

**EVALUACIÓN DEL ARREGLO DE CULTIVO EN CALLEJONES CON
MATARRATÓN (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp) Y MAÍZ (*Zea mayz* L.)
EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

EDER SANDER PERALTA YESQUEN

ROMEO ANGULO GONGORA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

SAN ANDRÉS DE TUMACO

MAYO, 2023

**EVALUACIÓN DEL ARREGLO DE CULTIVO EN CALLEJONES CON
MATARRATÓN (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp) Y MAÍZ (*Zea mayz* L.)
EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

Presentado por:

EDER SANDER PERALTA YESQUEN

ROMEO ANGULO GONGORA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de

INGENIERO AGROFORESTAL

Presidente:

William Ballesteros Possu

Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

SAN ANDRÉS DE TUMACO

MAYO, 2023

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de octubre de 1966 emanado del Honorable Consejo Superior de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

William Ballesteros Possú

presidente

Jorge Fernando Navia Estrada

Jurado

Jesus Geovanny Solarte

Jurado

San Juan de Pasto, 8 Mayo 2023

RESUMEN

Los cereales han sido y son la base de la alimentación de la humanidad y constituyen parte importante de la dieta alimentaria del País. Colombia consume aproximadamente 6 millones de toneladas de las cuales importa el 46%, este panorama es un tensionante para la soberanía alimentaria y la dieta de las familias. La investigación se desarrolló en la vereda de San Luis Robles, Municipio de Tumaco, este municipio se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 1°11'26.90" LN y 78° 31'11.78" LW. El objetivo de este trabajo fue Evaluar el comportamiento agronómico de diferentes variedades de maíces amarillos (*Z. mays* L.), bajo un arreglo agroforestal de callejones con matarratón (*Gliricidia sepium*) en municipio de Tumaco. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al azar, con 4 tratamientos (variedades de maíz ICA-V109, ICA-V305, ICA-V156 y la variedad regional como testigo) y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron, aporte de biomasa, días de floración, altura de la planta, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, numero de granos, peso de la mazorca y rendimiento. Las diferencias estadísticas más sobresalientes entre las variedades mejoradas fueron en las variables altura de planta, longitud, peso y número de granos de la mazorca. La variedad con mayor rendimiento fue la ICAV-109 con 2.138 kg/ha con una rentabilidad de \$ 1.259.719; mientras que, el maíz regional presentó el más bajo rendimiento con 678 kg/ha y una pérdida de \$ 589,011 pesos.

Palabras Clave: Sistemas agroforestales, maíz regional, variedades mejoradas, rendimiento, biomasa, nitrógeno

ABSTRACT

Cereals have been and are the basis of human nutrition and constitute an important part of the country's food diet. Colombia consumes approximately 6 million tons of which 46% is imported, this scenery is a stressful situation for food sovereignty and family diets. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of different varieties of yellow corn (*Z. mays* L.), under an agroforestry alley cropping with matarratón (*Gliricidia sepium*) in the municipality of Tumaco. A completely randomized block design was used, with four treatments (maize varieties: ICA-V109, ICA-V305, ICA-V156 and the regional variety as a control) and 3 replicates for a total of 12 experimental units. The variables evaluated were biomass, days to flowering, plant height, ear diameter, ear length, number of grains per ear, ear weight and yield. Plant height, ear length, ear weight, number of grains per ear and yield had the most outstanding statistical differences. The variety with the highest yield was ICAV-109 with 2,138 kg/ha with a profitability of \$ 1,259,719; while the regional variety had the lowest yield with 678 kg/ha and a loss of \$ 589,011 pesos.

Key words: Agroforestry systems, regional corn, improved varieties, yield, biomass, nitrogen.

TABLA DE CONTENIDO

1.	LISTA DE TABLAS	ix
2.	LISTA DE FIGURAS	x
3.	INTRODUCCIÓN.....	11
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1	Localización	14
4.2	Descripción del sistema	14
4.3	Material vegetal	14
4.4	Diseño experimental	15
4.5	Tratamientos	15
4.6	Descripción de las variedades	15
4.7	Variables evaluadas	16
4.7.1	<i>Producción de biomasa por matarratón (G. sepium) – BMM</i>	16
4.7.2	<i>Variables evaluadas en el maíz</i>	17
4.7.3	<i>Altura de la planta – AP (cm).</i>	17
4.7.4	<i>Días a floración femenina – DFF.</i>	17
4.7.5	<i>Longitud de la mazorca – LM (cm).</i>	17
4.7.6	<i>Diámetro de la mazorca – DM (cm).</i>	17
4.7.7	<i>Peso de la mazorca – PM (g).</i>	18
4.7.8	<i>Numero de granos por mazorca – NGM.</i>	18
4.7.9	<i>Rendimiento – RTO.</i>	18
4.8	Manejo del experimento	19
4.9	Análisis estadísticos.....	19
4.10	Análisis de Rentabilidad	19
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1	Aporte de biomasa del <i>G. sepium</i>	20
5.2	Variables evaluadas en maíz.....	24
5.2.1	<i>Altura de planta – AP</i>	24
5.2.2	<i>Días a floración femenina – DFF</i>	25

5.2.3 Longitud de la Mazorca – <i>LM</i>	26
5.2.4 Diámetro de la mazorca – <i>DM (cm)</i>	27
4.2.5 Peso de la mazorca – <i>PM (g)</i>	29
5.2.6 Numero de Granos por Mazorca – <i>NGM</i>	30
5.2.7 Rendimiento por hectárea	31
5.3 Análisis de rentabilidad de los tratamientos	33
6. CONCLUSIONES.....	36
7. RECOMENDACIONES	37
8. BIBLIOGRAFÍA	38

1. LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características morfo-agronómicas, fenológicas de las variedades de maíz.....	15
Tabla 2 Características morfológicas del <i>G. sepium</i>	16
Tabla 3 Aporte de biomasa y nitrógeno del <i>G. sepium</i> en el arreglo en callejones con maíz	20
Tabla 4 Análisis de rentabilidad las diferentes variedades evaluadas en el arreglo en callejones	33

2. LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de campo del experimento	15
Figura 2 Altura promedio de las plantas en cada una de las variedades estudiadas en el municipio de Tumaco.	24
Figura 3 Días a floración de los tratamientos evaluados.....	26
Figura 4 Longitud de mazorca de las diferentes variedades evaluadas en el municipio de Tumaco.	27
Figura 5 Diámetro de mazorca de las variedades estudiadas en el municipio de Tumaco .	28
Figura 6 Peso de mazorca de las diferentes variedades estudiadas en el municipio de Tumaco, Nariño	29
Figura 7 Número de granos promedio por mazorca en las diferentes variedades.	30
Figura 8 Rendimiento por hectárea de los tratamientos evaluados tratamiento	32

3. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea maíz L.*) es uno de los tres cereales de mayor producción en el mundo. Se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de productos industriales y etanol. Por el contrario, en algunos países de América Latina y, cada vez más en países africanos, un gran porcentaje del maíz que se produce o importa se destina al consumo humano (Serratos-Hernández, 2009).

En Colombia, *Z. mays* es un cereal fundamental en la canasta familiar y fuente de ingresos en muchos hogares del territorio, debido a que se utiliza para autoconsumo, venta y alimentación animal. Es el tercer cultivo con más superficie sembrada; sin embargo, paradójicamente, el país ocupa el primer puesto en importaciones de este producto, según el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT (2019) y Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT (2019).

