

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO

UNIAV- RIVAS



**EVALUACIÓN DE DOS DENSIDADES POBLACIONALES
SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y
RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE (*Amaranthus cruentus* L.)
EN LA FINCA GUADALUPE, RIVAS NICARAGUA, (AÑO
2016-2017)**

TÍTULO A OPTAR: INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORES:

YADER DE JESUS TENORIO PARRALES

NOÉ ELÍAS RUIZ TORRENTE

TUTOR: MSC. ÁLVARO GONZÁLEZ

Rivas, octubre de 2019

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO

UNIAV- RIVAS



**EVALUACIÓN DE DOS DENSIDADES POBLACIONALES
SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y
RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE (*Amaranthus cruentus* L.)
EN LA FINCA GUADALUPE, RIVAS NICARAGUA, (AÑO
2016-2017)**

TÍTULO A OPTAR: INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORES:

YADER DE JESUS TENORIO PARRALES

NOÉ ELÍAS RUIZ TORRENTE

TUTOR: MSC. ÁLVARO GONZÁLEZ

Rivas, Octubre de 2019

DEDICATORIA

A Dios nuestro padre celestial quien siempre nos brindó sabiduría y entendimiento para culminar nuestra labor académica

De una manera muy especial al MSc. Álvaro González Martínez, Responsable de la Unidad de Investigación de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, quien con sus conocimientos y orientación ayudaron al desarrollo de la presente investigación.

A la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso por darnos la oportunidad de realizar el estudio experimental en la finca Guadalupe y poner a disposición los recursos que posee esta entidad.

Al personal del área de docencia y colaboradores del módulo de hortaliza, que nos apoyaron en brindar información técnica para el desarrollo de dicho estudio.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro padre celestial por la sabiduría y el entendimiento en el trascurso de este logro.

A mi abuela Felipa Amalia Ruiz Villalta, a mi tío Pedro Antonio Flores Ruiz y mama Noemí Torrente Flores, quienes fomentaron en mí valores que me han hecho una persona útil para los demás, por su esfuerzo lo cual impulsó hacia la culminación de una de mis más anheladas metas, brindar conocimiento a quien lo necesite. Noé Ruiz

A mi abuelo Julio Cesar Parrales Gómez, A mi madre María Esther Parrales Gómez, a mi abuela Mercedes Gómez y a mi padre Ponciano Tenorio Reyes quienes inculcaron valores que a largo plazo dieron efecto positivo en mi personalidad. Yader Tenorio

De una manera muy especial al MSc. Álvaro González Martínez, Responsable de la Unidad de Investigación de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso quien con sus conocimientos y orientación ayudaron al desarrollo de la presente investigación.

INDICE DE CONETNIDO	PÁG.
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. OBJETIVOS.....	4
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA	5
3.2 DISTRIBUCION Y DIVERSIDAD GENÉTICA.....	5
3.3 CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS	7
3.4 ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO <i>AMARANTHUS SP</i>	7
3.5 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	8
3.6 CONTENIDO NUTRICIONAL.....	8
3.7 TIPOS DE SIEMBRA.....	10
3.8.1 PLAGAS Y ENFERMEDADES	11
3.8.1.1 <i>Epicauta sp</i>	11
3.8.1.2 <i>Atta spp</i>	11
3.8.1.3 <i>Aphis sp</i>	11
3.8.1.4 <i>Diabroticas sp</i>	11
3.8.1.5 <i>Spodoptera sp</i>	11
3.8.2 ENFERMEDADES	12
3.8.2.1 <i>Alternaría sp</i> (Mancha foliar).....	12
3.8.2.2 <i>Macrophoma sp</i> (Mancha negra del tallo)	12
3.8.2.3 <i>Sclerotinia sp</i>	12
3.8.2.4 <i>Albugo sp</i> (Roya blanca)	12
3.8.2.5 <i>Phythium sp, Fusarium sp y Rhizoctonia sp</i> (Damping off o mallunga).....	13
3.9 MANEJO AGRONÓMICO	13
3.9.1 Control de Maleza	13
3.9.2 Aporque.....	13
3.9.3 Riego	14
3.9.4 LABORES DE COSECHA	14
3.9.4.1 Corte	14
3.9.4.2 Formación de parvas.....	14
3.9.4.3 Trilla	14
3.9.4.4 Limpieza y venteo.....	14
3.9.4.5 Secado.....	15
3.9.4.6 Almacenamiento	15
3.10 FORMAS DE CONSUMO Y USOS.....	15

3.11 RESULTADOS DE INVESTIGACIONES.....	17
IV. HIPÓTESIS	18
V. MATERIAL Y MÉTODO	19
5.1 UBICACIÓN	19
5.2 CONDICIONES AGROECOLOGICAS	19
5.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO	19
5.4 SELECCIÓN DE LA MUESTRA	19
5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	20
5.5.1 MANEJO DE PARCELAS EXPERIMENTALES	21
5.6 SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS O INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	22
5.7 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	22
5.8 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA.....	22
5.9 ALTURA TOTAL	22
5.10 DIÁMETRO BASAL	22
5.11 DIÁMETRO DE COPA.....	23
5.12 NUMERO HOJAS	23
5.13 LOGITUD DE LA PANOJA.....	23
5.14 NUMERO DE PANOJA	23
5.15 RENDIMIENTO	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
VII. CONCLUSIONES.....	27
VIII. RECOMENDACIONES.....	28
IX. BOBLIOGRAFIA	29
X. ANEXOS.....	31

INDICE DE CUADROS	PÁG
Cuadro 1. Etapas Fenológicas descritas por Matteucci, S. 1998)	7
Cuadro 2. Composición Nutricional del Amaranthus (por 100 g MS de parte comestible (Peralta et al 2011).	9
Cuadro 3. Contenido de aminoácidos por cada 100g MS de parte comestible (Peralta et al 2011)	9
Cuadro 4. Variables e indicadores.	22
Cuadro 5. Resultados biométricos de las variables en la etapa vegetativa	24
Cuadro 6. Variables evaluadas en etapa reproductiva a los 66 DDS	25
Cuadro 7. Rendimiento t ha-1 con 18% de húmeda	26
INDICE DE FIGURAS	PÁG.
Figure 1. Ubicación de la investigación	19
Figure 2. Diseño experimental	20

INDICE DE ANEXOS

PÁG.

Anexo 1. Medición de variables de crecimiento en el Cultivo de <i>Amaranthus cruentus</i>	31
Anexo 2. Evaluación de variables asociadas al rendimiento.....	32
Anexo 3. Delimitación y preparación del área para el establecimiento.	33
Anexo 4. Establecimiento de semillero.....	33
Anexo 5. Establecimiento de la plantación.....	33
Anexo 6. Riego y manejo de la plantación.....	34
Anexo 7. Cronograma de Actividades.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

Pt ha-1	Plantas por hectáreas
mm	Milímetros
cm	Centímetros
%	Porcentaje
FAO	Organización de las naciones unida para la alimentación y la agricultura
UNAN	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Sf	Sin fecha
OMS	Organización mundial de la salud
gr	Gramos
MS	Materia seca
Kg ha-1	kilogramos por hectárea
M	Metro
kg	kilogramo
t ha-1	toneladas por hectárea
°C	Grados Celsius
m seg-1	Metros sobre segundo
T1	Tratamiento uno
T2	Tratamiento dos
DDT	Días después del trasplante
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INTA	Instituto Nicaragüense De Tecnología Agropecuaria

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y rendimiento de *Amaranthus cruentus* L, con dos densidades poblacionales de 44 444 y 88 888 pt ha⁻¹ durante el periodo (2016-2017) en el departamento de Rivas. Bajo el diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones.

