



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Efecto de láminas de riego en dos arreglos de
siembra (doble surco y surco sencillo) en el cultivo
de maíz (*Zea mays L.*)**

Autor

Br. Junior Francisco Moreno López
Br. Yader Antonio Urbina Gutierrez

Asesores

MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez
Ing. Elvin Antonio Lagos Pineda
Ing. Jorge Lenin Peña Quiroz

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrícola

Managua, Nicaragua
Octubre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la dirección de ciencias agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrícola

Miembros del Comité Evaluador

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
Presidente

Ing. Luis Ruiz Obando
Secretario

Ing. Guillermo Ortega Flores
Vocal

Managua, Nicaragua, 18 de octubre del 2024

DEDICATORIA

A:

“Agradecido con Dios por permitirme culminar una meta más”.

Este trabajo de diploma se lo dedico a: Dios y a mi madre, Blanca Rosa López Moreno, El pilar de fortaleza en mi vida quien siempre me ha apoyado en seguir adelante por un mejor futuro, este título de ingeniería agrícola se lo dedico a ella todo su esfuerzo está cosechando fruto.

A mis hermanos: Francisco Josué Moreno, Guadalupe del Socorro Moreno López, y María Argentina Moreno López. agradecido por todo ese apoyo durante todo este tiempo y de motivarme en perseguir mis metas.

Este logro va para mi familia que estuvieron presente durante estos cinco años de la carrera, los cuales me han visto crecer y formarme como un futuro Ingeniero agrícola.

Br. Junior Francisco Moreno López

DEDICATORIA

A:

Primeramente, dar la gracias a Dios por darme la oportunidad de concluir mis estudios universitarios y por alcanzar un logro más en mi vida, del cual me siento feliz y seguro que será de gran ayuda y prosperidad en mi vida.

Mi señora madre María Lourdes Gutiérrez, por ser la ayuda idónea en mi vida, un ejemplo de a seguir, por su apoyo incondicional, darme los mejores consejos de vida, por motivarme a que cuando se quiere algo con esfuerzo se alcanza con el corazón es posible lograrlo, por creer en mí y darme la fuerza necesaria cuando creí imposible lograrlo.

A mi encargado Milvian López que fue como un padre a mi lado, quien indudablemente estuvo presente durante todo este tiempo vivido para alcanzar este logro, por cada uno de sus consejos y apoyo para mí.

Por último y no menos importante a mi compañero de tesis Junior Francisco le agradezco por cada consejo dado y gracia por darme lecciones de vida y por ser parte de este transcurso de culminación de la carrera.

Br. Yader Antonio Urbina Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

A:

Mis asesores. **Ingeniero MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez, Ingeniero Elvin Antonio Lagos Pineda y el Ingeniero Jorge Lenin Peña Quiroz.** Gracia por confiar en mí y ser partícipe de este proyecto. Agradecido enormemente por el tiempo y apoyo durante el transcurso de la culminación de la carrera, grandes instructores de conocimiento y de sabiduría. A los trabajadores del plantel, gracia por la ayuda y disposición para este proyecto (sistema de riego por goteo).

Asimismo, la Universidad Nacional Agraria (UNA) y docencia que nos compartieron sus experiencias y enseñanza, que en el transcurso de este tiempo nos ayudaron a formarnos como profesionales.

Br. Junior Francisco Moreno López

AGRADECIMIENTO

A:

A Dios, primeramente, por este logro que me permitió alcanzar, por darme conocimiento y deseo de superación.

Al Ing. MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez por su amistad tiempo y por su asesoramiento tanto en la tesis como en el campo y darle las gracias por su apoyo con los materiales que demandaba el estudio

Al Ing. Elvis Lagos. Por su amistad, confianza paciencia y disposición para ayudarme para poder alcanzar mi título universitario.

Al Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales por haberme inculcado la importancia del manejo de riego y motivarme cuando me impartía clases.

A la Universidad Nacional Agraria, por permitirme ser parte de esta alma máster a todos los docentes que ayudaron en mi formación para poder culminar la carrera.

Br. Yader Antonio Urbina Gutiérrez

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINAS
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Antecedente del cultivo de maíz en nicaragua	4
3.2 Clasificación taxonómica y descripción botánica	4
3.3 Suelos apto para el cultivo	6
3.4 Clima	6
3.5 Riego por goteo	6
3.6 Parámetros de riego	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Ubicación del estudio y condiciones climáticas	10
4.2 Condición climáticas del lugar	10
4.3 Suelo	11
4.4 Diseño metodológico	11
4.5 Descripción del área de estudio	11
4.6 Descripción de los tratamientos	12
4.7 Sistema de riego	12
4.8 Manejo agronómico	12
4.9 Variables evaluadas	12
4.10 Análisis de datos	14
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15

5.1 Láminas de riego mediante las etapas fenológicas del cultivo	15
5.2 Comportamiento de arreglos de siembra con dos láminas de riego en variables de crecimiento en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	15
Altura de la planta de maíz (cm)	15
Diámetro del tallo (mm)	17
Número de hojas	18
5.3 Comportamiento de arreglos de siembra con dos láminas de riego en variables de rendimiento en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	19
Hileras por mazorca	19
Longitud de mazorca (cm)	20
Diámetro de mazorca (cm)	21
Peso de 100 granos (g)	22
Rendimiento Kg/ha ⁻¹ en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra	23
VI. CONCLUSIONES	25
VII. RECOMENDACIONES	26
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
IX. ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINAS
1. Clasificación taxonómica de la planta de maíz (<i>Zea mays L</i>)	4
2. Laboratorio (LABSA) Análisis físicos-químicos de suelo, plantel, Managua,2022.	11
3. Descripción de los tratamientos	12
4. Láminas de riego suministrada en diferentes etapas de cultivo	15
5. Altura de planta de maíz en las diferentes fechas de muestreo	16
6. Diámetro de tallo en diferente fecha de muestreo	17
7. Número de hojas por planta durante las fechas de evaluación.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINAS
1. Ubicación geográfica de la finca El Plantel, Tipitapa – Masaya	10
2. Condiciones climáticas en el área de estudio PLANTEL 2023	10
3. Promedio de hileras por mazorca en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra	19
4. Promedio de longitud de mazorca en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra	20
5. Promedio de diámetro de mazorca en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra	21
6. Peso de 100 granos de maíz en dos láminas de riego y en dos arreglos de siembra	22
7. Rendimiento Kg/ha ⁻¹ . bajo dos láminas de riego.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINAS
1. Plano de Campo	34
2. Cálculo de láminas de riego	34
3. Análisis de varianza de la variable altura de planta	41
4. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo	42
5. Análisis de varianza de la variable número de hojas	43
6. Análisis de varianza de la variable de hileras por mazorca	44
7. Análisis de varianza de la variable de longitud de mazorca	44
8. Análisis de varianza de la variable de diámetro de mazorca	45
9. Preparación del área experimental para el establecimiento del cultivo de maíz (malaco) FINCA EL PLANTEL-UNA (2023)	45
10. Instalación de la tubería principal	45
11. Instalación del sistema de riego por goteo	46
12. Control de malezas e insectos plagas	46
13. Recolección de las variables altura y diámetro de tallo	47

RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en el ciclo agrícola de primera del año 2022, en la finca el plantel de la Universidad Nacional Agraria, Managua. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*). En dos arreglos de siembra (1 x 0.20) al que se consideró como surco sencillo y (1 x 0.45 x 0.20) que se consideró como surco doble, cada arreglo de siembra se combinó con dos láminas de riego (14.4 mm y 18.3 mm). Se estableció un diseño de bloque completo al azar (BCA) con cuatro tratamientos. Los tratamientos estuvieron conformados por las láminas de riego y el arreglo de siembra. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, número de hileras por mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de 100 grano y rendimiento en Kg ha⁻¹. Se realizó ANDEVA y separación de medias por TUKEY ($\alpha= 0.05$). En las variables de crecimiento se presentó diferencias significativas únicamente para la variable diámetro de tallo. Para las variables de rendimiento se vieron afectadas por la lámina 18.3 mm. El arreglo de siembra a surco sencillo obtuvo los mayores promedios para las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas con (2.01 m, 2.06 mm y 12.45) respectivamente. Las variables de rendimiento no presentaron diferencia significativa obteniendo promedios hileras por mazorca con (13.65), longitud de mazorca con (13.95 cm), peso de 100 semillas (30.20 g) y el arreglo de siembra a surco doble registro los mayores diámetros de mazorca con (3.55 cm) y en rendimiento lo mejores promedios lo obtuvo la lámina de riego 18.3 mm con los dos arreglos de siembra “surco sencillo y doble surco “que fueron de (4 645.45 y 6 059.45) kg/ha⁻¹ y lámina de riego de 14.4 mm, obtuvo los promedios más bajos en las variables de crecimiento y en la rendimiento.

Palabras clave: Doble surco, riego por goteo, variedad malaco

ABSTRACT

The experiment was carried out in the first agricultural cycle of the year 2022, at the farm campus of the National Agrarian University, Managua. The objective of the study was to evaluate the behavior of the maize crop (*Zea mays* L.). In two planting arrangements (1 x 0.20) which was considered as single furrow and (1 x 0.45 x 0.20) which was considered as double furrow, each planting arrangement was combined with two irrigation sheets (14.4 mm and 18.3 mm). A randomized complete block design (BCA) with four treatments was established. The treatments consisted of irrigation sheets and planting arrangement. The variables evaluated were: plant height, stem diameter, number of leaves, number of rows per ear, ear length, ear diameter, 100 kernel weight and yield in kg ha⁻¹. ANDEVA and separation of means by TUKEY ($\alpha= 0.05$) were performed. Growth and yield variables were affected by the 18.3 mm blade. The single furrow planting arrangement obtained the highest averages for the variables plant height, stem diameter and number of leaves with (2.01 m, 2.06 mm and 12.45) respectively. The yield variables did not present a significant difference, obtaining average rows per ear with (13.65), ear length with (13.95 cm), weight of 100 seeds (30.20 g) and the double furrow planting arrangement recorded the largest ear diameters with (3.55 cm) and in yield the best averages were obtained by the 18.3 mm irrigation sheet with the two planting arrangements “single furrow and double furrow” which were (4 645.45 and 6 059.45) kg/ha⁻¹ and irrigation sheet of 14.4 mm, obtained the lowest averages in the growth and performance variables.