En el departamento Nariño Para el año 2013 se sembraron aproximadamente 16000 ha de cultivo entre maíz blanco y amarillo, bajo sistemas tradicionales y tecnificado con un rendimiento promedio de 1,1 t/ha y 3,3 t/ha, respectivamente. Estos bajos rendimientos dependen principalmente de los ambientes fluctuantes y de los recursos limitados (AGRONET, 2013)

La agricultura, la pesca, el comercio y el turismo constituyen los sectores más importantes de la economía del municipio de Tumaco. con respecto a la primera, esta se desarrolla en su mayoría por productores con pocas extensiones de tierra (2 – 4 ha) y en estado de pobreza que sumado a los elevados precios de los insumos generan aumentos de

costos de producción y, por ende, bajos ingresos (Tumaco, 2017). Por consiguiente, en el municipio de Tumaco, actualmente el Z maíz no es un cultivo potencial; por lo tanto, no existen estadísticas acerca de su área sembrada, quizá por desconocimiento en el manejo adecuado del cultivo y/o desconocimientos de las potencialidades socio-económicas del mismo.

Existen estudios sobre el comportamiento de Z. maíz asociado con G. sepium del que se puede destacar; el estudio de Navia, (2001) en el cual se evaluó el comportamiento de estas dos especies bajo un arreglo en callejones en una zona de vida (bs-T), en este se determinó rendimientos del Z. maíz pasando de 3,1 a 6 t/ha; de hecho, Makumba et al (2006) con la aplicación de podas de Gliricidia a un cultivo de maíz, donde se incrementó tres veces la producción de maíz tradicional (monocultivo) pasando 1,1 a 3.8 ton/ha de maíz seco. También, Beedy et al. (2010) en un cultivo intercalado de G. sepium y Z. maíz tuvo un efecto significativo y positivo sobre la materia orgánica y los contenidos de minerales comparados con el monocultivo.

Por su parte, Doumbia et al. (2020) reportaron que los rendimientos medios de algodón, maíz y sorgo asociados a G. sepium fueron de 812, 1.457 y 1.377 kg/ha respectivamente, los cuales fueron menores en monocultivo alcanzando sólo 623, 1.014 y 807 kg/ha, respectivamente. También indicaron que en el tercer año después de la plantación de G. sepium, los contenidos de carbono orgánico y nitrógeno total del suelo aumentaron en un 5%.

En el municipio de Tumaco se han realizado muy pocos estudios sobre el comportamiento de los maíces mejorados, solo se tiene referencia del cultivo del maíz

tradicional, que, aunque es muy rustico, presenta muy bajo rendimiento. Por lo tanto, debido a la importancia que tiene en maíz en la seguridad alimentaria y la priorización del gobierno como una de las apuestas para la sustitución de cultivos de uso ilícito, es necesario cual es el comportamiento de diferentes variedades en la zona.

De acuerdo con lo anterior, la investigación se enfocó; en evaluar el comportamiento agronómico de variedades de variedades de maíz amarillo mejorado, a fin de generar investigación que conlleven a fomentar la implementación y desarrollo del cultivo como alternativa en el municipio de Tumaco.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

La investigación se desarrolló en la vereda de San Luis Robles, Municipio de Tumaco, este municipio se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 1°11'26.90'' LN y 78° 31'11.78'' LW. La vereda se encuentra a una altura de 1 a 50 msnm, temperatura promedio de 26,2 °C, precipitación bimodal promedio de 2.843 mm/año, evapotranspiración potencial de 1.023 mm/año, brillo solar acumulado anual de 1008. Se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo tropical - bh-T (Tumaco, 2017). La topografía de la parcela experimental es plana ligeramente ondulada y corresponde a la llanura aluvial, caracterizada por tierras bajas (IDEAM, 2021).

4.2 Descripción del sistema

La parcela experimental se estableció en un área de 1532 m², en esta se construyeron 12 (unidades experimentales) el cual tienen un área de 10 (m²) en donde se sembraron 400 plantas de maíz. En la misma se establecieron surcos de matarratón (*G. sepium*) a una distancia de 12 metros entre hileras, con estacas separadas a un (1) m para un total de 150 plantas de matarratón. Debido a que las plantas de matarratón no presentaron interferencia con el cultivo de maíz, solo se midió la producción de biomasa de estos y se la expresó en nitrógeno total por hectárea.

4.3 Material vegetal

Las variedades de *Z. mays* que se utilizaron en esta investigación fueron: ICA-V109, ICA-V305, ICA-V156 del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, seccional Valle del Cauca y un testigo correspondiente al maíz criollo recolectado en la zona. Las

variedades se sembraron entre los callejones dejando una distancia de un metro al lado y lado de la hilera de *G. sepium*. La distancia surcos de maíz fue de 1 m mientras que la distancia entre plantas correspondió a 0,25 m.

4.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos (3 variedades comerciales y un testigo) y 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales.

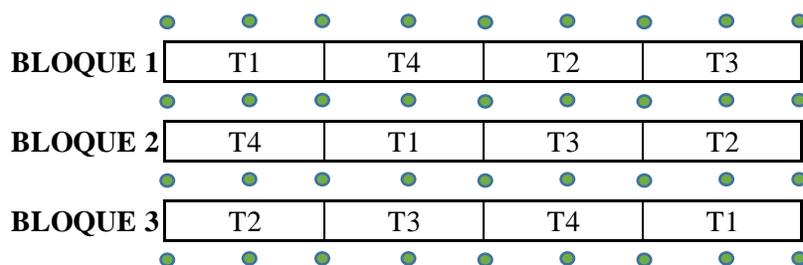


Figura 1 Mapa de campo del experimento

4.5 Tratamientos

Tratamiento 1 (T1): ICA-V109

Tratamiento 2 (T2): ICA-V305

Tratamiento 3 (T3): ICA-V156

Tratamiento 4 (T4): maíz regional (testigo)

Cada unidad experimental tiene un total de 10 surcos separados a 1 m.

4.6 Descripción de las variedades

Tabla 1 Características morfo-agronómicas, fenológicas de las variedades de maíz

Altura (m)	Período Vegetativo (días)	Floración Femenina (días)	Longitud de la Mazorca (cm)	Adaptación (msnm)
------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------

ICA V-109	2,30	120	53	18	0-1.000
ICA V-305	2,10	101	54	18	1.800-2.200
ICA V-156	2,1	100	53	18	0 – 1000
REGIONAL	?	?	?	?	?

Fuente: (Fenalce, 2008)

Tabla 2 Características morfológicas del *G. sepium*

Altura máxima (m)	18
Diámetro (cm)	80
Amplitud de copa	Amplia (mayor que 14 m)
Atributos foliares	Mide 20 cm de largo por 12 cm de ancho, tienen entre 8 y 12 folíolos con borde entero y forma ovoide
Persistencia hoja	Caducifolia
Atributos florales	Miden 1 cm de diámetro, similares a una mariposita con sus alas abiertas, aromáticas
Tasa de crecimiento	Media
Longevidad	Alta (> 60 años)
Zonas de humedad	Seca, Húmeda, Muy húmeda
Rango altitudinal	0 - 1500 msnm
Requerimiento de luminosidad	Alta

Fuente: Morales y Varón (2013)

4.7 Variables evaluadas

4.7.1 Producción de biomasa por matarratón (*G. sepium*) – BMM

Después de 6 meses de sembrado el *G. sepium* se cortó la biomasa total y se pesó con una balanza graduada. Luego se tomaron muestras y se llevaron al horno a 70°C hasta que las muestras alcanzaron peso constante. La cantidad de nitrógeno se estimó teniendo en cuenta los resultados de laboratorio (23% de proteína). Teniendo en cuenta que el 16% de

la proteína es nitrógeno, se multiplicó por el factor 6,25 (Sader *et al.*, 2004). La biomasa de mattararon se incorporó al suelo de forma uniforme en cada tratamiento.

4.7.2 Variables evaluadas en el maíz

Las variables estudiadas en el maíz se tomaron de la metodología propuesta por el CIAT (1983); utilizada por (Ortega *et al.*, 2010).