Las variables de crecimiento de las plantas (Altura total cm, Diámetro basal mm, Diámetro de copa cm, y número de hojas) se evaluaron en tres momentos a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, y las variables reproductivas (Numero de panojas por planta, altura de la panoja, peso de la panoja y rendimiento) se evaluaron al momento de la cosecha. En Ambas densidades poblacionales el porcentaje de sobrevivencia fue de más del 99% valorado como excelente desde el punto de vista de la adaptabilidad.

Las plantas con densidad poblacional más bajo (44 444 pt ha⁻¹) presentaron los mejores resultados en cuanto al crecimiento vegetativo y las variables asociadas al rendimiento, superando en más del 25, 41, 25, 170 y 35% en altura total, diámetro basal, diámetro de copa, número de hojas y rendimiento respectivamente a la densidad poblacional de 88 888 pt ha⁻¹.

PALABRAS CLAVES: Crecimiento, Rendimiento, *Amaranthus cruentus* L. Densidades poblacionales, Sobrevivencia.



ABSTRACT

The growth and yield of *Amaranthus cruentus* L was evaluated, with two population densities of 44 444 and 88 888 pt ha⁻¹ during the period (2016-2017) in the department of Rivas. Under the experimental design of completely random blocks with three repetitions.

Plant growth variables (Total height cm, Basal diameter mm, Cup diameter mm and number of leaves) were evaluated in three moments at 15, 30 and 45 days after sowing, and the reproductive variables (Number of panicles per plant, panicle height, panicle weight and yield) were evaluated at the time of harvest. In both population densities the survival rate was more than 99% valued as excellent from the point of view of adaptability.

Plants with lower population density (44 444 pt ha⁻¹) had the best results in terms of vegetative growth and variables associated with yield, exceeding more than 25, 41, 25, 170 and 35% in total height, basal diameter, cup diameter, number of leaves and yield respectively at the population density of 88 888 pt ha⁻¹.

KEY WORDS: Growth, Yield, *Amaranthus cruentus* L. Population densities, Survival.



I. INTRODUCCIÓN

Los efectos del cambio climático abonan a disminuir la producción de alimentos y a poner en vulnerabilidad la existencia de los mismo, ya que “Nicaragua perdió en el año 2016 la mayor parte de la cosecha del ciclo de siembra primera que va de mayo a julio, a causa de la **sequía afectando a 108 de los 153 municipios** del país. Por tal efecto Nicaragua promoverá, con el apoyo de la FAO, el **cultivo de *Amaranthus***, un grano altamente nutritivo resistente a la sequía, **y con ello contribuir a disminuir la desnutrición en Nicaragua**, Disponible en <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/327383-nicaragua-promovera-cultivo-amaranto-resistente-se/>

Así mismo múltiples Investigaciones se han desarrollado en el cultivo de *Amaranthus sp*, Argentina en 1998 evaluó el Potencial productivo de *Amaranthus sp* en la Pampa Ondulada a través del Comportamiento de seis germoplasmas con el objetivo de diversificar los cultivos comerciales con una contribución importante a la reserva alimenticia mundial (Matteucci, 1998).

De igual forma en el año 2015 la Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAN) en el departamento de Matagalpa realizo la Evaluación agronómica de la variedad adaptada de (*Amaranthus*) bajo las condiciones climáticas en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro, con el propósito de generar información a productores y tener caracterización inicial de la variedad adaptada del cultivo antes mencionado, y en el año 2016-2017 se evaluó la adaptabilidad de *Amaranthus cruentus* reflejado en el crecimiento y rendimiento en el departamento de Rivas.

Es por ello que mediante esta investigación se pretende generar nuevos conocimientos al evaluar dos densidades poblacionales reflejado en el crecimiento y rendimiento de *Amaranthus cruentus* L, y así poner a disposición información técnica sobre el manejo del rubro, al igual que promover un cultivo alternativo para productores de pequeña extensión territorial para que generen divisas y asimismo que contribuya a la seguridad alimentaria de sus familias y a largo plazo en Nicaragua.



II. OBJETIVOS

GENERAL

- ✓ Evaluar dos densidades poblacionales sobre el crecimiento vegetativo y rendimiento productivo de *Amaranthus cruentus* L. en la finca Guadalupe, Rivas, Nicaragua, (año 2016-2017).

ESPECIFICOS

- ✓ Determinar la altura total, diámetro basal, diámetro de copa, número de hojas, número de panojas, peso y longitud de panojas en el cultivo de *Amaranthus cruentus* L.
- ✓ Estimar el porcentaje de sobrevivencia en el cultivo de *Amaranthus cruentus* L.
- ✓ Determinar el rendimiento de las densidades poblacionales en estudio.



III. MARCO TEÓRICO

3.1 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

El *Amaranthus* es una planta de la familia Amarantácea que incluye cerca de 60 géneros y más de 800 especies, las más evaluadas por su producción de semilla son: *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* (Escalante, 2011)

(Herrera, 2012) Describe taxonómicamente a la especie de *Amaranthus* de la siguiente manera:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Nombre Científico:	<i>Amaranthus sp</i>
Nombres Comunes:	Amaranto, kiwicha, millmi.
Tipo:	Embryophyta siphonogama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledoneae
Subclase:	Archyclamideae
Orden:	Centropermale
Familia:	Amaranthaceae
Género:	<i>Amaranthus</i>
Sección:	<i>Amaranthus</i>
Especies:	Caudatus, cruentus e hypochondriacus.
Otros nombres:	Amaranto (español); <i>Amaranthus</i> (inglés), Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho, Perú), Coyo (Cajamarca, Perú), Achis (Huaraz, Perú), Coimi, Millmi e Inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, Ataco, Quinoa de Castilla (Ecuador), Alegría y Huanthi (México), Rejgira, Ramdana, Eeerai (India).

3.2 DISTRIBUCION Y DIVERSIDAD GENÉTICA

Dentro de la gran variedad biológica existente en Mesoamérica, centro de origen y dispersión de numerosas especies, los *Amaranthus* ocupan un lugar preferente. Así mismo tales cultivos constituyeron una de las cinco plantas esenciales en la alimentación básica de las civilizaciones prehispánicas mesoamericanas, a la vez parte esencial de las tribus aztecas (Hernández, 1992)



(Solano, 2010) Afirma que:

“Existen cerca de 20 especies del género *Amaranthus* en México que crecen en forma silvestre, donde dos de ellas *A. hypochondriacus* L. y *A. cruentus* L, fueron domesticadas por algunos grupos étnicos prehispánicos, quienes las utilizaban como parte de su dieta alimenticia y de sus rituales religiosos” (P.1)

De igual forma, “entre las aproximadamente 60 especies descritas del género *Amaranthus*, tres de ellas predominan: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*, agregando que las tres especies son autopolinizables, además los cultivares de estas especies se puede localizar desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el centro de México *A. hypochondriacus*, mientras que del Norte de México hasta Centroamérica se localiza *A. cruentus*, por contrastes *A. caudatus* se encuentra principalmente en la región de los Andes en Sudamérica” (P.1).

