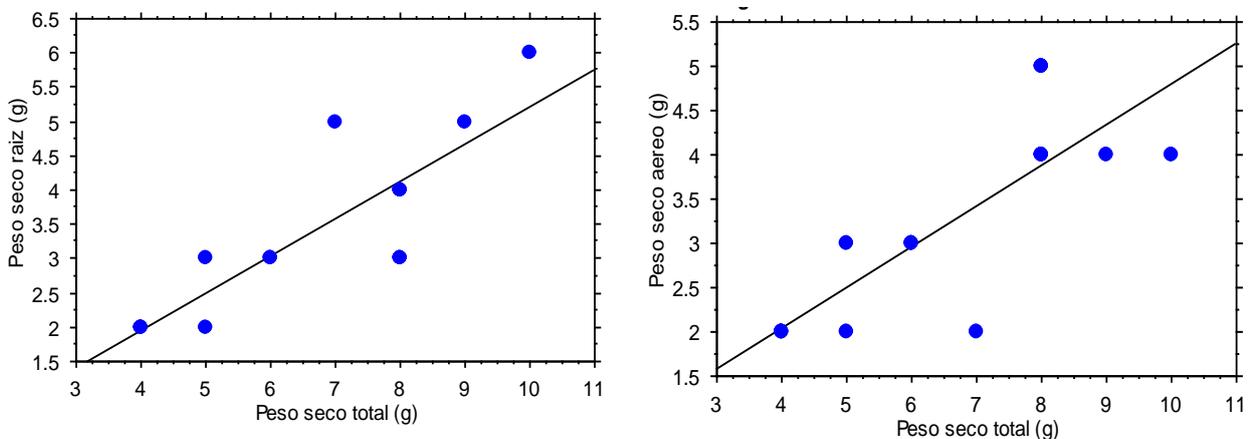


Figura 10. Relación entre la biomasa total y de raíz.

Las figuras evidencian una relación lineal positiva entre la biomasa aérea total de cada individuo y el peso seco de la raíz del mismo individuo.. Ambas relaciones obtuvieron una diferencia significativa de $P=0.001$ Lo cual indica que tienen una estrecha relación en un 73%.

(Gardner, 1991) Expresa que la absorción de agua no viene determinada únicamente por el valor absoluto de la longitud radicular en el suelo, sino como se distribuyen las raíces. Mientras que (Meyer y Barrs 1991) aportan que el crecimiento radicular a su vez está ligado al suministro de compuestos de carbono elaboradas por la parte aérea de la planta, existiendo por tanto, una relación entre el crecimiento radicular y el crecimiento de la parte aérea.

CONCLUSIONES

En relación al diámetro de la planta se encontró diferencia significativa en los diferentes tratamientos, siendo el convencional el que presentó mayor diámetro en la especie de Moringa oleifera, es decir que el agua fue más aprovechada por los individuos con este tratamiento experimental. Pero en relación a la sobrevivencia se obtuvo el cien por ciento (100%) en todos los individuos conforme a los tratamientos aplicados.

El comportamiento del desarrollo en la medición del diámetro en función de los tiempos de muestreo tuvo diferencias significativas en los tratamientos siendo el convencional el que obtuvo mayor diámetro en el tercer tiempo de muestreo.

En relación a la altura no se encontraron diferencias significativas, ya que la planta se comportó de igual manera en los diferentes tratamientos empleados en la especie de Marango. Es decir que todas las plantas tuvieron un comportamiento normal en el crecimiento (altura).

La biomasa aérea y radicular mostró diferencias significativas en los tratamientos empleados, lo que indica que existe una relación entre ambas variables.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar este tipo de estudio, bajo condiciones de suelo diferentes, ya que así se obtienen diferentes criterios sobre el funcionamiento del sistema.

Al mismo tiempo, se recomienda realizar estudios y evaluaciones más a fondo en lo que a sistemas de riego respecta, ya que en nuestro país hay pocos documentos sobre este tipo de información, y su gran mayoría son realizadas en otros países y con enfoques basados en la evolución del cultivo mediante la aplicación de estos sistemas.

Es importante que en la realización de estos estudios se tomen datos de evapotranspiración para obtener información más relevante respecto a este tema.

Para la toma de datos como el diámetro se sugiere utilizar instrumentos que sean más eficientes, lo cual permite minimizar el margen de error.

Bibliografía

- Alvarez, F. (2012). *Manual tecnico riego por goteo*. zamorano.
- Arias, C. (27 de 11 de 2014). *Estudio de las posibles zonas de introducción de*.
obtenido de http://oa.upm.es/23094/1/pfcarias_sabin.pdf
- Briceño M, F. A. (2012). *Manual etcnico de riego con énfasis en riego por goteo*. Zamorano.
- Delgadillo, C. (2009). Evaluacion de un sistema de riego por goteo artesanal.
Tesis, p 46.
- Dragomir, L. (11 de 01 de 2015).
http://platina.inia.cl/paltoriego/descarga/INIA_B0231.pdf.
- Galleguillos, r. m. (s.f.).
- Garcia I, G. B. (2007). *Sistema de riego por aspersion y goteo*. Mexico: 1997,
Editorial Trillas ,S.A. de C.V.
- Garcia, P. E. (2002). *Centro Nacional de Tecnologia Agropecuaria y Forestal*.
Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de
<http://209.239.118.175/biblio/biblio/agricultura/cultivando/riego/riego%20por%20goteo%202.pdf>
- Gruber, L. (s.f.). *Manual del productor numero 4*. Lara, Venezuela.
- J. F. Alfaro, J. (s.f.). *uso de agua y energia para riego en america latina* .
Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de
<http://www.fotossintese.net/pdf/Agua%20para%20la%20agricultura.pdf>
- J.M. Hermoso, M. T. (2003). *compacomparacion de riego por goteo y microaspersión en árboles adultos del cv. reed*. pp 289-290.
- Mejia, C. (s.f.). *Indicadores de efectividad y eficacia*. <http://www.planing.com.co>.
- Mendoza, I. A. (7 de Julio de 2008). *I Curso Internacionall de Riego por Goteo en Laderas*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de
<http://209.239.118.175/biblio/biblio/agricultura/cultivando/riego/Cursoriego%20goteo%20en%20laderas.pdf>
- Morales, R. (11 de 01 de 2015).
<http://portainjertosduraznero.cl/docs/R.Morales.pdf>.
- Navarro, F. e. (2014). Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. 1 . p 28.
- Pannunzio, A. P. (s.f.). *diámetro de frutos maduros de naranja washington navel, con sistemas de riego por goteo, microjet y microaspersión* . p 2-8.