Keyword: Double furrow, drip irrigation, malaco variety

I. INTRODUCCIÓN

Blessing y Hernández (2019), expresan que:

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos más antiguos y heredado por nuestros antepasados de este grano obtenían aceite y harina que es muy nutricional y esta planta pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y Alimentación. [FAO] (2007) dicta que:

En Nicaragua el maíz (*Zea mays L.*) posee mucha relevancia, este grano básico forma una pieza fundamental en la alimentación, es el segundo cultivo del mundo por su alta producción después del trigo. El maíz también se utiliza para consumo humano donde se extraen alimentos tales como harina, aceite, seriales, elaboraciones de panes y tortillas. Y en la parte animal el suministro de forraje de los restos cultivo (p. 12).

Cedeño (2010) dicta que:

El rendimiento del maíz está en función de la variedad de semilla, un buen manejo técnico y buenas condiciones climáticas. Esto es para incrementar la producción de granos por área sembrada. En este caso las semillas híbridas son de alta capacidad productivas de grano, son resistentes a las enfermedades y sequías, obteniendo grandes beneficios económicos al final de la producción.

Para alcanzar un buen rendimiento de maíz híbrido, es obligatorio una buena práctica de manejo, desde la selección del tipo de siembra, la distancia entre planta y surcos. Teniendo un control de malezas, plagas y acompañado de una buena fertilización esto asegura los máximos rendimientos en kg/ha^{-1} .

Según Lagos y Galeano (2022) expresa que:

El nuevo genotipo (Malaco-UNA) se creó con el cruce de las variedades NB-6 y tuza morada. Este maíz tiene alto rendimiento, tamaño de la mazorca, cantidad de granos por mazorca y en altura de planta. Los rendimientos de esta variedad son de 5 479.89 kg/ha⁻¹ por encima del NB-6 que es de 5 272.07 kg/ha⁻¹ y tuza morada 3 091 kg/ha⁻¹. Esta variedad tiene una madurez del grano entre los 90 a 95 días después de la siembra y la cosecha va de los 110 a 115 días (p. 43).

Valle y Velásquez (2019) expresa que:

El agua es un elemento de alta importancia para el desarrollo y rendimiento de la planta que establece el manejo óptimo del riego y maximiza todos los beneficios económicos para el productor. El riego por goteo es un sistema de tuberías que tiene como nombre Mangueras de goteo, las cuales contienen pequeños goteros. Cada gotero emite un flujo controlado de gotas, y da como resultando la aplicación de agua o fertilización directamente a la zona radicular de cada planta a lo largo de todo el ciclo vegetativo (p. 2).

Con este estudio se pretende contribuir una mejor alternativa a la hora de implementar un arreglo de siembra (surco sencillo o doble surco) conjunto con una lámina de riego, observando el comportamiento de las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de maíz. en condiciones climáticas Tipitapa - Masaya, en la finca el plantel de la Universidad Nacional Agraria.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de dos láminas de riego en dos arreglos de siembra (doble surco y surco sencillo) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Finca el plantel, Masaya. 2023

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos láminas de riego por goteo y dos arreglos de siembra sobre las variables de crecimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).
- Determinar el efecto de dos láminas de riego por goteo y dos arreglos de siembra sobre los componentes de Rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Antecedente del cultivo de maíz en nicaragua

Según el Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa [MEFCCA]. Expresa que:

En nuestro país el cultivo de maíz es gran menté relacionada con los pequeños y medianos productores y esta producción está destinada principalmente a la venta o del consumo interno de la nación. Existen zonas importantes en la producción de maíz: en zona húmeda como el Rama/Bluefields, Nueva Guinea, Santo Domingo y Chinandega. Asimismo, en zona intermedia tales como Matagalpa, Jinotega, Rivas, Masaya, León, y además en zonas secas como Estelí, Ocotal, Malpaisillo, Nagarote. (Citado por Mendoza A. 2018, p. 7).

3.2 Clasificación taxonómica y descripción botánica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la planta de maíz (*Zea mays L*)

Taxonomía	
Reino:	<i>plantae</i>
Nombre común:	<i>maíz</i>
Familia:	<i>Gramíneas</i>
Reino:	<i>Plantae</i>
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i>
Nombre científico:	<i>Zea mays L.</i>

Botánica

Deras (2014) Expresa que:

La planta de maíz presenta ciertas características botánicas, es de la familia de las gramíneas, tribu maideas y se cree que su origen es de los trópicos de América

latina en especial el género *Zea*. Donde la planta es de porte firme de fácil desarrollo y de producción anual. (Citado por Vilches J 2022, p. 5).

Raíces

Ortigoza (2019) indica que:

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje al suelo que se refuerza con demasiada presencia de raíces adventicias y además extrae nutrientes para el óptimo desarrollo de la planta (p. 17).

Tallo

Ortigoza (2019) expresa que:

El tallo presenta un eje conformado por nudos y entrenudos donde los números y longitud llegan a variar considerablemente 2 a 4 metros de altura es robusto y sin derivación de ramificaciones (p.18).

Hojas

Ortigoza (2019) menciona que:

Presenta hojas largas, de gran tamaño que son iguales a las gramíneas donde se alternan estas hojas se localizan en el tallo y presenta vellosidades (p. 18).

Inflorescencia

Ortigoza (2019) formula que:

La planta de maíz es monoica ya que contiene flores masculinas y flores femeninas separadas. la flor masculina tiene forma de espigas en la parte superior de la planta y la flor femenina, futura mazorca localizada a media altura de la planta se presenta de forma lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas (p. 18).

3.3 Suelos apto para el cultivo

Según Ramos (2019) expresa que:

Esta planta se adapta a todos tipos de suelo, con pH de 5.5 a 7.8 fuera de estos límites puede variar la disponibilidad de ciertos de elementos, donde puede aumentar o disminuir el rendimiento del cultivo. Los mejores suelos donde se puede establecer la siembra de maíz pueden ser suelos profundos, valiosos en materia orgánica, con buen movimiento de drenaje para no provocar encharcamiento (p. 7).

3.4 Clima

Según Ramos (2019) expone que:

Se recomienda climas con días soleados y noches frías o cálidas. Este cultivo es muy competente a la falta de agua en tiempo de sequía extrema, sobre todo en la etapa de floración en cambio en el llenado del grano se recomienda una buena optimización del sistema hídrico donde se determina el crecimiento y rendimiento de la misma. Se recomienda precipitaciones que ronde entre los 500 a 1000 mm, una altitud que ronda de 0-1000 msnm. Para la germinación del grano de maíz se recomienda temperatura de 18 a 20 °C. Para el crecimiento y floración siendo la ideal de 20 a 30°C (p. 6).

3.5 Riego por goteo

Según Olguin (2015) que:

El riego por goteo es uno de los más eficaz alcanzando un 90 % de efectividad a la hora de aplicar el agua a la planta. Este sistema permite llevar el agua por medio de una red de tubería y haciendo una aplicación a través de emisores que entregan pequeños volúmenes de agua en forma periódica. El agua se aplica en forma de gota por medio de gotero (p. 5).

Desde la perspectiva agrícola, se denomina riego localizado al sistema que humedece un área del suelo para un buen desarrollo del cultivo o también se le puede denominar de alta frecuencia lo que permite regar desde una a dos veces al día, teniendo en cuenta el tipo de suelo. (p. 5).

3.6 Parámetros de riego

Infiltración del agua en el suelo

Cisneros (2003), aduce que:

Es la velocidad cuando ingresa el agua en el suelo, es la relación entre la lámina de riego que se infiltra y el tiempo que tarda. (citado por Laguna, E. 2022)

Capacidad de campo (CC)

Según Laguna (2022) indica que:

La capacidad de campo es comprendida como la humedad que existe en el suelo, cuando esta agua fluye por gravedad, ocurre que el agua libre o gravitacional deja de existir en el suelo (p. 11).

Punto de marchitez permanente (PMP)

Laguna (2022) argumenta que:

El punto marchitez permanente es el estado de humedad en el suelo que la planta no alcanza a absorber, al presentarse esta situación la planta tiene una extrema dificultad y llegando al lugar de marchitez irreversible para el cultivo (p. 12).

Límite productivo (Lp)

Laguna (2022) expresan que:

Es la parte de humedad disponible en el suelo que puede ser factiblemente extraída por la planta y es la responsable de la producción agrícola, por debajo de este valor el cultivo puede disminuir su productividad. El límite productivo marca un parámetro de agotamiento permitido de la humedad en el suelo (p. 12).

Densidad aparente (Da)

Roberto y mejía (2016) expresa que:

La densidad aparente es la representación que determina la compactación y la facilidad de circular agua y aire, al efectuar riego es significativo conocer este dato ya que cuantifica la cantidad de agua en el suelo (p. 28).

Lámina neta (Ln)

Chávez y Mora (2013), afirman que:

La lamina neta es cantidad importante de agua aplicada durante el trascurso del riego con la finalización de cubrir todas las necesidades de la planta y el agua utilizada evapotranspiración (p. 18).

Ortega (2021) expresa la fórmula de la siguiente manera.

$$\mathbf{Ln = 100 * \Delta H * Da * (Cc - Lp)}$$

Donde:

Ln: Lámina neta (mm), **ΔH :** variación de capa activa (m), **Cc:** Capacidad de campo (%), **Lp:** Limite productivo (%)

Lámina bruta (Lb)

La lámina bruta se expresa como la cantidad de agua en abundancia que se debe aplicar para remediar las pérdidas por escorrentías, evapotranspiración, viento y percolación.

Según Ortega (2021) indica la fórmula de la siguiente manera:

$$\mathbf{Lb = Ln / Eo}$$

Donde:

Lb: Lámina bruta (mm), **Ln:** Lámina neta (mm), **Eo:** Eficiencia de aplicación del sistema (%).