Así mismo, “Algunas colectas de *Amaranthus sp* pueden clasificarse rápidamente dentro de una especie particular con base en caracteres morfológico, ya que la variación morfológica puede ser afectada por la interacción genotipo-ambiente, lo que frecuentemente conduce a una clasificación errónea de especies en algunas colectas” (P.2).

(Hernández, 1992) Sostiene que:

“Existe una amplia variabilidad en *A. hypochondriacus*, y *A. Cruentus*, ya que en la primera es posible encontrar cultivares criollos, con panojas rojas, verdes o rosadas, la semilla puede tonar los colores en crema, blanca, dorada o negra, coincidiendo el color de las hojas con la tonalidad que presente la panoja, presentándose así en el tallo diversidad de colores” (P 96).

Sin embargo, “en el caso de la segunda especie la panoja presenta tonos rojo, verde, anaranjado, rosado y bicolor (rojo y verde), en casos peculiares la coloración de las hojas y los pecíolos coincide con la de la panoja y en algunos casos el tallo tiene un color similar; la semilla puede ser blanca, crema trasparente o dorada” (P96).



3.3 CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS

(Guerra, 1998) Plantea que:

“El *Amaranthus* se adapta a diferentes altitudes, climas, y tipos de tierra, ya que se siembra desde el nivel del mar hasta cerca de 3000 metros de altitud, aunque es muy sensible a fríos excesivos”.

Igualmente, “se producen en zonas con lluvia desde 400 milímetros, hasta zonas tropicales con 1300 milímetros de precipitación” (Pág. 5).

El cultivo del *Amaranthus* se adapta bien a suelos de textura franca y franco arenoso de buen drenaje y soporta un pH del suelo desde 6,2 hasta 7,8 con buen rendimiento, además esta especie se considera como un cultivo con cierta tolerancia a condiciones salinas, (FAO, 2019).

3.4 ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO *AMARANTHUS SP*

Cuadro 1. Etapas Fenológicas descritas por (Matteucci, 1998)

Etapa	Días	Descripción
1	2-3	Emergencia
2	4-5	Apertura de hojas cotiledonares
3	6-7	Primera hoja verdadera desplegada
4	8-10	Segunda hoja desplegada (altura 3-4 cm)
5	16	Abscisión de hojas cotiledonares (altura 6-8 cm)
6	25-27	Ocho hojas desplegadas
7	45	Inicio de Floración
8	79	Liberación de polen
9	85	Inicio de formación y llenado de granos
10	100	Maduración del Grano
11	118-128	Cosecha



3.5 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

(Barreales, 2010) Describe a la especie *Amaranthus*, como una planta herbácea monoica con los tallos ascendentes, simples o ramificados, algunas veces vellosos en la parte superior, mide hasta 2 metros de altura; hojas elípticas rombo-aovadas verdes o purpura ligeramente vellosas de 3,5 a 30 cm de longitud y de 2 a 10 cm de ancho; peciolos de 2 a 20 cm; flores en panículas de espigas terminales o axilares de 4 a 18 cm de largo por 6 a 8 cm de grueso; brácteas lanceoladas con las puntas espiniformes rojas o purpura de 3 mm de largo; sépalos pistilados cortos oblongos cerca de 1,5mm de largo en ambas estilo trifido; semillas redondeada de 1mm de diámetro, de color negra, café o rojiza brillante.

3.6 CONTENIDO NUTRICIONAL

El Amaranto es muy similar en propiedades y beneficios a la quínoa, el amaranto es una semilla que se ha consumido en América desde la época maya. Sus pequeños granos amarillentos son una fuente de nutrientes entre los que destacan proteínas de alta calidad (Escalante J. , 2019).

(Herrera, 2012) Citado por FAO (2019) y la OMS mencionan que, sobre un valor proteico ideal de 100, el *Amaranthus* posee 75, la leche vacuna 72, la soja 68, el trigo 60 y el maíz 44. Sumando a lo anterior El 27 de febrero de 2008 en el Boletín UNAM-DGCS-126, integrantes del Instituto de Química, encabezados por Manuel Soriano, incluyeron el artículo titulado “Elaboran en la UNAM, bebida altamente nutritiva de *Amaranthus*” del cual según afirman que a través del aminoácido triptófano y que al convertirse en serotonina estimula al cerebro obteniendo en las personas respuesta estimulantes a un comportamiento positivo.



Cuadro 2. Composición Nutricional del *Amaranthus* (por 100 g MS de parte comestible (Peralta Eduardo, 2011)

COMPONENTES	CONTENIDO
Humedad %	11,4
Proteína %	18,7
Fibra Cruda %	9,8
Grasa %	4,6
Cenizas %	4,6
Calcio %	0,16
Fosforo %	0,61
Magnesio %	0,24
Potasio %	0,6
Fe(ppm)	90,0
Cobre (ppm)	9,1
Mn (ppm)	24,0
Zinc (ppm)	42,0
Energía (Cal/100g)	459
Calorías por 100g	366

Cuadro 3. Contenido de aminoácidos por cada 100g MS de parte comestible (Peralta Eduardo, 2011).

COMPONENTES	CONTENIDO
Triptófano	1,5
Lisina	8,0
Histidina	2,5
Arginina	10
Tronina	3,6
Valina	4,3
Metionina	4,2
Isoleucina	3,7
Leucina	5,7
Fenilalanina	7,7



3.7 TIPOS DE SIEMBRA

Según (Días, 2015) Dice que:

Con aproximadamente 1 kilogramo de semilla, se pueden sembrar 3 hectáreas, es decir, necesitamos 333 g/ha. Para dimensiones más humildes y pensando en número de semillas, necesitaríamos unas 55 semillas/m²".

Así mismo, la profundidad de siembra es sumamente importante, los mejores resultados se obtienen cuando se siembra de 1 a 2 cm de la superficie del suelo. Si la profundidad es mayor se tienen problemas y la emergencia es muy irregular. Además, el suelo o sustrato debe de estar húmedo en este momento".

De igual forma en el cultivo de amaranto se dan dos modalidades de siembra, siembra directa y la siembra en semilleros y su posterior trasplante.

En el primer caso, la siembra puede ser de dos maneras:

Siembra en surcos: los surcos son de 5 cm de profundidad y están separados a 60-70 cm, las semillas se van depositando en forma de chorro continuo dentro y a lo largo del surco.

Siembra por golpes: se siembra en grupos separados a 20 cm y se puede depositar de 10-20 semillas por cada grupo.

En el caso de los semilleros, se procede a sembrar las semillas en las camas del mismo, donde se las mantiene hasta que alcanzan una altura entre 15 a 20 cm. Posteriormente serán trasplantadas al terreno definitivo, donde previamente se han abierto surcos a una distancia de 70-100 cm entre sí y a una profundidad de 30 cm, aproximadamente se pone de 3-6 plántulas cada 60 cm en los surcos, luego se las cubre de tierra y se compacta alrededor de ellas.