4.7.3 Altura de la planta – AP (cm).

Se seleccionaron aleatoriamente 20 plantas de maíz de la parte central de cada unidad experimental, cada planta se midió con una regla de madera de 4 metros de altura, graduada en centímetros, desde la base del tallo (punto de la unión de la raíz y el tallo) hasta la base de la inflorescencia masculina.

4.7.4 Días a floración femenina – DFF.

Al momento de la floración se realizaron seguimientos cada tres días. En esta variable, se tomó en cuenta la metodología utilizada por Blessing y Hernández (2009).

4.7.5 Longitud de la mazorca – LM (cm).

Las mazorcas muestreadas se midieron desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice, utilizando un calibrador pie de rey anotando en formatos de datos ya establecidos.

4.7.6 Diámetro de la mazorca – DM (cm).

Se midió el diámetro de cada una de las mazorcas de la muestra en el corte transversal, desde la corona de un grano a la corona de un grano diametralmente opuesto, utilizando un calibrador pie de rey.

4.7.7 Peso de la mazorca – *PM* (g).

Se pesaron las mazorcas muestreadas en cada parcela, con una balanza digital y este valor se dividió por el número total de mazorcas para establecer el promedio.

4.7.8 Numero de granos por mazorca – *NGM*.

Se desgrano las mazorcas muestreadas y se contó el número de granos de cada una para determinar la cantidad promedio por mazorca.

4.7.9 Rendimiento – *RTO*.

Se determinó después de desgranar todas las mazorcas de la muestra por tratamiento. posteriormente se midió el contenido de humedad del grano para ajustar el rendimiento hasta un 14 % del contenido de humedad del grano, esto se hizo por medio de la siguiente expresión.

$$PF = \frac{PI (100 - HI)}{(100 - HF)}$$

En donde

PI = Peso inicial (kg/ha)

PF = Peso final (kg/ha)

HI = Porcentaje de humedad inicial en el grano

HF = Porcentaje de humedad final a la que se desea ajustar el rendimiento (14 %)

4.8 Manejo del experimento

Inicialmente se realizó adecuación del terreno que consistió en desmonte y construcción de drenajes, para luego sembrar y resembrar las estacas de *G. sepium*, después de seis meses se le hizo poda al *G. sepium* y se incorporó la biomasa. Luego se adecuaron nuevamente los drenajes, se delimitaron las unidades experimentales, se sortearon los tratamientos dentro de los bloques y se sembraron las variedades de maíz, después de su germinación se les hizo control de maleza cada 10 días y control de plagas y enfermedades de forma permanente.

4.9 Análisis estadísticos

La información de campo de cada variable se sistematizó con el software Microsoft Excel. Los datos se analizaron mediante un Análisis de Varianzas para detectar diferencias entre tratamientos cuando estas se detectaron con el test de comparación de medias se hizo la separación respectiva, utilizando una significancia del 5%. El procesamiento de la información se hizo con el Software de Infostat (Di Rienzo et al., 2011).

4.10 Análisis de Rentabilidad

Se registraron todos los costos de mano de obra e insumos utilizados para un ciclo del cultivo para cada tratamiento por separado, al igual de los ingresos producto de la venta del maíz y el ahorro por la aplicación de biomasa del matarratón como bio-abono. Con estos valores se hicieron los cálculos respectivos utilizando la metodología modificada del CIMMYT (Perrin, 1976). Se tomó el precio promedio nacional de venta de \$1.425.500 por tonelada de maíz seco (Minigricultura, 2021).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Aporte de biomasa del *G. sepium*

A los seis meses, se cosecharon 292 kg de biomasa de matarratón en la parcela experimental, lo que equivale a 21,12 kg de nitrógeno total - NT. Estos valores son bajos debido a que las plantas están en su estado de establecimiento y se sembraron a una densidad baja (150 plantas). Sin embargo, si se realizan 4 cortes al año, obtendríamos alrededor de 169 kg N/ha o 366 kg de urea (tabla 3).

Tabla 3 Aporte de biomasa y nitrógeno del *G. sepium* en el arreglo en callejones con maíz

Peso fresco (kg)	Biomasa/ha (kg)	Proteína (kg)	Nitrógeno (kg)	Urea/ha (kg)
292	574	132	21,12	45,65

Barreto, et al., (2012) indican que con 3, 4 y 6 podas por año de cercos de *G. sepium* produjo de 4 a 6 ton/ha de biomasa. Gómez et al, (1990) afirman que el *G. sepium* plantado a densidades de 40 y 10000 plantas /ha (50 x 50 cm and 100 x 100 cm) con cuatro cortes al año, iniciando a los 270 días puede producir desde 60 hasta 125 ton/ha/año de biomasa. Los mismos autores confirman también el alto potencial de producción proteica de *G. sepium*, donde seleccionando los mejores ecotipos e incrementando la densidad de árboles, se alcanzaron producciones superiores a 4 toneladas de proteína/ha/año como en la variedad Vado Hondo Chiquimula de Guatemala, con un potencial de 640 kg/año de NT.

La producción de forraje verde durante el primer corte fluctuó entre 4,8 y 9,8 kg/árbol/año valores que son similares a la reportado por Gómez et al., (1990) quienes obtuvieron rendimientos equivalentes a 1,8; 2,5; 5,3 y 7,8 kg/árbol/ha/año para la alta y baja densidades, respectivamente. Por su parte, Baggio, (1982), en cercos vivos con

distanciamiento entre árboles de 2 m y cosechados a los 6 meses se obtuvieron producciones de 2,73 kg de hoja verde y 2,21 kg de leño/árbol, que es equivalente a aproximadamente 10 kg de biomasa/árbol/año. Por su parte, en una plantación de 6 meses de edad con una densidad de 6670 plantas/ha y régimen podas de 24 semanas, Melchor y Marroquín (2005) obtuvieron 272 kg/ha/año de NT.

En un estudio previo realizado en un sistema de cultivo en callejones en Veracruz, México, Melchor, (1992) encontró que al podar *G. sepium* dos veces al año aumentó la producción de maíz en un 50% en relación al rendimiento promedio obtenido por el sistema de cultivo tradicional (600 kg/acre). Este aumento se atribuyó a la mejora de la fertilidad del suelo y la retención de agua por la biomasa aérea incorporada al suelo. Aunque este hecho destaca el potencial de *G. sepium* para aumentar el rendimiento de los cultivos agrícolas bajo sistemas agroforestales en esta región tropical, no se ha hecho ningún intento por evaluar los efectos de la poda en la producción de biomasa y la posible incorporación al suelo en esta región ecológica.

En Níger, Sanginga et al., (1991) encontraron que con un adecuado régimen de poda *G. sepium* produce 10-20 ton de materia seca/ha/año, hasta 130 kg de N/ha/año. Se ha demostrado que la incorporación de la biomasa podada al suelo mejora sus propiedades físicas y químicas, así como su actividad biológica y productividad (Kang, 1994). En un sistema de cultivo en callejones con *G. sepium*, Lal (1989) encontró que los niveles de carbono y nitrógeno en el suelo eran más altos que en las parcelas sin esta especie. Del mismo modo, Akonde et al., (1986) observaron un aumento del 35 al 50 % en el

rendimiento del maíz en Camerún, atribuyéndolo tanto a la materia orgánica como al N incorporado al suelo.

Del mismo modo, varios estudios han demostrado que la producción de biomasa en leguminosas fijadoras de N podría estar influenciada por la frecuencia y la altura de la poda Duguma et al., (1988); Sanginga et al., (1994). Duguma et al., (1988), en un ensayo de *G. sepium* establecido en Níger, encontraron que la biomasa aérea cosechada aumentó de 7,6 a 9,2 toneladas de materia seca/ha a medida que la altura de la poda aumentaba de 0,5 a 1,0 m, y de 0,5 a 5,4 toneladas de materia seca cuando la frecuencia de poda disminuyó de 4 a 24 semanas.