- Salinas, E. (2013). *Descripción de la dinámica de cambio de uso del suelo en el período comprendido entre los años 1999 y 2012 en la Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco "El Limón"*. Esteli.
- Segura, J. (22 de 11 de 2014). *desarrollo vegetal*. Obtenido de <http://novella.mhhe.com/sites/dl/free/8448151682/592176/Capitulo18.pdf>
- Segura, J. (17 de noviembre de 2014). *Introduccion al desarrollo vegetal*. Obtenido de <http://novella.mhhe.com/sites/dl/free/18448151682/592176/capitulo18.pdf>
- Zeballos, J. L. (2005). *Manual de operacion y mantenimiento de un sistema de riego por goteo*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de http://www.predes.org.pe/predes/cartilla_riegoteo.pdf

Anexo**Anexo 1. Cronograma de actividades**

Año 2014																	
Nº	ACTIVIDAD	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Selección del tema Realización de objetivos	X	X														
2	Recopilación de información		X	X	X	X	X										
3	Procesamiento de la información	X	X	X	X	X	X										
4	Búsqueda de materiales		X	X	X	X											
5	Selección de las plantas a muestrear.	X	X	X	X	X	X										
6	Montaje del experimento					X	X										
7	Establecimiento de la frecuencia de riego.		X			X	X	X									
8	Toma de datos de las plantas						X		X		X		X				
9	Procesamiento de los datos						X		X		X		X				
10	Monitoreo del experimento					X	X	X	X	X	X	X	X				
11	Mantenimiento de las plantas					X	X	X	X	X	X	X	X				
12	Realización del informe final									X	X	X	X	X			

PRESUPUESTO**Anexo 2.**

Item	Descripción	Unidad Medida	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo total C\$
I	Equipamiento				
01	Botellas	Unidad c/u	45	C\$ 2	C\$ 90
02	Jeringas	Unidad c/u	60	C\$ 5	C\$ 300
03	Cabuya	Rollo c/u	6	C\$ 7	C\$ 42
04	Azadón	Unidad c/u	2	C\$ 100	C\$ 200
05	Manguera	Metro c/u	1	C\$ 400	C\$ 400
06	Pala	Unidad c/u	2	C\$ 150	C\$ 300
07	Machete	Unidad c/u	2	C\$ 120	C\$ 240
08	Lima	Unidad c/u	1	C\$ 30	C\$ 30
09	Goteros	Unidad c/u	15	C\$10	C\$150
10	Carretilla	Unidad c/u	1	C\$1000	C\$1000
II	Otros				C\$400
01	Transporte				
02	Camioneta	Pasaje	1	C\$ 200	C\$ 200
03	Total				C\$ 3352

Anexo 3. Calendario de muestreos y riegos establecidos

Fecha	Medición de diámetro (cm)	Medición de altura (cm)	Riego
13/10/2014			X
16/10/2014			X
19/10/2014			X
23/10/2014			X
27/10/2014	X	X	X
31/10/2014			X
03/11/2014			X
06/11/2014			X
10/11/2014	X	x	X
13/11/2014			X
17/11/2014			X
20/11/2014			X
24/11/2014	X	X	X
27/11/2014			

Anexo 4. Toma de datos a las plantas.

Tratamiento	Bloque	Replica	N° de plántula	Altura (cm)	Diámetro (cm)
13.8horas	1	1	1		
13.8horas	1	1	2		
13.8horas	1	1	3		
13.8horas	1	1	4		
13.8horas	1	1	5		
5.2 horas	1	1	1		
5.2 horas	1	1	2		
5.2 horas	1	1	3		
5.2 horas	1	1	4		
5.2 hora	1	1	5		
36 seg	1	1	1		
36 seg	1	1	2		
36 seg	1	1	3		
36 seg	1	1	4		
36 seg	1	1	5		

Nota: Esta misma tabla se utilizó para las tomas de datos se realizaron en cada uno de los tratamientos y por cada bloque.

Anexo 5



Foto 1. Diseño de bloques. Fuente propia



Foto 2. Capacidad de campo. Fuente propia.



Foto 3. Establecimiento de los tratamientos. Fuente propia.

EFFECTIVIDAD DE RIEGOS ARTESANALES SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA OLÉIFERA.



Foto 4. Tratamiento 1. Fuente propia.



Foto 5. Tratamiento 2. Fuente propia



Foto 6. Medida del diámetro de la planta. Fuente propia.



Foto 7. Medida de la altura de la planta. Fuente propia.