3.8.1 PLAGAS Y ENFERMEDADES

(Fuentes, W., Mollo., N Correa., W, 2017) Sostiene que las principales plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo del *Amaranthus*, son las siguientes:

3.8.1.1 *Epicauta sp*

Coleóptero de la familia *Meloidae*, es un escarabajo de color negro que en su estadio adulto se alimenta de las hojas, su ataque es en colonias y puede causar daños considerables en periodos cortos de tiempo en el cultivo.

3.8.1.2 *Atta spp*

Hormigas de foliadoras de hojas y tallos delgados, las hojas son trasladadas a sus nidos para su alimento, en pocos días puede devastar diferentes plantas, si no se controla a tiempo puede constituirse en una plaga de importancia económica.

3.8.1.3 *Aphis sp*

Pulgón que se localiza en colonias en el envés de la hoja, succionando así la savia de las hojas y brotes generando la deformación de estos. El riesgo de esta plaga es de transmitir virus y micoplasmas comprometiendo si el rendimiento y calidad de la semilla.

3.8.1.4 *Diabrotica sp*

Escarabajo de color verde con manchas circulares de color amarillo, se alimentan de hojas, principalmente cuando las plantas son tiernas, causan agujeros irregulares en las hojas.

3.8.1.5 *Spodoptera sp*

Devoran hojas e inflorescencias, el daño es causado en su estado larval, atacan a todo cultivo, su ataque puede ocasionar pérdidas del 100% del cultivo, su ataque inicial se centra en el área foliar de la planta, hace agujeros de tamaños irregulares y posteriormente continuos con la inflorescencia.



3.8.2 ENFERMEDADES

3.8.2.1 *Alternaria sp* (Mancha foliar)

Produce lesiones necróticas con círculos con- céntricos y un halo amarillento en las hojas y como consecuencia reduce fuertemente el vigor de la planta, en algunos casos puede atacar las inflorescencias. Su síntoma son manchas necróticas en las hojas. La incidencia puede alcanzar porcentajes del 50 al 80%.

3.8.2.2 *Macrophoma sp* (Mancha negra del tallo)

Enfermedad causada por un hongo, muestra como síntomas una mancha oscura cerca a la base del tallo, que lo ennegrece y estrangula, seguidamente avanza hacia la parte superior de la planta hasta que el tallo se debilita y doble en dos y como consecuencia se produce muerte de la planta. Este hongo, requiere de ciertas condiciones ambientales, que favorecen su desarrollo, como los periodos prolongados de sequía de una a dos semanas antes de desarrollarse. En ataques severos los porcentajes de incidencia pueden alcanzar del 30-50%.

3.8.2.3 *Sclerotinia sp*

Enfermedad clave en el amaranto, es ocasionado por un hongo, puede atacar a las panojas (inflorescencias), tallos y hojas. En la panoja produce lesiones de color marrón ocasionando la caída prematura de los granos y en otros casos evitando la formación de granos, existe una deformación de la panoja creando varias formas geométricas. En tallos los síntomas se inician como pequeñas áreas de tejido decolorado luego se observa micelio de color blanco y esclerotis en la médula central. La Incidencia es de 5 a 30%.

3.8.2.4 *Albugo sp* (Roya blanca)

Enfermedad causada por el hongo *Albugo sp*, en una enfermedad que se presenta con alta humedad seguida por periodos secos, provoca pústulas de color blanco en el envés de las hojas. Las pústulas de color blanco en el envés de las hojas, existe defoliación, su ataque puede llegar del 5 al 30% afectando el desarrollo de la planta y por ende el rendimiento del cultivo. En ataques severos las hojas se amarillean completamente, en algunos casos las hojas pueden caer.



3.8.2.5 *Phythium sp*, *Fusarium sp* y *Rhizoctonia sp* (Damping off o mallunga)

Enfermedad causada por un complejo de hongos de los géneros *Phythium sp*, *Fusarium sp* y *Rhizoctonia sp*, atacan cuando las plantas son pequeñas, ocurre un estrangulamiento acuoso a nivel del cuello de la planta, se presenta una marchitez ligera y luego las plantas mueren completamente. Los daños encontrados están entre 1 a 10%, los cuales son considerados de menor importancia.

3.9 MANEJO AGRONÓMICO

(Ortega, 2012) Describe las labores agronómicas y las fases de cosecha que se practican en el cultivo de amaranto:

3.9.1 Control de Maleza

El número de controles de malezas a realizarse depende de la incidencia de malezas, éste cultivo es muy susceptible a la competencia, ya sea por agua, espacio, o luz en sus primeros estadios, recomendando efectuar el primer control cuando las plántulas de amaranto tengan de 10-15 cm de altura, eliminando preferentemente las malezas que estén en el fondo del surco. El segundo control si fuera necesario debe efectuarse 30 días después del primero, generalmente es suficiente dos controles durante todo el ciclo de la planta, ya que posteriormente por su sistema de ramificación ahoga a las malezas.

En lo relacionado al daño de herbicidas aún no se ha determinado aquellos herbicidas que actúan en forma eficaz en el control de malezas en el amaranto, los protectores usuales usados en el amaranto con relativa eficiencia son: metabenzthiazuron (Tribunil) y linurón (Afalón) en aplicaciones post emergentes a razón de 1.5 l/ha.

3.9.2 Aporque

El aporque se efectúa para evitar la tendedura de las plantas, así como facilitar el enraizamiento de la planta, ya que muchas veces por el peso excesivo de la panoja se tiende, debiendo efectuarse cuando las plántulas alcancen los 40-50 cm, o a los 80-100 días después de la siembra. El aporque puede efectuarse mecánicamente con aporcadoras de maíz o usando yuntas acoplado al arado ramas para amontonar más tierra a la planta.



3.9.3 Riego

La cantidad mínima de agua requerida para producir *Amaranthus*, es de 400-600 mm/ ciclo. Además, este cultivo requiere de riego exigente durante los primeros 30 días a partir de la emergencia y posterior en la etapa de floración, formación de la panoja y llenado de granos.

3.9.4 LABORES DE COSECHA

3.9.4.1 Corte

El corte o siega se realiza cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, se corta a 20 cm del suelo y se va colocando en gavillas pequeñas como para ser trasladadas después a un lugar definitivo, donde completarán su madurez y perderán humedad; ésta operación se efectúa preferentemente en horas de la mañana para evitar el desgrane. Se tiene algunas experiencias exitosas utilizando cosechadoras combinadas, las que efectúan el corte y trilla en el propio campo y al mismo tiempo; esta se facilita en campos uniformes y que las plantas no presenten panojas decumbentes.

3.9.4.2 Formación de parvas

Una vez cortadas las plantas se forman parvas colocando todas las panojas en un mismo sentido y formando montículos, con la finalidad de que pierdan humedad, lo suficiente como para ser trilladas, de ésta manera también se podrán proteger de las eventuales lluvias que pudieran caer, las parvas permanecen de 10-15 días, debiendo controlarse posibles calentamientos sobre todo cuando se cosecha plantas con mucha humedad.

3.9.4.3 Trilla

Se realiza cuando las plantas estén totalmente secas y por ende el grano se puede desprender fácilmente, para ello se extienden lonas en el suelo, luego se colocan las panojas formando gavillas en sentido opuesto y unos sobre otros para luego golpearlas o azotarlas con palos o lazos hasta desprender el grano de la panoja, en algunas lugares de la zona andina se pisotea con animales dando buenos resultados.