En otras especies de árboles de crecimiento rápido, es común observar una fuerte tendencia de edad en el patrón de asignación de biomasa aérea, favoreciendo los tallos a medida que los árboles envejecen o la frecuencia de poda disminuye (Dickson, (1989); (Haddad et al., (1995); Tschaplinski y Blake, (1995). Si esta tendencia existe en *G. sepium*, la reducción de la frecuencia de poda para aumentar la producción de biomasa también podría aumentar la proporción de follaje maduro, tallos o biomasa leñosa, y reducir la concentración de N de la fracción de follaje cosechada. Estos efectos, a su vez, podrían afectar negativamente la cantidad total de N y su tasa de incorporación al suelo, ya que el follaje maduro y la biomasa leñosa tienen tasas de descomposición más bajas que el follaje joven, menos lignificado (Handayanto *et al.*, 1994; Lehman *et al.*, 1995).

Kaba y Abunyew (2021), estudiando árboles de *G. sepium* de 5 y 10 años de edad, indican que los árboles adultos pueden producir hasta 67.15 kg/árbol podado cada 8 meses, mientras que los árboles jóvenes producen hasta 49.37 kg/árbol. Del mismo modo indican

que, la concentración de N se redujo con el tiempo de poda. Concluyen que las podas deben ser programadas de acuerdo a la edad de los árboles, para árboles jóvenes cada cuatro meses mientras que para los Adultos cada 8 meses para producir entre 58 y 80 kg N/ha.

Dávila y Navia (2007), encontraron, que en el sistema de cultivo en callejones se presentaba fijación y liberación de nutrientes, concluyendo que el *G. sepium* además de proveer nitrógeno, activa la absorción y recirculación de fósforo, potasio, calcio y magnesio, entre otros. A excepción del valor del potasio K que se disminuye en algunos casos posiblemente debido a la lixiviación por lluvias que hace que los nutrientes se depositen en capas más profundas, o a mayor demanda por los árboles. Además, los aportes de nitrógeno por la hojarasca, son bajos si se le compara con lo que se extrae anualmente.

Fassbender, (1993) indica que al utilizar los residuos como cobertura “mulch”, no sólo garantiza el reciclaje de la materia orgánica y elementos nutritivos (humificación, mineralización), sino también, se logran efectos secundarios importantes como la protección del suelo (altas temperaturas, lluvias); mejoramiento de las condiciones para los microorganismos y físicas (aireación y retención de agua).

Gliricidia sepium, es una planta con alto potencial productivo, su cultivo intensivo para abono verde o forraje ha demostrado que, mediante fijación de nitrógeno, la hojarasca y los residuos de cosecha como tallos lignificados (maíz) que vuelven al suelo constituyen en un sistema donde los nutrientes son reciclados eficientemente, donde la fertilidad y la

producción se mantienen en niveles óptimos y esto por una alta mineralización (Dávila y Navia, 1998).

5.2 Variables evaluadas en maíz

5.2.1 Altura de planta – AP

En el análisis de varianza –ANOVA se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas. La variedad que alcanzó la mayor altura fue la regional con 2,96 m, mientras que la altura de las variedades mejoradas osciló entre 1,45 y 1,74 m (figura 2).

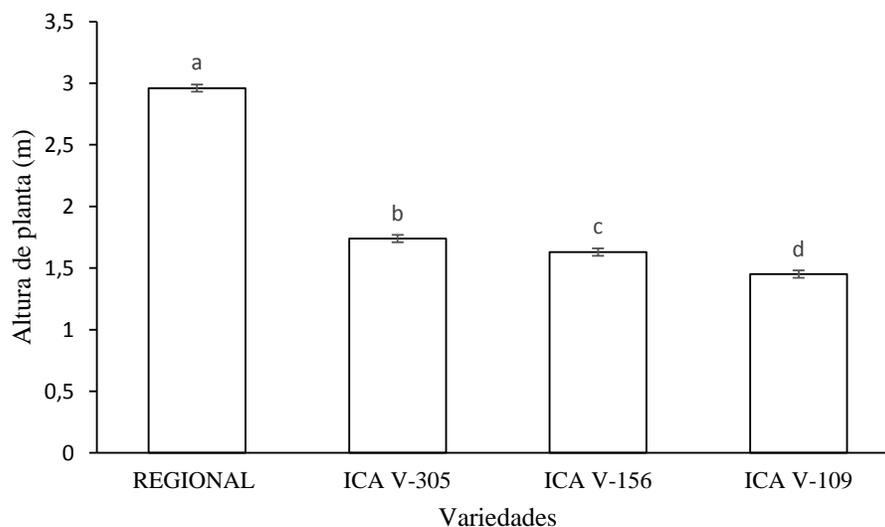


Figura 2 Altura promedio de las plantas en cada una de las variedades estudiadas en el municipio de Tumaco.

La variedad regional, es una especie manejada de manera tradicional, combinada con diferentes especies en las fincas tradicionales de los agricultores, esto genera competencia por luminosidad aumentando su crecimiento haciéndola propensa a

volcamientos. Contrario a esto, las variedades mejoradas presentaron una altura promedio de 1,60 m, lo que facilita su manejo, cosecha y le permite a la planta resistir al volcamiento.

Gordón-Mendoza, *et al.*, (2006) definen la adaptabilidad, como la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente en cuanto que la estabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de mostrar un comportamiento altamente previsible en función del estímulo ambiental. Lo que ha ocurrido con la especie regional, la cual ha elongado su tallo para poder competir con las especies acompañantes.

Según FENALCE, (2010); las temperaturas ideales favorecen el desarrollo y el crecimiento de las plantas y que además el incremento de la disponibilidad de nitrógeno aumenta el crecimiento y vigor de la planta y por consiguiente, la lenta mineralización hace que la disponibilidad provea de los elementos necesarios durante el ciclo vital; por otro lado, Zambrano, (2010), indica que el crecimiento de las plantas es la suma integrada de diferentes procesos donde la adición de biomasa al suelo mejora las condiciones nutricionales, permitiendo de esta manera un mejor desarrollo de las mismas.

5.2.2 Días a floración femenina – DFF

En la variable días a floración se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento con la variedad regional presentó la mayor cantidad de días (95) o menor precocidad para florecer el 50% de plantas, las otras variedades no presentaron diferencias entre ellas (figura 3).

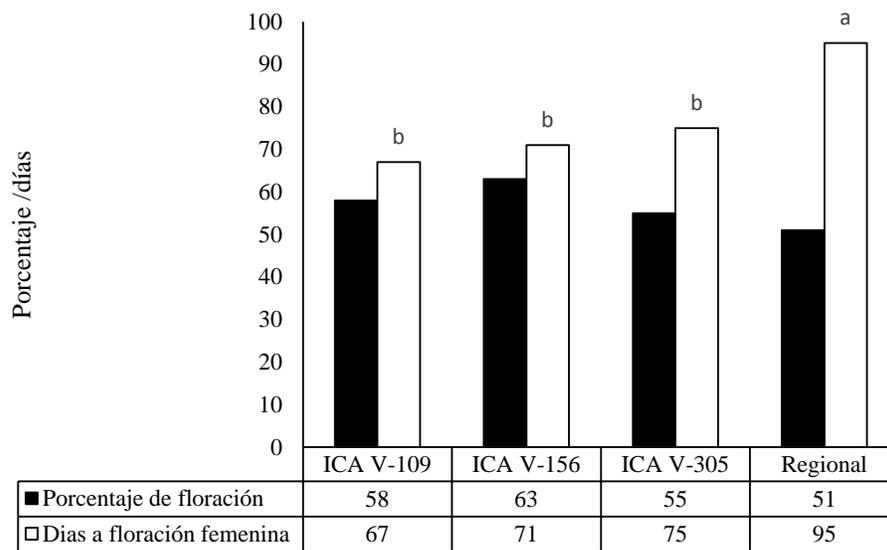


Figura 3 *Días a floración de los tratamientos evaluados*

5.2.3 Longitud de la Mazorca – LM

En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades. Las variedades ICA V-109 e ICA V-156 presentaron mazorcas más largas con 16.22 y 16.00 cm, respectivamente; mientras que, la variedad regional presentó la menor longitud de mazorca con 9 cm (figura 4).