Intensidad de aplicación (Ia)

La intensidad de aplicación se refiere cuando el agua toca el suelo. Lo cual se expresa en mm por hora.

Ortega (2021) presenta la fórmula de la siguiente manera:

$$\mathbf{Ia} = \mathbf{Qe} / \mathbf{Ee} * \mathbf{Es}$$

Donde:

Ia: Intensidad de aplicación (mm. horas-1), **Qe:** Caudal del emisor (m3. horas-1),

Ee: Espaciamiento entre emisor (m), **Es:** Espaciamiento entre surco (m)

Tiempo de riego (Tr)

Tiempo de riego, es el tiempo que necesitamos para proporcionar la lámina bruta.

Ortega (2021) indica que:

$$\mathbf{Tr} = \mathbf{Lb} / \mathbf{Ia}$$

Dónde:

Tr: Tiempo de riego (horas), **Lb:** Lámina bruta (mm), **Ia:** Intensidad de aplicación (mm. horas-1)

Intervalo de riego (Ir)

El intervalo de riego es la operación de cuantas veces se aplicará la lámina de riego al cultivo establecido para reponer la humedad en el suelo.

Ortega (2021) expresa que:

Donde:

$$\mathbf{Ir} = \mathbf{Lb} / \mathbf{Eto} * \mathbf{Kc}$$

Donde:

Ir: Intervalo de riego (días), **Lb:** Lámina bruta (mm), **Eto:** Evapotranspiración de referencia (mm. día-1), **Kc:** Coeficiente del cultivo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio y condiciones climáticas

El estudio se realizó en la finca el plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya. Ubicada geográficamente a una altura 114 msnm y con las siguientes coordenadas 12°07'02" latitud norte y 86°05'33" longitud oeste.

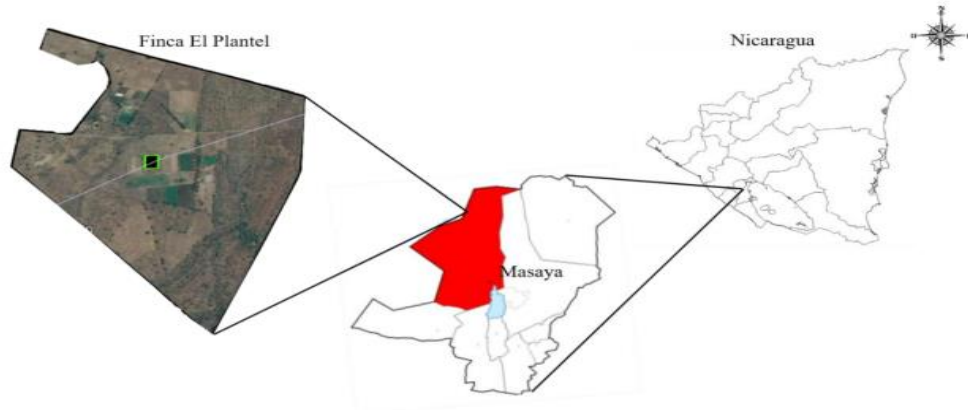


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca El Plantel, Tipitapa - Masaya

4.2 Condición climáticas del lugar

Según la estación meteorológica ubicada en la finca el plantel las mayores temperaturas se registraron en los meses de abril y mayo con 36 y 35 °C y las mayores precipitaciones se registraron en los meses de septiembre y octubre con 76.5 y 86.6 mm (Figura 2).

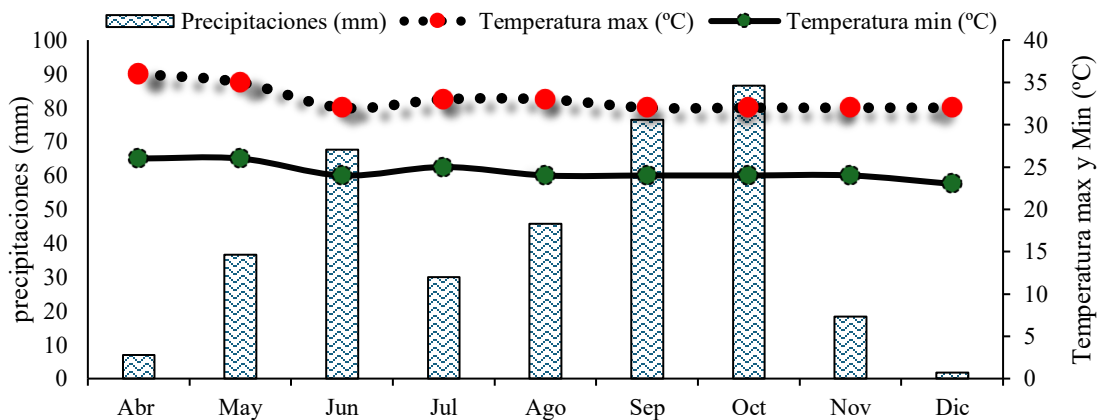


Figura 2: Condiciones climáticas en el área de estudio Plantel 2023.

4.3 Suelo

Según el análisis de suelo realizado por el laboratorio de suelo y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria donde se estableció el ensayo en la finca el plantel cuenta con las siguientes propiedades químicas.

Cuadro 2. Laboratorio (LABSA) Análisis fisicoquímico del suelo, plantel, Managua, 2022.

prof	pH	%	Ppm			Meq/100 g suelo			Ppm			propiedades hidrofísicas		
Cm	H ₂ O	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cc	Ppm	Da	Dr
30	6.74	3.53	0.25	1.99	2.26	26.95	10	10.8	1.15	29	43.77	30.82	1.17	2.56

Nota: Prof= Profundidad; MO= Materia Orgánica; N= Nitrógeno; P= fósforo, K= potasio, Ca= Calcio, Mg= magnesio, Fe= hierro, Zn= zinc, Mn=manganeso, Cc= Capacidad de campo, Ppm= punto de marchitez permanente, Da= Densidad aparente, Dr= Densidad real.

4.4 Diseño metodológico

El estudio consistió en la evaluación de dos láminas de riego en dos arreglos de siembra (surco sencillo y doble surco) con el objetivo de determinar cuál de las dos láminas se obtienen mejores resultados, en cuanto al crecimiento y rendimiento de la producción. El ensayo se estableció en la finca el plantel el 28 de junio del 2023.

El material genético que se utilizó fue la variedad Malaco-UNA. La información de cada variable se registró cada ocho días para las variables de crecimiento. En el arreglo de siembra a surco sencillo se obtuvo una densidad de 50,000 plantas /ha⁻¹ y en el arreglo de siembra a doble surco 69,000 plantas /ha⁻¹.

4.5 Descripción del área de estudio

El área donde se estableció el ensayo fue de 21 m de ancho por 43 m de largo, para un área total de 903 m² y cada bloque fue de 21 m de ancho por 10 m de largo y cada parcela tenía una distancia de un metro de separación. Se evaluaron dos arreglos de siembra combinados, el primero a surco sencillo, con una distancia de 1 m entre surco y 0.20 m entre planta. El segundo a doble surco, con distancia de 1m entre calle y 0.45 m entre surco y 0.20 m entre planta. Descripción de la lámina de riego suministrada en el cultivo, lámina uno de 18.3 mm y lámina dos de 14.4 milímetros.

4.6 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por las láminas de riego y el arreglo de siembra para un total de cuatro tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
1	Lámina 1 (18.3 mm) + surco sencillo
2	Lámina 1 (18.3 mm) + doble surco
3	Lámina 2 (14.4 mm) + surco sencillo
4	Lámina 2 (14.4 mm) + doble surco

4.7 Sistema de riego

El sistema de riego empleado es por goteo estructurado por una tubería principal y cinta de riego proporcionando un caudal de 1.5 litros por hora. el diseño del sistema corresponde al establecido por el proyecto (diseño de riego fase 1).

4.8 Manejo agronómico

Se preparó el suelo con labranza mecanizada. En fertilización se utilizó abonos granulados 46-0-0 (Urea) y 18-46-0 (Completo) a los quince días después de siembra, la limpieza del área se efectuó tres veces durante toda la etapa del cultivo.

La plaga del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) fue controlada a través de un insecticida llamado serenade. Todo esto se efectuó mediante un buen manejo agronómico.

4.9 Variables evaluadas

Al evaluar estas variables se tomó 90 plantas al azar dentro de parcela útil y fueron señaladas con una cinta de color rojo, en las etapas del desarrollo del cultivo. La recopilación de los datos se realizó en el área experimental tomando en cuenta que las variables de crecimiento se realizaron cuatro lecturas y en la variable rendimiento una lectura al final del ciclo del cultivo.

Variables de crecimiento

Altura de la planta (cm): para la recolección de este dato se hizo uso de un flexómetro, midiéndose desde el suelo hasta la base de la yema de la hoja bandera de las 90 plantas seleccionadas.

Diámetro de tallo (mm): a través de un vernier (pie de rey) se midió la parte inferior del tallo a las 90 plantas seleccionadas de la parcela útil por cada bloque.

Número de hoja: se contaron todas las hojas formadas completamente de las 90 plantas de la parcela útil.

Variable de Rendimiento

Para la evaluación de las variables de rendimiento se utilizaron 20 mazorcas por tratamiento.

Número de hileras por mazorca: se contó de manera visual todas las líneas de hileras de granos por mazorca.

Longitud de mazorca (cm): a través del vernier (pie de rey) se procedió a medir todas las longitudes de las mazorcas seleccionadas.

Diámetro de mazorca (cm): por medio del vernier (pie de rey) se midieron los diámetros de todas las mazorcas escogidas.

Peso de 100 granos (g): se tomó 100 granos de cada parcela útil, y se procedió hacer el pesaje.

Rendimiento en Kg/ Ha: se procedió a promediar las medias de las 80 mazorcas pesadas. El rendimiento se obtuvo haciendo una conversión de la cantidad de mazorca que existe en una hectárea donde se procedió a la estimación del rendimiento $\text{kg} / \text{ha}^{-1}$ por cada arreglo de siembra.