3.9.4.4 Limpieza y venteo

Se realiza una vez desprendidas las semillas que quedan juntamente con las fracciones de inflorescencias, ramas, tallos, hojas etc., se procede a separar los granos de la broza aprovechando las corrientes de aire, y luego utilizando tamices o



cernidores preparados especialmente para este tipo de grano, se obtiene la semilla limpia. Actualmente, se está utilizando tanto en costa como en la zona andina pequeñas trilladoras estacionarias manuales o activadas por motor con excelentes resultados.

3.9.4.5 Secado

Secar con ayuda del sol hasta que pierda la suficiente humedad y posea un máximo de 12%, para ello es necesario extender el grano al sol durante un día, de lo contrario se puede producir fermentaciones y amarillamiento obteniendo así disminuciones en su valor comercial.

3.9.4.6 Almacenamiento

Se debe envasar de preferencia en sacos de yute o de cualquier otro material con capacidad de 1 qq o 45,45 kg. Posterior al empaque en sacos el almacenamiento del amaranto es la fase final, procurándose que sea almacenado en bodegas ventiladas y secas evitándose así cualquier ataque de microorganismos que afecten la vida del producto.

3.10 FORMAS DE CONSUMO Y USOS.

(Guerra, 1998) Sostiene que:

Son muchas las maneras de consumo de esta planta ya que, desde la siembra, en forma de germinado; las hojas tiernas en ensalada, o molidas para servirse en forma de sopa se pueden comer, puesto que su digestibilidad es muy alta, alcanzando entre el 80 y el 92%” (P.3).

Así mismo plantea que, puede aportar alimento a la familia a todo lo largo del ciclo del cultivo por su abundante producción de hoja, las cuales son ricas en vitaminas, proteínas, minerales. Entre lo que destaca el hierro además del calcio y el fósforo ya que la hoja de amaranto tiene más hierro que la espinaca, (P.3).

De Igual forma, el grano puede emplearse como cereal, tostado, molido para hacer harina y gran cantidad de derivados, (P.3)



(Matías, 2018) Asevera que:

En los últimos veinte años ha existido un aumento notorio en la investigación y Producción de amaranto en América, Asia, África, y varios países del este de Europa.

Ya que en África, el amaranto es domesticado y considerado como verdura, mientras que en otros países como en Rusia, el amaranto silvestre es usado como forraje, en China se usa el amaranto cultivado para grano y forraje, en Dinamarca, la investigación con amaranto se inició en 1986, pero todavía no se cultiva comercialmente.

Siendo así que en otros países se utiliza además de la semilla, la planta (tallos y hojas) que se procesa y consume en la alimentación humana, como forraje para los animales y en la industria farmacéutica. En Europa el consumo de amaranto como cereal, se hace mezclando amaranto con trigo, linaza y avena entre otros y empleándolo reventado, inflado, como hojuela o cubierto de miel.

(Herrera, 2012) Documenta que:

Otros de los usos, en infusión, la planta completa se usa para controlar los nervios y purgar a las personas que tienen muchos granos y espinillas y además limpiar la sangre. Es parte de las llamadas hierbas de purgas que sirven para limpiar el sistema digestivo. Es astringente por lo que sirve para tratar la disentería o diarrea. La infusión de las hojas panoja6 sirve para aliviar molestias de riñones y cólicos menstruales.

De igual manera, las hojas contienen altos porcentajes de: calcio, hierro, fósforo y magnesio, ácido ascórbico, vitamina A y fibra, por lo que en el Ecuador son comestibles y se fríen con maní, con el tallo se preparan sopas, cremas o tortillas y con las semillas, galletas, barras energéticas, turrone, y con la flor y las hojas se emplea como colorantes.



3.11 RESULTADOS DE INVESTIGACIONES

Seguidamente, experiencias en México por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, hizo un estudio en el cultivo de *Amaranthus* evaluando diferentes fechas de siembra; demostrando así una producción de (1,35 t ha⁻¹ y 1,36 t ha⁻¹) registrando así una altura máxima de la planta de 1,84m y una altura máxima de la panoja de 41 cm, de estas dos variables de estudio. (Monsalvo Jimenéz & Guardarrama , 2004).

Posteriormente de la misma manera se llevó a cabo una investigación por la Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAN, 2015) en la cual evaluaron la variedad adaptada de amaranto (*Amaranthus spp*) bajo condiciones climáticas que oscilan, temperatura media de 27,6 °C, una precipitación media 785 mm, y una humedad relativa de 64,5 °C en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro del departamento de Matagalpa. Posteriormente en las tomas de las variables realizaron tres mediciones siendo así la primera a los 40 días después de la siembra, en la cual observaron una altura promedio de 65,04 cm, otra a los 59 días fue de 146,8 cm siendo así bastante significativa a la anterior superando así en altura en 80,76 cm con respecto a la anterior de la misma manera hasta llegar a los 101 días , la altura fue de 247,8 cm de la cual supero la medición anterior con un resultado de 100,76 cm en comparación a la anterior etapa.

De la misma manera la variable número de hojas se notó que su mínimo de hojas era de 18 hojas por planta un máximo de 62 hojas por planta y una media de 36 hojas siendo las muestreadas 45 plantas estudiadas que se llevaron hasta los 101 de su ciclo.

Así mismo la variable número de panojas por planta a los 59 días, se encontraron que solo un 51,11% de las plantas presentaban 1 panoja por planta y las otras 48,89 % de las plantas no presentaban panoja, a los 101 días la variedad evaluada de amaranto presento en un 100% una panoja por cada planta.

Según el estudio a los 59 días después de la siembra la longitud de la panoja era de 5,4 cm y que a los 101 días fue de 61,2 cm. A los 101 días después de la siembra momento en el que realizaron la cosecha encontraron un rendimiento de 2,09 tha⁻¹ siendo superior al resultado que obtuvo (García P., 2004) de 1,64 tha⁻¹.



IV. HIPÓTESIS

- ✓ Ha: Al menos una de las dos densidades poblacionales (44 444 pt ha-1) y (88 888 pt ha-1) tendrán un efecto positivo en crecimiento vegetativo y rendimiento productivo de *Amaranthus cruentus* L.

- ✓ Ho: Ninguna de las dos densidades poblacionales (44 444 pt ha-1) y (88 888 pt ha-1) tendrán un efecto positivo sobre el crecimiento vegetativo y rendimiento productivo de *Amaranthus cruentus* L.

V. MATERIAL Y MÉTODO

5.1 UBICACIÓN

La investigación fue desarrollada en la finca Guadalupe propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, ubicada en el departamento de Rivas, situada entre las coordenadas 11°26'06" latitud norte y 85° 50' 01" longitud oeste, (INETER, 2017)



Figure -1. Ubicación de la investigación

5.2 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

La finca Guadalupe se encuentra ubicada a una altitud de 57,77 msnm, la temperatura promedio oscila en 27,61°C, la precipitación anual corresponde a 763mm, con una humedad relativa de 77,3% y una velocidad del viento que fluctúa en 2,4 a 3,7 m seg-1, (INETER, 2017)

5.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO

El área experimental estuvo formada por 6 unidades experimentales cada una con 44 unidades de observación para un total de 264 plantas, para la evaluación de las variables se monitoreó 14 de las 44 plantas establecidas en cada parcela experimental las cuales correspondieron al área útil de la misma la cual fue ubicada en la segunda y tercera hilera de cinco que tenía cada parcela.