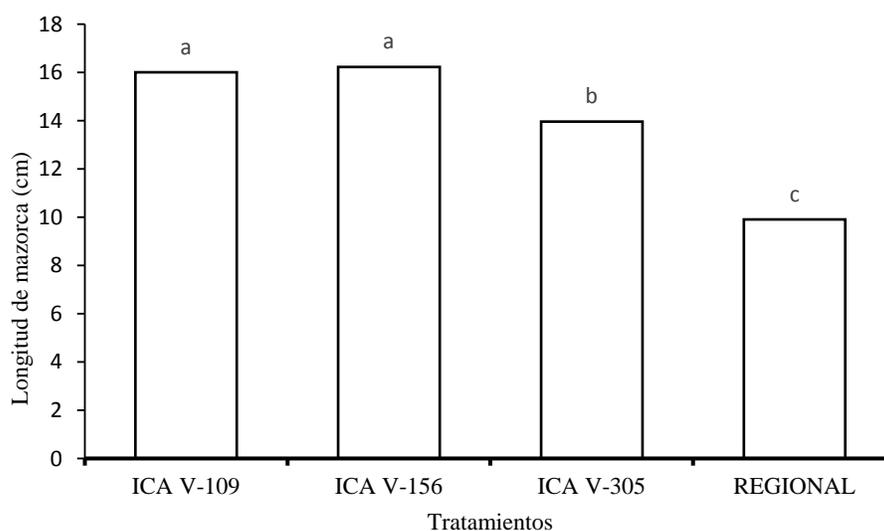


Figura 4 *Longitud de mazorca de las diferentes variedades evaluadas en el municipio de Tumaco.*

por el genotipo. La longitud de la mazorca está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo), disponibilidad de nutrientes la máxima longitud de la mazorca dependerá de la humedad del suelo Cantero y Martinez, (2002); así mismo, Vargas et al., (2010), afirman que la longitud de la mazorca depende la variedad, las condiciones climáticas y el La longitud de la mazorca del maíz está determinada por factores edafo-climáticos e influenciados manejo. De igual forma indican que la biomasa incorporada ayudo en los procesos agronómicos de los tratamientos. Rodriguez, (1992) menciona que el extracto de las hojas de matarratón tienen efectos alelopáticos, por lo que influye en la germinación y el crecimiento de algunas plantas.

5.2.4 Diámetro de la mazorca – DM (cm)

En el Análisis de Varianza –ANOVA se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas. Las variedades introducidas alcanzaron el mayor diámetro de mazorca (3,9 cm), mientras que la variedad regional presentó el menor valor con 3,13 cm (figura 5).

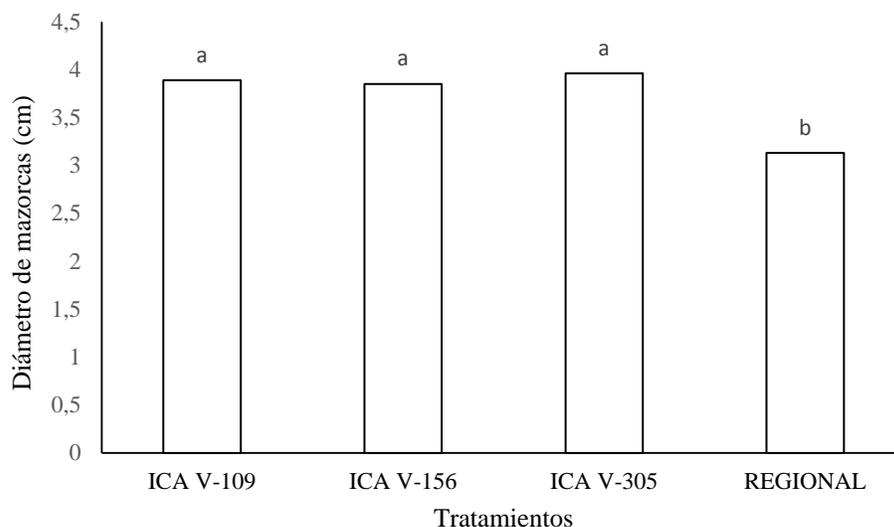


Figura 5 *Diámetro de mazorca de las variedades estudiadas en el municipio de Tumaco*

El diámetro de la mazorca está determinado por factores genéticos e influenciado por factores edáficos, nutricionales y ambientales, es un parámetro fundamental para medir el rendimiento y está relacionado directamente con la longitud de la mazorca. este forma parte de la etapa reproductiva de la planta, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes, si esto es adverso afectará el tamaño de la mazorca en formación y por consiguiente se obtendrá menor diámetro de mazorca, que al final repercutirá en bajos rendimientos (Saldaña y Calero, 1991).

Según López y Morales (2014), el diámetro de mazorca forma parte de la fase reproductiva, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes. si los eventos mencionados son adversos, se afecta el tamaño de la espiga en formación, y por consiguiente se obtiene menor diámetro de mazorca que al final repercute en bajos rendimientos.

El diámetro de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está condicionado por las condiciones ambientales (clima y suelo), y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca está relacionada con el diámetro y está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Adetiloye et al., 1984).

4.2.5 Peso de la mazorca – PM (g)

En el Análisis de Varianza –ANOVA se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas. Las variedades que alcanzaron el mayor peso fueron ICA V- 109 e ICA V-156 con 89,88 y 81,85 g respectivamente (figura 6).

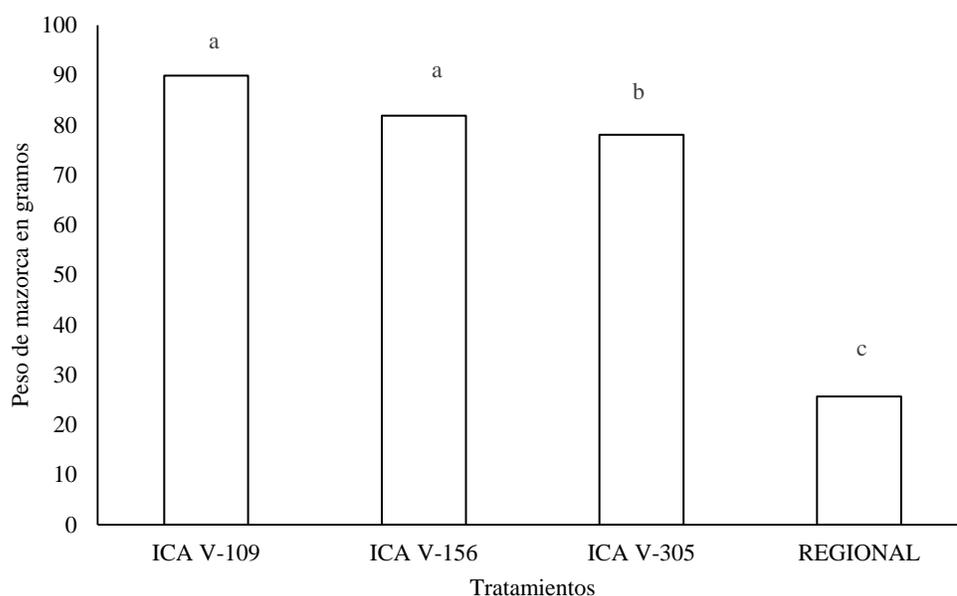


Figura 6 *Peso de mazorca de las diferentes variedades estudiadas en el municipio de Tumaco, Nariño*

El peso de la mazorca está determinado por la variedad utilizada, la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallas; también por la fertilización; así como, las condiciones hídricas (Larios y García (1999).