4.10 Análisis de datos

Los datos colectados fueron procesados en una hoja de Excel. Las variables de crecimiento y rendimiento se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rango múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$) con el programa estadístico Infostat, versión 2016.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Láminas de riego mediante las etapas fenológicas del cultivo.

Cuadro 4. Láminas de riego suministradas en diferentes etapas del cultivo.

Láminas de riego	Etapas del cultivo	kc	Lámina Neta	Lámina Bruta	Intensidad de Aplicación	Tiempo de Riego	Intervalo de Riego
Lámina 1	Etapa Inicial	0.3	16.5mm	18.3 mm	5.0 mm/h	3.66 horas	3 días
Lámina 1	Etapa Media	1.20	16.5mm	18.3 mm	5.0 mm/h	3.66 horas	3 días
Lámina 1	Etapa Final	0.35	16.5mm	18.3 mm	5.0 mm/h	3.66 horas	2 días
Lámina 2	Etapa Inicial	0.3	16.5mm	14.4 mm	4.3 mm/h	3.34 horas	3 días
Lámina 2	Etapa Media	1.20	16.5mm	14.4 mm	4.3 mm/h	3.34 horas	2 días
Lámina 2	Etapa Final	0.35	16.5mm	14.4 mm	4.3 mm/h	3.34 horas	2 días

5.2 Comportamiento de arreglos de siembra con dos láminas de riego en variables de crecimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

Altura de la planta de maíz (cm)

Según González (2015) Indica que:

La altura de la planta es un parámetro muy importante, que influye en el crecimiento y desarrollo de la planta. Esta variable se puede ver afectada por varios factores naturales y fundamentales en el crecimiento adecuado tales como: luz, temperatura, humedad, nutrición y densidad de planta por área. La altura de planta el producto de la elongación del tallo, al acumular nutrientes producidos en la fotosíntesis (p. 20).

El análisis estadístico muestra que no hubo diferencias significativas en los momentos de evaluación en la variable altura de planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Altura de planta de maíz en las diferentes fechas de muestreo.

Tratamiento	18 Agost	26 Agost	2 Oct	9 Oct
T₁	1.68 a	1.94 a	1.98 a	2.01 a
T₂	1.57 a	1.81 a	1.86 a	1.91 a
T₃	1.51 a	1.59 a	1.64 a	1.68 a
T₄	1.49 a	1.56 a	1.61 a	1.64 a
%Cv	4.16	5.58	5.55	5.19
P≤0.05	0.177	0.077	0.077	0.068

El estudio realizado por Vázquez (2017) En que el evaluó tres métodos de siembra en la producción de semilla de maíz, el arreglo de siembra a surco sencillo (80 x 20) obtuvo el siguiente promedio de 1.96 m de altura. Los resultados de este autor coinciden con los obtenidos en el presente estudio realizado.

En un estudio realizado por Sánchez (2017) en el que evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz en dos arreglos de siembra (doble surco y surco sencillo), encontró diferencias significativas en el arreglo de siembra a doble surco (75x40x25) a los 60 días después de la siembra obteniendo alturas máximas de 2.50 m. los resultados de este autor son superiores a los obtenidos en el estudio.

Leónides (2013) indica que la variable altura está ampliamente relacionada con la disponibilidad del agua mientras se le aplique el agua necesaria que requiera la planta el resultado será el más óptimo para el crecimiento y rendimiento del mismo. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con lo proporcionado por este autor ya que evidenciamos que al aplicar la lámina de riego uno en ambos arreglos de siembra se obtuvo las mayores alturas de planta.

Diámetro del tallo (mm)

De acuerdo con Romero y Ruiz (2020) mencionan que:

El tallo es uno de los órganos principales, portador de hojas y es una estructura donde derivan las flores y fruto de la misma. Es de aspecto cilíndrico por lo cual sirve como soporte, posee la siguiente función de transportar la savia de la planta y la fotosíntesis cuando la planta está en crecimiento y desarrollo. El tallo no presenta ningún tipo de ramificación, presenta un tallo robusto con nudos y entrenudos que están separados a ciertas distancias de cada uno (p. 15).

Al realizar el análisis estadístico se determinó que, existen diferencias en los momentos de evaluación para la variable de diámetro de tallo, siendo los tratamientos uno y dos (lámina de riego con los arreglos de siembra a surco sencillo y doble surco).

El menor diámetro de tallo lo presentó el tratamiento cuatro (lámina dos con arreglo de siembra a doble surco) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetro de tallo en diferente fecha de muestreo.

Tratamiento	18 Agost	26 Agost	2 Oct	9 Oct
T₁	1.88 a	1.99 a	2.04 a	2.06 a
T₂	1.89 a	1.96 a	1.98 a	1.99 a
T₃	1.28 b	1.51 b	1.57 b	1.59 b
T₄	1.26 b	1.42 b	1.45 b	1.51 b
%Cv	4.47	3.75	4.67	4.18
P≤0.05	0.0044	0.0058	0.0118	0.0114

En un estudio realizado por Sánchez (2017) en el que evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz en dos arreglos de siembra, logrando que el arreglo de siembra a surco sencillo obtuvo los mejores promedios en diámetro de tallo con (21.61 mm). Los resultados de este autor son similares a los obtenidos en el presente estudio.

Los resultados obtenidos por Sotomayor (2017) son superiores a los registrados en el presente estudio, ya que encontró promedios de (25.90 mm) en el arreglo de siembra a surco sencillo y (23.84 mm) en el arreglo de siembra a doble surco. Los resultados de este autor son superiores al presente estudio.

Número de hojas

Según Romero y Ruiz (2020) expresa que:

El número de hojas presente en la planta de maíz va en dependencia grandemente de la variedad cultivada y esta puede variar entre 12 y 14 hojas por planta.

El análisis estadístico reveló que no existe diferencia significativa entre las láminas de riego y en los arreglos de siembra en las fechas de muestreo. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de hojas por planta durante las fechas de evaluación.

Tratamiento	18 Agost	26 Agost	2 Oct	9 Oct
T₁	11.40 a	12.35 a	12.35 a	12.45 a
T₂	10.80 a	12.20 a	12.20 a	12.20 a
T₃	10.65 a	12.25 a	12.25 a	12.25 a
T₄	10.70 a	12.10 a	12.10 a	12.10 a
%Cv	2.97	0.75	1.06	1.06
P≤0.05	2.255	0.104	0.417	0.417

El estudio realizado por Vázquez (2017) En que el evaluó tres Métodos de siembra en la producción de semilla de maíz. Obtuvo los mejores promedios el sistema de siembra surco sencillo, con un promedio de 13 hojas por planta. Los resultados de este autor no coinciden a los obtenidos en el presente estudio.

Sotomayor (2017) realizó un estudio en el que evaluó dos arreglos de siembra con diferentes distancia y dosis de nitrógeno. Encontró diferencia estadística, siendo el método de siembra a surco sencillo el que obtuvo la mayor cantidad de hojas con promedios de

16.64 y en el arreglo a doble surco 15.83 hojas. Los resultados de este autor son superiores a los obtenidos.

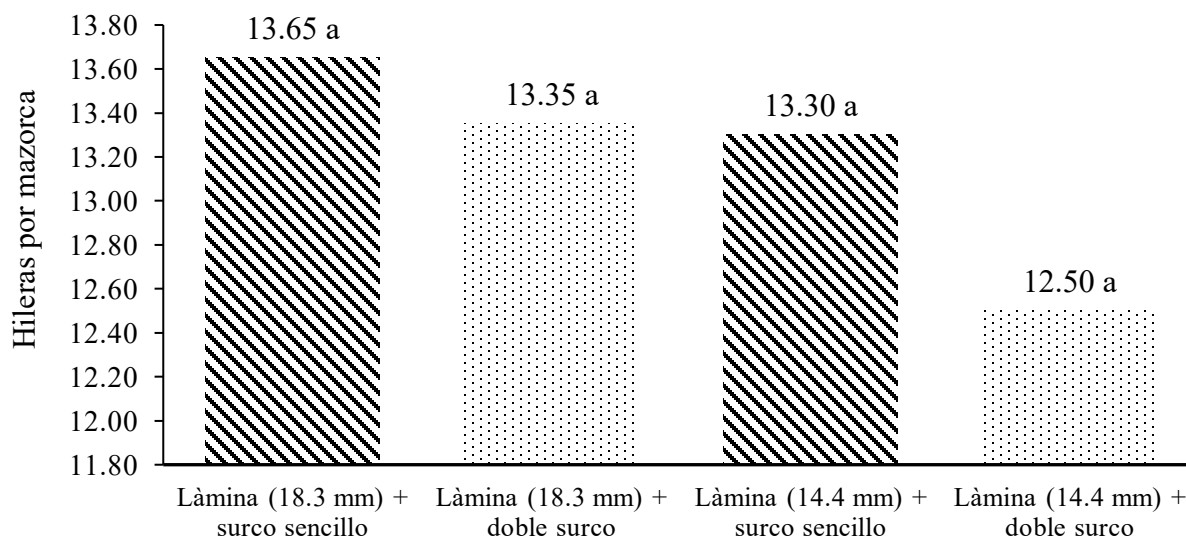
5.3 Comportamiento de arreglos de siembra con dos láminas de riego en variables de rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

Hileras por mazorca

Blandón y Smith (2001) manifiestan que:

El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras de la mazorca y a su vez por la disponibilidad mineral e hídrica, densidad, profundidad de las raíces y dosis adecuadas de nitrógeno los cuales influyen sobre los componentes de rendimientos en la variable números de granos por hilera (p. 20).

El análisis indico que no existe diferencia entre los tratamientos evaluados, (Figura 3)



Láminas de riego en diferentes arreglos de siembra

Figura 3: Promedio de hileras por mazorca en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra.

Un estudio realizado por Monasterio, Pierre y Silva (2016) en el que evaluó efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del maíz, encontró diferencias significativas entre los arreglos de siembra (surco sencillo y surco doble) registrando los mayores promedios en el arreglo de siembra a surco sencillo con (14.16) hileras por mazorca, en cambio, el arreglo de siembra a doble hilera obtuvo los menores promedio con (13.68) hileras por mazorca.