5.4 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para la determinación del tamaño de la muestra, se tomó como referencia la fórmula estadística propuesta por (Ángeles, 1990) donde se consideró un nivel de confianza de 95%, un margen de error experimental del 15%, un 50% de probabilidad a favor al igual

que el mismo porcentaje para una probabilidad en contra, se ajustó el tamaño de la muestra a partir de la n'' calculada.

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + z^2 * p * q}$$

Además, se aplicó la fórmula de la muestra ajustada

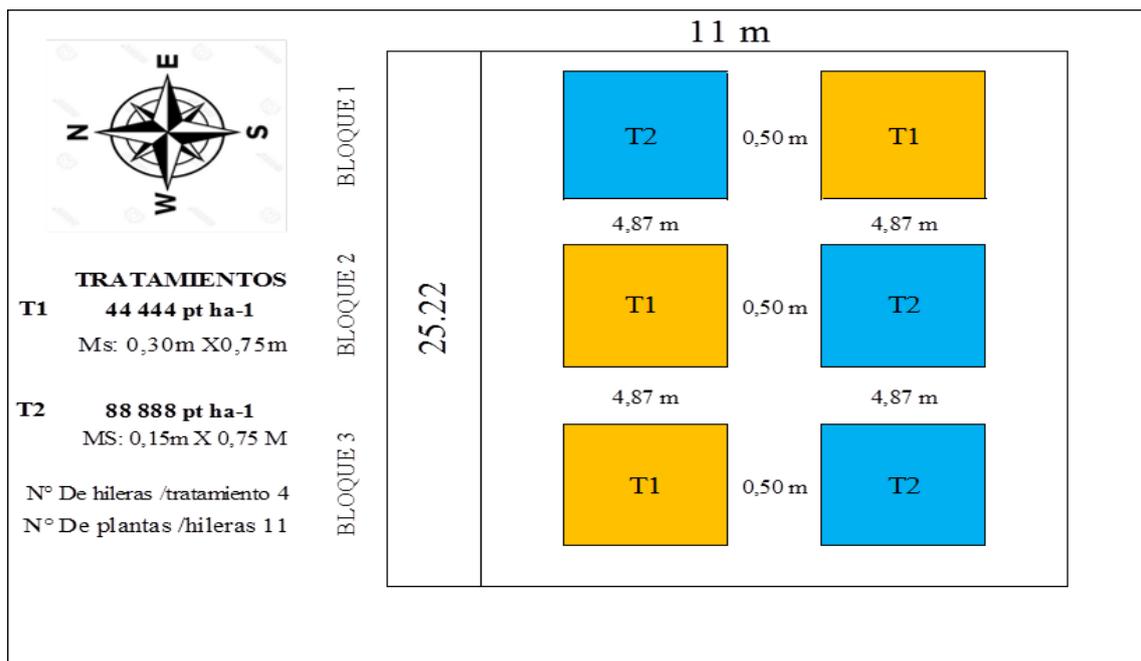
$$N_{aj} = \frac{n}{[1 + n/N]}$$

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este estudio se aplicó diseño de bloques complemento al azar este se utiliza en investigaciones cuando las condiciones donde se desarrolla el experimento, así como el material a usar es lo más homogéneo posible.

El área experimental consta de 277,42 m². De la misma manera el área está conformada por (2) tratamientos y cada tratamiento con (3) repeticiones. El (T1) 44 444 pt ha-1 corresponde al marco de siembra de 0,30 m de entre plantas y 0.75m entre surco, de igual forma, el (T2) obtuvo 0.15m entreplantas y 0,75 m entre surco. Seguidamente se brindó una separación de 4,87m y entre unidad experimental y de 0,50m entre parcela, posterior mente cada tratamiento consta con 44 plantas para un total de 264 unidades de observación.

Figura-2. Diseño experimental



5.5.1 Manejo de parcelas experimentales

Para el manejo agronómico de las parcelas en campo se apoyó de la metodología realizada por (Morales, 2015) En la cual ejecuto para el mantenimiento del ensayo.

- ✓ **Aporque:** Se realizó un aporque a los 30 días después de la siembra.
- ✓ **Fertilización:** Se realizó una fertilización foliar a los 30 días después de la siembra y posteriormente se adiciono fertilizante Nitrogenado (Urea) vía edáfica a razón de 1,72gr/Planta. No se le adicionaron los elemento (P) fosforo ni (k) Potasio ya que el suelo donde se estableció el ensayo tenia alta cantidad de **Fosforo; 82,44 Kgha-1 y Potasio) 619.34 Kgha-1**
- ✓ **Control de Maleza:** Se realizó de forma manual con herramientas (Azadones y machetes), el primer control se realizó a los 15 días después de la siembra, el segundo a los 30 días después de la siembra y un último a las 45 días después de la siembra.
- ✓ **Control de plaga:** Fue necesario una aplicación de Cipermetrina a razón de 7,5 cc/litro de agua a la edad de 30 días y una última aplicación a los 45 días. De igual forma de aplico a los 30 días el fungicida PROMET a razón de 1,5 cc/litro/agua.
- ✓ **Tutoreo:** Se realizó un tutoreo a la edad de 48 días para evitar caída y quiebre de los tallos. **Ver Anexos 7**

5.6 SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS O INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos en campo se realizó con tres tipos de formatos, uno donde se registró los valores de las variables de altura total, diámetro basal, diámetro de copa, número de hojas y ramas. En un segundo formato se recogió los datos de plantas vivas y muertas y un tercero se usó para la evaluación de la productividad del mismo.

5.7 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Cuadro 4. Variables e indicadores.

VARIABLES DEPENDIENTE	INDICADOR
Porcentaje de sobrevivencia	Porcentaje
Altura total	cm
Diámetro basal	mm
Diámetro de copa	cm
Número de Hojas	Unidad
Sobrevivencia	%
Rendimiento	t ha-1

5.8 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Se determinó el porcentaje de sobrevivencia donde se contabilizó las plantas vivas y muertas por hilera a los 15 días después de realizado el trasplante y un último levantamiento antes de la cosecha.

5.9 ALTURA TOTAL

Se midió desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la planta, el resultado se registró en cm, para esto se apoyó de una cinta métrica marca TRUPER, las mediciones se realizaron a los 15, 30, 45 días (DDT).



5.10 DIÁMETRO BASAL

Se midió a una altura de cinco cm en el tallo a partir de la base del suelo posterior se auxilió de un pie de rey para medir en orientación norte-sur y este-oeste la información igualmente se realizaron tres mediciones a los 15, 30 y 45 días después del trasplante.



5.11 DIÁMETRO DE COPA

Se realizó dos mediciones en la parte superior de la planta (una en la dirección norte-sur y la segunda de este-oeste con ayuda de una cinta métrica de cinco metros marca Truper, las informaciones se registraron en cm, las mediciones siguieron una secuencia de registro a los 15, 30, 45 días después del trasplante



5.12 NUMERO HOJAS

A los 15, 30 y 45 días después del trasplante se contabilizó el número de hojas verdaderas que la planta refleja, la información se anotó en formatos elaborados.