El peso de la mazorca está en dependencia de la distancia de siembre entre y planta entre surco, la cual determina el número plantas por hectárea, por lo que a mayor cantidad de planta mayor será la demanda de la expresión de nutrientes del suelo, principalmente el nitrógeno (Albarado & Calderon, 2012).

5.2.6 Número de Granos por Mazorca – NGM

En el Análisis de Varianza –ANOVA se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades estudiadas. Las variedades con mayor número de granos fueron ICA V- 109 e ICA V-156 con 452,32 y 462,1 granos respectivamente (figura 7).

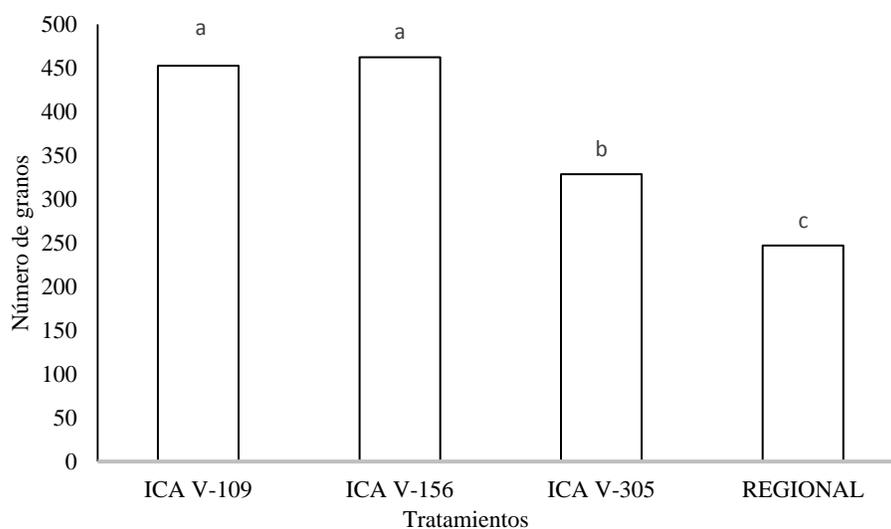


Figura 7 Número de granos promedio por mazorca en las diferentes variedades.

Ciertos estudios que evalúan la polinización a través de experimentos de manipulación de la misma, muestran en prácticamente todos los casos que el incremento de la producción es siempre mayor tras una polinización natural cruzada, seguido de la polinización manual, y que la ausencia de polinización supone la ausencia de producción (Bos et al., 2007).

En relación con los efectos que desencadenan los polinizadores sobre las plantas, múltiples estudios demuestran que la producción de semillas y frutos se ve incrementada con la presencia de estos organismos, debido a la existencia de una correlación positiva entre su diversidad y la deposición de polen, así como por una serie de factores tales como la dinámica poblacional de las especies, su eficiencia polinizadora, la competitividad intra e interespecíficos, la distancia entre parches florales, la disponibilidad de recursos o los sistemas de manejo utilizados (Chautá-Mellizo, et al., 2012).

De otra forma, la dirección del viento favorece el tránsito del polen desde el cultivo emisor hacia las flores femeninas de las plantas receptoras. es así como el número de granos cuajados por espigas evaluadas se incrementan en el sentido de los vientos predominantes; en distancias inferiores a los 97 m se encontró efectos directos en la polinización eólica (Sauthier y Castaño, 2019).

5.2.7 Rendimiento por hectárea

En el análisis de varianza, se presentaron diferencias significativas entre las variedades estudiadas ($P < 0,05$). Las variedades mejoradas presentaron los mayores rendimientos con 2138,6; 2024,19 y 1974,73 kg de grano seco/ha, para las variedades ICA V- 109, ICA V-156 e ICA V- 305, respectivamente (figura 8).

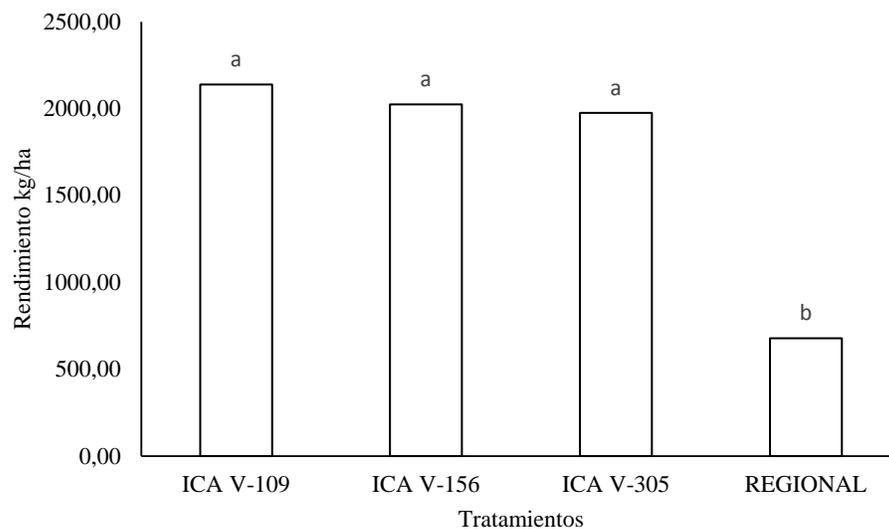


Figura 8 Rendimiento por hectárea de los tratamientos evaluados tratamiento

Teniendo en cuenta el rendimiento promedio nacional para maíz amarillo tecnificado de 5,81 ton/ha y el tradicional de 1,83 toneladas por hectárea (Fenalce, 2020). Los rendimientos encontrados se encuentran cercanos al tradicional, esto indica que en Tumaco existe una brecha tecnológica para lo que puede incidir en mayores rendimientos y utilidades por esta actividad para los agricultores.

De otra manera los cultivos de cobertura con leguminosa obtuvieron mayores rendimientos en el cultivo de maíz. El motivo de esta superioridad puede ser explicado ya que la leguminosa posee la capacidad de fijar nitrógeno biológicamente y aportarlo al suelo. Esto, sumado a su baja relación C/N hace que su mineralización sea más rápida y por ello el nitrógeno queda rápidamente disponible para la planta (Omae y Nagumo, 2016).

Así mismo Maltas *et al.* (2009) afirman que el proceso de mineralización se encuentra determinado por factores como la calidad de los residuos, tipo de suelo, temperatura, humedad, entre otros. En los residuos de leguminosas, la relación C/N es baja

por lo tanto la liberación del N es rápida y se encuentra disponible inmediatamente para absorción por el siguiente cultivo. No obstante, la eficiencia en la transferencia de N al cultivo se encuentra determinada por la sincronía entre la liberación del N aportado y la absorción de N por el cultivo, siendo esta última la posible respuesta a un mejor rendimiento.

De igual forma, los bajos rendimientos de la variedad regional se deben a que es una especie originaria de la zona, rustica, cuyo habito de crecimiento es elongado, que lo hace eficiente para competir con las especies acompañantes. Esto lo corrobora Harrington (2019) quien reporta altos rendimientos utilizando variedades mejoradas al compararlas con variedades tradicionales (5.52 vs 1,48 t/ha respectivamente).

5.3 Análisis de rentabilidad de los tratamientos

Debido al aporte de biomasa interactuando con los tratamientos se presentaron diferencias en los costos e ingresos de las diferentes variedades. La variedad con la mayor rentabilidad fue ICAV-109, mientras que la variedad regional presentó una rentabilidad negativa (Tabla 4).