El estudio llevado a cabo por Arguello (1997) en donde evaluó el arreglo de siembra policultivo y monocultivo en maíz-frijol, obtuvo los mayores mejores promedios de hileras por mazorca en el arreglo de siembra con surco sencillo con 14.15.

Según los estudios realizados por Monasterio, Pierre y Silva (2016) y Arguello (1997). Los resultados de estos autores fueron similares a los obtenidos en el estudio.

Longitud de mazorca (cm)

El análisis estadístico determino que la variable longitud de mazorca no presento diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 4).

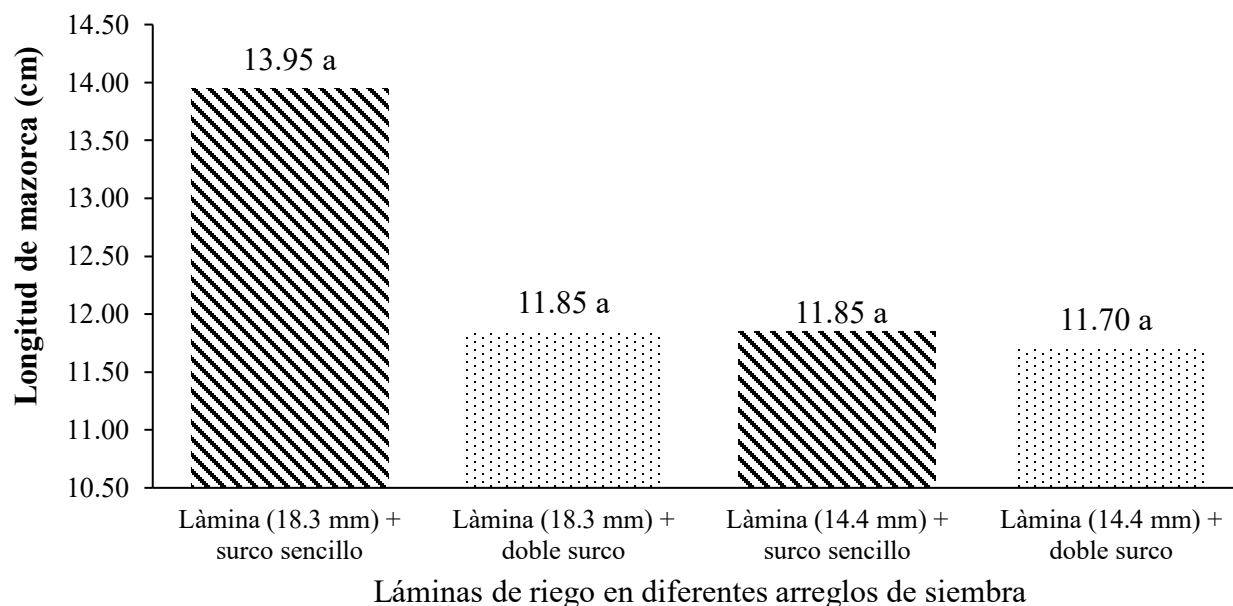


Figura 4: Promedio de longitud de mazorca en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra.

Estudios realizados por Rodríguez (2020) El que evaluó componentes de rendimiento y arreglos topológicos en híbridos comerciales de maíz, determino que el arreglo de siembra a surco sencillo (0.75 x 0.14 m) obtuvo los mejores promedios en longitud de mazorca con 15.39 cm. Los resultados de este autor son similares a los obtenidos en nuestro estudio.

El estudio llevado a cabo por Andreade (1996) en donde evaluó el comportamiento del rendimiento del maíz bajo influencia de arreglo de siembra maíz-frijol, donde comprueba que el arreglo de siembra a surco sencillo fue el que obtuvo los mejores promedios en longitud de mazorca con 16.98 cm. Lo que indica que los resultados de este autor son superiores al presente estudio realizado.

Diámetro de mazorca (cm)

El diámetro de mazorca es un carácter condicionado por el nivel de nutrición de la planta en la fase de formación de hileras y granos, aspecto relacionado con el rendimiento.

Alvarado (2000) menciona que el maíz es un cultivo sensible a fuertes vientos que provocan el doblamiento de los tallos (acame), por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para disminuir este efecto (Sobalvarro y Díaz, 2016, p. 12).

Al realizar el análisis estadístico se determinó que no existe diferencia significativa con respecto a las láminas de riego y arreglos de siembra. (Figura 5).

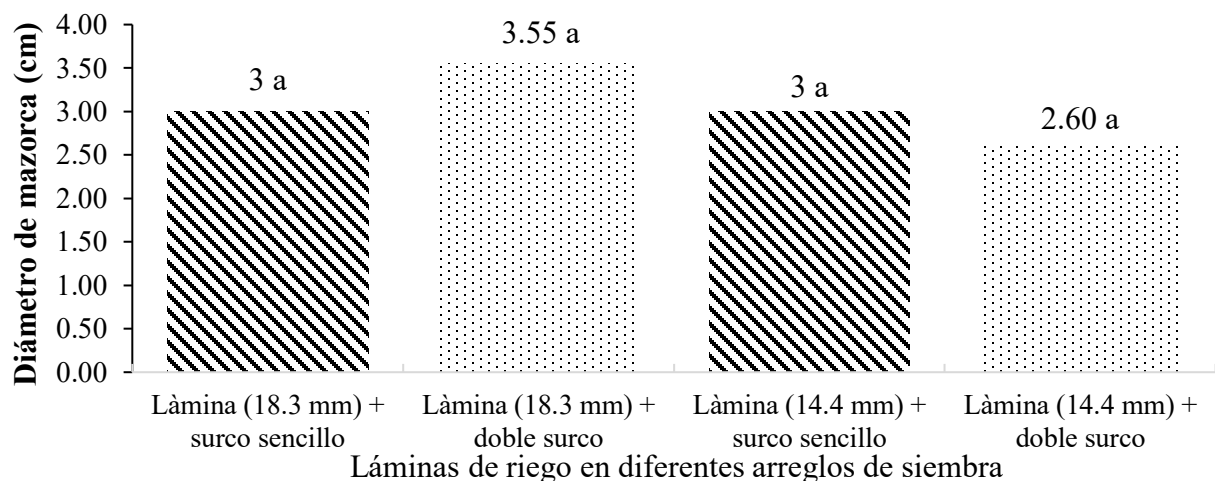


Figura 5: Promedio de diámetro de mazorca en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra.

El estudio llevado a cabo por Arguello (1997) en donde evaluó el arreglo de siembra policultivo y monocultivo en maíz-frijol. Los mejores promedios los obtuvo el surco sencillo con 4.10 cm. Los resultados de este autor no coinciden con el estudio realizado.

En el estudio realizado por Vázquez (2017) en que evaluó arreglo de siembra a doble surco donde obtuvo promedios de 5.15 cm en diámetro por mazorca. Los resultados del presente estudio fueron inferiores a los resultados de los anteriores autores. Estos resultados se debieron posiblemente a que en el periodo vegetativo del cultivo fue sometido por un periodo de sequía por problemas en el sistema de riego en lo cual pudo haber afectado en el crecimiento, desarrollo y formación de granos en la mazorca.

Peso de 100 granos (g)

Según Artola y Villavicencio (2015) indican que:

El peso del grano depende de la variedad a cultivar, lo que a su vez está determinado por la eficiencia de los procesos de desarrollo de las hojas, tallo y nutrición mineral, así como las condiciones hídricas durante el llenado del grano (p. 27).

Los resultados obtenidos indicaron que la lámina de riego uno con arreglo de siembra a surco sencillo y doble surco obtuvieron los mayores promedios con (30.20 g y 30.15g) y la lámina de riego dos con el arreglo de siembra a surco sencillo mostro el menor peso de grano con (28.80 gramos).

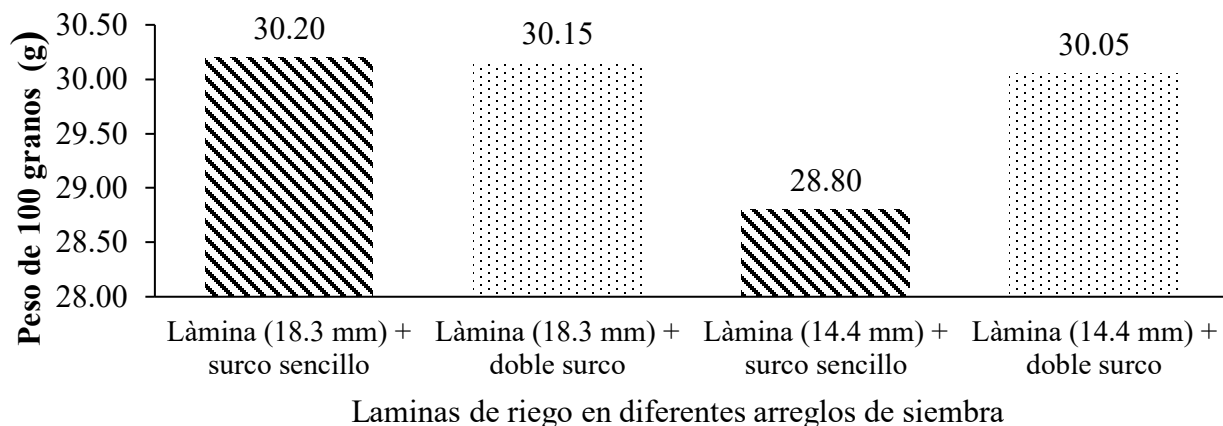


Figura 6: Peso de 100 granos de maíz en dos láminas de riego y en dos arreglos de siembra.

En un estudio llevado a cabo por Andreade (1996). obtuvo los mayores pesos de granos en el arreglo a surco sencillo con (29.28 g). Los resultados de este autor son similares al presente estudio.