5.13 LOGITUD DE LA PANOJA

Al momento de la cosecha se midió desde la base de la panoja hasta la parte más alta de la misma para ello se utilizó cinta métrica y la información se registraron en cm.



5.14 NUMERO DE PANOJA

Igualmente, al momento de la cosecha se contabilizó el número de panojas por planta (Primarias Y Secundaria).



5.15 RENDIMIENTO

La cosecha se realizó a los 66 días después de la siembra, los primeros pasos para el levantamiento de la cosecha consistió en hacer un último registro de altura total por tratamiento y bloques, posteriormente se procedió a cosechar el tratamiento (T1) y tratamiento (T2),seguidamente se hizo un conteo de panojas primarias y secundarias para así dar continuidad al corte de las misma, luego se tomaba lectura del peso fresco por panojas en (gr) al mismo tiempo se procedió a llevar las muestras al horno en el cual se sometió a una temperatura de 50°C por 24 horas, al cumplirse ese periodo se sacaba una muestra y se hacía una lectura con un probador de humedad marca (Supertech) para continuar se volvía hacer este proceso hasta llevarla a un 18% de humedad una vez obtenido se pesaba el peso final de la muestra y se empacaba.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 5. Resultados biométricos de las variables en la etapa vegetativa

Edad-DDT	DP/ ha	AT (cm)	DB (mm)	DC (cm)	N°H
15	44 444	13,8a	2,8a	12,9a	9,7a
	88 888	12,8a	3,1a	11,8a	9,3a
30	44 444	34,8a	9,9a	32,8b	18,1a
	88 888	31,0a	7,9a	26,3a	16,2a
45	44 444	83,9b	18,0b	51,3b	7,4b
	88 888	66,8a	12,7a	40,9a	2,7a

AT: Altura total **DB.** Diámetro basal **DC:** Diámetro de copa **N°H:** Número de hojas

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Resultados promedios obtenidos durante la evaluación de variables de crecimiento en etapa vegetativa en tres momentos, indican que hay un efecto de la densidad poblacional sobre estas variables; este efecto es más acentuado a la edad de los 45 días después del trasplante donde los tratamientos presentaron diferencia estadística significativa, es decir, en la medida que se reduce el espacio vital de las plantas el comportamiento del crecimiento de las mismas por efecto de competencia tiende a ser menor. En este sentido se puede observar que las plantas de *Amaranthus cruentus* con densidad poblacional de 44 444 pt ha⁻¹ presentaron los mejores valores promedio en altura total, diámetro basal, diámetro de copa y número de hojas superando en más del 25,41,25,170% respectivamente a las plantas con densidad poblacional de 88 888 pt ha⁻¹. Ver cuadro 6.

En relación a la altura total de las plantas, en un estudio realizado por (Morales, 2015) en el municipio de San Isidro –Matagalpa, a los 40 días después de la siembra estimó una altura de 65,04 cm con una densidad poblacional de 43 859 pt ha⁻¹, para una tasa de crecimiento de 1,62 cm día⁻¹, a pesar de tener condiciones edafoclimática distinta y una densidad poblacional menor a los evaluados en este estudio, es ligeramente superior a los 1,48cm día⁻¹ estimado en la densidad poblacional de 88 888 pt ha⁻¹ e inferior a los 1,86cm día⁻¹ de la densidad poblacional 44 444 pt ha⁻¹ (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. Variables evaluadas en etapa reproductiva a los 66 DDT

Variab les	Densidad poblacional	
	44 444 pt ha-1	88 888 pt ha-1
Altura total (cm)	142,79 (a)	118,59 (b)
Diámetro de copa (mm)	57,50 (a)	48,16 (b)
Número de panojas (unidad)	5 (a)	2 (b)
Longitud de la panoja principal (cm)	39,49 (a)	29,35 (b)

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Resultados promedios obtenidos sobre algunas variables de crecimiento de las plantas, cantidad de panojas y longitud de la panoja principal, al momento de la cosecha ocurrida a los 66 días después del trasplante, indican que las plantas con densidad poblacional de 44 444 pt ha-1 presentaron los mejores valores, superando en un 20,4 y 19,3% en altura total y diámetro de copa respectivamente a las plantas con densidad poblacional de 88 888 pt ha-1. Esta misma tendencia se observó en las plantas con esta densidad poblacional donde la diferencia fue de 34 y 150% respecto a la longitud de la panoja principal y número de panojas por planta respectivamente.

Al relacionar la variable altura total de la planta en el estudio evaluado por (Morales, 2015) encontró al momento de la cosecha una altura promedio de 2,47m, siendo ese dato superior a los 1,42 m reflejados en la densidad poblacional de 44 444 pt ha-1, este mismo sentido muestra mayor superioridad a la densidad poblacional de 88 888 pt ha-1 el cual expreso una altura promedio de 1,18m. Este comportamiento es igual ya que (Morales, 2015), encontró una longitud de panoja de 61cm superando así en 54,46 y 107% correspondiente a las densidades poblacionales de 44 444pt ha-1 y 88 888 pt ha-1.

Este factor de superioridad se puede adjudicar a las condiciones diferenciales de: variedad, suelo, clima, y manejo del cultivo los cuales son factores importantes en este comportamiento diferenciado (Ver cuadro 7).



Cuadro 7. Rendimiento t ha-1 con 18% de humedad

Tratamiento	DP/ha	% Sobrevivencia	% Humedad/ grano	t ha-1
1	44 444	100	18	1,35 a
2	88 888	99	18	1 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Es importante destacar que la sobrevivencia de las plantas en las dos densidades poblacionales en estas condiciones edafoclimáticas se valora como excelente, no obstante, en relación al rendimiento estimado con una humedad del grano del 18% se determinó que las planta con densidad poblacional de 44 444 pt ha-1, a pesar de no existir diferencia estadísticas significativa entre los tratamientos, estas matemáticamente superaron en más del 35% a las plantas con densidad poblacional de 88 888 pt ha-1; el disponer de mayor espacio vital en la densidad poblacional de 44 444 pt ha-1, permitió un mejor crecimiento tanto de la plantas como de las panojas quien también fue mayor en cuanto a cantidad de estas por plantas .Ver cuadro 7

Al comparar el rendimiento obtenido en estos tratamientos evaluados con datos de rendimiento estimados por (Morales, 2015) en plantas de *Amaranthus sp* cosechadas a los 101 días en el municipio de San isidro-Matagalpa (2tn) son menores, las condiciones como: variedad, suelo, clima, y manejo del cultivo son factores importantes en este comportamiento diferencial.