Tabla 4 Análisis de rentabilidad las diferentes variedades evaluadas en el arreglo en callejones

Detalle	ICAV-109	ICAV-156	ICAV-305	Regional
Rendimiento (ton/ha)	2,138	2,024	1,974	0,678
Precio de venta	1.425.500	1.425.500	1.425.500	1.425.500
Ingresos	3.047.719	2.885.212	2.813.937	966.489
Costos	1.788.000	1.788.000	1.788.000	1.555.500
Utilidad	1.259.719	1.097.212	1.025.937	-589.011

Los resultados sugieren que, en Tumaco, se deben establecer variedades de maíz de alto rendimiento para incentivar su fomento y generar ingresos a los productores, de lo contrario la producción de la variedad regional solo tendría justificación como especie para el auto- consumo.

Al analizar las labores de manejo que los productores le dan al maíz tradicional, se evidencia que esta es una actividad subsidiaria de otros sistemas de producción. Para el caso del cacao con sombrío, los agricultores hacen corte una roza (corte de plantas herbáceas), siembran el plátano, riegan el maíz al voleo y tumban los arbustos y árboles. Luego hacen una primera limpieza, repique de troncos; cosechan el maíz y siembran cacao. En este caso al maíz no le hacen fertilizaciones ni limpiezas específicas, por lo cual los costos son mínimos.

El sistema de maíz en callejones con variedades de alto rendimiento son una alternativa viable para el municipio de Tumaco, ya que los rendimientos son muy parecidos a los registros nacionales para el maíz con manejo tradicional. En este sentido, se puede indicar que hay una tendencia a incrementar aún más los rendimientos si se tecnifica el cultivo. Por otro lado, la aplicación de la biomasa de *G. sepium* resulta una muy buena alternativa.

Beedy et al., (2010) afirman que el cultivo intercalado de *G. sepium*/ maíz tuvo un efecto significativo y positivo en las fracciones de materia orgánica del suelo (SOM), La SOM y el nitrógeno fueron 12% y 86% mayor en el intercultivo de *G.sepium* comparado con el maíz

suelos de textura gruesa.

Makumba et al., (2006) reporta que la aplicación de podas de *Gliricidia* triplicó el rendimiento del maíz en comparación con el cultivo monocultivo de maíz sin ninguna enmienda del suelo (3,8 y 1,1 Ton/ha, respectivamente). El rendimiento del maíz disminuyó con el tiempo bajo el sistema de monocultivo con y sin fertilizante inorgánico de N; del mismo modo, la aplicación de fertilizante inorgánico (46 kg N/ha) en sistemas agroforestales aumentó el rendimiento del maíz en un 29% ($P = 0,002$).

Los mismos autores indican que la aplicación de P inorgánico no aumentó significativamente el rendimiento del maíz, lo que implica que el P de la capa superior del suelo y el P reciclado a través de la aplicación de podas de *Gliricidia* fue suficiente para sostener el crecimiento del maíz. Por su parte, las especies leñosas tomaron nutrientes del suelo (P, Ca, Mg y K) y los bombearon al suelo superficial. También observaron una disminución neta de los nutrientes del suelo en el sistema de cultivo intercalado *Gliricidia*-maíz simultáneo debido al aumento de la exportación de nutrientes.

Los hallazgos de esta investigación y los resultados de las diferentes investigaciones del cultivo en callejones de *G. sepium* y maíz confirman el incremento del rendimiento del maíz y el mejoramiento de los nutrientes en el suelo a corto plazo. Estos resultados obtenidos en el municipio de Tumaco se convierten en una opción productiva para los agricultores, quienes dependen del cultivo del cacao, la palma africana, la madera y el plátano para autoconsumo y la generación de ingresos económicos y no tienen los recursos para realizar fertilizaciones con fuentes inorgánicas.

6. CONCLUSIONES

Se presentaron diferencias estadísticas significativas en el comportamiento agronómico de las diferentes variedades de maíz estudiadas bajo un arreglo en callejones con matarratón. Las variedades mejoradas presentaron mejor comportamiento agronómico, mientras que la variedad regional presentó la mayor altura de planta, los mayores días a floración, la menor longitud, diámetro, peso, número de granos por mazorca, y rendimiento. Por su parte, el aporte de *G. sepium* al arreglo en callejones con maíz fue alrededor de 574kg de biomasa/ha

Las variedades mejoradas presentaron el mayor rendimiento y rentabilidad sobresaliendo la variedad ICAV-109, mientras que la variedad regional presentó el más bajo rendimiento y una rentabilidad negativa.

7. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones sobre la densidad óptima para el *Gliricidia sepium* asociado con maíz para la región

Determinar el efecto del cultivo en callejones de *Gliricidia sepium* y maíz en los suelos de Tumaco en el corto y largo plazo

Establecer un plan de mejoramiento del maíz regional en Tumaco

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Tumaco (2016). *Plan de desarrollo Municipal de Tumaco 2016 – 2019 “Tumaco para todos en los caminos de la paz”*. Recuperado el abril de 2022, de Plan de desarrollo Municipal de Tumaco 2016 – 2019 “Tumaco para todos en los caminos de la paz”: https://sanandresdetumacinarino.micolombiadigital.gov.co/sites/sanandresdetumacinarino/content/files/000001/26_acuerdo-008-pdm-20172019.pdf consulta, abril de 2022.
- Adetiloye P.; Okigbo, B.; Ezedlma, E. (1984). Resposer by maize plant and ear short Character to growth un southern Nigeria. Field crops research. *Dep. Of. Crop Sci., Nigeria Univ., Nskka Nigeria.*
- Akonde, T.; Lame, N.; Kummerer, E. (1986). Adoption of alley cropping in the Province of Atlantique, Benin. In Kang BT, Reynolds L (Eds.). *Alley farming in the humid and subhumid tropics. IDRC. Ottawa, Canada.*, pp. 141-142. .
- Alvarado, N.; Calderon, V. (2012). Evalacion de tres laminas de riego, dos dosis de nitrogeno y tres momentos de aplicacion sobre el crecimiento y rendimiento de chilote en el cultivo de maiz (zea maysL). *Managua Nicaragua*, 45p.
- Baggio, A. (1982). *Establecimiento y utilización de sistema agroforestal cercos vivos de Gliricidia sepium en Costa Rica. Tesis, CATIE: Turrialba, Costa Rica.* Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4963/Establecimiento_manejo_y_utilizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Barreto, A.; Chaer, G.; & Fernandes, M. (2012). Hedgerow pruning frequency effects on soil quality and maize productivity in alley cropping with *Gliricidia sepium* in Northeastern Brazil, *Soil and Tillage Research*. Volume 120, 112-120. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.11.010>
- Beedy, T.; Snapp, S.; Akinnifesi, F.; Sileshi, G. (2010). Impact of *Gliricidia sepium* intercropping on soil organic matter fractions in a maize-based cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 138,, 139-146. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.04.008>
- Blessing, D.; Hernandez . (2009). *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*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2090/1/tnf01b647.pdf>
- Bos, M.; Veddeler, D.;Bogdanski, A.; Klein, A.; Tschardtke, T.; Steffan-dewenter, I.; Tylianakis, J. (2007). Caveats to quantifying ecosystem services: Fruit abortion blurs benefits from crop pollination. *ecological applICAtions*, 17 (6): 1841-1849.
- Cantero, R.; Martinez, O. (2002). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) En el cultivo de maíz (Zea Mays) variedad NB-6*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1853>
- Chautá,A.; Campbel, S.; Bonilla, M.; thaler, J.; Poveda, K. (2012). Efects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. *Basic and applied ecology*, , 13: 524-532.