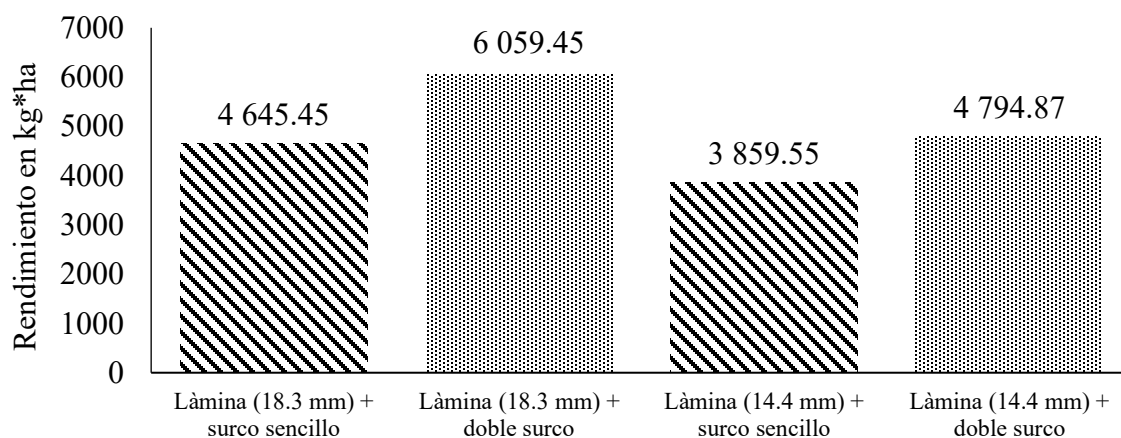
El estudio llevado a cabo por Zamudio (2015). en donde evaluó la producción de híbridos y variedades de maíz en dos arreglos de siembra en donde obtuvo los mejores promedios en el arreglo de siembra a surco sencillo con (32.95 g). los resultados de este autor son superiores a los obtenidos.

Rendimiento Kg/ha⁻¹ en dos láminas de riego y dos arreglos de siembra

Según Vilches (2022) menciona que:

El rendimiento está ampliamente relacionado con los componentes ambientales como: radiación solar, nutrientes y el agua. La productividad de un cultivo está ampliamente relacionada por su potencial genético (pág. 23).

Los resultados de esta variable indicaron que la lámina de riego uno y dos con el arreglo de siembra a surco sencillo obtuvo los menores rendimientos con (4 645.45 y 3 859.55 kg /ha⁻¹), en cambio la lámina de riego uno con arreglo de siembra a doble surco obtuvo el los mayores rendimientos con (6 059.45 y 4 794.87 kg/ha⁻¹).



Láminas de riego en diferentes arreglos de siembra

Figura 7: Rendimiento Kg/ha⁻¹, bajo dos láminas de riego.

Estudios realizados por Reta Sánchez (2003) en el que evaluó componentes de rendimiento en maíz en respuesta a arreglos topológicos. El arreglo de siembra a Doble surco presento los mejores promedios en rendimiento con (5 738 Kg/ha⁻¹). Los resultados de este autor son similares con los obtenidos en este estudio.

El estudio llevado a cabo por Zamudio (2015). En donde evaluó la producción de híbridos y variedades de maíz en dos arreglos de siembras, encontró que el arreglo de siembra a doble surco obtuvo los mejores rendimientos con (6 050 Kg/ha⁻¹). Los resultados de este autor son similares a los registrados en el presente estudio.

Al realizar los muestreos se observó que el suelo en donde se estableció el ensayo mostro problemas de escorrentía por lo que pudo influir en los rendimientos obtenidos.

VI. CONCLUSIONES

- La lámina de riego de 18.3 mm, con el arreglo de siembra a surco sencillo influyó en las variables de crecimiento debido a que presentó los mayores promedios en altura de la planta con (2.01m), diámetro de tallo con (2.06 mm), y número de hojas con (12.45).
- La lámina de riego de 18.3 mm, con el arreglo de siembra a surco sencillo favoreció de gran manera a la variable de rendimiento, ya que mostró los mayores promedios en hileras por mazorca con (13.65), longitud de mazorca con (13.95 cm) y peso de 100 granos con (30.20 g). con respecto a la variable diámetro de mazorca los mayores promedios se registraron en el arreglo de siembra a doble surco con la lámina de riego 1 con (3.55 cm). El mayor rendimiento se obtuvo con lámina de riego de 18.3 mm en el arreglo de siembra a doble surco con (6 059.45 Kg/ha).
- Lámina de riego de 14.4 mm obtuvo los menores promedios en las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz.

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar otras distancias de siembra e incluir variedades criollas o híbridas de gran rendimiento para evidenciar cuál de los arreglos de siembra presenta mejor comportamiento en las variables de crecimiento y rendimiento.
- Se recomienda seguir evaluando el arreglo de siembra a doble surco para determinar el efecto del arreglo de siembra si influye en el diámetro de mazorca por planta.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, N. 2000. La fertilización orgánica del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) y mejoramiento de 3 componentes de su sistema tradicional de producción. Managua, NI. 25 p.
- Andrade Alvarez, C. (1996). *Efecto de arreglos de siembra maíz (zea mays L.) y frijol (paseolus vulgaris L.) en asocio y monocultivo sobre la dinámica de las malezas, el rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Primavera 1995* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1571/1/tnf08a553.pdf>
- Arguello Salgado, M. (1997). *Evaluación de arreglos de siembra de policultivos y monocultivos maíz-frijol sobre el estudio de la genosis, crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1896/1/tnh60a694.pdf>
- Artola, G. V. y Villavicencio, O. C. (2015). *Comportamiento agronómico de tres genotipos de maíz (Zea mays L.) por efecto de la aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3202/1/tnf04a792.pdf>
- Blandón Garmendia, E. J. y Smith Marriaga, A. Z. (2001). *Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (Zea mays L.) var. NB6.* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1787/1/tnf04b642.pdf>
- Blessing Ruiz, D. M. y Hernández Morrison, G. T. (2019). *comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (zea mays l.) var. nb-6 bajo prácticas de fertilización, orgánica y convencional en la finca el plantel. 2007-2008* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2090/1/tnf01b647.pdf>

Cedeño, M. A. (2010). Evaluar el comportamiento agronómico de los maíces híbridos “DK7088”, “DK-1596” sometidos a tres distanciamientos de siembra en la zona de Zapotal, Provincia de Los Ríos. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/651/T-UTB-FACIAG-AGROP-000028.02.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

Chávez Rivera, N. A. y Mora Martínez, J. R. (2013) *Evaluación del sistema de riego por goteo en el cultivo de Naranja Dulce (Citrus sinensis L.), Limón (Citrus limonum L.), Naranja Agria (Citrus aurantium L.), y Aguacate (Persea americana Miller), en la Finca Bello Amanecer, ubicada en la comunidad Las Mercedes, Municipio de Cárdenas, Departamento de Rivas.* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional De Ingeniería - UNI]. <http://ribuni.uni.edu.ni/1450/1/39739.pdf>

Deras, H. E. (2014). *Técnica el cultivo del maíz.* <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

[INATEC – Institución Nacional Técnico y Tecnología] *Manual del protagonista grano básico* (2017) https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Granos_B%C3%A1sicos_opt.pdf

Intriago Defaz, D. I. y Torres, J. R. (2018) *Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)* <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25090362-c248-41d8-bd98-8c0462a6e1b5/content>

Izquierdo Bonilla, R. A. (2012) *Evaluación del cultivo de maíz (zea mays), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. cayambe – ecuador. 2022* [Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1832/15/UPS-YT00102.pdf>

Lagos Alvarado, S. M y Galeano Pérez, D. A. (2023) *Mejoramiento genético de una variedad de maíz Zea mays L.) a través de fitomejoramiento participativo en comunidad El Juste, San Pedro de Lóvago, 2021-2022* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf301177m.pdf>

Laguna González, E. J. (2022) *Evaluación de tres láminas de riego por goteo (superficial y subsuperficial) y surco en el cultivo de chiltoma (Capsicum Annuum L.) Cv Tres Cantos, La Pava, Pueblo Nuevo, Estelí, 2021-2022* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4499/1/tnf061182.pdf>

Mendoza, A. S. (2018) *Utilización de abonos verdes Canavalia, como alternativa de manejo ecológico del suelo para el establecimiento de un banco de semilla de maíz criollo (Zea mays L.) en la comunidad del Caño Central municipio de Él Cuá, Jinotega* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3680/1/tnf04m539u.pdf>

Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa [MEFCCA]
Manual De Grano Básico
<https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento2984638.pdf>

Monasterio, P. P., Pierre, F y Silva, G (2016) *Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del maíz en Quibor, estado Lara, Venezuela*
<http://publicaciones.inia.gob.ve/index.php/agronomiatropical/article/view/163/101>

Ortigosa Guerreño, J., López Talavera, C. J. y González Villalba, J. D. (2018) *Guía técnica del Cultivo de maíz Zea mays L*

https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf

Olguín A, (2015) *Manual de capacitación riego por goteo*

<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/biologia/inta-manual-riego-por-goteo/58719436>

Ortega Amador, K. A. (2021) *Riego por goteo convencional y automatizado en la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.), a campo abierto, UNA, Managua, 2020 – 2021* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4313/1/tnf06o77.pdf>

Ortigoza Guerreño, J., López Talavera, C. A. y Gonzales, J. D. (2019) *Guía técnica del cultivo de maíz*

https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf

Roblero González, R Y Mejía Vado, C (2016) *Evaluación del sistema de riego por goteo en el cultivo de sandía de exportación (citrullus lanatus (thunb.) en la finca “el rodeo”, ubicada en la comunidad de san benito, municipio de tipitapa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería].