VII. CONCLUSIONES

- ✓ Las plantas de *Amaranthus*, tanto en las condiciones edafoclimáticas de Rivas y Matagalpa presentaron un mejor crecimiento cuando se establecen a densidades poblacionales bajas (44 444 pt ha-1), donde el espacio vital fue mayor y la competencia por los factores que contribuyen al crecimiento vegetativo fue menor.
- ✓ *Amaranthus cruentus* por su excelente porcentaje de sobrevivencia y adaptabilidad a las condiciones edafoclimática donde fue evaluada, la convierte en un cultivo con un gran potencial productivo en la zona.
- ✓ Las plantas de *Amaranthus cruentus* al tener un mejor crecimiento vegetativo por el espacio vital brindado, presentaron un mejor incremento en el tamaño y número de panojas por planta, como también en el rendimiento por unidad de superficie establecida. En nuestro caso al comparar las dos densidades poblacionales del cultivo, se obtuvo que la plantación con el 50% menos de plantas por unidad de superficie (44 444 pt ha-1) generó un incremento del rendimiento del más del 35% que la plantación de mayor densidad poblacional (88 888 pt ha-1).

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Estudiar otras variedades pertenecientes al género *Amaranthus* en la zona de Rivas.
- ✓ Difundir los resultados y el cultivo de *Amaranthus cruentus* L, a los pequeños productores y cooperativas rurales de la zona de Rivas.
- ✓ A partir de los resultados obtenidos con la densidad poblacional promisorio de 44 444 pt ha-1 se plantea realizar otros estudios que permita evaluar el efecto de otros factores como: Suelo, Fertilización y épocas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de *Amaranthus cruentus* L.
- ✓ Desarrollar procesos de investigación que permitan evaluar el potencial agroindustrial de *Amaranthus cruentus* en la elaboración productos alimenticios para consumo humano



IX. BOBLIOGRAFÌA

1. Barreales, J. 2010. Amaranto. Recomendaciones para su producción. Plaza y Valdés Editores. México.
2. Becerra, R. 2010. El Amaranto: Nuevas Tecnologías para un nuevo cultivo. CONABIO. Biodiversitas. 30:1-6
3. EL NUEVO DIARIO.2015. Nicaragua, el más desnutrido de Centroamérica. Consultado el día Martes 16 de Agosto (en línea) disponible en:
<http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/327383-nicaragua-promovera-cultivo-amaranto-resistente-se/>
4. EL NUEVO DIARIO. 2015. Nicaragua promoverá el cultivo de amaranto resistente a la sequía. Consultado el día martes 16 de Agosto (en línea) disponible en: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/327383-nicaragua-promovera-cultivo-amaranto-resistente-se/>
5. Escalante, E. 2011. Rescate y Revaloración del Cultivo del Amaranto. México
6. Fuentes, W. Mollo, N. Correa, W. (Sf). PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL AMARANTO. Fundación PROINPA.
7. FAO. (2019) Suelos y fertilización. Recuperado de www.fao.org/tempref/GL/Reserved/FTP_FaoRLc/old/prio
8. Gabriel Matías Luis, Beatriz Rebeca Hernández, Vicente Peña Caballero, Nahúm Guillermo Torres López, Víctor Adrián Espinoza Martínez, Laura Ramírez Pacheco, 2018. USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL AMARANTO (*Amaranthus spp*), Mexico.
9. González, G. 2014. INFORME FINAL. DESARROLLO INSTITUCIONAL PARA LA INVERSION. Buenos Aires, Argentina.
10. Guerra, G y Hernández, R. 1998. AMARANTO: HISTORIA Y PROMESA. Tehuacán, México.
11. Hernández, J. León, J. 1992. CULTIVOS MARGINADOS: Otra perspectiva de 1492. Colección FAO: Producción y protección vegetal, N° 26.
12. Hernández, R. Herrerías, 1998. AMARANTO: HISTORIA Y PROMESA. Artículo publicado en Tehuacán. Vol. 1. México.
13. Herrera, S., Montenegro A. 2012. Amaranto: Prodigioso Alimento para La longevidad y la vida. Kalpana Núm. 8 (pp. 50-66) ISSN: 1390-5775
14. Huerga, M. 2014. Informe final. Desarrollo Institucional para la inversión. Buenos Aires, Argentina.



15. INTA (2015). Instituto Nicaragüense De Tecnología Agropecuaria. Departamento de Fito mejoramiento. Protocolo de Investigación Selección y Caracterización de una Variedad Adaptada de Amaranto.
16. El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Rivas 2017
17. LA VOZ DE SANDINO. 2016. Amaranto la planta que no se marchita consultado el día martes 16 de Agosto. Disponible en:
www.lavozdelsandinismo.com
18. Matteucci, S. 1998. Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina: Comportamiento de seis germoplasmas. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires.
19. Monsalvo J, Rogelio O. (2004). PRODUCCIÓN DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) A TRES FECHAS DE SIEMBRA EN HUAZULCO, TEMOAC, MORELOS. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. Código postal 62210.
20. Morales, Y. (2015). Evaluación agronómica de la variedad adaptada de amaranto (*Amaranthus spp*) bajo las condiciones climáticas en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro, del departamento de Matagalpa, año 2015.
21. Much y Ángeles 1990. Métodos y técnicas de investigación
22. Peralta Eduardo, Villacrés E., Mazón N., Murillo A., Rivera M... Julio 2011. “Conceptos y parámetros de calidad para el grano de ataco o Sangorache”. Boletín Técnico No. 155. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito-Ecuador.
23. Solano, L. J. Porfirio. 2010. DIVERSIDAD GENÉTICA EN ALGUNAS ESPECIES DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*) Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 33, núm. 2, 2010, pp. 89-95. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.



X. ANEXOS

Anexo I. Medición de variables de crecimiento en el Cultivo de *Amaranthus cruentus*

Bloques	Hilera	Planta	Tratamiento 2				Tratamiento 1					
			Altura total (cm)	D. basal (mm)	Nº Ramas (Unidad)	D. Copa (cm)	Altura (cm)	D. basal (mm)	Nº hojas	D. Copa (cm)		
I												
Total		13										
Promedio												
Bloque	Hilera	Plantas	Tratamiento 1				Tratamiento 2					
II												
Total		13										
Promedio												
Bloque	Hilera	Planta	Tratamiento 1				Tratamiento 2					
III												
Total		13										
Promedio												

Anexo 2. Evaluación de variables asociadas al rendimiento

HILERA	PLANTA	Altura (Cm)		Diámetro de planta (cm)		N° panoja	Peso (g)							
							Panoja principal		Panoja secundaria		Semillas: Panoja principal		Semillas :Panojas secundarias	
		Planta	Panoja	Uno	Dos		Fresco	Seco	Fresco	Seco	Fresco	Seco	Fresco	Seco
T2 B_I H-2	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
T2 B_I H-3	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
T1 B_I H-2	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
T2 B_I H-3	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
T1 B_II H-2	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													

Anexo 3. Delimitación y preparación del área para el establecimiento.



Anexo 4. Establecimiento de semillero



Anexo 5. Establecimiento de la plantación



Anexo 6. Riego y manejo de la plantación



Anexo 7. Cronograma de Actividades

FECHA	ACTIVIDADES
02/12/2016	Limpieza y surcado de los tratamientos
03/12/2016	Estaquillado de las parcelas
03/01/2017	Siembra
02/02/2016	Control de maleza manual
03/01/2017	Control de maleza y plaga, Aporque de las plántulas más fertilización edáfica y foliar
17/02/2017	Control de maleza manual
20/02/2017	Tutoreo de las plantas
10/03/2017	Cosecha del ensayo