Ciat. (2019). *Maíz para Colombia: visión 2030*. Obtenido de <http://www.fenalce.org/archivos/maiz2030.pdf>

Ciat. (2019). *Maíz para Colombia: visión 2030*. Obtenido de *Maíz para Colombia: visión 2030*: <http://www.fenalce.org/archivos/maiz2030.pdf>

Cimmyt. (2019). *Maíz para Colombia: visión 2030*. Obtenido de <http://www.fenalce.org/archivos/maiz2030.pdf>

Cordon, P.; Gaitan, L. (1993). Efectos de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos de Maíz (*Zea mays* L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* L). Tesis. *UNA. Managua Nicaragua*, 42p.

Dávila, G.; Navia, J. (2007). Degradación de la materia seca del matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq) y su relación con liberación de nitrógeno en arreglos agroforestales. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 24 (1 y 2), 11-19.

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.(2011). *Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*. . Obtenido de <http://www.infostat.com.ar/>

Dickson, R. (1989). Carbon and nitrogen allocation in trees. *Ann. Sci.*, 46(suppl.): 631-647.

Duguma, B.; Kang, B.; Okali, D. (1988). Effect of pruning intensities of three woody leguminous species grown in alley cropping with maize and cowpea on an alfisol. *Agrofor*, 6: 19-35.

Fassbender, H. (1993). Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. *Segunda edición CATIE, Turrialba, Costa Rica*, 530 p.

Fenalce. (2008). *Indicadores cerealistas, fisiología del maíz tropical, boletín informativo de la sugerencia técnica*. Obtenido de <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/862/EVALUACION%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DE%20MAIZ%20TROPICAL%20VOLUMEN%20305%29%20Zea%20mays%20CON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fenalce. (2010). *El cultivo de maíz, historia e importancia. Importancia de los cultivos representados por FENALCE*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1004/45188_61386.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez, M.; Molina, C.; Murgueitio, E. (1990). Producción de biomasa en seis ecotipos de matarratón (*Gliricidia sepium*). *Livestock Research for Rural Development*, <http://www.lrrd.org/lrrd2/3/gomez.htm>.

Gordón, R.; Camargo, I.; Franco, J.; Saavedra, A. (2006). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero. *Panamá. Agronomy Mesoamerican*, 189-199.

Haddad, Y.; Maczulajtys, D.; Bory, G. (1995). Effects of curtain-like pruning on distribution and seasonal patterns of carbohydrates reserves in plane (*Platanus acerifolia* Wild) trees. *Tree Physiol*, 15: 135-140.

- Handayanto, E.; Cadish, G.; Giller.(1994). Nitrogen release from prunings of legume hedgerow trees in relation to quality of the prunings and incubation method. *Plant Soil*, 160: 237-248.
- Ideam. (2021). *Información geográfica de datos abiertos del ideam*. Obtenido de Información geográfica de datos abiertos del ideam: <https://cutt.ly/TKdLKBU>
- Kang, (1994). Cultivos en callejones: logros y perspectivas. In Krishnamurthy L, Leos JA (Eds). *Agroforestería en desarrollo: educación, investigación y extensión*. Universidad Autónoma de Chapingo. Mexico. pp.61-72. [Links]
- Lal, R. (1989). Agroforestry systems and soil surface management of a tropical alfisol. *Changes in soil chemical properties. Agrofor. Syst*, . 8: 113-132.
- Larios, R. (1999). Evaluacion de tres dosis de gallinaza , compost y un fertilizante mineral en el cultivo de maiz (zea mays l.) . *Managua Nicaragua*, 92p.
- Lehman, J.; Schroth, G.; Zech, w. (1995). Decomposition and nutrient release from leaves, twigs and roots of three alley-cropped tree legumes in central Togo. *Agrofor*, 29: 31-36.
- Makunmba, W.; Janssen, B.; Oenema, O.; Akinnifesi, k.; Mweta, D.; Kwesiga, F. (2006). The long-term effects of a gliricidia–maize intercropping system in Southern Malawi, on gliricidia and maize yields, and soil properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 116, 1–2, Pages 85-92. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.012>

Melchor. (1992). Cultivo en callejones: Una estrategia para mejorar la agricultura tradicional en suelos de ladera en Papantla. *Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Colegio de Postgraduados. México*, pp. 323-328.

Melchor, I.; Vargas, J.; Velasquez, A.; Martinez, A.; Echeverry, J. (2005). *Aboveground biomass production and nitrogen content in Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Under several pruning regimes.* Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000300008&lng=es&tlng=en

Minigricultura. (2019). *Dirección de cadenas agrícolas y forestales.* . Obtenido de dirección de cadenas agrícolas y forestales. : <https://sioc.minagricultura.gov.co/alimentosbalanceados/documentos/2021-03-31%20cifras%20sectoriales%20ma%c3%adz.pdf>

Minigricultura. (2021). *Dirección de cadenas agrícolas y forestales.* Obtenido de dirección de cadenas agrícolas y forestales: <https://sioc.minagricultura.gov.co/alimentosbalanceados/documentos/2021-03-31%20cifras%20sectoriales%20ma%c3%adz.pdf>

Navia, J. (2001). Comportamiento del maíz bajo un arreglo agroforestal con matarratón (*Gliricidia sepium*) en Valle del Cauca. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18(1). Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1003>

Ortega, C.; Ortega, F.; Torres, F.; Lagos, T. (2010). *Comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz amarillo zea mays l. bajo condiciones de clima medio en el*

departamento de Nariño. Obtenido de

<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/45/49>

Perrin R.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. (1976). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Mexico, D. F.*, 54 p.

Sader, A.; Oliveira, S.; Berchielli, t. (2004). Application of Kjeldahl and Dumas combustion methods for nitrogen analysis. . 9:73-79.

Saldaña, F.; Calero, M. (1991). Efectos de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*zea mays* l.), Sorgo (*sorghum bicolor* l), Pepino (*cucumis sativus* l). tesis. una. *Managua Nicaragua*, 63p.

Sanginga, N.; Dason, s.; Zapata, F.; Bowen, G.(1994). Influence of pruning management on P and N distribution and use efficiency by N₂ fixing and non-N₂ fixing trees used in alley cropping systems. *Plant and Soil* , 167: 219-226.

Sanginga, N.; Bowen, G.; Danso, S.(1991). *Variación intraespecífica en el crecimiento y la acumulación de P de Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium según la influencia del estado de fosfato del suelo. Obtenido de* <https://doi.org/10.1007/BF00009192>

Sauthier, M.; Castaño, F. (2004). Dispersión del polen en un cultivo de maíz, *Ciencia, Docente y Tecnología*. 15,229-246

Serratos-Hernández, J.A. (2009). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México: Greenpeace México. 37 p.

Tschaplinski, T.; Blake, T. (1995). Growth and carbohydrate status of coppice shoots of hybrid poplar following shoot pruning. *Tree Physiol.*, 15: 333-338.

Tumaco, A. m. (2017). *Plan de desarrollo Municipal de Tumaco 2016 – 2019 “Tumaco para todos en los caminos de la paz”*. Obtenido de Plan de desarrollo Municipal de Tumaco 2016 – 2019 “Tumaco para todos en los caminos de la paz”: https://sanandresdetumacinarino.micolombiadigital.gov.co/sites/sanandresdetumacinarino/content/files/000001/26_acuerdo-008-pdm-20172019.pdf

USDA National Agricultural Statistics Service. (2022). Statistics by Subject. https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/index.php?sector=CROPS

Vargas, E.; Vanegas, H.; Molina, G.; Lemos, G. (2010). Nuevo híbrido de maíz amarillo para la región Caribe húmedo FNC 115 – Galileo 33 en el cerealista. FENALCE, Octubre- Diciembre 22-27

Zambrano, F. (2010). *Caracterización agronomica y molecular de la colección de piñon (*Jatropha curcas* L)* de la estación experimental puertoviejo del Iniap. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/1192/3/UDLA-EC-TIB-2020-16.pdf>