Rodriguez Castañeda, J. (2020) *Componentes de Rendimiento y Arreglos Topológicos en Híbridos Comerciales de Maíz*. [Tesis de ingeniería, Universidad Autónoma Agraria Antonio

Narro].<https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/46989/JAVIER%20RODR%c3%8dGUEZ%20CASTA%c3%91EDA..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

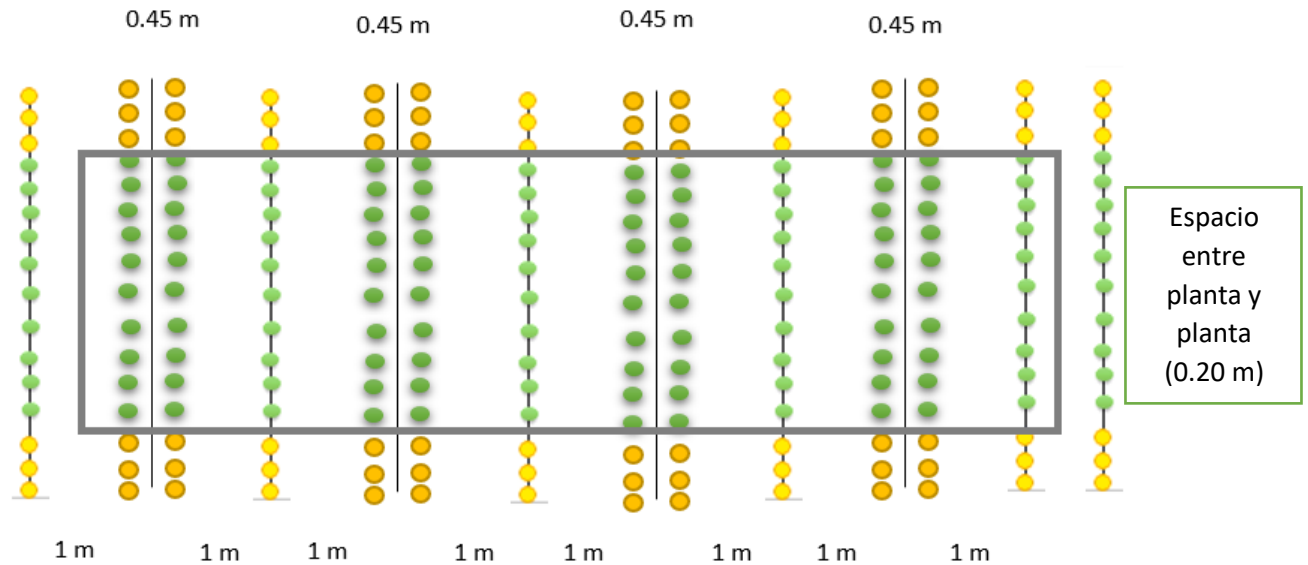
Reyes Alvarez, Y. S. y Arroliga Jarquin, J. (2017) *Producción de biomasa de tres variedades de maíz (Zea mays) en asocio con caupí (Vigna unguiculata), Managua, 2016*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3531/1/tnf01a778.pdf>

- Reta Sánchez (2003) *Rendimiento Y Componentes Del Rendimiento De Maíz En Respuesta A Arreglos Topológicos*, Revista Fitotecnia Mexicana. vol. 26, núm. 2, abril-junio, pp. 75-80 <https://www.redalyc.org/pdf/610/61026201.pdf>
- Ramos Días, A (2019) *evaluación de cinco niveles de fertilización macronutrientes para el cultivo de maíz (Zea mays L) variedad criolla arrequín, en la localidad san José la arada, departamento de Chiquimula, 2018*.
- Sobalvarro Bravo, Y. F., & Díaz Carballo, E. R. (2016) *Eficiencia de la fertilización especial y tradicional en el cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad nutrita amarillo, centro de experimentación y validación de tecnología las Mercedes 2015* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3340/1/tnf04s677.pdf>
- Sanches Posligua, J. L. (2017) *Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (ZEA MAYS L.), Con sistema de siembra a doble hilera en la zona de Vinces – Ecuador* <https://repositorio.ug.edu.ec/items/b513576d-5864-415e-a11d-f03a4d9d155a>
- Sotomayor Alvares, R (2017) *Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra* (Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú) artículo científico. https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1061/pdf_61
- Valle López, H. y Velásquez, M. (2019) *Evaluación de fertilizantes sintético y orgánica en el cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad NB-6 bajo riego por microaspersión en la Finca El Plantel, 2017-2018* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3833/1/tnf04v181f.pdf>

- Vásquez López, E. (2017) *Métodos de siembra en la producción de semilla de maíz Cv. CAFIME* [Universidad Autónoma Antonio Narro].
<https://repositorio.uaaan.mx/handle/123456789/42123>
- Vilches Gonzales, J. J (2022). *Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (Zea mays L.), UNA, Managua, 2021-2022* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.una.edu.ni/4577/1/tnf04v699.pdf>
- Zamudio Benjamín, B (2015) Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* vol.6 no.7
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000700006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

IX. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de arreglos de siembra en una parcela



Anexo 2. Cálculo de láminas de riego

Cálculos de riego para el cultivo de maíz (Malaco-UNA.) Para la etapa inicial

Datos generales

Bloque 1 y 2

Da	1.17g cm ⁻³	Ee:	30 cm = 0.30 m
CC	43.77 %	F	0.55mm día ⁻¹
PMP	30.82 %	Eo	90 %
ΔH	0.20 m	q _e	1.5 litros. hora ⁻¹
Eto:	5.16 mm día ⁻¹	Kc	0.3
El	1 m		

• **Sistema de riego por goteo.**

Lámina neta (Ln)

$$Ln = (CC - pmp) \times \Delta H \times Da$$

$$Ln = (43.77 - 30.82) \times 20 \times 1.17 \quad Ln = 303.03 \div 10 \quad Ln = 30. mm$$

$$Ln \times F$$

$$Ln = 30 \text{ mm} \times 0.55 = 16.5 \text{ mm}$$

Lámina bruta (Lb)

$$Lb = \frac{Ln}{Eo} \quad Lb = \frac{16.5 \text{ mm}}{0.9} \quad Lb = 18.3 \text{ mm}$$

Intensidad de aplicación (Ia)

$$Ia = \frac{Qe}{Es \times Ee} \quad Ia = \frac{0.0015 \text{ m}^3/\text{horas}}{1 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}} \quad Ia = 5.0 \text{ mm/horas}$$

Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{18.3 \text{ mm}}{5 \text{ mm/horas}} \quad Tr = 3.66 \text{ horas}$$

Intervalo de riego (Ir)

$$Ir = \frac{Lb}{Eto \times Kc} \quad Ir = \frac{18.3 \text{ mm}}{5.16 \text{ mm/día} \times 0.3} \quad Ir = 11.62 \approx 11 \text{ días}$$

Se procede a fraccionar el intervalo de riego

$$\frac{18.3 \text{ mm}}{11 \text{ días}} = 1.6 \text{ mm} \times 3 \text{ días} = 5 \text{ mm}$$

Cálculos de riego para el cultivo de maíz (Malaco-UNA.) **Para la etapa media**

Datos generales

Da	1.17g cm ⁻³	Ee:	30 cm = 0.30 m
CC	43.77 %	F	0.55mm día ⁻¹
PMP	30.82 %	Eo	90 %
ΔH	0.20 m	qe	1.5 litros. hora ⁻¹
Eto:	5.16 mm día ⁻¹	Kc	1.20
El	1 m		

Lámina neta (Ln)

$$Ln = (CC - pmp) \times \Delta H \times Da \quad Ln = (43.77 - 30.82) \times 20 \times 1.17$$

$$Ln = 303.03 \div 10$$

$$Ln = 30.3 \text{ mm}$$

$$Ln \times F$$

$$Ln = 30 \times 0.55 = 16.5 \text{ mm}$$

Lámina bruta (Lb)

$$Lb = \frac{Ln}{Eo} \quad Lb = \frac{16.5 \text{ mm}}{0.9} \quad Lb = 18.3 \text{ mm}$$

Intensidad de aplicación (Ia)

$$Ia = \frac{Qe}{Es \times Ee} \quad Ia = \frac{0.0015 \text{ m}^3/\text{horas}}{1 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}} \quad Ia = 5.0 \text{ mm/horas}$$

Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{18.3 \text{ mm}}{5 \text{ mm/horas}} \quad Tr = 3.66 \text{ horas}$$

Intervalo de riego (Ir)

$$Ir = \frac{Lb}{Eto \times Kc} \quad Ir = \frac{18.3 \text{ mm}}{5.16 \text{ mm/día} \times 1.20} \quad Ir = 2.90 \approx 3 \text{ dias}$$

Cálculos de riego para el cultivo de maíz (Malaco-UNA.) **Para la etapa final**

Datos generales

Da	1.17g cm ⁻³	Ee:	30 cm = 0.30 m
CC	43.77 %	F	0.55mm día ⁻¹
PMP	30.82 %	Eo	90 %
ΔH	0.20 m	qe	1.5 litros. hora ⁻¹
Eto:	5.16 mm día ⁻¹	Kc	0.35
El	1 m		

Lámina neta (Ln)

$$Ln = (CC - pmp) \times \Delta H \times Da \quad Ln = (43.77 - 30.82) \times 20 \times 1.17$$

$$Ln = 303.03 \div 10$$

$$Ln = 30. mm$$

$$Ln \times F$$

$$Ln = 30 \times 0.55 = 16.5mm$$

Lámina bruta (Lb)

$$Lb = \frac{Ln}{Eo} \quad Lb = \frac{16.5 mm}{0.9} \quad Lb = 18.3 mm$$

Intensidad de aplicación (Ia)

$$Ia = \frac{Qe}{Es \times Ee} \quad Ia = \frac{0.0015 m^3/horas}{1 m \times 0.3 m} \quad Ia = 5.0 mm/horas$$

Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{18.3 mm}{5 mm/horas} \quad Tr = 3.66 horas$$

Intervalo de riego (Ir)

$$Ir = \frac{Lb}{Eto \times Kc} \quad Ir = \frac{18mm}{5.16 mm/día \times 0.35} \quad Ir = 9.96 \approx 10 días$$

Se procede a fraccionar el intervalo de riego

$$\frac{18.3 mm}{10 días} = 1.83 mm \times 2 días = 3.66 mm$$

Cálculos de riego para el cultivo de maíz (Malaco-UNA.) Para la etapa inicial

Datos generales

Bloque 3 y 4

Da	1.17g cm ⁻³	Ee:	30 cm = 0.30 m
CC	43.77 %	F	0.55mm día ⁻¹
PMP	30.82 %	Eo	80 %
ΔH	0.20 m	qe	1.3 litros. hora ⁻¹
Eto:	5.16 mm día ⁻¹	Kc	0.3
El	1 m		

Lámina neta (Ln)

$$Ln = (CC - pmp) \times \Delta H \times Da \quad Ln = (43.77 - 30.82) \times 20 \times 1.17$$

$$Ln = 303.03 \div 10$$

$$Ln = 30. mm$$

$$Ln \times F$$

$$Ln = 30 \times 0.55 = 16.5mm$$

Lámina bruta (Lb)

$$Lb = \frac{Ln}{Eo} \quad Lb = 18 mm \times 0.80 \quad Lb = 14.4 mm$$

Intensidad de aplicación (Ia)

$$Ia = \frac{Qe}{Es \times Ee} \quad Ia = \frac{0.0013 m^3/horas}{1 m \times 0.3 m} \quad Ia = 4.3 mm/horas$$

Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{14.4 mm}{4.3 mm/horas} \quad Tr = 3.34 horas$$

Intervalo de riego (Ir)

$$Ir = \frac{Lb}{Eto \times Kc} \quad Ir = \frac{14.4 \text{ mm}}{5.16 \text{ mm/día} \times 0.3} \quad Ir = 9.3 = 9 \text{ días}$$

Se procede a fraccionar el intervalo de riego

$$\frac{14.4 \text{ mm}}{9 \text{ días}} = 1.6 \text{ mm} \times 3 \text{ días} = 4.80 \text{ mm}$$

Cálculos de riego para el cultivo de maíz (Malaco-UNA.) **Para la etapa media**

Datos generales

Da	1.17g cm ⁻³	Ee:	30 cm = 0.30 m
CC	43.77 %	F	0.55mm día ⁻¹
PMP	30.82 %	Eo	80 %
ΔH	0.20 m	qe	1.3 litros. hora ⁻¹
Eto:	5.16 mm día ⁻¹	Kc	1.20
El	1 m		

Lámina neta (Ln)

$$\begin{aligned} Ln &= (CC - pmp) \times \Delta H \times Da \\ Ln &= (43.77 - 30.82) \times 20 \times 1.17 \\ Ln &= 303.03 \div 10 \\ Ln &= 30. \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &Ln \times F \\ Ln &= 30 \times 0.55 = 16.5\text{mm} \end{aligned}$$

Lámina bruta (Lb)

$$Lb = 18 \text{ mm} \times 0.80 \quad Lb = 14.4 \text{ mm}$$

Intensidad de aplicación (Ia)

$$Ia = \frac{Qe}{Es \times Ee} \quad Ia = \frac{0.0013 \text{ m}^3/\text{horas}}{1 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}} \quad Ia = 4.3 \text{ mm/horas}$$

Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{14.4 \text{ mm}}{4.3 \text{ mm/horas}} \quad Tr = 3.34 \text{ horas}$$

Intervalo de riego (Ir)

$$Ir = \frac{Lb}{Eto \times Kc} \quad Ir = \frac{14.4 \text{ mm}}{5.16 \text{ mm/día} \times 1.20} \quad Ir = 2.32 = 2 \text{ días}$$

Cálculos de riego para el cultivo de maíz (Malaco-UNA.) **Para la etapa final**

Datos generales

Da	1.17g cm ⁻³	Ee:	30 cm = 0.30 m
CC	43.77 %	F	0.55mm día ⁻¹
PMP	30.82 %	Eo	80 %
ΔH	0.20 m	qe	1.3 litros. hora ⁻¹
Eto:	5.16 mm día ⁻¹	Kc	0.35
El	1 m		

Lámina neta (Ln)

$$Ln = (CC - pmp) \times \Delta H \times Da \quad Ln = (43.77 - 30.82) \times 20 \times 1.17$$

$$Ln = 303.03 \div 10$$

$$Ln = 30. \text{mm}$$

$$Ln \times F$$

$$Ln = 30 \times 0.55 = 16.5\text{mm}$$

Lámina bruta (Lb)

$$Lb = \frac{Ln}{Eo} \quad Lb = \frac{12.6 \text{ mm}}{0.9} \quad Lb = 14.4 \text{ mm}$$

Intensidad de aplicación (Ia)

$$Ia = \frac{Qe}{Es \times Ee} \quad Ia = \frac{0.0013 \text{ m}^3/\text{horas}}{1 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}} \quad Ia = 4.3 \text{ mm/horas}$$

Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{14.4 \text{ mm}}{4.3 \text{ mm/horas}} \quad Tr = 3.34 \text{ horas}$$

Intervalo de riego (Ir)

$$Ir = \frac{Lb}{Eto \times Kc} \quad Ir = \frac{14.4 \text{ mm}}{5.16 \text{ mm/día} \times 0.35} \quad Ir = 7.97 = 8 \text{ días}$$

Se procede a fraccionar el intervalo de riego

$$\frac{14.4 \text{ mm}}{8 \text{ días}} = 1.8 \text{ mm} \times 2 \text{ días} = 3.66 \text{ mm}$$

Anexo 3. Análisis de varianza de la variable altura de planta

Altura de planta 02 oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Alt plan 02 oct	8	0.87	0.70	5.5	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.20	4	0.05	5.16	0.1044
Trat	0.19	3	0.06	6.61	0.0775
BLOQUE	0.01	1	0.01	0.81	0.4352
Error	0.03	3	0.01		
Total	0.23	7			

Altura de planta 09 Oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Alt plan 09 oct	8	0.88	0.73	5.19	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.20	4	0.05	5.65	0.0933
Trat	0.19	3	0.06	7.30	0.0684
BLOQUE	0.01	1	0.01	0.69	0.4682
Error	0.03	3	0.01		
Total	0.23	7			

Altura de planta 18 Oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Alt plan 18 oct	8	0.88	0.72	4.16	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	4	0.02	5.40	0.0986
Trat	0.04	3	0.01	3.28	0.1777
BLOQUE	0.05	1	0.05	11.78	0.4615
Error	0.01	3	0.03		
Total	0.10	7			

Altura de plant 26 Oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Alt plan 26 oct	8	0.88	0.73	5.58	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.21	4	0.05	5.64	0.0934
Trat	0.21	3	0.07	7.17	0.0700
BLOQUE	0.01	1	0.01	1.07	0.3779
Error	0.03	3	0.01		
Total	0.24	7			

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo

Diámetro de tallo 02 oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diam tallo 02 oct	8	0.96	0.92	4.67	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.55	4	0.14	20.12	0.0167
Trat	0.54	3	0.18	26.31	0.0118
BLOQUE	0.01	1	0.01	1.55	0.3014
Error	0.03	3	0.01		
Total	0.57	7			

Diametro de tallo 09 oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diam tallo 09 oct	8	0.97	0.92	4.18	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.46	4	0.11	20.68	0.0160
Trat	0.45	3	0.15	26.86	0.0114
BLOQUE	0.01	1	0.01	2.17	0.2375
Error	0.02	3	0.01		
Total	0.48	7			

Diametro de tallo 18 oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diam tallo 18 oct	8	0.98	0.96	4.47	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.81	4	0.20	40.92	0.0060
Trat	0.76	3	0.25	51.43	0.0044
BLOQUE	0.05	1	0.05	9.40	0.0547
Error	0.01	3	4.9		
Total	0.82	7			

Diametro de tallo 26 oct

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diam tallo 26 oct	8	0.98	0.95	3.75	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.55	4	0.14	33.00	0.0082
Trat	0.54	3	0.18	43.03	0.0059
BLOQUE	0.01	1	0.01	2.90	0.1873
Error	0.01	3	4.1		
Total	0.56	7			

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable numero de hojas

Muestreo 1

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
M1	8	0.84	0.62	2.97	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.64	4	0.41	3.91	0.1459
Trat	0.72	3	0.24	2.31	0.2551
BLOQUE	0.91	1	0.91	8.71	0.0599
Error	0.31	3	0.10		
Total	1.95	7			

Muestreo 2

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
M2	8	0.84	0.64	0.75	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.14	4	0.03	4.05	0.1399
Trat	0.13	3	0.04	5.20	0.1045
BLOQUE	0.03	1	0.03	0.61	0.4950
Error	0.03	3	0.01		
Total	0.16	7			

Muestreo 3

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
M3	8	0.63	0.14		1.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	4	0.02	1.27	0.4383
Trat	0.07	3	0.02	1.30	0.4172
BLOQUE	0.02	1	0.02	1.20	0.3534
Error	0.05	3	0.02		
Total	0.14	7			

Muestreo 4

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
M4	8	0.63	0.14		1.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	4	0.02	1.27	0.4383
Trat	0.07	3	0.02	1.30	0.4172
BLOQUE	0.02	1	0.02	1.20	0.3534
Error	0.05	3	0.02		
Total	0.14	7			

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable de hileras por mazorca

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
N. hileras por mazorca	8	0.79	0.52		3.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.43	4	0.61	2.89	0.2047
Trat	1.45	3	0.48	2.30	0.2557
BLOQUE	0.98	1	0.98	4.67	0.1195
Error	0.63	3	0.21		
Total	3.06	7			

Anexo 7. Análisis de varianza de la variable de longitud de mazorca

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
log. De mazorca	8	0.77	0.47		6.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.18	4	1.79	2.58	0.2309
Trat	6.96	3	2.32	3.34	0.1741
BLOQUE	0.21	1	0.21	0.30	0.6197
Error	2.08	3	0.69		
Total	9.26	7			

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable diametro de mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro de mazorca	8	0.56	0.00	16.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.92	4	0.23	0.95	0.5393
Trat	0.91	3	0.30	1.26	0.4263
BLOQUE	1.2E-03	1	1.2E-03	0.01	0.9471
Error	0.72	3	0.24		
Total	1.64	7			

Anexo 9. Preparación del área experimental para el establecimiento del cultivo de maíz (malaco) FINCA EL PLANTEL-UNA (2023)



Anexo 10. Instalación de la tubería principal



Anexo 11. Instalación del sistema de riego por goteo.



Anexo 12. Control de malezas e insectos plagas



Anexo 13. Recolección de las variables altura y diámetro de tallo.

